

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRIELLY BATISTA MOREIRA

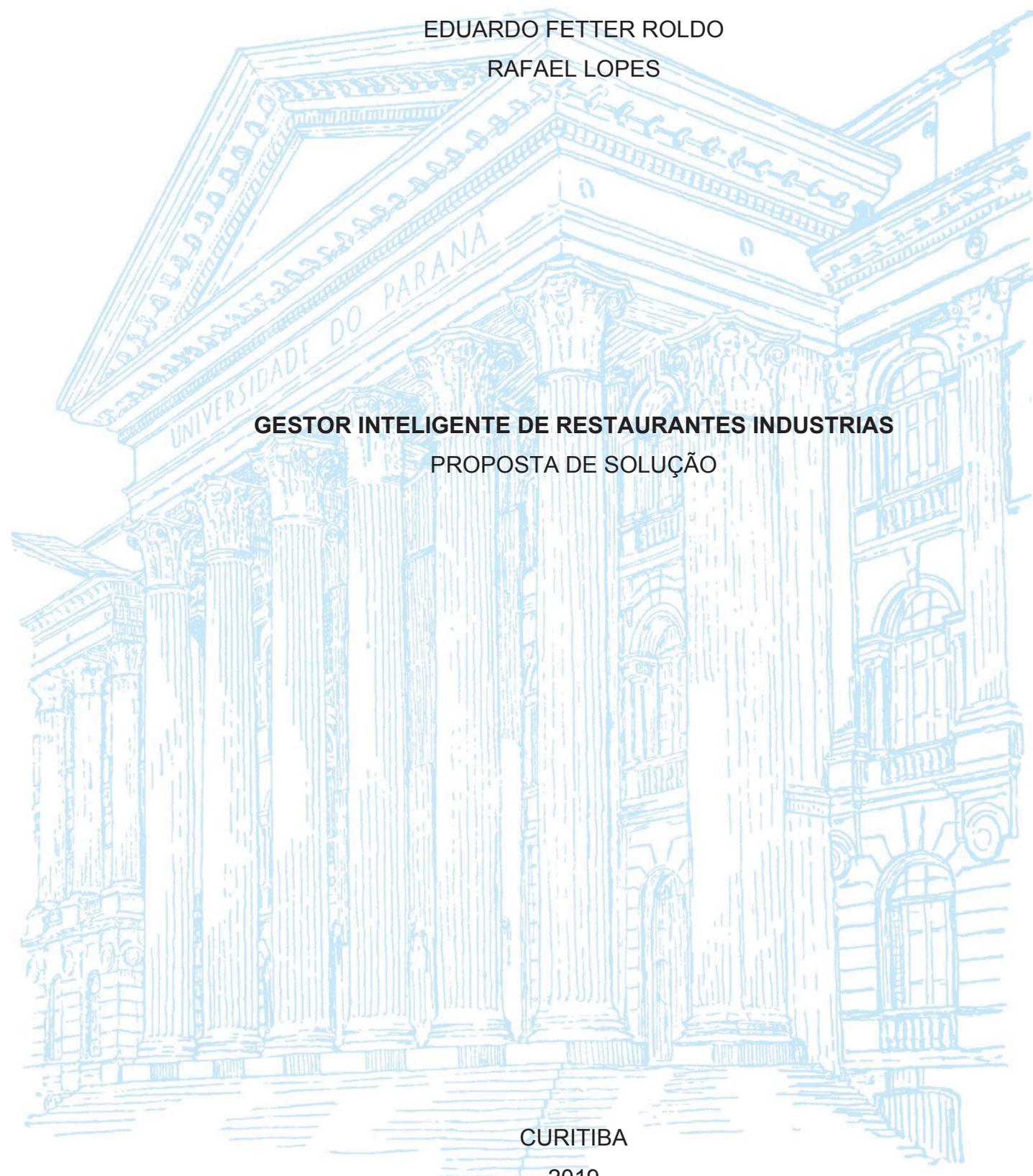
EDUARDO FETTER ROLDO

RAFAEL LOPES

**GESTOR INTELIGENTE DE RESTAURANTES INDUSTRIAS**  
**PROPOSTA DE SOLUÇÃO**

CURITIBA

2019



ANDRIELLY BATISTA MOREIRA  
EDUARDO FETTER ROLDO  
RAFAEL LOPES

**GESTOR INTELIGENTE DE RESTAURANTES INDUSTRIAS**  
**PROPOSTA DE SOLUÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Industrial 4.0, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em indústria 4.0.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

CURITIBA  
2019

## GESTOR INTELIGENTE DE RESTAURANTES INDUSTRIAS

**Primeiro Autor** Andrielly Batista Moreira

**Segundo Autor** Eduardo Fetter Roldo

**Terceiro Autor** Rafael Lopes

Instituição e endereço: Universidade Federal do Paraná, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba - PR

e-mails [andriellybmoreira@yahoo.com.br](mailto:andriellybmoreira@yahoo.com.br), [fetterroldo@gmail.com](mailto:fetterroldo@gmail.com), [mr.rafaell@gmail.com](mailto:mr.rafaell@gmail.com)

**Resumo.** Com a constante evolução tecnológica que as indústrias estão sofrendo ao longo dos últimos anos e os ganhos significativos que essas mudanças resultam no processo e no lucro das organizações, é possível perceber que não existe a mesma preocupação quando se trata de outros segmentos, como o caso de restaurantes industriais, que realizam atividades diariamente de forma manual, ao invés de tecnologias consideradas usuais e que podem ajudar a combater o desperdício de alimento. Dessa forma, o presente trabalho visa viabilizar melhorias que contribuam para o gerenciamento em restaurantes industriais, utilizando conceitos de monitoramento real time através de sensores, acompanhamento da necessidade de alimentos através de dashboards de controle para a cozinha e algoritmos de inteligência artificial para previsão de demanda. Atualmente em fase de montagem do protótipo, o projeto obteve o seu desenvolvimento a partir da necessidade gerada pelos possíveis clientes assim como a validação da solução, garantindo assim, a aplicabilidade da solução gerada em parceria com clientes. O documento apresentado na defesa deste trabalho de conclusão, intitulado de “pitch canvas”, segue em anexo.

