

IoT for inventory management: Possibilities and challenges

IoT para gerenciamento de estoques: Possibilidades e desafios

Abstract

Brazil still has a long way to go when it comes to using IoT technologies. There are no incentive policies, highly skilled professionals in sufficient numbers, nor the interest of most entrepreneurs and rulers, who still do not know their application potential. This paper presents the challenges for the implementation of IoT in companies, exemplifying from inventory control systems. The methodology used was the bibliographic research, allied to a case study in which the project for the implementation of a stock control and management system in a unit of a beverage retail franchise using IoT was elaborated. During the project preparation, the problem situation, the ideal scenario, the proposed technical solution and the challenges for the project implementation were identified. Finally, it can be concluded that the main challenges were the lack of trained professionals, the low availability of information about the devices, the necessary infrastructure adjustments, the interoperability of the devices and the overall cost of the project.

Key Words: Internet of things, inventory control, strategic management, data analysis

Resumo

O Brasil ainda possui um longo caminho a percorrer no que diz respeito à utilização de tecnologias de *IoT*. Não existem políticas de incentivo, profissionais capacitados em número suficiente, e tampouco interesse da maioria dos empresários e governantes, que ainda desconhecem seu potencial de aplicação. O presente trabalho apresenta os desafios para a implementação de *IoT* nas empresas, exemplificando a partir de sistemas de controle de estoques. A metodologia utilizada foi a de pesquisa bibliográfica, aliada a um estudo de caso no qual foi elaborado o projeto de implantação de um sistema de controle e gestão de estoques em uma unidade de uma franquia de varejo de bebidas, utilizando *IoT*. Durante a elaboração do projeto foram identificadas a situação problema, o cenário ideal, a solução técnica proposta e os desafios para a implantação do projeto. Por fim pode-se concluir que os principais desafios foram a falta de profissionais capacitados, a baixa disponibilidade de informações acerca dos dispositivos *IoT*, as adequações necessárias na infraestrutura, a interoperabilidade dos dispositivos e o custo geral do projeto.

Palavras Chave: Internet das coisas, controle de estoques, gestão estratégica, análise de dados

1. Introdução

A internet das coisas (*IoT*, sigla em inglês para internet of things) envolve a convergência de mais de uma tecnologia, conectando dispositivos inteligentes, sensores *wireless* e redes computacionais, e se tornaram populares em diversos setores da vida humana como educação, saúde, transporte, agricultura e energia. A arquitetura presente na internet das coisas é projetada de maneira que possa lidar com uma grande massa de dados em qualquer instância (Bhayani *et al.*, 2016). *IoT* pode ser definida também como um agente promotor das interações máquina-a-máquina, humano-máquina e humano-ambiente (Buyya & Dastjerdi, 2016).

Essa convergência tem potencial para agregar valor a diversos processos, com diferentes finalidades, podendo, no caso de aplicações na indústria/comércio, gerar benefícios desde a elaboração de projetos até a entrega do produto final, englobando ainda o controle de operações e de estoques (FIRJAN, 2016). Por outro lado, o Brasil ainda não demonstrou ter grande capacidade de aplicação dessas tecnologias. Cita-se como exemplo a indústria nacional, que atualmente ainda está migrando da chamada Indústria 2.0 para a Indústria 3.0 (FIRJAN, 2016), estando longe de atingir a chamada Indústria 4.0, que é fortemente pautada em serviços concebidos e produzidos de forma descentralizada, com grande incorporação de análise avançada - um claro indicativo de que a implementação do *IoT* será desafiadora para empresários interessados.

Diante disso, o presente trabalho discute a adoção de internet das coisas no cenário brasileiro, bem como quais seriam os desafios aos empresários interessados na implementação, com foco em controle de estoques automatizado. A metodologia da pesquisa adotada pode ser caracterizada - do ponto de vista de sua natureza - como uma pesquisa aplicada, visto que objetiva gerar conhecimentos práticos, dirigidos à solução de um problema específico. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, caracteriza-se como qualitativa.

