

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CHAPECÓ  
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**LEVANTAMENTO DE SOLUÇÕES IOT NO AMBIENTE DE  
RESTAURANTES E BARES**

**NATAN J. MAI**

**CHAPECÓ  
2023**

**NATAN J. MAI**

**LEVANTAMENTO DE SOLUÇÕES IOT NO AMBIENTE DE  
RESTAURANTES E BARES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Spohn

**CHAPECÓ**  
2023

NATAN J. MAI

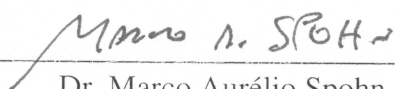
**LEVANTAMENTO DE SOLUÇÕES IOT NO AMBIENTE DE  
RESTAURANTES E BARES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Spohn

Aprovado em: 14/02/2023

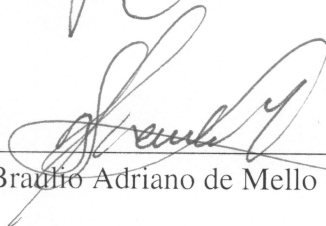
BANCA EXAMINADORA:



Dr. Marco Aurélio Spohn - UFFS



Dr. Luciano Lores Caimi - UFFS



Dr. Braulio Adriano de Mello - UFFS

## **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Mai, Natan José  
Levantamento de Soluções IoT no Ambiente de  
Restaurantes e Bares / Natan José Mai. -- 2023.  
71 f.:il.

Orientador: Dr. Marco Aurélio Spohn

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Ciência da Computação, Chapecó, SC, 2023.

1. Internet das Coisas. 2. Revisão Sistemática. 3.  
Restaurantes e Bares. 4. Hospitalidade. I. Spohn, Marco  
Aurélio, orient. II. Universidade Federal da Fronteira  
Sul. III. Título.

## RESUMO

O setor de restaurantes é uma das forças motrizes da economia Brasileira, presente em todos os 5570 municípios brasileiros (ABRASEL, 2022). Apesar da importância, grande parte desses estabelecimentos sofre com problemas recorrentes como desperdício alimentar (12º Objetivo Desenvolvimento Sustentável da ONU), segurança alimentar, falta de mão de obra qualificada, consumo elevado de energia, dependência por operações manuais, gerenciamento de estoque, monitoramento ineficaz de equipamentos, entre outras dificuldades. O crescente avanço da tecnologia tem possibilitado a implantação de sistemas utilizando Internet das Coisas para resolver problemas em diferentes áreas do nosso dia-a-dia. A automação de processos, a coleta de dados e o suporte da tecnologia podem ser pontos importantes para o desenvolvimento e gerenciamento desses estabelecimentos.

O objetivo desse trabalho é mapear soluções que utilizem Internet das Coisas na área de restaurantes. Para isso, o método de pesquisa utilizado foi a revisão sistemática de literatura. A metodologia foi construída a partir de 3 seções: Planejamento, Execução e Resultados. Na etapa de planejamento, identificamos a necessidade da revisão, definimos as questões de pesquisa, escolhemos as bases de estudo, determinamos as palavras-chave, a *string* de busca e os critérios de inclusão e exclusão, assim como a escolha pelas bases de estudo. Na fase de execução, realizamos a aplicação da *string* nas bases escolhidas e a classificação dos estudos pela relevância ao nosso projeto. Por fim, nos resultados, obtemos as respostas às questões definidas, assim como a visão geral e sugestões de trabalhos futuros.

Os estudos mostraram 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 do setor. Neste trabalho, realizamos uma revisão sistemática de literatura sobre soluções que utilizam IoT na área de restaurantes.

**Palavras-chave:** Internet das Coisas. Restaurantes e Bares. Setor de Hospitalidade.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Cenário da tecnologia RFID. (FAROOQ et al., 2015).....	13
Figura 2.2 – Arquitetura típica de WSN. (SENOUCI; MELLOUK, 2016) .....	14
Figura 2.3 – Cenário típico de <i>Cloud Computing</i> . (FAROOQ et al., 2015) .....	16
Figura 3.1 – Ciclo da Pesquisa.....	24
Figura 4.1 – Arquitetura proposta em (SAEED et al., 2016).....	35
Figura 4.2 – Operação do sistema proposto em (KOSSONON; WANG, 2017) .....	36
Figura 4.3 – Operação do sistema proposto em (KOSSONON; WANG, 2017) .....	37
Figura 4.4 – Arquitetura da simulação proposta em (KOSSONON; WANG, 2017) .....	37
Figura 4.5 – Arquitetura do sistema proposto em (SARAUBON; KONGSANIT; SANTAWESUK, 2018) .....	38
Figura 4.6 – Fluxo do estudo (SIVABALASELVAMANI; SOORYA, 2020).....	39
Figura 4.7 – Arquitetura do Sistema (ZUALKERNAN et al., 2020) .....	41
Figura 4.8 – Dispositivos <i>Beacons</i> implantados (ZUALKERNAN et al., 2020).....	41
Figura 4.9 – Circuito do sistema apresentado em (POPA et al., 2019).....	42
Figura 4.10 – Sistema de monitoramento de água apresentado em (MANDAL; KUMAR; RANJAN, 2021) .....	43
Figura 4.11 – Lista de sensores apresentado em (BHATIA; MANOCHA, 2022).....	43
Figura 4.12 – Estrutura do <i>framework</i> apresentado em (BHATIA; MANOCHA, 2022) ....	44
Figura 4.13 – Arquitetura apresentada em (AYTAÇ; KORÇAK, 2018a) .....	45
Figura 4.14 – Design do estudo proposto em (BALAJI et al., 2020) .....	46
Figura 4.15 – Dispositivo apresentado em (SINGHAL; HEGDE; MOHAN, 2019) .....	47
Figura 4.16 – Cuba inteligente em (BATISTA; SARDINA; DANTAS, 2019).....	48
Figura 4.17 – Cenário da aplicação em (CHANG et al., 2021).....	48
Figura 4.18 – Visão geral do módulo de alocação de equipe em (AYTAÇ; KORÇAK, 2018b)	49
Figura 4.19 – Robô desenvolvido em (AKHUND et al., 2020) .....	50
Figura 4.20 – Robô desenvolvido em (SIAO; LIN; CHANG, 2020).....	51
Figura 4.21 – Design proposto em (YU; HUANG; CHEN, 2022).....	53
Figura 4.22 – Implementação do protótipo em (YU; HUANG; CHEN, 2022) .....	53
Figura 4.23 – Circuito proposto em (KHOLIL; ISMANTO; AKHSANI, 2021).....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IoT	<i>Internet of Things</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
NFC	<i>Near-Field Communication</i>
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i>
WSN	<i>Wireless Sensor Network</i>
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	10
<b>1.1 Contextualização</b>	10
<b>1.2 Objetivo Geral</b>	10
<b>1.3 Justificativa</b>	10
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	11
<b>2.1 <i>Internet of Things</i></b>	11
2.1.1 O que forma a Internet das Coisas?	11
2.1.2 A Arquitetura IoT	12
2.1.3 Tecnologias que auxiliam a aplicação de sistemas IoT	13
2.1.3.1 RFID	13
2.1.3.2 Wireless Sensor Network	14
2.1.3.3 ZigBee	14
2.1.3.4 NFC	15
2.1.3.5 Bluetooth e Bluetooth LE	15
2.1.3.6 Cloud Computing	15
2.1.3.7 Edge Computing	16
2.1.4 Aplicações da Tecnologia de IoT	16
<b>2.2 Restaurantes e Bares</b>	18
2.2.1 Controle de Desperdício Alimentar	19
2.2.2 Gerenciamento e Monitoramento de Equipamentos	20
2.2.3 Redução do Uso de Energia	21
2.2.4 <i>Food Safety</i>	21
2.2.5 Experiência do Cliente	22
<b>3 METODOLOGIA</b>	24
<b>3.1 Ciclo da Pesquisa</b>	24
<b>3.2 Questões de Pesquisa</b>	24
<b>3.3 Critérios de Exclusão e Inclusão</b>	25
3.3.1 Critérios de Exclusão	25
3.3.2 Critérios de Inclusão	25
<b>3.4 Bases de Estudo</b>	25
<b>3.5 <i>String</i> de Busca</b>	26
3.5.1 Palavras-chave	26
3.5.2 Definição	26
<b>3.6 Extração dos Dados</b>	26
<b>3.7 Aplicação dos Critérios</b>	27
<b>4 RESULTADOS</b>	29
<b>4.1 Introdução</b>	29
<b>4.2 Visão Geral dos Estudos</b>	29
<b>4.3 Respostas às Questões de Pesquisa</b>	29
4.3.1 [Q1] Quais os problemas que os estudos propõem resolver?	29
4.3.2 [Q2] Quais as abordagens propostas utilizando IoT para enfrentar os desafios na área de restaurantes?	33
4.3.3 [Q3] Quais os resultados da aplicação das abordagens propostas?	54
4.3.4 [Q4] Quais as dificuldades na implementação de tecnologias IoT em restaurantes?	57



<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	59
<b>5.1 Trabalhos Futuros</b> .....	59
<b>5.2 Conclusão</b> .....	59
<b>APÊNDICES</b> .....	61

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

O avanço crescente da tecnologia de Internet das Coisas está mudando a forma com que nos conectamos aos objetos. Essa facilidade também está se desenvolvendo na área de hospitalidade, em especial estabelecimentos como restaurantes e bares. Esse setor apesar de ser uma das forças motrizes do mercado econômico brasileiro, ainda apresenta diversas dificuldades.

Um dos grandes problemas no setor é a constante utilização de operações manuais em tarefas importantes. Isso aumenta a chance de erro e dificulta o crescimento e gerenciamento do restaurante. Devido a essas dificuldades, a Internet das Coisas surge como uma possível aliada ao gerenciamento do negócio, oferecendo subsídios para automação de operações vitais nos estabelecimentos.

A tecnologia pode beneficiar não apenas o estabelecimento como negócio, mas a sociedade de forma geral, visto que restaurantes são apenas uma parte da cadeia de abastecimento alimentar. Esse ciclo refere-se aos processos de produção, processamento, distribuição, consumo e eliminação de alimentos.

## 1.2 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é realizar uma revisão sistemática da literatura sobre soluções para restaurantes e bares utilizando tecnologias de Internet das Coisas (IoT).

## 1.3 Justificativa

No Brasil, o índice de desperdício é de cerca de 27 milhões de toneladas de alimento por ano. Devido a essa dificuldade e outras do setor já citadas, existe a necessidade de encontrar soluções tecnológicas que auxiliem não apenas o estabelecimento, mas também a sociedade de forma geral. O trabalho tem como objetivo analisar e realizar o levantamento sobre essas soluções encontradas na academia.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Internet of Things*

*Internet of Things* ou Internet das Coisas descreve um mundo onde praticamente tudo pode estar conectado e se comunicar de uma maneira inteligente. Tempos atrás, estar conectado se referia a computadores, celulares, tablets e servidores. Com tecnologias IoT, qualquer objeto pode se conectar, gerar dados e transmitir informações. Segundo (SOMAYYA MADAKAM R. RAMASWAMY, 2015), a melhor definição de IoT seria: “Uma rede abrangente de objetos inteligentes que têm a capacidade de se auto-organizar, compartilhar informações, dados e recursos, reagindo e agindo diante de situações e mudanças no ambiente”.

Essas poderosas plataformas de IoT podem identificar exatamente quais informações são úteis e quais podem ser ignoradas com segurança. Esses dados podem ser utilizados para detectar padrões, fazer recomendações e detectar possíveis problemas antes que eles ocorram (CLARK, 2015). A partir de uma tecnologia de baixo custo, conseguimos conectar equipamentos e dispositivos do nosso dia-a-dia, como por exemplo, eletrodomésticos, lâmpadas, carros, aparelhos dentro de casa, relógios, máquinas industriais, além de possibilitar o controle de processos em diversos setores, como hospitalidade, construção civil, na área industrial e até mesmo na saúde.

Esse desenvolvimento permite que empresas utilizem IoT com o objetivo de analisar dados e tomar decisões para melhorar negócios, aumentar produtividade e eficiência de operações e criar novos modelos de negócios. Ou seja, é onde o mundo físico se encontra com o mundo digital para trabalharem juntos. (ORACLE, acessado em 02/11/2022)

#### 2.1.1 O que forma a Internet das Coisas?

Devido ao constante desenvolvimento tecnológico, a IoT tem conquistado ainda mais a praticabilidade. O avanço dos estudos nos seguintes componentes também auxiliam a crescente demanda por essa tecnologia:

- Sensores e atuadores;
- Protocolos de conectividade;
- Plataformas de computação na nuvem;

- *Machine Learning* e análises avançadas;
- Inteligência Artificial;

A seguir, uma visão geral sobre a arquitetura básica de IoT e as principais tecnologias utilizadas para o seu desenvolvimento.

### 2.1.2 A Arquitetura IoT

Um dos principais problemas com a IoT é que ela é tão vasta e o conceito é tão amplo que não há uma arquitetura uniforme. Para que a ideia de IoT funcione, ela deve consistir em uma variedade de tecnologias de sensores, redes de comunicações e computação, entre outros detalhes (GIGLI; KOO, 2011).

A seguir, vamos detalhar uma arquitetura proposta em (WU et al., 2010).