**Palavras chave:** Restaurantes industriais, desperdício, falta de gerenciamento

### 1 INTRODUÇÃO

Cerca de  $\frac{1}{3}$  da comida produzida no mundo é desperdiçada. No Brasil, 15% desta comida é por parte de restaurantes. Destes 62% é por parte da cozinha. Atacar a prevenção do desperdício não significa apenas poupar capital nas primeiras instâncias, maximizando o potencial de redução, mas significa também fomentar um mundo mais sustentável e autossuficiente. Mesmo em século XXI, o Brasil ainda é considerado um dos celeiros do mundo, resultando na 1ª posição no ranking de desperdícios alimentares. Por dia, são descartadas 41 mil toneladas de alimentos, quantia suficiente para alimentar 13% da população brasileira. (ROMEIRO, 2016)

Os restaurantes de porte industrial no Brasil são, em sua maioria, operados por empresas terceiras, no formato buffet com alimentos dispostos em cubas ou painéis. Nestes recipientes, os alimentos são transportados da cozinha para a linha de serviço (buffet), onde possuem sua temperatura mantida através de aquecimentos do tipo banho maria, resistência seca e cooktop. A seguir, apresentam-se dados que comprovam o aumento do número de refeições realizadas em âmbito industrial (Tabela 1), por responsabilidade das supracitadas empresas terceiras, bem como o crescimento do mercado (Tabela 2).

Tabela 1. Progressão do número de refeições em âmbito nacional, dados em milhões de refeições/dia (ABERC, 2019)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Autogestão (Administrada pela Própria Empresa)	0,15	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04
Refeições Coletivas (Prestadoras de Serviços)	10,5	10,9	11,7	12,2	11,7	11,0	12,0	13,0	14,2
Refeições Convênio (Tíquetes/Cupons/ Comerciais)	6,0	6,4	7,0	7,4	7,0	6,8	6,9	7,4	7,6

Tabela 2. Faturamento em bilhões (ABERC, 2019)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Refeições Coletivas	R\$13,4	R\$14,7	R\$16,6	R\$18,3	R\$17,8	R\$16,9	R\$18,2	R\$19,3	R\$20,6

A verificação da disponibilidade do alimento, bem como sua temperatura, é feita manualmente por um funcionário do restaurante. Em restaurantes industriais, o volume de abastecimento da linha é grande e a atividade de verificação é enxergada como dispendiosa.

Este modelo de negócio trabalha sempre com dados preditivos, visando atender os colaboradores das indústrias em diferentes horários, geralmente escalados pelo setor de recursos humanos. A previsão destes dados é realizada manualmente por gerentes e nutricionistas operacionais dos restaurantes. A acurácia da previsão deve ser tal que:

- A comida disponibilizada seja capaz de atender o público esperado;
- A comida que sobra nas cubas deve ser minimizada (sobra limpa).

Uma quantidade superior de alimentos garante (a), porém afeta a declaração (b), gerando muito desperdício, que por sua vez se traduz em excedente de produção. Em boa parte dos restaurantes, há dificuldade inclusive em determinar o fluxo de colaboradores em horários finais do buffet.

A linha de buffet sofreu poucas inovações ao longo das últimas décadas. As poucas que houveram focaram em detalhes técnicos do processo, resultando em grandes oportunidades para a inovação no escopo gerencial.

### 1.1 Objetivos qualitativos

Espera-se que as tecnologias sejam implantadas, de forma a:

- Monitorar operação da linha de buffet
- Disponibilizar informações de controle para a cozinha
- Gerar relatórios diários
- Gerar previsões de demanda confiáveis

### 1.2 Objetivos quantitativos

- Redução de 10% do desperdício de sobras limpas
- Aumento da ociosidade de colaboradores destinados a verificar disponibilidade e temperatura de alimentos em 50%
- Previsão de demanda dos próximos 30 dias com uma acurácia de 85%

## 2 ESTADO ATUAL

Através de percepção dos locais onde são frequentados diariamente por todos os colaboradores de grandes empresas, é comum escutar reclamações ou mesmo fazê-las, como por exemplo: “a comida de hoje está fria”, “terá que esperar 10 min para a comida ficar pronta”, “não se deve ir almoçar tarde, porque senão a comida vai acabar” ou mesmo ter no cardápio uma opção e no momento de se servir a comida desejada acabou e tem uma opção diferente que não está muito no gosto do indivíduo.

Dessa forma, analisando essas reclamações e imaginando como um restaurante funciona, a ideia de automatizar este processo surge e, com ela, uma necessidade de entender como realmente as atividades deste setor são operadas.

Inicialmente foram identificados os possíveis clientes, aliados a um dos restaurantes de uma indústria multinacional francesa, considerada uma das maiores empresas de serviços de alimentações e gestão de facilidades do mundo. Essa empresa está presente em 80 países e somente no Brasil conta com um quadro de funcionários de aproximadamente trinta e cinco mil funcionários espalhados em dois mil locais sites e atendendo diversas empresas.

Com o contato direto, obteve-se os dados iniciais de desperdícios deste restaurante, que atende cerca de 800 refeições por dia, mostrados na Tabela 3. No mês de Julho de 2018, ocorreu uma média de 45,95 kg de resto ingesta, que são os alimentos que são retirados do buffet, porém são mantidos nos pratos na sua devolução, e uma média de 35,77 kg de sobra limpa, estes são os alimentos mantidos no buffet. Todos estes alimentos estavam aptos a serem consumidos, porém, devido aos excessos, foram destinados ao lixo.

Tabela 3. Dados de controle (RESTAURANTE PARCEIRO, 2018).

Mês	n° de refeições	Sobra limpa (kg)	Resto ingesta (kg)
03/07/2018	842	49	51
04/07/2018	819	77,1	45
05/07/2018	808	51,3	42
06/07/2018	638	66	30
09/07/2018	836	40,2	44
10/07/2018	798	28,2	54
11/07/2018	843	20,7	56
12/07/2018	809	20,1	38
13/07/2018	755	30	32
16/07/2018	873	35,5	30
17/07/2018	885	28	61
18/07/2018	888	22	48
19/07/2018	895	23	63
20/07/2018	829	29	52
23/07/2018	844	37,75	51
24/07/2018	865	52	40

Mês	n° de refeições	Sobra limpa (kg)	Resto ingesta (kg)
25/07/2018	809	35,5	40
26/07/2018	801	28,2	54
27/07/2018	751	20,7	50
30/07/2018	865	29	52
31/07/2018	834	28	32
01/08/2018	843	17	41
02/08/2018	816	0,59	46
03/08/2018	823	13,252	42
06/08/2018	920	60,438	40
07/08/2018	866	45,452	28
08/08/2018	783	51,443	44
09/08/2018	875	33,45	49
10/08/2018	855	17,44	38
13/08/2018	875	59,84	35
14/08/2018	835	85,15	55
15/08/2018	837	30,42	35
16/08/2018	880	43,66	52
17/08/2018	821	57,07	40
20/08/2018	885	46,83	47
21/08/2018	931	20,2	51
22/08/2018	811	35,99	38
23/08/2018	879	49,55	46
24/08/2018	828	57,29	41
27/08/2018	903	31,4	35
28/08/2018	928	49,885	31
29/08/2018	853	48,975	36
30/08/2018	870	50,215	31
31/08/2018	839	81,29	36

Considerando que o maior desperdício, cerca de 56,23%, é proveniente de restos ingestas, há ações que foram tomadas para conscientização dos clientes finais, pois se deve servir apenas do que é necessário. Também houve a percepção que a qualidade da comida também é uma influência neste caso, pois um resto ingesta pode ser ocasionado pela insatisfação com o gosto da comida e dessa forma a comida deixada no prato.