Um estudo de caso também é apresentado, elencando os desafios acerca da aplicação de um controle automatizado de estoques em uma unidade de uma franquia de varejo de bebidas. Ao final do trabalho foram efetuadas considerações entre as dificuldades mencionadas pela literatura e as verificadas no estudo de caso, buscando contribuir com a discussão existente sobre o tema.

2. *IoT* e controle de estoques

O Brasil ainda não demonstrou grandes avanços na utilização de tecnologias baseadas em *IoT*, seja para fins particulares, comerciais ou industriais, estando ainda muito relacionado a pesquisas acadêmicas, o que demonstra que o país possui um grande caminho a percorrer, por outro lado, o potencial de crescimento da produtividade e qualidade dos produtos produzidos é grande, tornando a transição fundamental para as empresas.

Atendo-se ao gerenciamento de estoques, pode-se dizer que atualmente grande parte dos armazéns não possuem dispositivos conectados através de *IoT* para auxílio ao gerenciamento das operações, sendo os mesmos dependentes de leituras manuais de códigos de barra, bem como de análises por vezes superficiais de histórico de consumo. Essas práticas, além de consumir tempo, são mais suscetíveis a erros (Yang, 2012).

A utilização de dispositivos como *RFID* (*radio-frequency identification*) ou

identificação por rádio frequência), sensores infravermelho, *GPS (global positioning system)* e scanners a laser, conectados por *IoT*, integrados a um sistema de controle inteligente de estoques, tem o potencial de diminuir os inventários, aumentar a rotatividade, aumentar o grau de informações e facilitar a localização dos produtos. Além dessas melhorias, citam-se adicionalmente a redução dos custos de operação e o potencial de maior automação do processo (Yang, 2012).

A *IoT* representa uma oportunidade de impulsionar melhorias no fornecimento de produtos e fidelização dos clientes. A implementação de uma infraestrutura de *IoT* permitirá a aprendizagem contínua a respeito dos clientes, sobre a forma como consomem os produtos e como se relacionam com a marca, promovendo vantagem competitiva. Segundo Sinha e Park (2017), o advento da *IoT* traz consigo um novo paradigma que permitirá o desenvolvimento do *Digital Feedback Loop*, possível somente pela adoção de processos digitais, como os proporcionados pela *IoT*, forçando as empresas a embarcarem na transformação digital para terem sucesso neste novo paradigma.

Por outro lado, tecnologias *IoT*, seus processos e dispositivos acabam por gerar uma grande massa de dados que pode ser posteriormente processada e analisada. Existem no mercado diversas ferramentas corporativas que podem ser utilizadas para processar dados de maneira eficiente, podendo prover informações para diversos departamentos da organização, seja para prever volume de vendas ou para otimizar a gestão de estoque. Porém, para realizar análises de dados de maneira mais aprofundada, as empresas têm utilizado servidores dedicados para processamento e mineração de dados, análises estatísticas e análises preditivas.

Para dar suporte ao negócio e fornecer inteligência para apoio à decisão, as empresas têm investido cada vez mais em ferramentas como “R” para construção de algoritmos de aprendizagem de máquina e realizar análise dos conjuntos de dados disponíveis (Fowdur *et al*, 2017). Segundo FIRJAN (2016), a implantação dessas tecnologias no Brasil possui como desafios a construção de políticas estratégicas, com incentivos governamentais, a reunião de empresários engajados e proativos e o desenvolvimento e formação de profissionais.

Em nível técnico, consideram-se desafios o projeto dos sistemas para as estruturas existentes, minimizando custos de investimento, a estabilidade e confiabilidade dos sistemas, que devem possuir dispositivos de proteção de forma a não comprometer os processos, a privacidade dos dados gerados, bem como a segurança cibernética, buscando eliminar acessos não autorizados, evitando danos ao ambiente de trabalho e/ou aos humanos envolvidos (Drath & Horch, 2014). Cita-se também como desafio a interoperabilidade dos dispositivos, que devem possuir ampla capacidade de comunicação entre si. Este desafio pode ser mitigado com a adoção de padrões abertos para os dispositivos. Conectividade é requisito fundamental para implementação da *IoT*. Além disso, as aplicações precisam dispor um conjunto amplo de dispositivos e protocolos de comunicação.