- *Perception Layer*: Também pode ser chamada de camada de dispositivos, pois é composta de dispositivos físicos e sensores. Essa camada é a responsável pela coleta de dados através desses sensores (MEHTA; SAHNI; KHANNA, 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 3G, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee são exemplos de protocolos utilizados. (MEHTA; SAHNI; KHANNA, 2018)
- *Middleware Layer*: Essa camada recebe as informações da camada anterior, processa esses dados e decide a solução analisando os resultados (MEHTA; SAHNI; KHANNA, 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; SAHNI; KHANNA, 2018)
- *Business Layer*: Essa camada gerencia o sistema 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 do resultado, esta camada também pode prever ações futuras. (MEHTA; SAHNI; KHANNA, 2018)

## 2.1.3 Tecnologias que auxiliam a aplicação de sistemas IoT

### 2.1.3.1 RFID

*Radio Frequency IDentification*, ou identificação por radiofrequência, o RFID é uma das tecnologias chave para a Internet das Coisas. É utilizada para identificar unicamente e capturar dados sobre o objeto que está implantado. 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)

A figura a seguir demonstra o cenário RFID com a tag, a antena e o dispositivo de leitura.

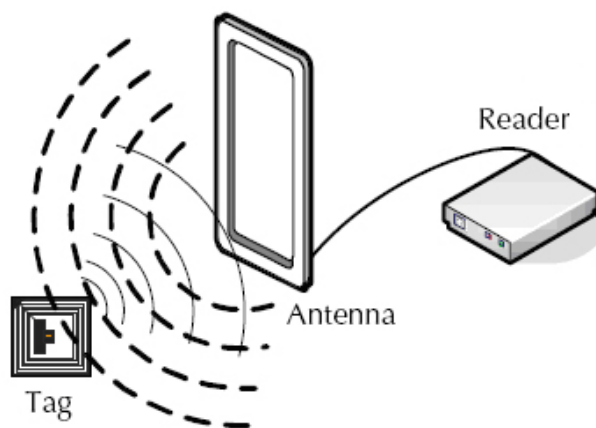


Figura 2.1 – Cenário da tecnologia RFID. (FAROOQ et al., 2015)

#### Componentes do Sistema RFID

- *Tags RFID*: as tags são dispositivos que emitem ondas de rádio para transmitir informações sobre o objeto ao qual estão anexadas. Essas etiquetas geralmente contêm um microchip que armazena informações como o identificador único e uma antena que permite que a etiqueta receba e transmita sinais de rádio. (RADIANT, 2022)
- *Antenas RFID*: são os dispositivos que emitem as ondas de rádio e recebem os sinais refletidos pelas tags. A antena é a ligação primária entre as tags e os leitores, por isso é o dispositivo mais importante do sistema RFID, pois determina questões como alcance, velocidade e acurácia da leitura das tags. (RADIANT, 2022)
- *Leitores RFID*: os leitores RFID são aparelhos que utilizam antenas para captar e ler as ondas emitidas pelas tags RFID. A antena envia um sinal de radiofrequência que energiza

a tag, permitindo que ela reflita seu código exclusivo de identificação. A antena também recebe o sinal refletido, que é então decodificado pelo leitor RFID e utilizado para identificar a tag específica. O leitor RFID pode ser desenvolvido em diversos tamanhos, portáteis ou não. (RADIANT, 2022)

### 2.1.3.2 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.

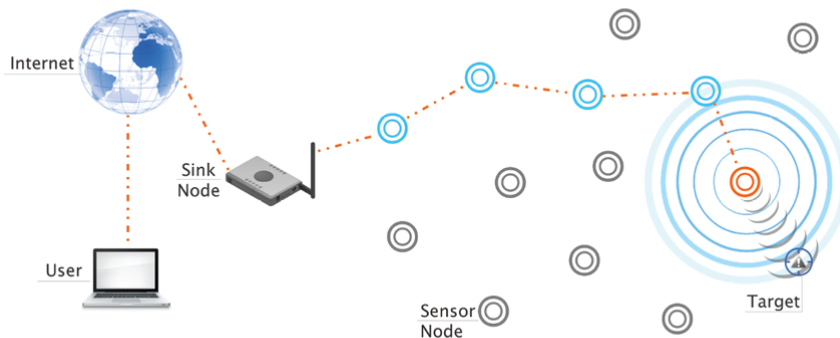


Figura 2.2 – Arquitetura típica de WSN. (SENOUCI; MELLOUK, 2016)

A combinação de sensores possibilita que sistemas possam coletar dados de ambientes em tempo real, o que é um fator chave para a aplicação da tecnologia.

### 2.1.3.3 ZigBee

A tecnologia ZigBee é um protocolo de rede sem fio de baixa taxa de dados, baixo consumo de energia e baixo custo voltado para aplicações de automação (ERGEN, 2004). 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 digital, controles industriais, monitoramento médico e sistemas de energia. (SOMAYYA MADAKAM R. RAMASWAMY, 2015)

#### 2.1.3.4 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 um toque (SOMAYYA MADAKAM R. RAMASWAMY, 2015). Essa tecnologia é amplamente utilizada em pagamentos digitais, utilizando por exemplo, o celular do cliente e a máquina de cartão do estabelecimento.

#### 2.1.3.5 Bluetooth e Bluetooth LE

A tecnologia sem fio 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 se comunicam a menos de 1 Mbps. (SOMAYYA MADAKAM R. RAMASWAMY, 2015)

Já o Bluetooth BLE (*Bluetooth Low Energy*) 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 consumo de energia, ponto vital para equipamentos de baixo consumo.

#### 2.1.3.6 Cloud Computing

Computação em nuvem é a entrega de serviços computacionais, como por exemplo, servidores, banco de dados e softwares de processamento pela Internet para oferecer maior agilidade e flexibilidade nas aplicações. (ZDNET, 2022). 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. Portanto, a nuvem atua como um front-end para o acesso aos dados das aplicações IoT. (B.B. et al., 2012)

A utilização de *Cloud Computing* em aplicações de Internet das Coisas fornece benefícios principalmente em aplicações de grande escala, onde o gerenciamento de dados eficaz é

indispensável.



Figura 2.3 – Cenário típico de *Cloud Computing*. (FAROOQ et al., 2015)

#### 2.1.3.7 Edge Computing

*Edge Computing* refere-se a um estilo de computação onde os dados coletados a partir de um dispositivo também são processados pelo mesmo. Reúne dispositivos capazes de coletar, processar e armazenar dados.

Alguns dos benefícios da utilização de *Edge Computing* com Internet das Coisas são:

- Redução de atrasos na comunicação entre dispositivos IoT e servidores centrais;
- Tempo de resposta mais rápido e maior eficiência operacional.
- Processamento local de dados com agilidade na tomada de decisões. (REDHAT, 2022)

Essa forma de computação possibilita que desenvolvedores consigam projetar sistemas envolvendo dispositivos inteligentes com o tempo de resposta mínimo.

#### 2.1.4 Aplicações da Tecnologia de IoT

O conceito de conectar dispositivos, independente da sua funcionalidade pode auxiliar diversos setores. Nesta seção, introduziremos de forma geral as principais aplicações da tecnologia de Internet das Coisas.



## **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; GU; TIAN, 2022)

## **IoT na Educação**

A educação também se beneficia do apoio da tecnologia IoT, principalmente pela era digital que vivemos hoje. Grande parte dos estudantes, mesmo dos ensinamentos 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.

## **IoT na Saúde**

A área da saúde possui um limitador muito grande, o tempo. O COVID-19 nos mostrou que a falta de dados sobre o paciente, sobre alguma doença ou qualquer outra informação importante pode dificultar os tratamentos que necessitam de urgência. Isso demonstra a importância da utilização de tecnologias IoT, não apenas para o monitoramento e acompanhamento desses dados, mas também no desenvolvimento de equipamentos e soluções buscando uma melhoria na saúde geral.

Alguns exemplos de aplicação na área da saúde são:

- Aparelho cardíaco implantado no paciente que monitora dados em tempo real;
- Projeto da IBM em parceria com Pfizer, denominado *BlueSky*, que faz o monitoramento em tempo real de pacientes com Parkinson;

- Dispositivos de medição em tempo real do nível de glicose para pessoas diabéticas. (LAUDO, 2019)

## **IoT na Hospitalidade**

O setor de hospitalidade envolve grandes áreas da indústria de serviços, como restaurantes, hotéis, parques, eventos e turismo em geral. Apesar de que o conceito de IoT já está desenvolvido há alguns anos, existe pouca pesquisa sobre a utilização dessa tecnologia no setor. Essa oportunidade de aplicação é um fenômeno recente, especialmente em relação à coleta e análise de dados. (NADKARNI et al., 2019)

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 operacional 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.

## **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; SOUZA; SERRALVO, 2019)

### **2.2 Restaurantes e Bares**

Segundo a Associação Brasileira de Bares e Restaurantes, a 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)

Apesar de não ser mais surpresa, a utilização de IoT 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, independente do tamanho. 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, análises de dados de clientes, entre outras melhorias.

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 umas 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.

### 2.2.1 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. 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. (UNEP, 2022)

Apenas no Brasil, segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), o índice de desperdício por ano é de cerca de 27 milhões de toneladas de alimentos. Dessa quantidade, 80% acontece nos processos de produção, manuseio, transporte e nas centrais de abastecimento. (GLOBO, 2022)

Um dos Objetivos Mundiais para o Desenvolvimento Sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas trata sobre o consumo e produção responsável. O ODS 12 tem como finalidade assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis. E para isso, foram definidas metas para auxiliar no objetivo, algumas das principais são:

- Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.

- Até 2030, reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita mundial, nos níveis de varejo e do consumidor, e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita.
- Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.
- Apoiar países em desenvolvimento a fortalecer suas capacidades científicas e tecnológicas para mudar para padrões mais sustentáveis de produção e consumo. (IPEA, 2019)

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). A aplicação de tecnologias IoT pode ajudar na diminuição desse desperdício, como por exemplo, um inventário disponível para a cozinha com informações de todos os itens, dados e relatórios de produtos com datas de validade expirando, de forma que auxilie no ordenamento inteligente dos itens e facilite a tomada de decisões antecipadas. (PAREKH, 2022)

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.

### 2.2.2 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.

Portanto, a tecnologia pode se tornar um grande aliado para o monitoramento e gerenciamento de equipamentos e setores em restaurantes. 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. Um exemplo disso é o monitoramento de temperatura, algo primordial para um bom manuseio de insumos e também para a redução de desperdícios.

Com a utilização da tecnologia de Internet das Coisas, outros dados também podem ser obtidos por diferentes sensores na busca de um melhor monitoramento. Além da temperatura, informações importantes também podem ser úteis, tais como umidade, presença de gás, dados nutricionais sobre a qualidade da água, sensores de peso, entre outros.

### 2.2.3 Redução do Uso de Energia

Em ambientes como restaurantes, existe a necessidade da utilização de vários eletrodomésticos, tais como freezers, geladeiras, fogões, micro-ondas e fritadeiras. A utilização desses dispositivos torna o consumo de energia muito alto ao final do mês. Um estudo feito pela (ABRASEL, 2015) mostra que as contas de luz 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 e demitiram funcionários para suportar as contas.

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.

### 2.2.4 *Food Safety*

*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 inadequado de alimentos (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.

O objetivo do estudo sobre segurança alimentar é prevenir contaminações e intoxicações alimentares através de boas práticas (FOOD SAFETY, 2019). Algumas dessas práticas são:

- Limpeza e higiene adequada de todas as superfícies, equipamentos e utensílios;
- Alto nível de higiene pessoal, especialmente com as mãos;
- Armazenamento eficaz de alimentos, com controle correto de temperatura, ambiente e equipamentos;
- Implementação de controle de pragas;
- Entendimento sobre alergias, intoxicações e intolerância alimentares;

#### 2.2.5 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, a começar por exemplo pelo ato de encontrar vagas de estacionamento, depois, realizar pedidos, obter atendimento, alimentar-se, e assim por diante. Cada etapa possui suas peculiaridades e o emprego de tecnologias pode ser muito útil na obtenção de bons resultados.

Esses detalhes foram estritamente afetados pela pandemia do COVID-19, que trouxe uma necessidade de reinvenção e atualização tecnológica dos restaurantes (LEITE-USP, 2021). Uma das principais mudanças foi, justamente pela facilidade de gerenciamento e manutenção, a transformação de cardápios físicos em opções digitais, com sistemas de cardápio online. Destacando a utilização da tecnologia *QR Code*, esse avanço altera a prática do consumidor e facilita a gestão do negócio.

Outro problema que muitos clientes enfrentam em restaurantes é a demora para atendimento e conseqüentemente para realização do pedido, principalmente em dias movimentados. Assim surgiu a oportunidade de implementar soluções que busquem diminuir essas questões. Um grande exemplo é a utilização de totens como ponto de venda em restaurantes fast-food, como o Mc Donalds. Equipamentos com a tecnologia chamada *Digital Signage*, ou sinalização digital, permitem que consumidores possam interagir e realizar pedidos sem qualquer interação

com atendentes. Além de oferecer informações sobre todos os produtos e seus ingredientes, esses dispositivos resultam em um ganho significativo de tempo, tanto para nível de consumidor quanto para funcionários.

### 3 METODOLOGIA

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

#### 3.1 Ciclo da Pesquisa

O ciclo da pesquisa pode ser classificado em três etapas: planejamento, execução e resultados. Cada etapa é composta de atividades específicas, como mostra a figura a seguir. Neste capítulo vamos focar nas duas primeiras etapas (planejamento e execução).