Para o desperdício de sobra limpa, que representa 43,77%, foi identificado que há oportunidade de redução, tendo uma melhor assertividade na demanda, pois esta possui vários aspectos que contribuem para uma tendência. De acordo com o dia do mês (as pessoas tendem a se alimentar fora da empresa caso seja o dia do pagamento), ao dia da semana (às sextas ou vésperas de feriados podem ocorrer de muitas pessoas também não se alimentem nos restaurantes cooperativos) e até mesmo o clima (em dias chuvosos, as pessoas comem no refeitório, a quantidade de alimento por pessoa muda em dias quentes ou frios devido a quantidade necessária de calorias em diferentes épocas).

Além do desperdício de alimento, foi identificado de forma visual que as atividades de reposição são feitas de forma manual por um ou mais funcionários, sendo sua atividade basicamente passar em cada cuba para verificar qual é a quantidade de alimento que ainda possuem. Caso estiver acabando, o colaborador deverá pegar uma nova cuba com a refeição pronta. Caso não haja necessidade de reposição imediata, o colaborador notifica a cozinha que o alimento em questão faltará em breve. Com este gerenciamento, é comum que uma determinada cuba acabe e não seja repostada no mesmo instante, fazendo as pessoas que estão sendo servidas naquele momento precisem ficar aguardando até que o alimento chegue.

Outro fator observado é que com toda troca de alimentos, é necessário fazer uma amostra, para possíveis análises futuras, caso haja algum incidente de intoxicação alimentar por parte de um cliente, e acompanhamento da temperatura,

para validação da qualidade do produto e fiscalização de órgãos governamentais. Essas atividades também são realizadas manualmente.

Estes restaurantes normalmente estão alocados em empresas onde são feitos contratos com período determinado de prestação de serviço e após este tempo, se o contrato não for renovado, a empresa deverá deixar o local apenas com seus equipamentos. Neste contrato é definido quantas refeições deverão ser servidas por dia de acordo com a quantidade de funcionários e o valor de cada refeição, porém a informação de quantas refeições foram efetivamente servidas é divulgada após alguns dias pelo setor de recursos humanos, através da contagem das catracas, sem alternativa de conferência dos números por possíveis falhas nas catracas ou entradas por outros acessos. Além dessa situação, alguns restaurantes possuem linhas de buffet com alimentos diferentes, onde o cliente final pode escolher em qual se servir, dificultando ainda mais o processo de contagem de pessoas por escolha.

Com os casos acima citados e observados pessoalmente, foi estendido o questionado a outros restaurantes que atendem o mesmo perfil de clientes. O retorno dos problemas enfrentados foi similar, de maneira que não foi identificado nenhum sistema que auxilie o gerenciamento de restaurantes industriais.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Gestão de restaurantes

A gestão de negócios é a área da administração de empresas que trata da análise, planejamento, implementação e controle de estratégias empresariais. Diferentemente do que diz o senso comum, gestão não é o mesmo que administração no mundo dos negócios. Dentro da gestão de um negócio, encontra-se o ramo da gestão de processos. Especialistas afirmam que ter processos claros e bem definidos é a chave para aproveitar ao máximo os recursos da organização e, assim, aumentar o desempenho do negócio (SB COACHING, 2019).

Gestão de processos é o gerenciamento do negócio a partir do controle dos processos, sempre através de uma visão sistêmica da organização. Esse tipo de gerenciamento visa equilibrar o desempenho de todos os processos da empresa, pois só assim os objetivos organizacionais poderão ser atingidos com sucesso. A gestão de processos também pode ser chamada de BPM (*Business Process Management*) ou gerenciamento de processos. Cada processo é gerenciado de uma forma específica. Isso ocorre desde o momento em que um processo recebe uma entrada (insumo) até o momento em que ele gera uma saída (resultado) de alto valor para o negócio. Portanto, a gestão de processos tem o objetivo de orquestrar as diversas funções de negócio, isto é, os departamentos, para que juntos possam atingir um objetivo específico. Essa “orquestração” se dá através de um dos principais conceitos que se destacam na gestão de processos: o de processos ponta a ponta (ALMEIDA, 2019).

A gestão de estoque é um ponto crucial para qualquer tipo de negócio. Seu volume baixo significa mais capital de giro mais disponível, porém significa um maior risco ao atendimento ao cliente. Em caso de restaurantes, controlar a contagem e a data de validade de cada item são variáveis passíveis de fiscalização, tornando a gestão dos mesmos de suma importância (SIMCHI-LEVI, KAMINSKY e SIMCHI-LEVI, 2010). Muitas empresas apostam em *softwares* ERP (*Enterprise Resource Planning*) para controlar o estoque e gerar relatórios de entradas e saídas mais eficaz. Ou seja, o uso da tecnologia é parceiro na resolução de tarefas repetitivas e complexas. Para outros negócios conservadores e tradicionais, como é o caso de muitos restaurantes, há certa resistência na automatização de processos através da tecnologia (BLOG ALMOÇO GRÁTIS, 2018).

A inovação já é uma área consolidada em diversas empresas ligadas à tecnologia. Nesta década, tem ganho cada vez mais espaço em negócios tradicionais, transformando-se num diferencial competitivo. Hoje, o ramo de restaurantes experimenta modelos de negócio, reconstrói processos e acessa novos canais com foco no cliente. Entretanto, algumas áreas do empreendimento ainda não foram atingidas pela cultura da inovação (AULET, 2013).

A inovação pode ser aplicada de muitas formas na operação e gestão do negócio de restaurantes, contudo dois campos são destacados como os de maior impacto: o uso de tecnologias – para a automatização de processos e facilitação de tarefas – e o foco no cliente – de forma a promover a identificação do cliente com a marca (ECOMANDA, 2018).

#### 3.2 Industrial Internet of Things (IIoT)

Em tradução livre, a Internet das Coisas Industrial abrange os conceitos de IoT – que por sua vez se traduz em qualquer equipamento ou aparelho capaz de ser conectado, telemetrado e controlado através da internet – aplicados ao maquinário industrial (EVANS, 2011). Em outras palavras, a internet das coisas nada mais é que uma rede de objetos físicos (veículos, prédios e outros dotados de tecnologia embarcada, sensores e conexão com a rede) capaz de reunir e de transmitir dados. É uma extensão da internet atual que possibilita que objetos do dia-a-dia, que tenham capacidade computacional e de comunicação com a internet (WIKIPEDIA, 2017).