Por fim, Chen *et al* (2014) mencionam que a sustentabilidade também faz parte do rol de desafios para a implementação da *IoT*, visto que serão necessários estudos para desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, de modo a produzir unidades autônomas eficientes e com menor impacto possível no meio ambiente. A próxima seção provê um estudo de caso para ilustrar os desafios de implantação de internet das coisas em um ambiente de controle de estoques.

3. Estudo de caso

A empresa de base para este trabalho é uma franquia de chás com vinte e uma lojas espalhadas no Brasil. O principal produto vendido é o *bubble tea*, uma bebida de origem taiwanesa que combina ingredientes como chás, cafés, essências de frutas e leite fermentado. A unidade em questão localiza-se em uma cidade do oeste paranaense, em um shopping center situado no centro da cidade. Essa unidade possui quatro colaboradores que trabalham em turnos, sendo um destes o Franqueado Operador, que pode ser definido como o responsável pelo gerenciamento dos processos de trabalho, das operações, do controle de estoque e da gestão dos recursos humanos da empresa. Também é o responsável por manter os padrões estabelecidos para a rede e de responder formalmente sobre questionamentos e demais assuntos pertinentes junto à franqueadora.

A unidade em questão atende cerca de 2 mil pessoas por mês, comercializando em média 97 bebidas por dia. Os clientes adquirem suas bebidas por meio de um cardápio com 58 opções, com 720 combinações possíveis baseadas em 8 insumos utilizados no processo de preparação das bebidas. A empresa utiliza um *software ERP (Enterprise Resource Planning)* que se divide em dois módulos: o módulo PDV (ponto de venda) que apresenta funcionalidades voltadas à realização de pedidos, cobrança e emissão de cupom fiscal para os clientes e a interface *Web*, que apresenta as funcionalidades focadas em aspectos gerenciais da unidade.

Apesar de utilizar um sistema de informação para suporte aos processos, a gestão do estoque da unidade não é eficiente, pois é totalmente dependente das informações adicionadas ao sistema pelo operador da unidade, de forma inteiramente manual. Caso haja recebimento de uma mercadoria, e essa não seja imediatamente lançada no sistema, os processos produtivos das bebidas irão consumir os insumos sem que haja um controle adequado de entrada e saída, gerando assim, uma informação não confiável sobre a disponibilidade destes itens.

Além deste cenário exposto, a unidade também não possui forma de controle de acesso e nem da movimentação dos itens dentro do seu depósito. No caso de um funcionário se deslocar até o depósito para buscar algum insumo necessário, não há registro da movimentação deste item e nem do colaborador responsável por realizar essa atividade. A realidade do controle de estoque descrita sobre essa empresa é a mesma para muitas pequenas e médias empresas brasileiras.

3.1 Descrição do problema

Conforme o volume de produtos vendidos nesta unidade aumenta, a necessidade de reposição dos itens de estoque cresce e problemas relacionados a erros na contagem e auditoria do estoque tem se tornado cada vez mais frequentes. De acordo com Viana (2006), estoques representam componentes extremamente significativos, seja sob aspectos econômico-financeiros ou operacionais críticos. O autor destaca ainda a importância de uma gestão efetiva de estoques ao descrever que os materiais concorrem, quase sempre, com mais de 50% do custo do produto vendido, o que faz com que os recursos financeiros alocados a estoques devam ser empregados sob a forma mais racional possível. Torna-se, portanto, cada vez mais necessária a adoção da estratégia da excelência operacional para tornar mais eficientes e eficazes os processos de gestão de estoque dentro da organização.