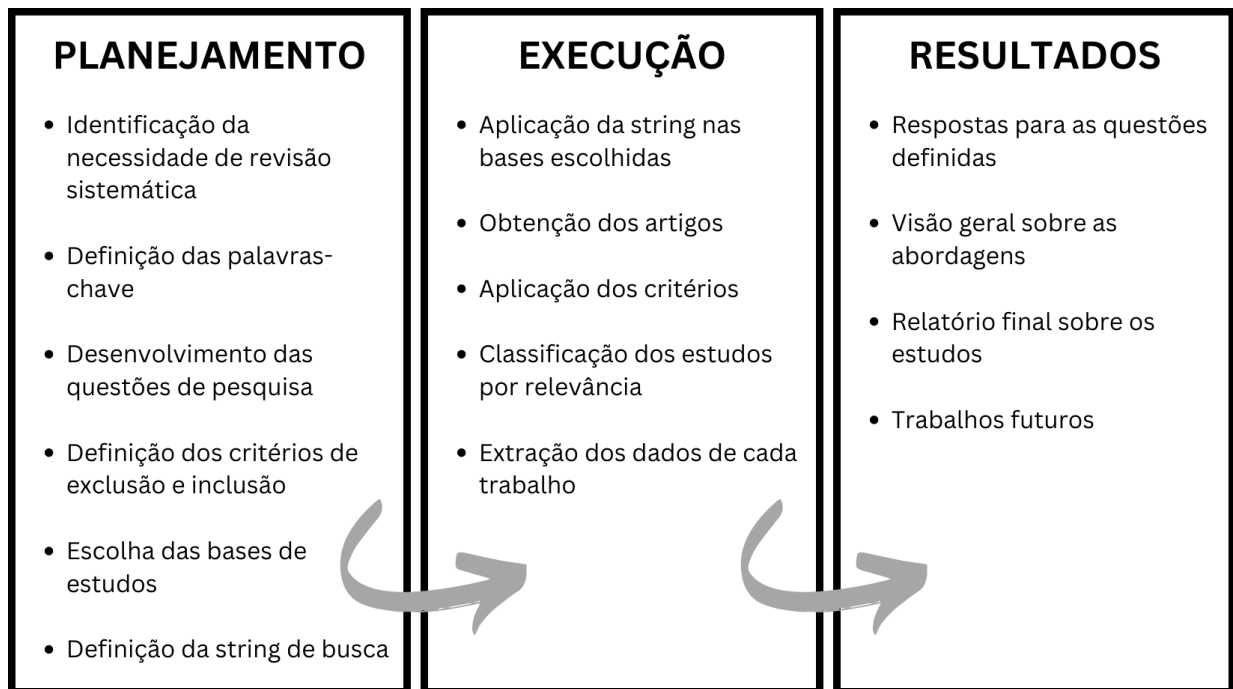


Figura 3.1 – Ciclo da Pesquisa.

#### 3.2 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?

### 3.3 Critérios de Exclusão e Inclusão

A seguir, os detalhes sobre a escolha dos critérios de exclusão e inclusão para a filtragem dos estudos.

#### 3.3.1 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.

#### 3.3.2 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).

### 3.4 Bases de Estudo

Foram definidas três bases de estudo, devido às suas reputações e as suas importâncias no meio acadêmico. Todas as três plataformas possuem a facilidade de busca por palavras-chave, a possibilidade da busca através da *string* definida e também 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.

### 3.5 *String* de Busca

#### 3.5.1 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. As palavras-chave são: *solution, system, application, framework, architecture, design, IoT, internet of things e restaurant*.

#### 3.5.2 Definição

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

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

### 3.6 Extração dos Dados

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

IEEE	SCIENCE	ACM	Total
73	9	29	111

Para o download dos artigos, utilizamos a ferramenta *Mendeley* (<https://www.mendeley.com/>) e sua extensão para o navegador Google Chrome, onde resultou na lista de todos os artigos encontrados. Com a lista de artigos disponíveis, exportamos para um arquivo chamado *export.bib* e importamos na ferramenta *JabRef* (<https://www.jabref.org/>).

### 3.7 Aplicação dos Critérios

Com a lista de artigos selecionados, conseguimos aplicar os critérios de inclusão e exclusão na própria ferramenta *JabRef*, a fim de selecionar estudos relevantes para a pesquisa. Utilizamos a opção “Encontrar Duplicados” no sistema *JabRef* para a aplicação do critério de exclusão [CE1], mas não removeu nenhum estudo na lista. Na própria ferramenta, foi realizada a filtragem a partir do critério de inclusão [CI2] e então removido 11 artigos com data de publicação menor que 2012, resultando em 100 artigos. A partir dessa lista, detalhes como idioma e disponibilidade para download foram analisados, e assim constatado que 1 artigo não correspondia ao critério de idioma e portanto foi removido.

Buscando encontrar estudos relacionados à Internet das Coisas em 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, foi criada uma coluna chamada “Relevância”, onde cada artigo foi classificado com notas de 0 (não relevante), 3 (relevância duvidosa) e 5 (relevante) para a nossa pesquisa. Artigos não relacionados à tecnologia Internet das Coisas ou então não referentes a área de alimentos e bebidas foram classificados com relevância 0. Ao final, dos 99 artigos, 24 foram classificados como não relevantes (nota 0), 38 artigos com relevância duvidosa (nota 3) e 37 estudos classificados com relevância alta (nota 5). Portanto, nossa lista ficou assim:

Total	Sem Relevância (Nota 0)	Relevância Duvidosa (Nota 3)	Relevância Alta (Nota 5)
99	24	38	37

Com esse resultado, os 24 artigos classificados como não relevantes foram removidos da nossa lista, e para os 38 estudos classificados com relevância duvidosa, foi realizada a análise novamente do resumo, da introdução e das conclusões, a fim de verificar se entraria ou não na lista de artigos selecionados para estudo. Desses 38 artigos, 4 foram reclassificados como relevantes (nota 5) e então adicionados à lista. A partir de algumas referências, 1 artigo de outra fonte de estudos foi encontrado, classificado como relevante e então adicionado à lista, finalizando assim em 42 estudos para análise.

A tabela a seguir mostra a classificação dos estudos atualizada.

Total	Sem Relevância (Nota 0)	Relevância Duvidosa (Nota 3)	Relevância Alta (Nota 5)
100	24	34	42

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Introdução

A partir da metodologia definida, foi realizada a análise detalhada de todos os artigos obtidos. Neste capítulo apresentaremos uma visão geral dos estudos, assim como os resultados conforme as questões de pesquisa previamente definidas.

### 4.2 Visão Geral dos Estudos

A tabela a seguir apresenta a síntese sobre os estudos disponibilizados através das fontes de pesquisa.

FONTE	CANDIDATOS	INCLUSOS	REMOVIDOS	RELEVANTES
IEEE	73		40	33
ACM	9		26	3
SCIENCE	29		4	5
MDPI		1		1
<b>TOTAL</b>				<b>42</b>

### 4.3 Respostas às Questões de Pesquisa

#### 4.3.1 [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, conseguimos categorizar cada artigo em algum dos problemas nas seguinte lista:

#### Experiência do Cliente

Foram estudados protótipos e sistemas que visam incrementar os pontos de contato do cliente com o estabelecimento. 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)[A03], alguns exemplos de ineficiência comuns em res-

taurantes 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 uma vez que o garçom forneça sua conta para pagar e, finalmente, maneira 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. Em (ZUALKERNAN et al., 2020)[A22], o autor comenta que além de uma boa xícara de café, um fator significativo na preferência dos clientes pela cafeteria é o atendimento, que depende, em grande parte, da interação entre os funcionários e os clientes. Portanto, é importante que o pessoal da cafeteria tenha mais informações sobre cada cliente ao entrar na loja e não confie apenas em sua memória.

Com todo o desenvolvimento tecnológico que estamos vivenciando nas últimas décadas, o mundo e suas necessidades também evoluíram. Hoje em dia as pessoas vivem em movimento rápido e sem tanta paciência. Tudo é necessário ser instantâneo, com apenas um clique e que pode ser de qualquer lugar. (LAMBORA; GUPTA, 2019)[A15]

### **Segurança Alimentar (*Food Safety*)**

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 (HEALTH ORGANIZATION, Acessado em 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 5 anos de idade. A OMS estimou que 33 milhões de anos de vida saudável são perdidos devido à ingestão de alimentos não seguros globalmente a cada ano, e esse número provavelmente está subestimado.

Em (BHATIA; MANOCHA, 2022)[A40] os fatores identificados para tal vulnerabilidade são especificados como má qualidade dos alimentos, ambientes sujos, utilização de ali-

mentos 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; SARDINA; DANTAS, 2019) [A12]

Arquiteturas com aquisição e análise de dados por meio de sensores e atuadores podem ser fundamentais na redução deste problema. Alguns estudos com abordagens propostas são descritas nas respostas à questão de pesquisa [Q2].

### **Desperdício Alimentar (*Food Waste*)**

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 em refrigeradores (KUMAR; PRASHAR, 2022)[A39].

O descarte na indústria de hospitalidade não inclui apenas comida e insumos, mas também papéis, plástico, metais, madeira, papelão e outros materiais que são utilizados. Transformar esse descarte em recurso utilizável requer coordenação em toda a 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, transporte e descarte.(WEN et al., 2018)[A11]

Especialmente em restaurantes fast-food, devido a necessidade de entrega rápida dos produtos, existe uma pré-produção antecipada, que geralmente é feita a partir de dados de vendas de dias anteriores, informações sobre o clima e dados externos. Essa antecipação, quando feita de forma primitiva, se torna em uma tarefa extremamente difícil, pois não é fácil medir todos esses fatores e entender como isso pode afetar ou não o estabelecimento. Qualquer previsão falsa ou negligência pode resultar em grandes quantidades de desperdícios em um curto período de serviço. (AYTAÇ; KORÇAK, 2018a)[A06]

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 geral.

## **Ajuste Operacional**

Um restaurante nem sempre é formado apenas pela sua equipe de cozinha, mas também por equipe de atendimento, equipe de bar, equipe de limpeza, direção, estoque, enfim. Todas essas áreas são compostas de tarefas específicas, com 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 a limitações humanas que podem ser resolvidas por meio de automação e troca de dados entre dispositivos. (SAEED et al., 2016)[A03]

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 (KISHORE; SURIYAKIRON; ASHOK, 2021) [A29]. Os estudos mostraram 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.

## **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 em (KHOLIL; ISMANTO; AKHSANI, 2021) [A30], onde o autor utiliza 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.

## **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



enorme quantidade de coleta de dados (MERCAN et al., 2020)[A19]. 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 dispositivos IoT, se estiverem vulneráveis, podem se tornar a porta de entrada para esses ataques.

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 e ética 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)[A19]

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 haver a proteção. Em um ambiente de IoT, como os dados pessoais estarão nas mãos do proprietário do sistema, a postura ética e a observância dos direitos do usuário são altamente importantes.(MERCAN et al., 2020)[A19]

#### 4.3.2 [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.

Durante a pesquisa, observamos que o grande centro das atenções do gerenciamento de restaurantes é o cliente. É o consumidor final que avalia, que entrega feedbacks e que frequenta ou não o estabelecimento. Ou seja, é o responsável pelo sucesso ou fracasso do negócio. É devido a isso que boa parte das pesquisas é focada em incrementar a experiência e os pontos de contato do cliente.

## **Sistema para Gerenciamento de Restaurante**

Em (SAEED et al., 2016) [A03] é abordado 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. E é 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, 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 oferece estatísticas sobre a performance de vendas em tempo real e automação do sistema de pedidos para atendentes e também para a equipe de cozinha.

### *Sobre a tecnologia, arquitetura e design do sistema proposto*

A aplicação Android foi desenvolvida a partir da linguagem de programação Java e XML na área de desenvolvimento Android Studio. Já 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 também nas mesas do restaurante para que o cliente consiga utilizar o aplicativo. A figura 4.1 apresenta a arquitetura geral do sistema proposto.

### **Facilidades para Clientes**

O estudo (KOSSONON; WANG, 2017) [A04] também propõe uma arquitetura para incrementar a experiência dos clientes. A proposta tem como objetivo automatizar o processo do cliente de realizar o pedido e também o processo de entrega dos pratos. O sistema é composto de:

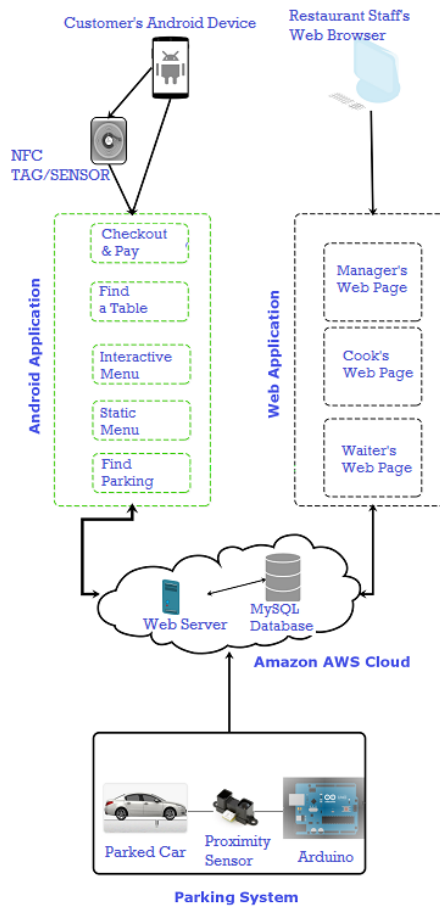


Figura 4.1 – Arquitetura proposta em (SAEED et al., 2016)

- Pratos específicos com RFID, utilizado para identificação e rastreamento;
- *Smart Table*, que consiste de painel *touchscreen* com leitor RFID, onde o software possibilita ao usuário navegar pelo menu, realizar pedidos, acompanhar o processo e eventualmente realizar o pagamento. O leitor RFID é utilizado para identificação e notificação de entrega concluída dos pedidos;
- 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. É composta de uma esteira, software embarcado e um leitor RFID. É o meio pelo qual o sistema sabe qual pedido está entregando;
- Servidor de aplicação, componente principal do sistema, consiste num servidor executando *RESTful Web Service*, gerenciando os dados recebidos e enviados.