A conexão com a rede mundial de computadores possibilita, em primeiro lugar, controlar remotamente os objetos e, em segundo lugar, que os próprios objetos sejam usados como provedores de serviços. Essas novas capacidades dos objetos comuns abrem caminho a inúmeras possibilidades, tanto no âmbito acadêmico quanto no industrial. Todavia, tais possibilidades acarretam riscos e implicam grandes desafios técnicos e sociais. Se os objetos do cotidiano tivessem incorporadas etiquetas RFID (“etiquetas inteligentes”), poderiam ser identificados e controlados por outros equipamentos e não por seres humanos. Se, por exemplo, certos objetos entre outras coisas como livros, termostatos, refrigeradores, lâmpadas, remédios, autopeças, fossem equipados com dispositivos de identificação e conectados à Internet, não haveria

a possibilidade de faltarem produtos como alguns remédios, pois saber-se-ia exatamente onde os encontrar e quantos estariam disponíveis (WIKIPEDIA, 2017).

O conceito 'Internet das coisas' foi proposto em 1999, por Kevin Ashton, no Laboratório de Auto-ID do MIT, onde se realizavam pesquisas no campo da identificação por radiofrequência em rede (RFID) e tecnologias de sensores. Atualmente, a expressão 'Internet das coisas' designa a conexão avançada de dispositivos, de sistemas e de serviços. Ultrapassa o conceito tradicional *M2M* e abarca uma ampla variedade de protocolos, domínios e aplicações. A internet das coisas deverá codificar, segundo se presume, cerca de 50 a 100 bilhões de objetos na próxima década (WIKIPEDIA, 2017).

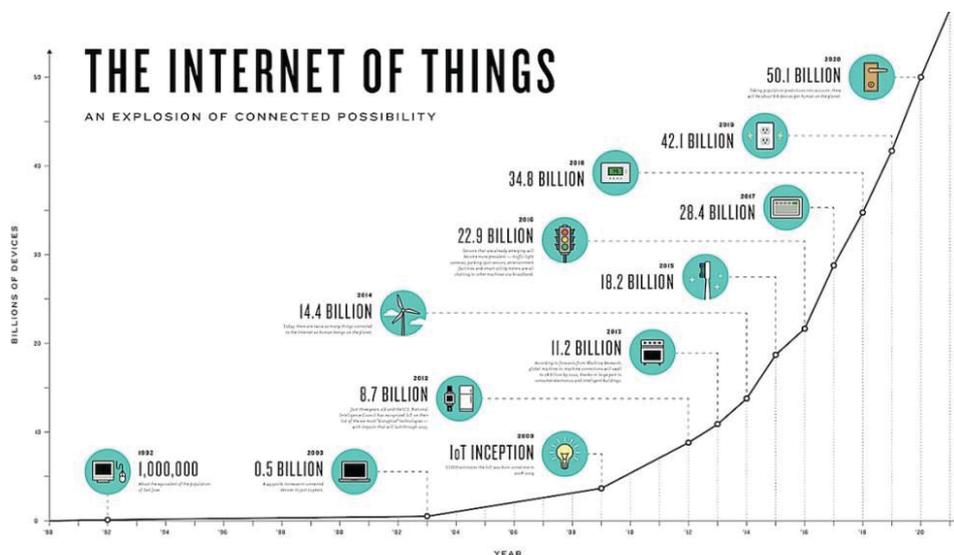


Figura 1. Evolução exponencial da internet das coisas (HACKERNOON, 2019).

A principal diferença de IoT para IIoT é que esta é geralmente controlada por um *software* particularmente desenvolvido para aquela aplicação. Com um inventário ou linha de produção gerenciado por sensores, a tecnologia de IIoT pode cuidar das encomendas de suprimentos antes de os estoques acabarem. Isso diminui o desperdício, ao mesmo tempo que mantém os bens necessários em estoque e libera os funcionários para se concentrarem em outras tarefas (HEWLETT PACKARD ENTERPRISE). Portanto, a colheita dos benefícios principais da IIoT se dá através de sensores e protocolos de comunicação, majoritariamente protipáveis com circuitos controlados por um arduino.

### 3.3 Previsão de demanda

A previsão de demanda proporciona às empresas informações valiosíssimas sobre os mercados em que operam, bem como sobre os mercados-alvo. Ela está relacionada com prever o que acontecerá no futuro e que impacta diretamente a área produtiva da empresa. O objetivo da previsão de demanda é entender qual será a demanda de uma empresa para que gestores estejam aptos a tomarem decisões precisas sobre preços, potencial de mercado e possibilidade de expansão. Organizações já estabelecidas utilizam esta ferramenta para avaliar a viabilidade de entrar em um novo mercado. Caso perceba que a demanda por seu produto aumentará no futuro, a organização poderá melhor elaborar um plano de ação para planejar o início das operações no novo mercado, diminuindo, assim, possíveis riscos que afetarão sua competitividade e diminuirão sua lucratividade (CAMARGO, 2017).

Ela é também fundamental para a gestão de estoque. Ao não utilizar métodos de previsão de demanda, a empresa corre o risco de ter excessos e/ou desperdícios, o que afetará os resultados financeiros organizacionais. Fazer o prognóstico da demanda ajuda também a empresa a:

- Planejar o orçamento da produção, bem como a produção em si;
- Planejar a necessidade de mão de obra adicional;
- Realizar o orçamento de matéria-prima de maneira mais acurada;
- Fazer previsões financeiras;
- Planejar atividades de marketing;
- Evitar a subprodução ou a superprodução;
- Formular estratégias de preço.

Entre os métodos existentes de previsão de demanda, destacam-se os apresentados na Figura 2.

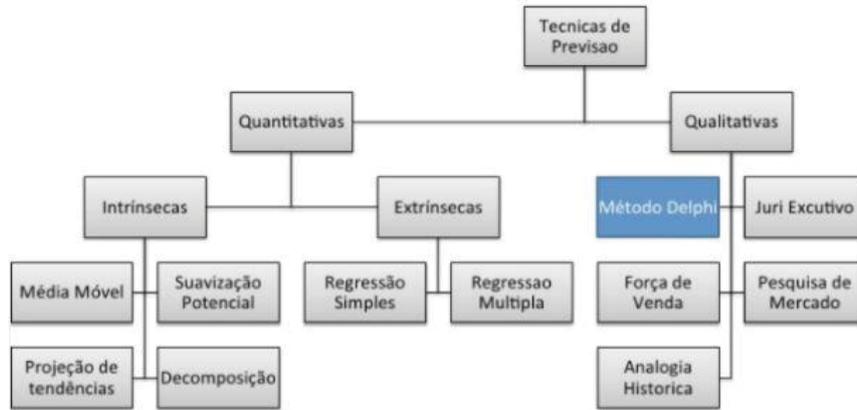


Figura 2. Métodos de previsão de demanda (CAMARGO, 2017).