De acordo Hayes e Upton (1998), a estratégia da excelência operacional é adotada por

empresas que atuam em mercados nos quais a relação de qualidade versus preço está sob constante avaliação por parte do consumidor, além de influenciar diretamente na rentabilidade do negócio. Nesses casos, para uma maior probabilidade de se destacar atuando nesses mercados, geralmente adota-se uma vantagem competitiva baseada nas operações. A eficácia nas operações de rotina da empresa não serve apenas para reforçar uma capacidade competitiva, quando incorporada em recursos humanos e nos processos operacionais da empresa, são inerentemente difíceis de serem copiadas por concorrentes. Ao otimizar os processos de gestão de estoques, é possível então, diminuir seu custo e aumentar a rentabilidade do negócio.

Para Richards (2011), o papel do profissional responsável pela gestão do estoque é o de maximizar a eficiência de uso dos recursos operacionais enquanto satisfaz aos requisitos do cliente. O autor também cita seis princípios básicos da gestão de estoques: precisão, controle de custos, limpeza, eficiência, proteção e segurança.

O presente trabalho terá como foco uma solução para gestão de estoque utilizando *IoT*, que seja acessível do ponto de vista da aquisição dos equipamentos e de implantação e configuração destes itens no depósito da unidade estudada.

3.2 Descrição do cenário ideal

As organizações estão em constante busca da garantia da sustentabilidade por meio do equilíbrio entre oferta e demanda. Para atingir eficiência e encontrar este equilíbrio, as empresas necessitam disponibilizar o produto de acordo com as necessidades do cliente, na hora certa e na quantidade correta, com os menores custos possíveis (Ballou, 2006), (Fleury, 2000) e (Novaes, 2007)

No caso da unidade estudada, que enfrenta a realidade de grande parte das empresas brasileiras, o maior desafio é manter o nível de estoque adequado para atendimento à demanda, sem que haja demasia de produtos armazenados que venham a gerar custos incrementais ou imobilizar o capital de giro, mas que também não venha a faltar, o que causaria a perda de vendas, prejudicaria a reputação do negócio gerando invariavelmente um impacto negativo nos resultados operacionais.

Como também não há uma previsão adequada para demanda dos produtos a serem comercializados, um outro desafio seria descobrir qual o nível de estoque adequado sem que fosse gerado o "efeito chicote", descrito por Coelho *et al* (2008), como o resultado da discrepância entre a demanda real e a prevista unida à intenção das empresas alinharem sua oferta a essa demanda, sem deixar de atendê-la. Dessa forma, as empresas, por não possuírem a informação correta de seus clientes, buscam se proteger e garantir o nível de atendimento por meio do aumento do nível de estoques para uma possível variação nessa demanda. Como principal consequência desse efeito, temos a imobilização de capital e o aumento de custos de manutenção do estoque.

A continua utilização do *software ERP* para esta unidade, possibilitou o acúmulo de dados ao longo do tempo, sobre as características dos produtos vendidos, o número total de vendas e o desempenho geral da empresa. Esse acúmulo de uma grande massa de dados combinada com a necessidade de ferramentas para analisar e extrair informações gera uma situação descrita como riqueza em dados, porém, de pobreza em informação. Impulsionadas por este cenário, técnicas contemporâneas também vêm sendo exploradas com o objetivo de transformar a maneira como as decisões são tomadas no contexto de negócio, como as de

predição. Predição envolve usar algumas variáveis ou campos presentes no conjunto de dados para prever valores desconhecidos ou futuros de outras variáveis de interesse. No caso da empresa estudada, seria de extrema importância utilizar os dados históricos armazenados na base de dados do *ERP* referentes às vendas de produtos prevendo as vendas futuras utilizando como base o padrão de consumo para então mensurar os insumos necessários para atender a demanda, buscando atingir o nível de estoque ideal, visando a eficiência operacional e financeira.

De posse dessas informações, a segunda etapa seria a implantação de um sistema de reposição automática dos produtos, de acordo com a necessidade. A reposição automática traz simultaneamente uma melhoria na oferta de produtos ao consumidor, bem como uma queda no desperdício de capital decorrente dos excessos de produtos mantidos desnecessariamente em estoque.