A operação do sistema pode ser descrita nas seguintes etapas:

1. O cliente acessa o menu através do software embarcado na *Smart Table* e emite o seu pedido;
2. O pedido é registrado e prontamente visualizado pelo monitor de pedidos;
3. A equipe de cozinha recebe a informação e realiza os processos necessários para os pedidos;
4. Quando prontos, esses pratos são enviados para a máquina de atribuição de entrega;
5. A máquina então realiza a ligação entre os pratos e as tags RFID e disponibiliza aos garçons para a entrega na mesa;
6. Por fim, através do leitor RFID, a *Smart Table* do cliente recebe a informação do prato e notifica o sistema da entrega realizada.

A figura 4.2 ilustra a operação do sistema proposto.

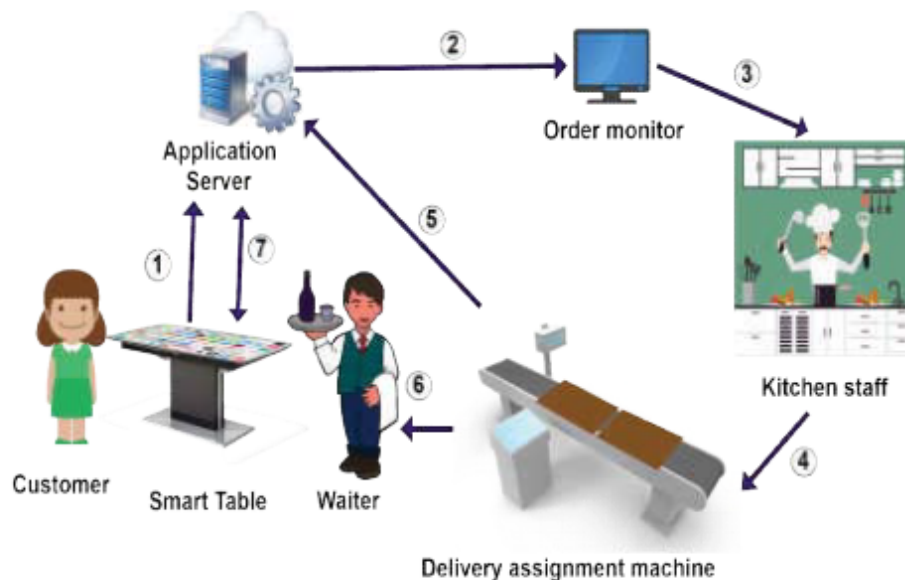


Figura 4.2 – Operação do sistema proposto em (KOSSONON; WANG, 2017)

#### *Sobre a arquitetura e as tecnologias utilizadas*

O sistema proposto é dividido em uma arquitetura de 4 camadas, são elas: “*Things Layer*”, “*Application Layer*”, “*Wireless Network*” e “*Application Services*”.

A primeira camada são as “coisas”, classificadas em dois grupos, ativas e passivas. O grupo ativo compõe dispositivos capazes de sentir outras “coisas” e coletar dados. Já o segundo grupo não coleta dados. Na camada de aplicação encontram-se os softwares que controlam o grupo de “coisas”, assim como exploram os dados coletados. A camada *Network* é onde encontram-se os dispositivos responsáveis pela comunicação e conectividade de todo o sistema. A forma de conexão utilizada foi a *Wireless Local Area Network* (WLAN). A última camada é composta pelos dispositivos de servidor, armazenamento e de banco de dados, todos armazenados na nuvem.

A imagem 4.3 ilustra a arquitetura proposta pelo estudo.

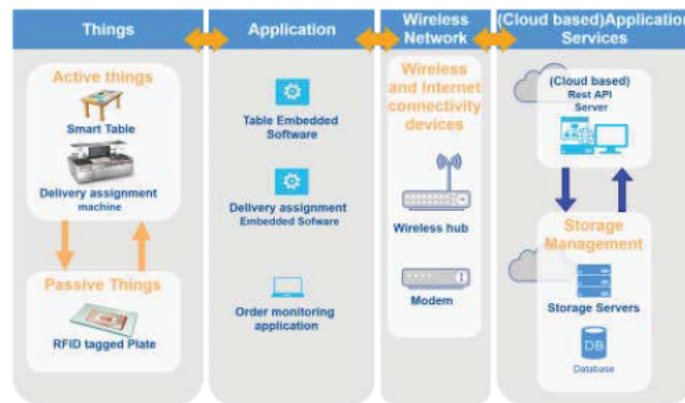


Figura 4.3 – Operação do sistema proposto em (KOSSONON; WANG, 2017)

Para a simulação do sistema foi utilizado o micro-processador Raspberry Pi Model 3, juntamente com a sua placa de circuito, um monitor touchscreen e o módulo NFC para simulação do leitor RFID. A arquitetura da simulação é descrita na figura 4.4.

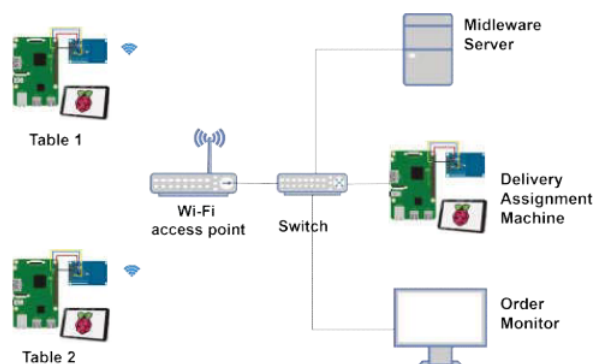


Figura 4.4 – Arquitetura da simulação proposta em (KOSSONON; WANG, 2017)

Em (SARAUBON; KONGSANIT; SANTAWESUK, 2018) [A09], os autores propõem um sistema que utiliza tecnologias de Internet das Coisas e aplicações mobile para restaurantes

do estilo *quick service*, ou seja, de serviços rápidos. Basicamente, a arquitetura é dividida em 2 módulos de aplicação: cliente e restaurante.

**Módulo do Cliente:** as principais funções da aplicação mobile 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 chat direto entre cliente e restaurante.

**Módulo do Restaurante:** a aplicação para o restaurante tem como função receber os pedidos enviados, notificar os clientes sobre o andamento dos mesmos e gerenciar o conteúdo do menu disponível.

#### *Sobre a arquitetura do sistema*

A arquitetura é composta de um mini-computador *Raspberry Pi* atuando como servidor, a aplicação mobile 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. A visão global do sistema é ilustrada na figura 4.5 .

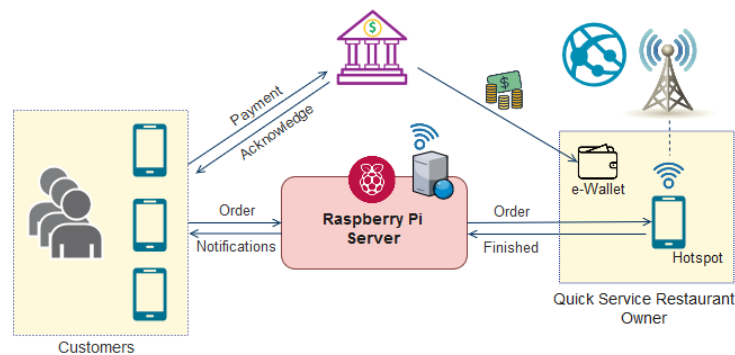


Figura 4.5 – Arquitetura do sistema proposto em (SARAUBON; KONGSANIT; SANTAWESUK, 2018)

### **Frameworks para Avaliação de Restaurantes**

Os estudos (SIVABALASELVAMANI; SOORYA, 2020) [A21] e (CHANG et al., 2019) [A25] apresentam *frameworks* que possibilitam a avaliação de restaurantes a partir do reconhe-

cimento 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 em (SIVABALASELVAMANI; SOORYA, 2020) [A21] 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) e notifica a avaliação via e-mail para os administradores do sistema. A figura 4.6 apresenta as etapas da proposta para o reconhecimento facial em (SIVABALASELVAMANI; SOORYA, 2020) [A21].

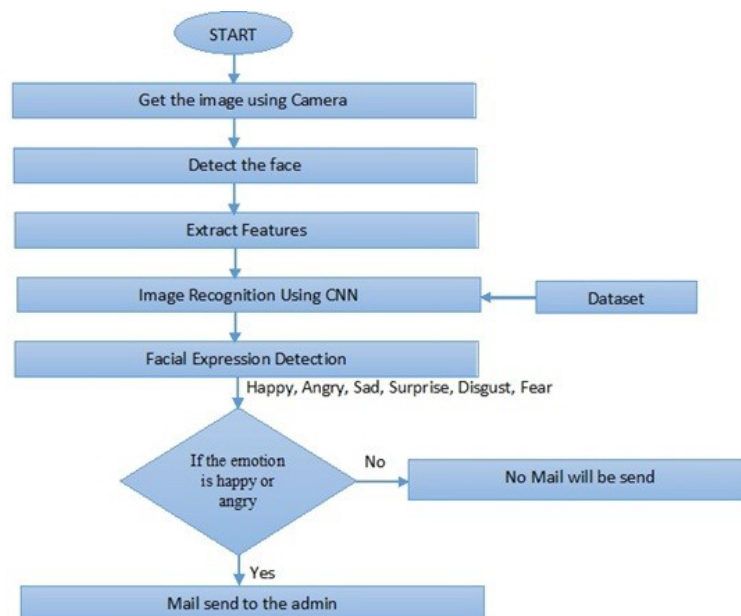


Figura 4.6 – Fluxo do estudo (SIVABALASELVAMANI; SOORYA, 2020)

Já em (CHANG et al., 2019) [A25], o sistema de avaliação proposto é formado de uma aplicação mobile Android e de servidores Web e de inteligência artificial pré-treinada. O aplicativo mobile 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 feedbacks em restaurantes autônomos, onde há a ausência parcial ou completa de funcionários.

## **Experiências Personalizadas**

Em relação às experiências personalizadas, o estudo (ZUALKERNAN et al., 2020) [A22] apresenta um sistema que fornece um ambiente personalizado para o cliente conforme o seu comportamento e as suas preferências. O sistema proposto utiliza dispositivos *Beacon* com a tecnologia *Bluetooth Low Energy (BLE)* juntamente com algoritmos de aprendizado de máquina para personalizar a visita do cliente aos estabelecimentos.

### *Sobre a arquitetura do sistema*

O sistema é basicamente formado por 4 componentes: *BLE Beacons*, arquitetura de comunicação, servidores de aplicação e de banco de dados e aplicação mobile para clientes. As suas principais funcionalidades são: conteúdo personalizado conforme o 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.

*Beacons* são dispositivos colocados em pontos chave para a transmissão de ondas. Esses locais podem ser por exemplo, entradas, locais planejados, próximos à mesas, janelas, etc. A partir das suas ondas transmitidas conseguem localizar os celulares próximos. Para a troca de informações é utilizado o protocolo de mensagens para sensores e pequenos dispositivos chamado MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). A estrutura de servidores é composta por um remoto e outro local. Fornecem autenticação de usuário, armazenamento de dados e compartilhamento de serviços de dados.

Como requisito do sistema, espera-se que os clientes tenham o aplicativo instalado em seus celulares, para que possa haver a comunicação com dispositivos *Beacon* e para fazer o uso dos serviços personalizados. 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. As figuras 4.7 e 4.8 apresentam respectivamente, a arquitetura e a disposição dos dispositivos no ambiente proposto.