Existem situações nas quais as observações apresentam padrões cíclicos em intervalos de tempo regulares. O método utilizado para realizar tais previsões é o método de Holt-Winters, que existe na forma aditiva ou multiplicativa. Normalmente utiliza-se o método aditivo quando as variações sazonais são constantes, e o multiplicativo é utilizado quando as variações sazonais também variam com a mudança do nível dos dados (HYNDMAN e ATHANASOPOULOS, 2012).

$$\hat{y}_{t+h} = N_t + T_t * h + S_{t+h-p} \quad (1)$$

$$N_t = \alpha * (y_t - S_{t-p}) + (1 - \alpha) * (N_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2)$$

$$T_t = \beta * (N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1} \quad (3)$$

$$S_t = \gamma * (y_t - N_t) + (1 - \gamma) * S_{t-p} \quad (4)$$

A variável  $N_t$  representa o nível da demanda no tempo  $t$ .  $T_t$  representa a tendência de aumento ou redução no tempo  $t$ .  $S_{t+h-p}$  representa a componente da sazonalidade no tempo  $t$  com periodicidade  $p$  e passo de previsão  $h$ .  $\hat{y}_{t+h}$  representa a previsão da demanda no tempo  $t$  com passo  $h$ . As constantes  $\alpha, \beta$  e  $\gamma$  são o objetivo de ajuste através de métodos de otimização para o melhor ajuste do modelo com dados históricos.

O monitoramento do consumo de cada alimento, aliados a variáveis temporais, como dia da semana, dia do mês e condições climáticas, serve de base histórica para a previsão de demanda segundo o método supracitado. Além destes, estima-se utilizar visão computacional empoderada com uma rede neural convulocional (CNN), a qual obtém bons resultados para processamento de imagens (LENET, 2018), para determinar o número de pessoas que frequentam cada linha de buffet.

### 3.4 Propostas de solução

Para que seja possível automatizar a coleta e tratamento de informações relevantes presentes nos sistemas atuais dos restaurantes industriais, opta-se por um *hardware* específico de sensoriamento, *softwares* de gestão e programação para análise do estado atual. No estágio atual, opta-se por um *hardware* de baixo custo visto que se necessita validar a aplicação antes de investir em alta escala.

#### 3.4.1 Controlador

A placa controladora tem a função de receber os dados de vários sensores e enviá-los para um computador central, utilizando um protocolo específico de comunicação.

A maneira mais prática e econômica que há em validar a aplicação sem a necessidade de elaborar uma placa específica é utilizando uma placa de prototipagem Arduino Uno R3 (Figura 1). Esta placa utiliza um microcontrolador ATmega328P (especificações na tabela Figura 2), trabalha na frequência de 16MHz para que a coleta de dados seja suficiente e possua 14 pinos de IO sendo que 6 dos pinos de saída podem ser utilizados como PWM e 6 entradas como analógicas. Esta configuração se demonstra suficiente para conectar e gerenciar sensores de vários tipos para captação de dados de ao menos uma cuba do restaurante, facilitando assim a validação. É importante salientar que o Arduino é considerado ideal para prototipagens eletrônicas devido a sua facilidade de instalação e programação.

Considera-se outras possibilidades como:

- Raspberry Pi
  - Prós: maior poder de processamento e versatilidade
  - Contras: custo elevado e maior complexidade de programação
- Esp32
  - Prós: maior poder de processamento, *wifi* e *bluetooth* integrados

- Contrás: custo maior e dificuldade de compra

Tabela 4. Especificações do Arduino Uno R3 (BAÚ DA ELETRÔNICA, 2019).

Parametrics ATmega328P	
Name	Value
Program Memory Type	Flash
Program Memory Size (KB)	32
CPU Speed (MIPS/DMIPS)	20
SRAM (KB)	2,048
Data EEPROM/HEF (bytes)	1024
Digital Communication Peripherals	1-UART, 2-SPI, 1-I2C
Capture/Compare/PWM Peripherals	1 Input Capture, 1 CCP, 6PWM
Timers	2 x 8-bit, 1 x 16-bit
Number of Comparators	1
Temperature Range (°C)	-40 to 85
Operating Voltage Range (V)	1.8 to 5.5
Pin Count	32
Low Power	Yes

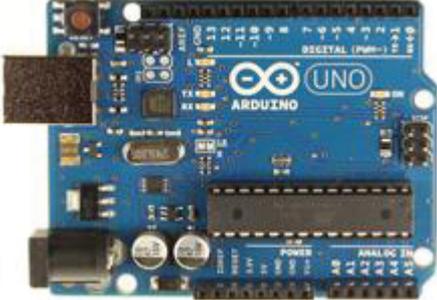


Figura 3. Imagem de um Arduino Uno R3 (WIKIPEDIA, 2016).

### 3.4.2 Sensores

#### 3.4.2.1 Sensor de Temperatura

Dos sensores utilizados, o mais crítico é o sensor de temperatura dos alimentos, pois estará em contato direto com os alimentos e deve fazer a leitura em pontos específicos da cuba. A primeira etapa da seleção do sensor é selecionar o tipo ideal de medição, são as opções: termopares, detectores de temperatura de resistência (RTDs), termistores, interruptores bimetalicos e sensor de temperatura infravermelho sem contato.

Atualmente, os restaurantes utilizam sensores de temperatura infravermelho, com medições periódicas de baixa frequência feitas manualmente. Este *modus operandi* não é interessante, pois demanda uma pessoa dedicada para realizar as medições, o sensor tem um custo elevado e não gera um relatório automatizado, ocasionando perda e inconsistência de dados.

Para a validação do produto opta-se por um sensor que atenda às características de aplicação em alimentos, que seja de baixo custo e que possa ser automatizado. Com estes requisitos o recomendado foi utilizar um sensor DS18B20 encapsulado (Imagem e Características abaixo), que possui escala de medição de -55 °C até 125 °C, pode ser aplicado imerso na cuba e sua leitura é facilmente automatizável.

Tabela 5. Especificações do sensor de temperatura DS18B20 (VIDA DE SILICIO, 2019).

Comunicação OneWire, que necessita apenas de um pino do microcontrolador para fazer a linha de dados	
Alimentação: 3V a 5.5V	
Escala de Medição: -55°C até +125°C	
Precisão: ±0.5°C se estiver operando dentro da faixa de -10°C até +85°C	
Resolução configurável pelo usuário de 9-bit à 12-bit	
Possui função de alarme programável	
Possui número de série único de 64-bit, o que permite ligar vários sensores no mesmo microcontrolador	
Encapsulamento metálico, vedado com cola e tubo isolante termorretrátil, garantindo isolamento e proteção da água	
Ponteira metálica pode ficar submersa (6 * 45 mm)	
Possui cabo de ligação de 85cm	

Figura 4. Imagem do Sensor de temperatura DS18B20 (VIDA DE SILICIO, 2019).