Autores como Daugherty *et al* (1999) e Angulo *et al* (2004) observam que o principal objetivo da reposição automática seria aumentar o nível de confiabilidade do estoque e sua eficiência, pois a reposição manual realizada por seres humanos, geram discrepâncias nas informações, comprometendo assim a integridade do estoque, o que pode causar prejuízos financeiros à organização. A terceira etapa seria a implementação de um controle de acesso ao depósito da empresa com o objetivo de observar e registrar a movimentação de insumos do estoque.

3.3 Descrição da solução técnica adotada

Para o controle de acesso, foi proposta a utilização de etiquetas *RFID*, que incluem um *microchip* que possui a responsabilidade de armazenar de maneira estática um número que o identifica. Quando um objeto que está identificado por uma destas etiquetas é exposto a uma antena acoplada ao um sistema de irradiação de sinal, este código identificador pode ser lido por um Sistema de Informação acoplado ao sistema de leitura.

Estas etiquetas são agrupadas em 3 categorias: Ativa, Passiva e Semi Passiva. As etiquetas passivas não fazem uso de baterias, sendo ativadas pelo sinal emitido pela antena de leitura. As etiquetas ativas possuem uma bateria incorporada em seus circuitos eletrônicos que permite que a etiqueta emita seu identificador em modo *broadcast*. Por sua vez, as etiquetas semi passivas têm incorporadas em seus circuitos eletrônicos uma pequena bateria que permite que a etiqueta emita seus sinais somente quando estão na presença de um leitor.

Já o *firmware* pode ser definido como um *software* que está incorporado em sistemas embarcados por meio de uma memória não volátil, e na grande maioria dos casos armazena componentes como sistemas operacionais ou o seu núcleo, drivers para dispositivos e códigos de aplicações. A interface *hardware/firmware* se dá por meio de eventos de interrupção de escrita e leitura que acessam registradores endereçados no *hardware*.

Doravante será apresentada a abordagem de *hardware* adotada, que por sua vez se apoia na arquitetura descrita em sequência. Para controlar a retirada de itens, idealizou-se um controle baseado em controlar o acesso de pessoas ao estoque por meio de uma *tag RFID* associado a um conjunto de sensores que identifica a retirada de um determinado item do estoque, registrando informações sobre a movimentação deste item, por exemplo, o nome do responsável bem como a data e hora da movimentação. A solução é ilustrada na Figura 1.

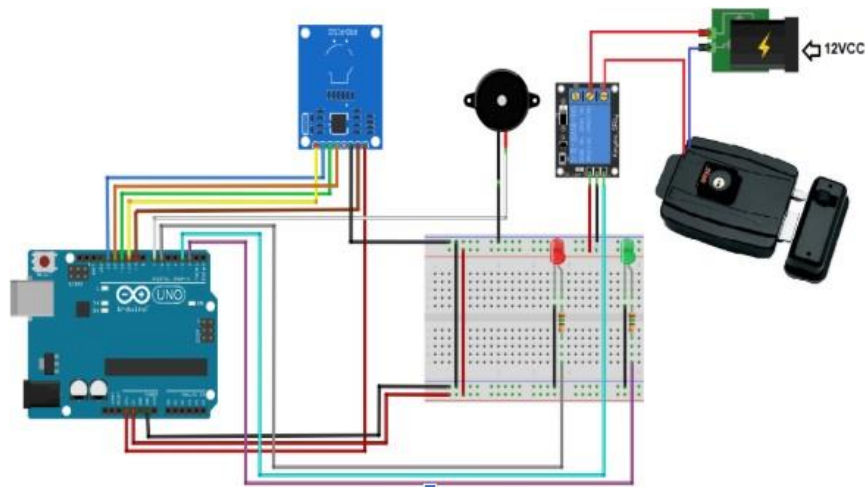


Fig. 1. Controle de acesso por *RFID* utilizando Arduino
Fonte: Baú da eletrônica.