## **Segurança Alimentar**

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



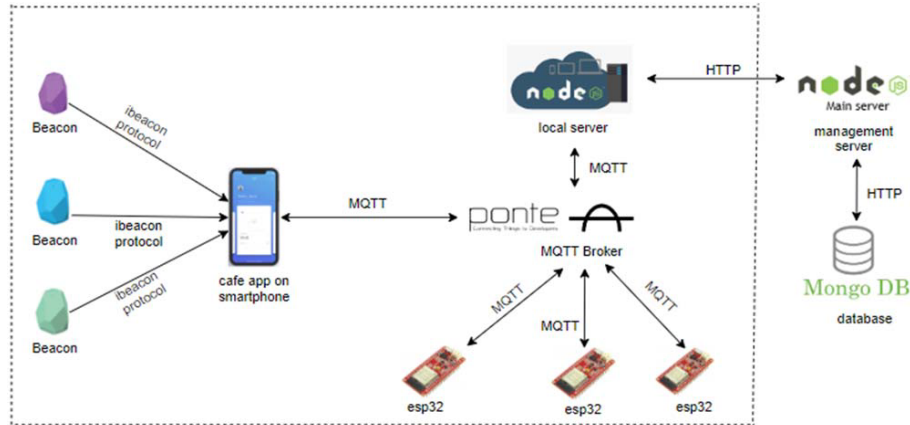


Figura 4.7 – Arquitetura do Sistema (ZUALKERNAN et al., 2020)

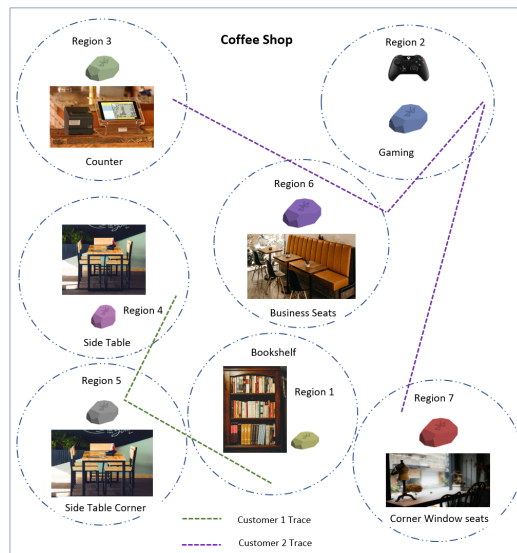


Figura 4.8 – Dispositivos *Beacons* implantados (ZUALKERNAN et al., 2020)

embalados durante o período de armazenamento. Para atingir esse objetivo, as embalagens inteligentes 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) [A42]

É proposto em (POPA et al., 2019) [A42] 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 é dividida em 2 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 Ar-

duino 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 circuito do sistema montado é apresentado em 4.9.

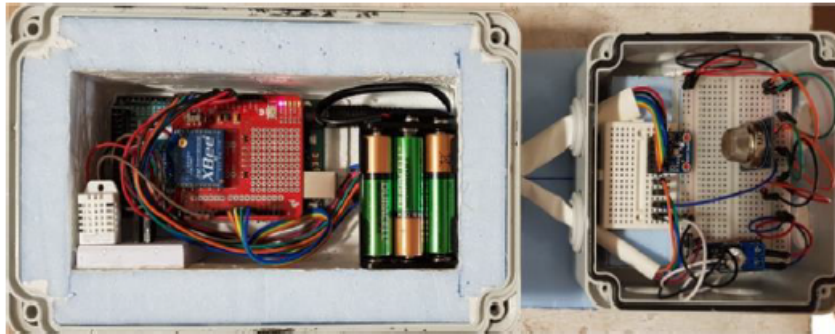


Figura 4.9 – Circuito do sistema apresentado em (POPA et al., 2019)

Não apenas o monitoramento de alimentos é importante, mas também o acompanhamento da qualidade da água se faz necessário. O estudo (MANDAL; KUMAR; RANJAN, 2021) [A31] apresenta um sistema inteligente de monitoramento de água. O sistema implementa o uso de sensores de Ph, umidade, temperatura, nível e turbidez (claridade) da água. Tais sensores são conectados e enviam dados via wi-fi a um Raspberry Pi 3, que apresenta as informações de saída. O monitoramento da água ajuda a conhecer as informações nutricionais presentes em determinados momentos. Auxilia também a identificar se a água é própria para beber ou deve ser utilizada para outros fins (MANDAL; KUMAR; RANJAN, 2021) [A31]. A figura 4.10 ilustra o circuito do sistema de monitoramento com os componentes Raspberry Pi 3, tela LCD e os sensores de água, ph, temperatura, umidade e claridade.

Ainda em relação ao monitoramento, os estudos (BHATIA; AHANGER, 2021) [A35] e (BHATIA; MANOCHA, 2022) [A40] apresentam um *framework* para avaliação da qualidade alimentar em restaurantes. Utiliza camada IoT com diversos sensores, *fog computing* e *cloud computing*. Implementa também teoria dos jogos de 2 jogadores para manter e avaliar os parâmetros do padrão alimentar desses estabelecimentos. O modelo proposto é formado de 4 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 com-

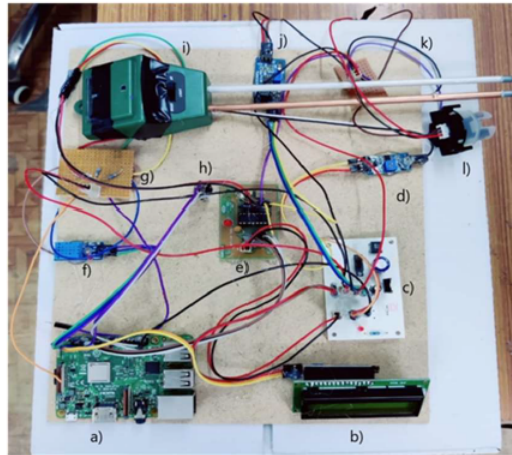


Figura 4.10 – Sistema de monitoramento de água apresentado em (MANDAL; KUMAR; RANJAN, 2021)

putação necessária. A comunicação entre sensores IoT e as camadas é realizada utilizando o protocolo MQTT através da 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.

As figuras 4.11 e 4.12 apresentam, respectivamente, a lista de sensores e a estrutura do framework proposto.

<b>Classification</b>	<b>Sub-Classification</b>	<b>IoT Technology</b>
<b>Environmental Data</b>	Temperature Humidity Oxygen Level Dust	Temperature Indicator Humidity Indicator SpO2 Device Dust-level Detector
<b>Food-specific Data</b>	Manufacturing Date Preservation Time Date of Expiration Fungus Bacterial Growth	RFID Tags Clock RFID Tags Camera Sensor Camera Sensor
<b>Utensil Data</b>	Corrosion Cleanliness Storage	Rust-level Detector Dust-level Detector Dust-level Detector
<b>Staff-related Data</b>	Behaviour Cleanliness Regularity	Audio Sensor Dust-level Detector Clock Device

Figura 4.11 – Lista de sensores apresentado em (BHATIA; MANOCHA, 2022)

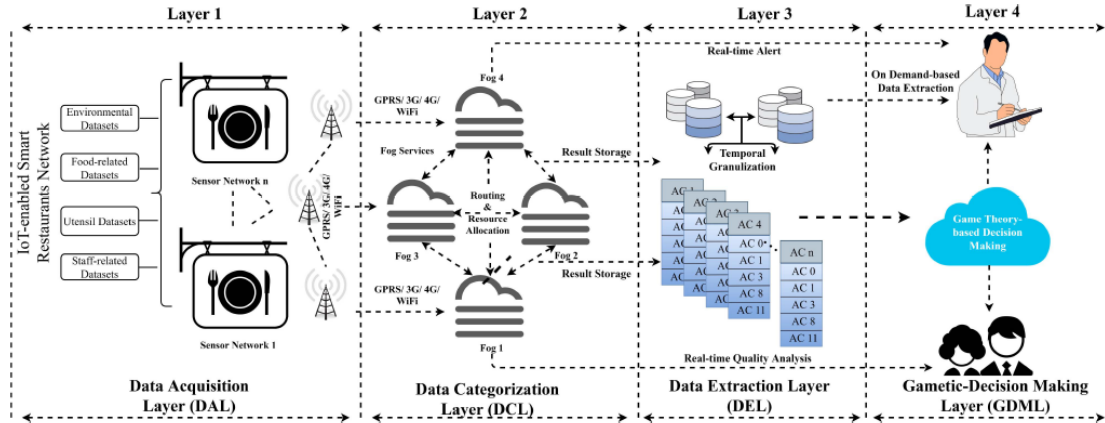


Figura 4.12 – Estrutura do *framework* apresentado em (BHATIA; MANOCHA, 2022)

## Desperdício Alimentar

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 descrita em (WEN et al., 2018) [A11] envolve um sistema que utiliza tecnologias IoT para o controle e gerenciamento de desperdício alimentar de restaurantes na cidade de Suzhou, na China. Abrange as etapas de geração, coleta, transporte e descarte final dos desperdícios e o seu desenvolvimento envolveu pesquisas tanto nos componentes de software quanto de hardware do sistema.

### *Sobre a arquitetura 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.

Em (AYTAÇ; KORÇAK, 2018a) [A06] é apresentada 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 à 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 ou não. Após essa verificação, envia os dados para servidores na nuvem. É papel do *gateway* também o processamento de algoritmos de *machine learning* para encontrar possíveis anomalias, pontos fora da curva dos dados recebidos e para a estimativa do nível de produção necessária no restaurante. O modelo do sistema é apresentado na figura 4.13.

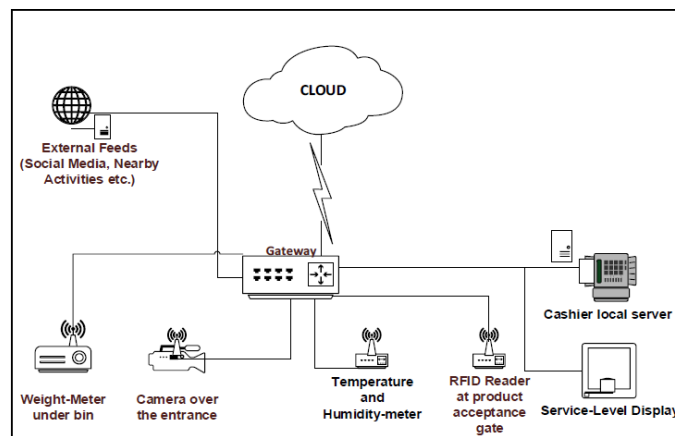


Figura 4.13 – Arquitetura apresentada em (AYTAÇ; KORÇAK, 2018a)

Um dos controles necessários para a redução de desperdício alimentar é o gerenciamento de estoque eficaz. Ter o registro, controle de validade e de quantidade é indispensável no setor alimentício. O estudo (REZWAN et al., 2018) [A08] apresenta um protótipo de equipamento com 9 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 mobile. Portanto, o usuário consegue administrar e monitorar o inventário dos produtos armazenados. Já em (BALAJI et al., 2020) [A18], o projeto propõe 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 a quantidade dos itens enquanto monitora em tempo real. A imagem dos recipientes é capturada e processada via ferramentas de processamento de imagem para a obtenção dos resultados. Quando o nível

do produto está abaixo do limite esperado, o item então é adicionado à uma lista de compras no aplicativo do usuário, que também recebe a notificação. O design do projeto é ilustrado na figura 4.14.

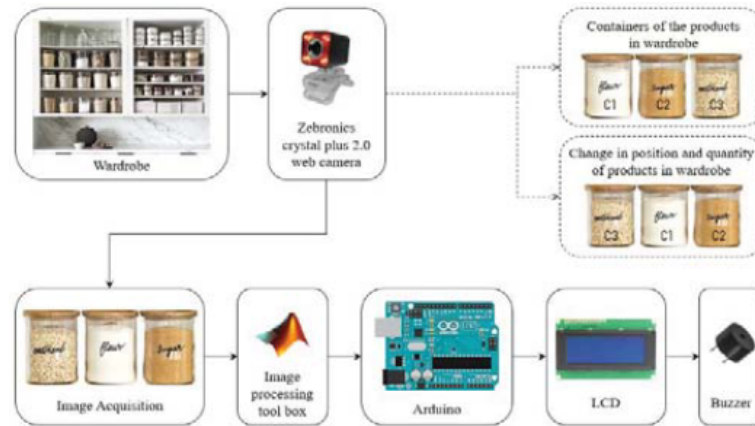


Figura 4.14 – Design do estudo proposto em (BALAJI et al., 2020)

Outra abordagem é apresentada no estudo (SINGHAL; HEGDE; MOHAN, 2019) [A16], onde os autores apresentam um hardware capaz de realizar o gerenciamento inteligente de estoque a partir do monitoramento da quantidade, utilizando sensores de carga em diferentes locais. Cada espaço específico do estoque é monitorado utilizando sensores de peso, onde os dados são enviados para a nuvem e depois para o aplicativo mobile. Quando a quantidade atinge limite, notificações são geradas aos usuários através do aplicativo. O dispositivo apresentado pelo estudo é ilustrado na figura 4.15.

Os artigos (BATISTA; SARDINA; DANTAS, 2019) [A12] e (CHANG et al., 2021) [A27] apresentam abordagens para transformar e adicionar inteligência no *buffet* de restaurantes *self services*. O modelo proposto em [A12] 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 4 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. A camada controladora e a de dados são responsáveis por algoritmos de controle e pelo gerenciamento de dados recebidos, além da comunicação para as camadas e visualização, que tem como objetivo apresentar telas com informações obtidas pelo sistema. A cuba inteligente é ilustrada na figura 4.16.