#### 3.4.2.2 Sensor de Carga

Para coletar dados de quantidade de alimento em cada cuba, opta-se pelo processo de medição do peso e assim convertê-lo em quantidade. A medição de peso é simples através de células de carga que geram tensão de acordo com o

peso aplicado sobre sua estrutura. Para validação do produto o modelo mais aplicado é a célula de carga com amplificador de sinal o módulo HX711, que atende a cargas até 50 kg e pode ser utilizada em paralelo para cargas superiores. Instalando este sensor abaixo das cubas é possível automatizar a leitura do peso e assim controlar a quantidade de alimento no tempo.

Tabela 6. Especificações do sensor de carga.

Capacidade máxima: 50 kg	
Conexão: 3 fios	
Dimensões: 34 x 34 x 7mm	

Figura 5. Imagem do sensor de carga

### 3.4.2.3 Sensor de Presença

Em consulta com os possíveis clientes de restaurantes industriais, ficou clara uma necessidade de controlar a quantidade de refeições realizadas e a quantidade de pessoas que retiraram o alimento de determinada cuba. Para realizar este controle, tem-se duas possibilidades: sensor RFID e contagem visual por câmera. Para que a análise de imagens por câmera seja automatizada é necessário um *hardware* robusto e *software* especializado com inteligência artificial. Então se segue com a aplicação de sensores RFID, que possuem um custo reduzido.

Seguindo com a proposta de buscar sensores de baixo custo para a validação do produto, opta-se pelo modelo RFID-RC522 que trabalha com *tags* passivas de 13,56MHz, assim posicionando o leitor em cada cuba e a *tag* nas bandejas, obtém-se a quantidade de pessoas em cada cuba.

Tabela 7. Especificações do sensor de presença RFID-RC522 (FELIPEFLOP, 2019).

Corrente de trabalho: 13-26mA / DC 3.3V	
Corrente ociosa: 10-13mA / 3.3V	
Corrente Slep: <80uA – Pico de corrente: <30mA	
Frequência de operação: 13,56MHz	
Tipos de cartões suportados: Mifare1 S50, S70 Mifare1, Mifare UltraLight, Mifare Pro, Mifare Desfire	
Temperatura de operação: -20 a 80 graus Celsius	
Temperatura ambiente: -40 a 85 graus Celsius	
Umidade relativa: 5% – 95%	
Parâmetro de Interface SPI	
Taxa de transferência: 10 Mbit/s	
Dimensões: 8,5 x 5,5 x 1,0cm	
Peso: 21g	

Figura 6. Imagem do sensor de presença RFID-RC522 (FELIPEFLOP, 2019).

### 3.4.3 Software

Para a programação da leitura dos sensores foi utilizado o *software* proprietário Arduino, que permite carregar no microcontrolador as operações de leitura e envio dos dados, utilizando a linguagem C++.

Para a exibição dos dados, elabora-se um *dashboard*, que inicialmente fica disponível *online* para ser acessado de qualquer dispositivo fixo ou mobile. Para a elaboração deste site, usa-se linguagens HTML, CSS e *Javascript*, com o banco de dados MongoDB e NodeJS para se conectar com o *Backend*.

A previsão da demanda é feita através de análise dos dados atuais utilizando um algoritmo de inteligência artificial chamado CNN (*Convolutional Neural network*), que utiliza aprendizado *feed-forward* para evoluir no tempo e aumentar a assertividade.

## 4 ESTADO FUTURO

A aplicação pretende alterar completamente o processo de gerenciamento de restaurantes industriais, de maneira que quando for necessário iniciar a preparação da refeição no dia, o *input* seja dado no momento certo e na quantidade necessária.

Com a previsão de demanda futura, de acordo com os dados estatísticos que levam em consideração diversas informações (como previsão do clima, dia da semana, datas de pagamentos), é possível ter um relatório previsional dos próximos 30 dias para possíveis planejamento de quanto alimento deverá ser comprado dos fornecedores, de maneira que facilite as negociações para valores reduzidos, considerando os possíveis cardápios futuros e a flutuação dos preços que são gerados devido a sazonalidade de frutas e verduras.

Em uma hipotética data futura em que o sistema já esteja em operação, garante-se que todos os alimentos necessários para o preparo das refeições do dia foram devidamente planejados e no horário desejado de início das atividades dos cozinheiros, o dashboard estará informando para a cozinha quanto deverá ser a produção de acordo com o tempo de preparo e a quantidade de pessoas que serão servidas nos subintervalos previstos, garantindo que o restaurante será aberto no horário correto já com as comidas devidamente servidas e mantendo os níveis de serviço ao longo das refeições.

No momento que as gôndolas são levadas para serem abastecidas, uma amostra será retirada já na cozinha para evitar tramitações desnecessárias. No abastecimento, o funcionário precisa garantir que os sensores estejam devidamente alocados, para evitar que os mesmos enviem sinais para a cozinha que não estão funcionando corretamente e garantir a calibração dos mesmos para a operação. Da mesma forma, se a temperatura não estar de acordo com o estabelecido a intervenção da cozinha se faz necessária para verificação e correção do problema.

Uma vez que as pessoas escolherem o buffet desejado, caso tenha mais de uma opção, pegará a bandeja com o RFID que ao percorrer o receptor contará como uma refeição para posterior checagem com os números das catracas e atualizar a previsão do dia que ainda será consumido. O funcionário ao se servir de um determinado alimento fará com que o nível de comida deste recipiente baixe gradativamente e a cozinha poderá se preparar para iniciar a próxima rodada, este aviso considerará:

- o tempo de preparo;
- a quantidade de pessoas que irão chegar;
- a ocupação dos funcionários, de maneira que uma pessoa não esteja cozinhando um alimento que ainda não deva ser suprido nas gôndolas e deixando outra refeição necessária.

O alerta menciona que horário que o alimento deverá ter garantia de estar pronto para não faltar. Qualquer novo preparo deverá considerar as qualificação e comentários informados pelas pessoas que já se alimentaram para a entrega do melhor serviço possível.

Este processo será repetido até próximo ao horário de fechamento do restaurante, porém neste momento a limitação de novos preparos é mais enxuta, pois nos preparos anteriores é natural que uma pequena quantidade a mais ou a menos serão compensadas com os próximos abastecimentos, no último porém essas quantidades serão diretamente afetadas por uma pessoa não conseguir comer ou no desperdício de um alimento.

Com a proposta apresentada tem por objetivo principal transformar o sistema em uma solução conceito de “ERP para restaurantes” unindo todo o gerenciamento em apenas um ambiente, reduzindo assim um funcionário dentro do processo de verificação das comidas e uma redução de 10% dos desperdícios gerados além de melhorar a qualidade do serviço para o contratante do restaurante e para os funcionários.