O depósito da unidade possui apenas uma entrada, localizada no terceiro piso do shopping em um espaço compartilhado com o estacionamento. Por meio da utilização de etiquetas de 125 KHz é possível associar cada colaborador com permissão de retirada de produtos do estoque. A proposta tecnológica é composta por um módulo RFID RC522, módulo relé de 5 Volts/10A, um *buzzer* de 5 Volts, um led difuso de 5mm na cor vermelha e outro na cor verde a fim de fornecer uma sinalização visual sobre a validade da autenticação no sistema e dois resistores de 150 Ohm de um quarto de watt para polarização dos diodos *leds*. O artefato controla a trava elétrica que aciona a abertura da porta do depósito. Deste modo, somente o colaborador com permissão de acesso poderá realizar a abertura e, conseqüentemente, a retirada de itens.

O conjunto de *hardware* necessário para a implementação desta proposta consiste na utilização de um módulo HX711, que trata-se de um conversor ADC que atua também como multiplexador para os sinais enviados pelos sensores de carga (*strain gauges*). Estes sensores são responsáveis por identificar quantos itens estão dispostos nas gôndolas por meio do seu peso. Os sensores enviam estes sinais através do módulo HX711 que os retransmite para um microcontrolador, que neste cenário é uma plataforma de prototipagem Arduino Uno, ilustrado na Figura 2.

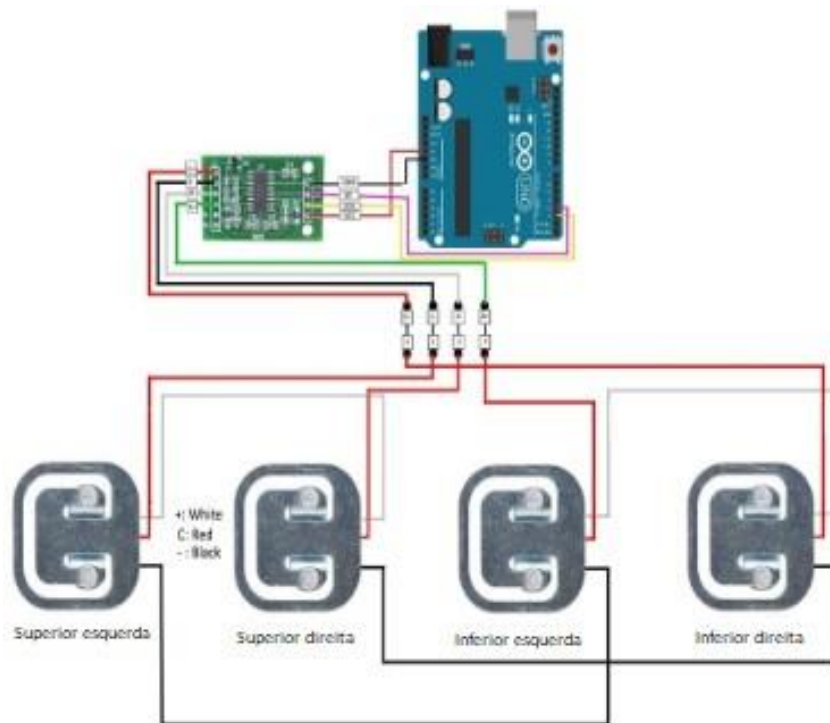


Fig. 2. Sensores de peso para as gondolas
Fonte: Os Autores.

Segundo Gaglio e Martorella (2014), o Arduino é uma plataforma *open source* de propósito geral, com uma ampla aplicação que envolva sensores, atuadores e comunicação entre os dispositivos. Geralmente a placa Arduino inclui um microcontrolador Atmel de 16 Mhz e 32 Kilobytes de memória *Flash*. Portanto, quando um item for removido da gondola, imediatamente o valor referente ao seu peso será percebido pelos sensores. A Figura 2, ilustra como está organizada essa porção da solução.

De acordo com Cossini e Rezende (2016), sensores são definidos como dispositivos eletro eletrônico que apresentam a capacidade de transformar em sinais elétricos a transformação de uma grandeza física que está relacionada a suas propriedades materiais. Este dispositivo é sensível à alguma fonte de energia podendo ser: luminosa, térmica, cinética estando esta relacionada com alguma informação sobre uma grandeza física que precisa ser medida, tal qual: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição entre outras. Em suma sensores são dispositivos que interagem com o ambiente onde estão inseridos e fornecem uma forma física para aquisição de seus dados.