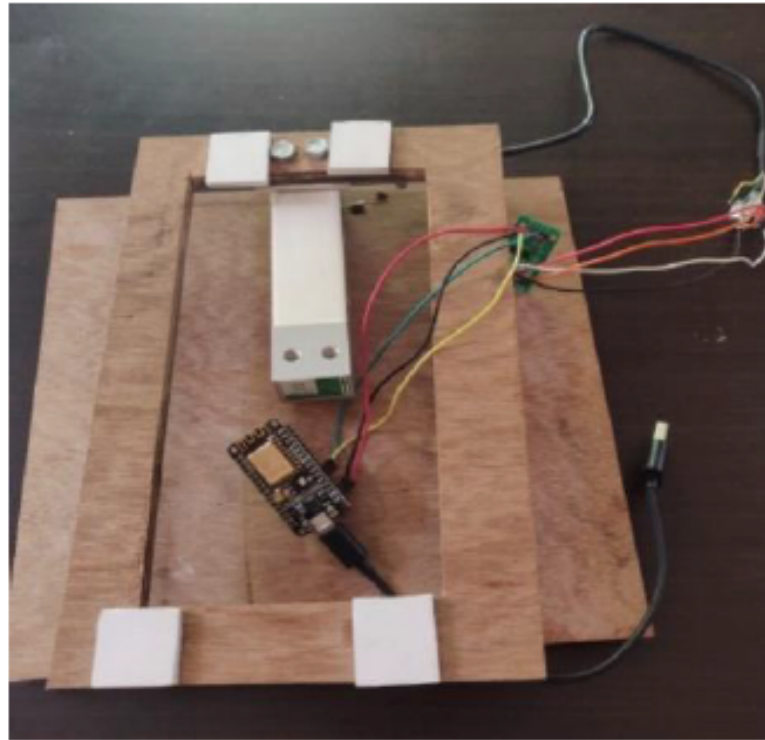


Figura 4.15 – Dispositivo apresentado em (SINGHAL; HEGDE; MOHAN, 2019)

Em (CHANG et al., 2021) [A27] o objetivo é 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 calcula 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 *QR-Code* dispostos no *buffet*. A figura 4.17 apresenta o cenário da aplicação do estudo.

Outro equipamento importante no controle de desperdício é o refrigerador. Possui um papel chave em cozinhas, no objetivo de armazenar e manter os alimentos frescos. O estudo (GUPTA et al., 2021) [A28] apresenta uma proposta de refrigerador inteligente baseado na Internet das Coisas. O modelo detecta a quantidade e a temperatura dos itens deixados no refrigerador para controle do usuário via aplicativo mobile. Nesse caso, Arduino Uno é utilizado como servidor central e recebe as informações em tempo real dos sensores de temperatura e de peso instalados no refrigerador. Esses dados são recebidos, processados e enviados para a aplicação. Abordagens como essa ajudam a incrementar o controle sobre os insumos e diminuir



Figura 4.16 – Cuba inteligente em (BATISTA; SARDINA; DANTAS, 2019)



Figura 4.17 – Cenário da aplicação em (CHANG et al., 2021)

a chance de desperdício.

### Ajustes Operacionais

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 (AYTAÇ; KORÇAK, 2018b) [A05] é proposto um alocador de equipe inteligente 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 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. A figura 4.18 apresenta a visão geral do módulo de alocação de equipe.

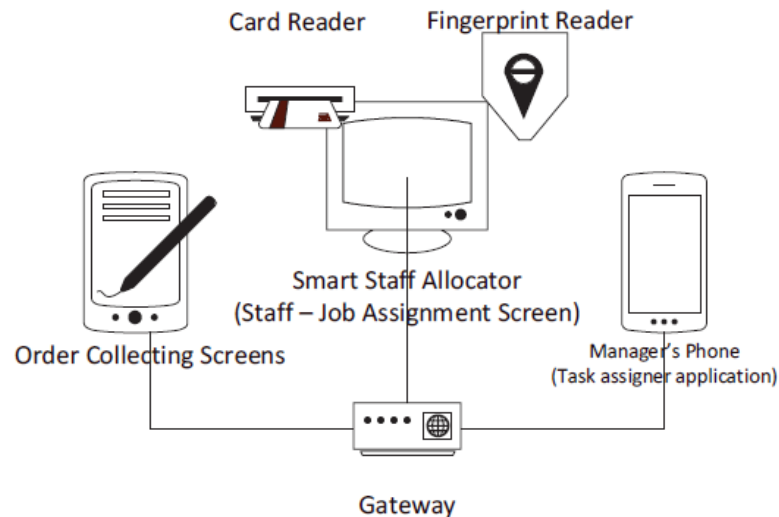


Figura 4.18 – Visão geral do módulo de alocação de equipe em (AYTAÇ; KORÇAK, 2018b)

Em (KOUBAI et al., 2018) [A07] é apresentado um protótipo de sistema capaz de automatizar diferentes serviços do restaurante e conectar diferentes equipamentos com objetivo de simplificar e facilitar o trabalho operacional. A ideia do sistema é conectar diferentes equipamentos encontrados em um restaurante (mesas, fornos, refrigeradores, entre outros) e integrar novas tecnologias para automatizar processos. (KOUBAI et al., 2018) [A07]

Dentro do restaurante, a aplicação possibilitaria as seguintes funcionalidades:

- Mesas conectadas e *touchscreen*;
- Aplicação para o gerenciamento do restaurante;
- Dispositivos conectados para atendentes e garçons receber notificações sobre o andamento dos pedidos.

Especificamente na cozinha, as seguintes funções:

- Área de sistema para o chefe de cozinha;
- Refrigerador, fogão e forno conectados
- Rede de comunicação entre cozinha e atendentes para visualização do status de cada pedido.

É um protótipo de um sistema completo para restaurantes, envolvendo diversas áreas e adicionando tecnologia aos equipamentos, mas necessita de implementações em ambientes reais.

Em meio a grande onda de COVID-19 em 2020 e 2021, restrições físicas e regras rígidas de higiene foram necessárias. Para auxiliar esse controle, o estudo (KISHORE; SURIYA-KIRON; ASHOK, 2021) [A29] propõe um sistema que permite realizar pedidos via interfaces sem toque utilizando *webcam* para reconhecimento de gestos. A *webcam* detecta e registra os movimentos das mãos, que são traduzidos em movimentos do ponteiro do mouse. Apesar de utilizar um software que aparentemente já foi descontinuado, o modelo proposto pode ser utilizado como referência para futuros trabalhos.

Visando a redução de erros operacionais, o estudo (AKHUND et al., 2020) [A17] apresenta 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 tags RFID em todas as mesas e implementado o leitor RFID no robô, que quando recebe o sinal da mesa, ele então para de se movimentar. Os componentes utilizados na montagem do protótipo são motores DC, plataforma Arduino, sensor infra vermelho, *motor driver*, sensor sonar, *buzzer*, leitor RFID, tag RFID, bateria e a linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento foi C++. A imagem 4.19 mostra o protótipo de robô desenvolvido no estudo.

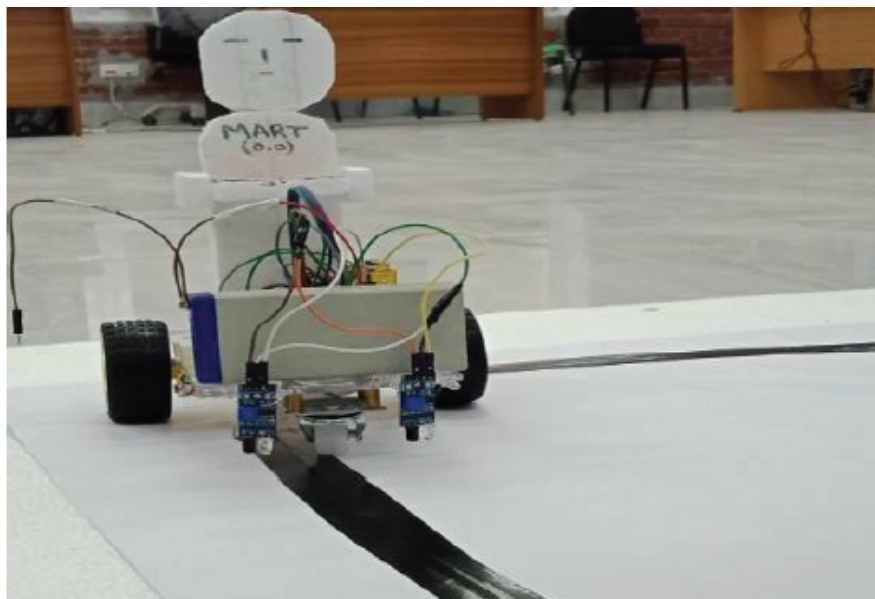


Figura 4.19 – Robô desenvolvido em (AKHUND et al., 2020)

Outro estudo similar ao anterior é abordado em (SIAO; LIN; CHANG, 2020) [A20],

onde é apresentado o design 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. O artigo não apresenta muitos detalhes sobre a construção e os componentes utilizados no equipamento, mas pode ser visualizado na figura 4.20.



Figura 4.20 – Robô desenvolvido em (SIAO; LIN; CHANG, 2020)

Também relacionado à utilização de equipamentos robóticos para automatização de processos em restaurantes, o artigo (PHANDEN et al., 2022) [A36] apresenta o projeto de máquina automatizada de montagem de hambúrgueres equipada com braço robótico. São 6 etapas envolvidas no preparo do hambúrguer, que com a utilização do equipamento, a intervenção humana pode ser reduzida ou removida. A máquina foi projetada para trabalhar em todo o processo da montagem, desde o pão, passando por saladas e molhos, até a finalização com o hambúrguer. Basicamente é formada de 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 como trabalhos futuros a utilização para incrementar o nível do serviço.

### **Monitoramento de Ambientes**

A área de ambiente dos estabelecimentos também merece atenção, especialmente a fins de monitoramento e de segurança. Visando uma melhor experiência aos clientes e ajustes auto-

matizados, o estudo [A41] apresenta um sistema de controle de ambiente baseado em Internet das Coisas 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.

#### *Sobre a estrutura do sistema*

A arquitetura proposta é composta de 5 módulos, são eles:

- Módulo de controle de ambiente. Sensores são responsáveis por detectar a temperatura ambiente e umidade, e utiliza um relé para conectar o ventilador do ambiente. Quando o ambiente atinge uma certa temperatura, o relé liga o interruptor. O ventilador começa a esfriar até que a temperatura e a umidade sejam ajustadas a um valor específico e o ventilador seja desligado.
- 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 estão utilizando de forma correta.
- Módulo para controle da quantidade de insumos. O modelo de reconhecimento *YOLOv3* também é utilizado para reconhecer se formas deixadas no refrigerador estão vazias. O sistema é capaz de mostrar o status de cada área específica para armazenamento de insumos no refrigerador.
- Módulo de contagem de visitantes. Também utiliza a biblioteca *OpenCV* para a contagem do número de clientes no restaurante.
- Plataforma de Monitoramento. Por fim, disponibiliza as informações e análises recebidas através de uma plataforma, onde o usuário responsável tem acesso ao monitoramento do ambiente.

A arquitetura utiliza sensores de temperatura e umidade, módulo ESP8266, câmeras para reconhecimento de imagem, monitor e um módulo de computação para processamento das imagens recebidas. As figuras 4.21 e 4.22 mostram o design e a implementação do protótipo do sistema.

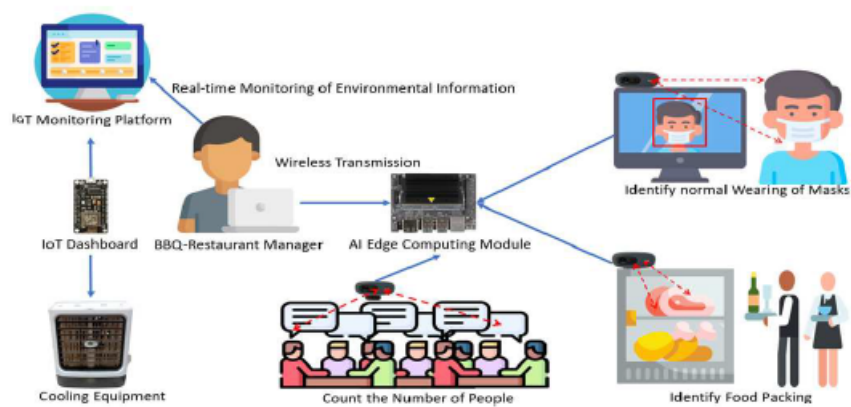


Figura 4.21 – Design proposto em (YU; HUANG; CHEN, 2022)



Figura 4.22 – Implementação do protótipo em (YU; HUANG; CHEN, 2022)

Outra solução interessante em relação ao ambiente é proposto em (KHOLIL; ISMANTO; AKHSANI, 2021) [A30], 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. A imagem 4.23 ilustra o circuito utilizado para a detecção de gás.