Através dos dados coletados na Tabela 3 de um restaurante parceiro, tem-se uma média diária de sobra limpa igual a 39,5 kg. Como um dos objetivos quantitativos prevê a redução desta variável em 10%, tem-se que a redução de desperdício de alimentos se equivale a aproximadamente 87 kg/mês. Estima-se que há proporcionalidade entre a geração de desperdício alimentar e o número de refeições diárias. Neste caso, 87 kg/mês seriam poupados para um restaurante com uma média de 842 refeições/dia. Abrangendo o espectro de validação do problema (mais de 10 restaurantes industriais na região metropolitana de Curitiba), pode-se alcançar uma quantia superior a 1 t de alimento/mês.

Se a solução for aplicada com potenciais comerciais, o modelo de negócio pode ser identificado preferivelmente através do modo instalação e assinatura. Uma vez que o fechamento de um novo contrato indique a compra de novo *hardware*, a instalação cobra estes custos. Assim como a operação de um novo cliente traz um maior volume de dados, significa mais custos com *software*, cobertos pela assinatura. Assim, gera-se uma receita recorrente para o empreendimento, fonte de maior preocupação na escalabilidade de startups (AULET, 2013).

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 Prós/Contras

Desde o início da proposta, o produto foi alinhado às necessidades de possíveis clientes, então é simples demonstrar os ganhos que a empresa que possui restaurantes industriais terá com a aquisição do sistema. O principal ponto positivo é o controle total da demanda por horário, por dia da semana e do mês, fazendo com que os estoques sejam menores e o desperdício seja reduzido drasticamente. Como este aumento de controle da demanda é decorrente da automação da coleta e gerenciamento dos dados, não há um aumento no *staff* necessário. Pelo contrário, serviços repetitivos como conferir a temperatura de cada cuba não é mais necessário. E para o cliente final, o resultado chega com a garantia da qualidade e disponibilidade dos alimentos servidos.

Como pontos a melhorar do sistema proposto, nota-se que o custo e tempo inicial de instalação dos equipamentos é alto, já que cada cuba contará com 3 sensores e um microcontrolador. Como o início da operação exige uma instalação robusta, se torna complicado a mudança de local dos equipamentos, caso necessário.

Existe uma particularidade que garante a maior periodicidade do valor cobrado na instalação do *hardware*. As empresas de refeição industrial possuem contratos com duração prévia (geralmente de 1 a 2 anos) para o atendimento dos colaboradores da contratante. Ou seja, a cada no máximo 2 anos, o serviço disponibilizado atingirá seu ponto de descadastramento (*churn*). Isso gera uma nova oportunidade para a nova empresa que assumir o novo contrato.

## 5.2 Limitações

A solução se limita a atender restaurantes de ambiente industrial, já que o perfil de outros modelos de restaurantes não justifica um controle automatizado. O estado atual do projeto se dispõe a avaliar as variáveis de temperatura, quantidade e presença, para avaliações mais complexas será necessário rever todo o sistema de captação e transmissão de dados, desta forma restringe-se o escopo inicialmente.

O alimento produzido em escala por restaurantes industriais *selfservice* possuem um ganho de escala notável, diluindo os custos fixos da produção por parte da empresa terceira. Assim, o custo de cada kg produzido é bastante reduzido, quando comparado a preços finais de restaurantes comerciais do mesmo gênero. Assim, a redução de desperdício, apesar de significar um passo para um mundo mais sustentável, financeiramente fica atrelada a um produto de baixo custo, reduzindo o faturamento mensal da solução, quando empregada na forma de negócio. Este faturamento operacional deve, portanto, ser capaz de cobrir os custos de operação, como *hardware* e *software*. Além deste ganho, a ociosidade dos colaboradores deve ser levada em conta, porém não de forma integral, uma vez que a gerência destes pode realocar os mesmos em outras tarefas.

Outro fator limitante é o percentual de redução do desperdício obtido pelo algoritmo de previsão de demanda aliado à confiança da equipe da cozinha em seguir as recomendações do mesmo. A acurácia do método de previsão para um ajuste fino é crucial para obter a redução do desperdício com maior eficiência do que a experiência de colaboradores. Logicamente, uma vez que a economia seja maximizada, a viabilidade do negócio se mostra mais positiva.

Neste trabalho, foram realizados estudos e análises do potencial de mercado que fomentam de forma favorável iniciativas para atender a diversos problemas encontrados em restaurantes industriais. Contudo, a prototipagem e consequente operação da solução requer capacidades técnicas não dispostas na equipe original de desenvolvimento.

A instalação, manutenção e aquisição de novos clientes é extremamente dependente de trabalho humano, ao invés de tecnológico. A operação, monitoramento e acompanhamento dos mesmos pode ser facilitada através de tecnologias. A soma destas parcelas torna o nível de escalabilidade moderado.

## 6 CONCLUSÃO

Destaca-se que cada kg de alimento economizado significa um custo de produção menor, um lucro maior da empresa de refeições industriais e uma maior sustentabilidade no processo. Assim, o propósito da solução atinge um alto grau de importância para a sustentabilidade de um país que produz e desperdiça tanto. A validação do problema perante diversas indústrias fundamenta os pilares de funcionalidade da solução. Estima-se que o melhor caminho de crescimento da ideia em aplicação real é pela geração de uma startup. Em outras palavras, a validação, prototipagem barata e rápida, adicionados ao aprendizado contínuo geram curvas de crescimento superiores a negócios tradicionais.

Atualmente, a etapa em que a solução se encontra é a prototipagem. Encontram-se dificuldades na construção do *software*, uma vez que este campo de conhecimento está além do domínio da equipe de fundadores. Além disso, um restaurante parceiro para testes pilotos é essencial. Em adição, identificar os principais custos operacionais é um desafio, pois a solução em operação ainda precisa ser validada. A limitação do faturamento, escalabilidade e competências técnicas necessárias para a implementação podem complicar o desenvolvimento prático.

Por fim, acredita-se que a solução seja financeiramente viável, uma vez que o custo das tecnologias é barato e mais eficiente em comparação ao trabalho humano. Foi visto que objetivos singelos de redução de desperdício podem causar altos impactos locais. Questiona-se qual impacto poderá prover se aplicada em condições de ótimo global.

### 6.1 Sugestão para próximos trabalhos

Com o monitoramento contínuo de dados de cada alimento, prevê-se a possibilidade de conexão com cada bandeja através de tecnologias da indústria 4.0, de forma a construir perfis de consumo de cada colaborador servido pelo restaurante, informando de forma automatizada a contagem de calorias e macronutrientes em cada refeição. O grande objetivo desta solução é aumentar a tecnologia inserida em um ramo totalmente ligado à indústria, todavia fora de foco.

Uma vez que a solução tenha sua operação validada, cria-se a possibilidade de expansão do negócio para restaurantes comerciais do mesmo gênero. É possível também a adição de novas funcionalidades para tornar o sistema mais robusto, a ponto de controlar o estoque dos restaurantes, solicitando ações como compra de alimentos e se conectando à cadeia de fornecedores.