O Arduino realiza o processamento das informações enviadas pelos sensores e se torna responsável por encaminhar estes por meio de uma pilha TCP/IP. Este *hardware* é responsável por controlar a aquisição de dados, podendo atuar na previsão de falhas dos sensores a ele acoplado. Através da camada de *Gateway API (Gateway Application Programming Interface)* é possível inserir dados em quaisquer serviços que estejam integrados à plataforma, como por exemplo, o sistema *ERP* responsável por oferecer as funcionalidades voltadas a gestão de estoque. Um exemplo prático seria um colaborador receber mercadorias e colocar essas

mercadorias nas gôndolas ou estantes, e os sensores perceberem esta alteração, informando ao sistema da entrada desses produtos. Um processo similar poderia ser realizado no caso da retirada de itens do depósito.

O Arduino também é responsável por realizar o processamento das informações enviadas pelos sensores e se torna responsável por encaminhá-lo por meio de uma pilha TCP/IP. Este *hardware* é responsável por controlar a aquisição de dados, podendo atuar na previsão de falhas dos sensores a ele acoplado. Através da camada de *Gateway API* pode inserir dados em quaisquer serviços que estejam integrados à plataforma, como ilustrado na Figura 3.

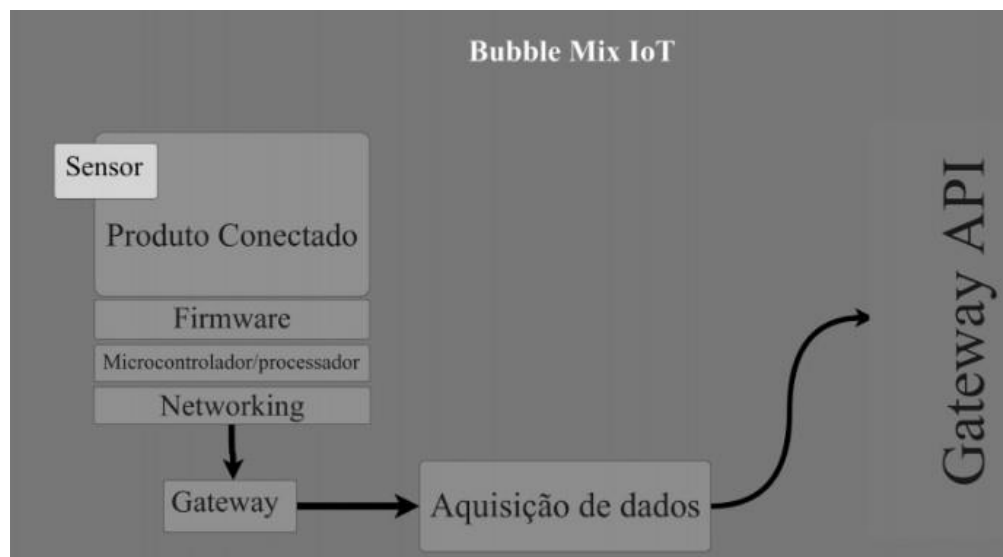


Fig. 3. Arquitetura da solução
Fonte: Os Autores.

Frente às demandas supracitadas e em consonância com as expectativas do franqueado, que projetou a utilização do sistema em outras lojas da franquia, foi projetada uma solução tecnológica que atendessem não somente às demandas atuais, como também preparasse o projeto para aplicações futuras. Para tal, foi adotada uma arquitetura flexível e padrões difundidos no cenário global da *IoT*, conforme pode-se observar na Figura 4.