Os sistemas não precisam necessariamente monitorar apenas dados de ambientes, mas também os próprios objetos utilizados na arquitetura IoT. Em (Tôn et al., 2018), os autores apresentam uma proposta de abordagem de monitoramento dos estados dos dispositivos vestíveis IoT. *Wearable device* (dispositivo vestível) pode ser qualquer tipo de dispositivo eletrônico desenvolvido para ser utilizado no corpo do usuário, essa tecnologia pode assumir diversas formas, incluindo joias, relógios, equipamentos médicos e até mesmo roupas. (YASAR, 2022). O monitoramento proposto detecta qualquer situação anormal onde a aplicação ou as regras desses dispositivos sejam violadas. A abordagem é apresentada da seguinte forma: primeiro, o

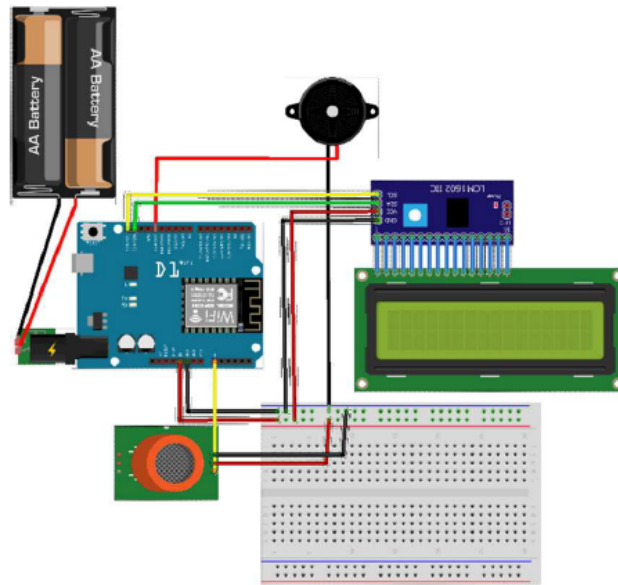


Figura 4.23 – Circuito proposto em (KHOLIL; ISMANTO; AKHSANI, 2021)

desenvolvedor do aplicativo escreve declarativamente a especificação dos dispositivos vestíveis por uma máquina de estado. Após, é necessária a transferência dessa máquina de estados para a linguagem *Alloy*, que utilizando as suas bibliotecas, transforma todas as regras da aplicação expressadas como declarações lógicas em classes de programação na linguagem Java. A partir do código Java, sistemas podem ser desenvolvidos para que alertas sejam enviados caso ocorra alguma violação ou quebra de regras desses dispositivos em certas ocasiões. Os autores utilizam um protótipo de arquitetura IoT para restaurantes como exemplo de utilização da abordagem descrita.

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

#### 4.3.3 [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 realmente implantados e analisados em operações reais. Portanto, descreveremos uma visão geral dos resultados encontrados. Grande parte dos artigos estudados realizaram a simulação da implantação do sistema proposto, como é o caso do estudo (KOSSONON; WANG, 2017) [A04] que propôs uma arquitetura para automati-

zar 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 ao mesmo tempo, o gargalo de tempo foi maior que 1 minuto. O artigo (AYTAÇ; KORÇAK, 2018b) [A05] também realizou o teste simulado do seu alocador de equipe inteligente com tarefas pré-definidas, conseguindo segundo o estudo, uma interessante redução de custos. Mas para a obtenção de resultados em ambientes reais, necessitaria então da implantação do sistema na operação de um restaurante.

O estudo (PHANDEN et al., 2022) [A36] utilizou softwares para a 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 (SIVABALASELVAMANI; SOORYA, 2020) [A21] e (CHANG et al., 2019) [A25], onde indicam a utilização do sistema mas não detalham os resultados de testes. O artigo (CHANG et al., 2021) [A27] 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 1 segundo, com 30 pratos distintos. Já o estudo (BHATIA; MANOCHA, 2022) [A40] 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 4 grandes conjuntos de dados, e que trouxeram 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 (REZWAN et al., 2018) [A08] e (AKHUND et al., 2020) [A17], onde 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 (AYTAÇ; KORÇAK, 2018a) [A06] apresenta uma arquitetura IoT disposta de vários sensores para ajudar a reduzir o desperdício e obteve bons resultados no ambiente real de testes: uma conhecida rede de *fast food* que produz hambúrgue-

res na Turquia com mais de 500 restaurantes espalhados pelo país. Já o artigo (SARAUBON; KONGSANIT; SANTAWESUK, 2018) [A09] foi implantado em restaurante universitário e testado com 55 pessoas, buscando melhorar as operações do estabelecimento. Outro artigo que foi testado e obteve bons resultados em restaurante universitário foi o (BATISTA; SARDINA; DANTAS, 2019) [A12], que 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 em (SIAO; LIN; CHANG, 2020) [A20] também foi testado em um restaurante universitário e apesar de não conter dados sobre os resultados, os autores consideram como positiva a experiência. Em (YU; HUANG; CHEN, 2022) [A41], o artigo apresenta 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 artigo (POPA et al., 2019) [A42] utiliza 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 de tempo e que as informações obtidas pelos sensores podem ser úteis no controle de desperdício alimentar. Para finalizar, o artigo com maior destaque nos resultados é (WEN et al., 2018) [A11], que apresenta 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 por 3 anos, além do desenvolvimento significativo de todas as áreas envolvidas.

Concluimos que há uma grande necessidade por 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.



#### 4.3.4 [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. Inclusive parte desses impasses foram levantados por autores dos estudos, principalmente em observações de trabalhos futuros. Talvez o maior dificultador do uso de tecnologias e dispositivos IoT em restaurantes seja o custo de implementação. A compra e manutenção de equipamentos necessários, além do custo de operacionalizar essas soluções, ou seja, colocar em prática no dia-a-dia do restaurante. Além disso, para que uma solução seja de fato colocada em funcionalidade, ela necessita ser testada e simulada em ambientes mais próximos possíveis da realidade, para que não haja erros prejudiciais ao negócio. A manutenção de equipamentos também é um ponto crucial para a aplicação, visto que o restaurante depende da acurácia dos dados obtidos.

Outra questão muito importante também é 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? Lembrando, que como já citamos, 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. Um indivíduo deve ter controle sobre a coleta, processamento, disseminação e uso subsequente dos dados coletados sobre ele (MERCAN et al., 2020). 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. Muito por teoricamente não acreditar que a abordagem consiga resolver ou amenizar situações, ou então por optar por não investir nessas aplicações. O fato é que existem ainda diversas operações manuais que podem ser automatizadas na busca pelo desenvolvimento da 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 opera-

ção do restaurante acaba sendo alterado para a utilização da ferramenta proposta. E esse custo operacional pode se tornar um empecilho para essas aplicações. 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 citado anteriormente, é um fator crucial para a área de restaurantes.

Essas foram algumas das dificuldades citadas por autores e outras analisadas para a aplicação de abordagens e ferramentas que utilizem tecnologia IoT na área de hospitalidade, em especial estabelecimentos como restaurantes e bares. Finalizamos assim, o capítulo de resultados obtidos para as questões de pesquisa definidas. Todos os artigos estudados estão detalhados no apêndice 5.2 deste trabalho. Na próxima seção apresentamos as considerações finais sobre o projeto e sugestões de trabalhos futuros.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 Trabalhos Futuros

O fator de segurança, privacidade e ética dos dados é um fator crucial para o desenvolvimento de soluções que utilizem Internet das Coisas, independente da área de atuação. Uma das sugestões de trabalhos futuros é justamente o levantamento de mecanismos que auxiliem no gerenciamento desses dados, especialmente na área de hospitalidade, onde o foco principal é o cliente. Outra sugestão é o levantamento de resultados mais concretos sobre a utilização de IoT nessa área, ou seja, qual o impacto no negócio durante os anos.

Deixamos como sugestão, a análise da aplicação de Internet das Coisas em outros estabelecimentos da hospitalidade, como hotéis e parques. E de que forma essa área tão importante pode ser desenvolvida com o uso de tecnologias para automatizar e melhorar processos.

Percebemos ao longo deste trabalho que o desperdício alimentar ainda é uma questão global, e que muitas vezes é deixada de lado. Deixamos como sugestão também, o trabalho de conscientização de donos de restaurantes, gerentes, clientes e funcionários sobre como o desperdício alimentar prejudica a sociedade de forma geral. O mesmo mundo onde milhões de pessoas passam fome é o que desperdiça anualmente milhões de toneladas de alimentos. A conscientização é o início da cadeia de processos para o desenvolvimento sustentável.

### 5.2 Conclusão

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 3 bases de estudo. São elas:

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

Foi definido o conjunto com 4 questões de pesquisa, destacando 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 o nosso projeto. Concluímos que a hospitalidade é um setor onde necessita de soluções tecnológicas para a automação de processos manuais, melhorias operacionais, redução de custos, controle de desperdícios e por isso destacamos a importância de pesquisas futuras.

# APÊNDICES

---

## .1 APÊNDICE A - ESTUDOS INCLUÍDOS

ID	ANO	TÍTULO	AUTORES
A01	2013	Instant payment for services through mobile devices	Kishore Kumar S P and R Kishore and M Deepak and M Somasundram and S P Karthikeyan
A02	2015	Liquid-level estimation using region-based segmentation for automatic beverage refilling service	Mikang Kim and Jinbeum Jang and Kyungwon Jeong and Daehee Kim and Joonki Paik
A03	2016	Near-field communication sensors and cloud-based smart restaurant management system	Hassain Saeed and Ali Shouman and Mais Elfar and Mostafa Shabka and Shikharesh Majumdar and Chung Horng-Lung
A04	2017	IOT based smart restaurant system using RFID	B. Eric Kossonon and Hong Ya Wang
A05	2018	IoT Based Smart Staff Allocator in Quick Service Restaurants	Kerem Aytaç and Ömer Korçak
A06	2018	IoT edge computing in quick service restaurants	Kerem Aytaç and Ömer Korçak
A07	2018	Toward a smart restaurant with context management	Nesrine Koubai and Fayçal M'hamed Bouyakoub and Meriem Sabrine Halilali and Islam Mohamed Amine Medad
A08	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	Sifat Rezwan and Wasit Ahmed and Mahrin Alam Mahia and Mohammad Rezaul Islam

<b>ID</b>	<b>ANO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>AUTORES</b>
A09	2018	Instant payment for services through mobile devices	Kobkiat Saraubon and Nuttapisit Kongsanit and Nattapol Santawesuk
A10	2018	Monitoring IoT Objects in Wearable Applications: An Alloy-Based Approach	Long Phuoc Tôn and Lam-Son Lê and Hoang-Anh Pham and Bo Dao
A11	2018	Design, implementation, and evaluation of an Internet of Things (IoT) network system for restaurant food waste management	Zongguo Wen and Shuhan Hu and Djavan De Clercq and M Bruce Beck and Hua Zhang and Huanan Zhang and Fan Fei and Jianguo Liu
A12	2019	Monitoring Restaurants in Real-Time	Isaac Danilo Santos Batista and Idalmis Milian Sardina and Rummenigge Rudson Dantas
A13	2019	Iot Intelligent Restaurant System Design	Baoqing Deng and Shihang Li and Bo Zhang and Feng Wang and Dongxing Li and Hairong Lin
A14	2019	Internet of things smart restaurant design scheme	Baoqing Deng and Feng Wang and Bo Zhang and Dongxing Li and Shihang Li and Hairong Lin
A15	2019	Implementation of Wireless Menu Using IoT	Annu Lambora and Kunal Gupta
A16	2019	Smart Industrial Supply Chain Management and Prediction System	Mridula Singhal and Shruti V Hegde and Rajasekar Mohan
A17	2020	IoT Waiter Bot: A Low Cost IoT based Multi Functioned Robot for Restaurants	Tajim Md. Niamat Ullah Akhund and Md. Abu Bakar Siddik and Md. Rakib Hossain and Md. Mazedur Rahman and Nishat Tasnim Newaz and Mohd. Saifuzza-man
A18	2020	Smart Kitchen Wardrobe System Based on IoT	A. Balaji and B. Sathyasri and S. Vanaja and M.N. Manasa and M. Malavega and S. Maheswari

<b>ID</b>	<b>ANO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>AUTORES</b>
A19	2020	Security, Privacy and Ethical Concerns of IoT Implementations in Hospitality Domain	Suat Mercan and Kemal Akkaya and Lisa Cain and John Thomas
A20	2020	The Design and Implementation of A Delivery System	Cheng-Yan Siao and Jhe-Wei Lin and Rong-Guey Chang
A21	2020	Convolution Neural Network based Specialized Restaurant Rating Using Facial Expression Detection	D. Sivabalaselvamani and B. Soorya
A22	2020	Using BLE beacons and Machine Learning for Personalized Customer Experience in Smart Cafés	Imran A. Zualkernan and Michel Pasquier and Sakib Shahriar and Mohammed Towheed and Shilpa Sujith
A23	2021	Smart Food Service System For Future Restaurant Using Overhead Crane	Kazi Rabiul Alam and Farhadul Islam and Sk. Md. Golam Mostafa and Md.Askar Nayen
A24	2020	Door-Monitor: Counting In-and-Out Visitors With COTS WiFi Devices	Yanni Yang and Jiannong Cao and Xiulong Liu and Xuefeng Liu
A25	2019	A Deep Learning Facial Expression Recognition based Scoring System for Restaurants	Wan-Jung Chang and Miriam Schmelzer and Florian Kopp and Chia-Hao Hsu and Jian-Ping Su and Liang-Bi Chen and Ming-Che Chen
A26	2020	Opinion Mining on Food Services using Topic Modeling and Machine Learning Algorithms	R. Akila and S. Revathi and G. Shreedevi
A27	2021	iBuffet: An AIoT-Based Intelligent Calorie Management System for Eating Buffet Meals With Calorie Intake Control	Wan-Jung Chang and Liang-Bi Chen and I-Chen Lin and Yang-Kun Ou
A28	2021	Smart Refrigerator based on 'Internet of Things'	Shreya Gupta and Shivanshu Giri and Tushar Srivastava and Pavan Agarwal and Reena Sharma and Amit Agrawal
A29	2021	Gesture Interfaced Restaurant Billing System using IOT	G Kishore and Athul Suriyakeron and Asha Ashok