Através da ampla fonte de dados utilizada pelo algoritmo de previsão de demanda, identificam-se oportunidades como a sugestão de cardápios, sugestão de alimentos pela sazonalidade e gestão da equipe de cozinheiros, tornando o simples processo de abastecimento das linhas no buffet mais dinâmico e digno para o lado humano.

## 7 REFERÊNCIAS

ABERC. Mercado Real. **ABERC - Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas**, 2019. Disponível em: <<http://www.aberc.com.br/mercadoreal.asp?IDMenu=21>>. Acesso em: 16 Agosto 2019.

ALMEIDA, V. N. D. Gestão de processos: o que é, quais os benefícios e como implantar na sua organização. **Euax**, 2019. Disponível em: <<https://www.euax.com.br/2019/04/gestao-de-processos/#o-que-e-gestao-de-processos>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

AULET, B. **Disciplined Entrepreneurship: 24 steps to a successful startup**. [S.l.]: Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.

BAÚ DA ELETRÔNICA. Arduino Uno R3 - Compatível + Cabo USB 2.0 - A-B. **Baú da eletrônica**, 2019. Disponível em: <<https://www.baudaeletronica.com.br/arduino-uno-r3.html>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

BLOG ALMOÇO GRÁTIS. 20 táticas para gestão de restaurantes. **Almoço Grátis**, 2018. Disponível em: <<https://www.almocogratis.com.br/post/20-taticas-para-gestao-de-restaurantes/>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

CAMARGO, R. F. D. Previsão de Demanda e sua importância no fluxo de caixa e orçamento empresarial. **Treasy**, 2017. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/previsao-de-demanda/>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

ECOMANDA. Como administrar um restaurante. **Ecomanda**, 2018. Disponível em: <<http://ecomanda.com.br/blog/como-administrar-um-restaurante>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

EVANS, D. **Internet de las cosas: Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo**. Cisco. [S.l.], p. 12. 2011.

FELIPEFLOP. Kit Módulo Leitor Rfid Mfrc522 Mifare. **Filipeflop**, 2019. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/kit-modulo-leitor-rfid-mfrc522-mifare/>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

HACKERNOON. Internet of Everything: The IoT Market Is Projected to Expand 12x from 2017-2023. **Hackernoon**, 2019. Disponível em: <<https://hackernoon.com/internet-of-everything-the-iot-market-is-projected-to-expand-12x-from-2017-2023-175f845c2bcf>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

HEWLETT PACKARD ENTERPRISE. O que é IIoT? **HPE**. Disponível em: <<https://www.hpe.com/br/pt/what-is/industrial-iiot.html>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. Forecasting: Principles and Practice. **Otexts**, 2012. Disponível em: <<https://www.otexts.org/book/fpp>>. Acesso em: 10 Junho 2015.

LENET. Convolutional Neural Networks. **Deep Learning**, 2018. Disponível em: <<http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html>>. Acesso em: 24 Setembro 2019.

RESTAURANTE PARCEIRO. **Desperdícios de julho e agosto**. Restaurante parceiro em empresa terceirizada. São José dos Pinhais, p. 2. 2018.

ROMEIRO, V. Brasil desperdiça 40 mil toneladas de alimento por dia. **Agência Brasil EBC**, 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-06/brasil-desperdica-40-mil-toneladas-de-alimento-por-dia-diz-entidade>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

SB COACHING. Gestão de Negócios: o que é, cursos e por que fazer. **SB Coaching**, 2019. Disponível em: <<https://www.sbcoaching.com.br/blog/gestao-de-negocios/>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos: projeto e gestão**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

VIDA DE SILICIO. Sensor de temperatura DS18B20 - à prova d'água. **Vida de silício**, 2019. Disponível em: <<https://www.vidadesilicio.com.br/sensor-de-temperatura-ds18b20-a-prova-d-agua>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

WIKIPEDIA. Arduino. **Wikipedia**, 2016. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>>. Acesso em: 16 Outubro 2019.

WIKIPEDIA. Internet das coisas. **Wikipedia**, 2017. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Internet\\_das\\_coisas](https://pt.wikipedia.org/wiki/Internet_das_coisas)>. Acesso em: 16 Outubro 2019.



8 ANEXO I – PITCH CANVAS







# RISUS - Restaurante Inteligente

**Problema**  **Necessidade**

Cerca de 1/3 da comida produzida no mundo é desperdiçada. Destes, 15% são por parte de restaurantes. As soluções de maior impacto para a redução do desperdício focam na prevenção do excedente de produção. Muitos refeitórios industriais não possuem gestão, nem monitoramento da perda individual dos alimentos. Inclusive, há uma falta de previsão de demanda precisando considerar o horário de refeição de cada colaborador, o que gera incertezas sobre o consumo e a superprodução de alimentos. A percepção da reposição e da temperatura de alimentos é checada manualmente e não é registrado em um backlog passível de conferência.

**Equipe**





Andrielly Batista Moreira  
 Eduardo Fetter Roldo  
 Rafael Lopes

**Ideia** 

Temos como objetivo automatizar o processo de gerenciamento dos restaurantes industriais dividindo a solução em três etapas:



**Monitoramento real time:** utilizando sensoriamento será realizado o acompanhamento quando o alimento precisa ser reabastecido, se a temperatura está ideal e se existe um usuário na gôndola.



**Dashboard:** A informação será disponibilizada para a área da cozinha que deverá iniciar um novo preparo de acordo com as pessoas que ainda vão se servir, considerando o tempo de preparo para evitar faltas ou desperdícios.



**Previsão de demanda:** A demanda será analisada de acordo com dados históricos, análise dos sensores de acordo com o horário e análise entre o clima, data e o cardápio disponível para obter os dados mais precisos de consumo.

**Requisitos | Viabilidade** 

Os requisitos necessários para a implementação da nossa proposta dividem-se em três frentes: sensoriamento, Dashboard e previsão de demanda.

- Sensoriamento:** utilizaremos sensores de temperatura (DS18B20), células de carga (hx711), sensor de presença (HC-SR501).
- Dashboard:** necessitamos de conexão wifi disponível, protocolo de comunicação MQTT e dispositivos de visualização (tablet, celular e/ou TV).
- Previsão de demanda:** a previsão é realizada através de machine learning, algoritmo CNN, obtendo dados de um banco de dados Firebase.



**User Experience & Público Alvo**

Através do conjunto de tecnologias apresentado, o cliente possui um sistema de previsão acurada com um banco de dados rico sobre o processo, evitando desperdícios e possibilitando maiores investigações em eventos passados.

Objetivamos atacar o segmento de refeitórios industriais self service, pela garantia, estabilidade e porte de demanda que estes estabelecimentos possuem. Numa abordagem futura, projetamos atacar restaurantes self service comerciais de médio porte.

**Monetização e/ou Investimento**

O empreendimento apresenta baixo investimento de prototipagem.

O modelo de negócio se classifica como um B2B monetizado pela transação de valores com os serviços prestados de instalação e assinatura.