<b>ID</b>	<b>ANO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>AUTORES</b>
A30	2021	Development Of LPG Leak Detection System Using Instant Messaging Infrastructure Based On Internet Of Things	Moch. Kholil and Ismanto Ismanto and Rafika Akhsani
A31	2021	Smart IoT-based Water Monitoring System using Redundancy Elimination Strategy	Sangeeta Mandal and Somesh Kumar and Pinku Ranjan
A32	2021	Roadmap of green internet of things (IoT) and its services: let us survey starts with smart hotel application	T. Tamilvizhi and R. Surendran and M. Mathan Kumar
A33	2021	IoT based intelligence for proactive waste management in Quick Service Restaurants	Kerem Aytac and Ömer Korçak
A34	2021	Smart Cigarettes Smoke Detection System and Alert via IoT Cloud	Zainal Hisham Che Soh and Mohammad Afwan Bin Mohd Daud and Mohd Hanapiah bin Abdullah and Muhamad Syazwan Mohamad Sarudin and Rosheila Binti Darus and Kamarulazhar Daud
A35	2021	Intelligent decision-making in Smart Food Industry: Quality perspective	Munish Bhatia and Tariq Ahamed Ahanger
A36	2022	Design of a Robotic Arm equipped Fully Automated Burger Assembly Machine	Rakesh Kumar Phanden and Tushar Chaudhary and Priyank Srivastava and Sanjeev Kumar Sharma and Pardeep Gahlot and Kapil Kumar Goyal
A37	2022	Trends, benefits, risks, and challenges of IoT implementation in residential and commercial buildings	Kehinde Lawal and Hamed Nabizadeh Rafsanjani
A38	2022	Impact of Covid-19 on the Hospitality Industry and Responding to Future Pandemic through Technological Innovation	Eid Alotaibi and Asharul Khan

<b>ID</b>	<b>ANO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>AUTORES</b>
A39	2022	Analysis of Different Techniques Used to Reduce The Food Waste Inside The Refrigerator	T. Bharath Kumar and Deepak Prashar
A40	2022	Cognitive Framework of Food Quality Assessment in IoT-Inspired Smart Restaurants	Munish Bhatia and Ankush Manocha
A41	2022	An AIoT-Based Environment Control System for Outdoor Barbecue Restaurant in Penghu, Taiwan	Cheng Yu and Xiang-Rui Huang and Liang-Bi Chen
A42	2019	An Intelligent IoT-Based Food Quality Monitoring Approach Using Low-Cost Sensors	Popa A, Hnatiuc M, Paun M, Geman O, Hemanth DJ, Dorcea D, Son LH, Ghita S

## REFERÊNCIAS

ABRASEL. **Conta de luz é sócia onerosa dos restaurantes.** 2015.

ABRASEL. **Perfil da ABRASEL.** 2022.

AKHUND, T. M. N. U. et al. IoT Waiter Bot: a low cost iot based multi functioned robot for restaurants. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RELIABILITY, INFOCOM TECHNOLOGIES AND OPTIMIZATION (TRENDS AND FUTURE DIRECTIONS) (ICRITO), 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.1174–1178.

AYTAÇ, K.; KORÇAK, O. IoT edge computing in quick service restaurants. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MODELING AND OPTIMIZATION IN MOBILE, AD HOC, AND WIRELESS NETWORKS (WIOPT), 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.1–6.

AYTAÇ, K.; KORÇAK, O. IoT Based Smart Staff Allocator in Quick Service Restaurants. In: CONFERENCE OF OPEN INNOVATIONS ASSOCIATION (FRUCT), 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.1–7.

BALAJI, A. et al. Smart Kitchen Wardrobe System Based on IoT. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART ELECTRONICS AND COMMUNICATION (ICOSEC), 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.865–871.

BATISTA, I. D. S.; SARDINA, I. M.; DANTAS, R. R. Monitoring Restaurants in Real-Time. In: II WORKSHOP ON METROLOGY FOR INDUSTRY 4.0 AND IOT, 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p.202–206.

B.B., P. R. et al. Cloud computing for Internet of Things and sensing based applications. **Proceedings of the International Conference on Sensing Technology ICST**, [S.l.], p.374–380, 12 2012.

BHATIA, M.; AHANGER, T. A. Intelligent decision-making in Smart Food Industry: quality perspective. **Pervasive and Mobile Computing**, [S.l.], v.72, p.101304, 2021.

BHATIA, M.; MANOCHA, A. Cognitive Framework of Food Quality Assessment in IoT-Inspired Smart Restaurants. **IEEE Internet of Things Journal**, [S.l.], v.9, n.9, p.6350–6358, 2022.

BLUETOOTH®. **Bluetooth® Wireless Technology**. 2022.

CHANG, W.-J. et al. A Deep Learning Facial Expression Recognition based Scoring System for Restaurants. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN INFORMATION AND COMMUNICATION (ICAIC), 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p.251–254.

CHANG, W.-J. et al. iBuffet: an aiot-based intelligent calorie management system for eating buffet meals with calorie intake control. **IEEE Transactions on Consumer Electronics**, [S.l.], v.67, n.4, p.226–234, 2021.

CLARK, J. **What is the Internet of Things?** 2015.

ERGEN, S. C. ZigBee/IEEE 802.15. 4 Summary. **UC Berkeley, September**, [S.l.], v.10, n.17, p.11, 2004.

FAROOQ, M. et al. A Review on Internet of Things (IoT). **International Journal of Computer Applications**, [S.l.], v.113, p.1–7, 03 2015.

FOOD SAFETY, A. I. of. **What is Food Safety?** 2019.

GIGLI, M.; KOO, S. Internet of Things: services and applications categorization abstract. **Adv. Internet of Things**, [S.l.], v.1, p.27–31, 01 2011.

GLOBO, G. **Brasil desperdiça mais de 27 milhões de toneladas de alimentos por ano**. 2022.

GUPTA, S. et al. Smart Refrigerator based on ‘Internet of Things’. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCE COMPUTING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN ENGINEERING (ICACITE), 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.436–439.

HEALTH ORGANIZATION world. **Estimating the burden of foodborne diseases**. Acessado em 2023.

I FOOD. **Food Safety**. 2022.

IPEA. **IPEA GOV**. 2019.

JIA, X. et al. RFID technology and its applications in Internet of Things (IoT). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSUMER ELECTRONICS, COMMUNICATIONS AND NETWORKS (CECNET), 2012. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2012. p.1282–1285.

JOÃO, B.; SOUZA, C.; SERRALVO, F. Revisão sistemática de cidades inteligentes e internet das coisas como tópico de pesquisa. **Cadernos EBAPE.BR**, [S.l.], v.17, p.1115–1130, 10 2019.

KHOLIL, M.; ISMANTO, I.; AKHSANI, R. Development Of LPG Leak Detection System Using Instant Messaging Infrastructure Based On Internet Of Things. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL AND INFORMATION TECHNOLOGY (IEIT), 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.147–150.

KISHORE, G.; SURIYAKIRON, A.; ASHOK, A. Gesture Interfaced Restaurant Billing System using IOT. In: BIENNIAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON NASCENT TECHNOLOGIES IN ENGINEERING (ICNTE), 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.1–5.

KOSSONON, B. E.; WANG, H. Y. IOT based smart restaurant system using RFID. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART AND SUSTAINABLE CITY (ICSSC 2017), 4. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p.1–6.

KOUBAI, N. et al. Toward a smart restaurant with context management. In: SMART CITIES SYMPOSIUM 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.1–6.

KUMAR, T. B.; PRASHAR, D. Analysis of Different Techniques Used to Reduce The Food Waste Inside The Refrigerator. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DISTRIBUTED COMPUTING AND ELECTRICAL CIRCUITS AND ELECTRONICS (ICDCECE), 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.1–5.

LAMBORA, A.; GUPTA, K. Implementation of Wireless Menu Using IoT. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MACHINE LEARNING, BIG DATA, CLOUD AND PARALLEL COMPUTING (COMITCON), 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p.114–118.

LAUDO, M. **IoT na medicina**: exemplos de como a internet das coisas avança na área da saúde. 2019.

LEITE-USP, L. B. D. O. A DIGITALIZAÇÃO DOS RESTAURANTES: um estudo sobre como os donos de restaurantes de São paulo digitalizaram seus negócios durante a pandemia de covid-19. **EMPRAD - Encontro dos Programas de Pós-graduação Profissionais em Administração**, [S.l.], 2021.

MANDAL, S.; KUMAR, S.; RANJAN, P. Smart IoT-based Water Monitoring System using Redundancy Elimination Strategy. In: IEEE BOMBAY SECTION SIGNATURE CONFERENCE (IBSSC), 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.1–4.

MEHTA, R.; SAHNI, J.; KHANNA, K. Internet of Things: vision, applications and challenges. **Procedia Computer Science**, [S.l.], v.132, p.1263–1269, 2018. International Conference on Computational Intelligence and Data Science.

MERCAN, S. et al. Security, Privacy and Ethical Concerns of IoT Implementations in Hospitality Domain. In: 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), 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.198–203.

NACK, F. An overview on wireless sensor networks. **Institute of Computer Science (ICS), Freie Universität Berlin**, [S.l.], v.6, 2010.

NADKARNI, S. et al. The path to the Hotel of Things: internet of things and big data converging in hospitality. **Journal of Hospitality and Tourism Technology**, [S.l.], v.ahead-of-print, 11 2019.

ORACLE. **What is IoT?** acessado em 02/11/2022.

PAREKH, B. **How IoT Can Boost the Restaurant Industry Through the Mobile Application**. 2022.

PHANDEN, R. K. et al. Design of a Robotic Arm equipped Fully Automated Burger Assembly Machine. In: SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN ELECTRICAL, COMPUTING, COMMUNICATION AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES (ICAECT), 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.1–7.

POPA, A. et al. An Intelligent IoT-Based Food Quality Monitoring Approach Using Low-Cost Sensors. **Symmetry**, [S.l.], v.11, n.3, 2019.

RADIANT. **RFID System Components**: what are the core elements of an rfid solution? 2022.

REDHAT. **What is IoT Edge computing?** 2022.

REZWAN, S. et al. 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. In: FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMPUTING, COMMUNICATION & AUTOMATION (ICACCA), 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.1–6.

RIBEIRO, J. S. INDICADORES DE DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS EM RESTAURANTES COMERCIAIS [Brasil]. **Rosa dos Ventos**, [S.l.], v.12, n.2, p.350–365, 2020.

SAEED, H. et al. Near-field communication sensors and cloud-based smart restaurant management system. In: IEEE 3RD WORLD FORUM ON INTERNET OF THINGS (WF-IOT), 2016. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2016. p.686–691.

SARAUBON, K.; KONGSANIT, N.; SANTAWESUK, N. IoT & Mobile-Based System for Business: quick service restaurant. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE AND E-BUSINESS, 2018., New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2018. p.54–58. (ICSEB '18).

SENOUCI, M. R.; MELLOUK, A. 1 - Wireless Sensor Networks. In: SENOUCI, M. R.; MELLOUK, A. (Ed.). **Deploying Wireless Sensor Networks**. [S.l.]: Elsevier, 2016. p.1–19.

SIAO, C.-Y.; LIN, J.-W.; CHANG, R.-G. The Design and Implementation of A Delivery System. In: IEEE EURASIA CONFERENCE ON IOT, COMMUNICATION AND ENGINEERING (ECICE), 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.160–163.

SINGHAL, M.; HEGDE, S. V.; MOHAN, R. Smart Industrial Supply Chain Management and Prediction System. In: WOMEN INSTITUTE OF TECHNOLOGY CONFERENCE ON ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING (WITCON ECE), 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p.91–94.

SIVABALASELVAMANI, D.; SOORYA, B. Convolution Neural Network based Specialized Restaurant Rating Using Facial Expression Detection. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INVENTIVE COMPUTATION TECHNOLOGIES (ICICT), 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.739–744.

SOMAYYA MADAKAM R. RAMASWAMY, S. T. Internet of Things (IoT): a literature review. **Journal of Computer and Communications**, [S.l.], v.3, 2015.

TÔN, L. P. et al. Monitoring IoT Objects in Wearable Applications: an alloy-based approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTING AND APPLICATIONS (ACOMP), 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.35–41.

UNEP. **Dia Internacional de Conscientização sobre Perda e Desperdício de Alimentos 2022.** 2022.

WEN, Z. et al. Design, implementation, and evaluation of an Internet of Things (IoT) network system for restaurant food waste management. **Waste Management**, [S.l.], v.73, p.26–38, 2018.

WU, M. et al. Research on the architecture of Internet of Things. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER THEORY AND ENGINEERING(ICACTE), 2010. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2010. v.5, p.V5–484–V5–487.

XU, J.; GU, B.; TIAN, G. Review of agricultural IoT technology. **Artificial Intelligence in Agriculture**, [S.l.], v.6, p.10–22, 2022.

YASAR, K. **What is wearable technology?** 2022.

YU, C.; HUANG, X.-R.; CHEN, L.-B. An AIoT-Based Environment Control System for Outdoor Barbecue Restaurant in Penghu, Taiwan. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSUMER ELECTRONICS - TAIWAN, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.377–378.

ZDNET, S. R. **What is cloud computing? Everything you need to know about the cloud explained.** 2022.

ZUALKERNAN, I. A. et al. Using BLE beacons and Machine Learning for Personalized Customer Experience in Smart Cafés. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONICS, INFORMATION, AND COMMUNICATION (ICEIC), 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.1–6.