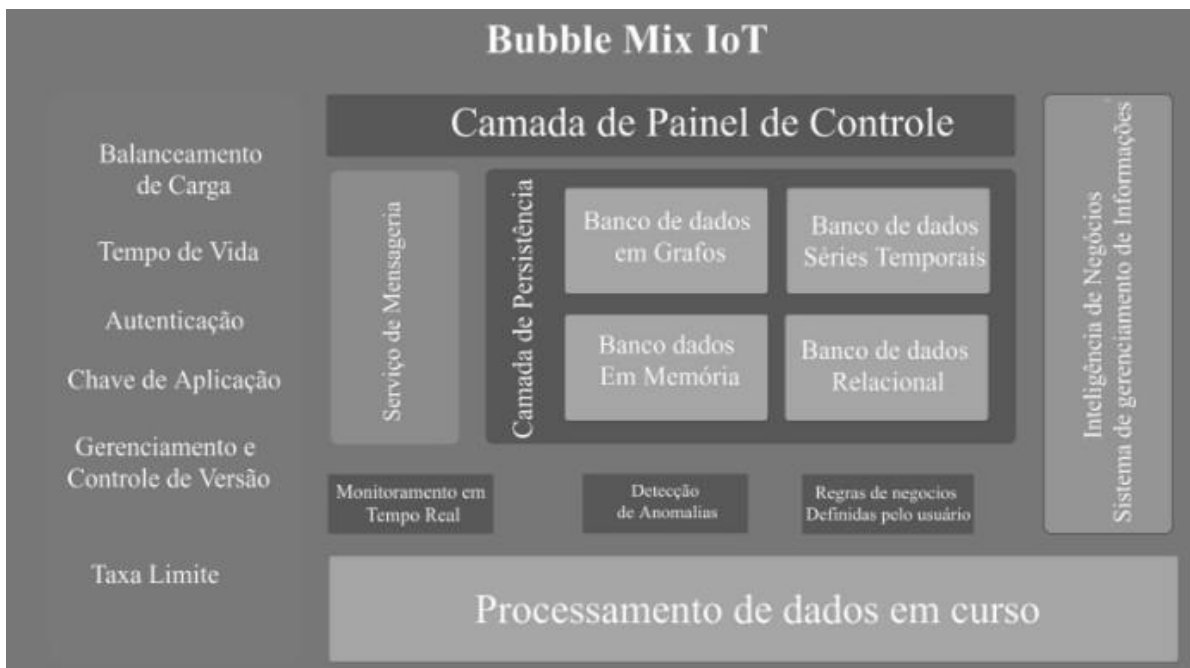


Fig. 4. Interface da solução
Fonte: Os Autores.

A solução proposta possui uma interface voltada à integração de diversos sistemas por meio de um *Gateway API*. Essa camada será responsável por filtrar o tráfego das chamadas nos mais diferentes meios, seja por meio de plataformas *mobile*, *web*, sistemas *cloud*, *CRM*, *ERP* entre outras. O *Gateway* atua como a porta de entrada para as APIs que se deseja tornar disponíveis, de modo que possa limitar o *Rate Limit* (Taxa Limite) de tráfego de dados. O *Gateway API* atua também como agente de segurança para as APIs, por meio da autenticação e da geração de log de acesso pode-se restringir o acesso dos usuários e aplicações.

Os resultados do processamento de dados em tempo real podem afetar a operação de diversos subsistemas e essas informações críticas não devem ser negligenciadas. Com a finalidade de atender estes requisitos a solução conta com uma camada de mensageria, que realiza todos os envios de chamadas aos subsistemas, de modo que se alguma funcionalidade perca sua disponibilidade seja possível garantir a entrega das mensagens no imediato momento do seu retorno (Incki & Aktas, 2016).

A plataforma apresenta uma camada de subsistemas voltados à persistências de dados. A infraestrutura pensada para esta camada objetiva fornecer não somente uma estratégia de tolerância a falhas como também uma abordagem para escalabilidade horizontal. A adoção de tecnologias de criação de containers leves como Docker e o seu orquestrador Swarm garantem o gerenciamento e a orquestração de Clusters Docker (Mallick, 2001), de modo que este arcabouço possa orquestrar o conjunto de instâncias de cada paradigma de banco de dados. Segundo Mallick (2001), um Cluster Docker é um conjunto de instâncias de containers leves que servem a infraestrutura de uma aplicação, podendo garantir até mesmo a redundância de alguns serviços de modo a garantir a disponibilidade, tolerância e resiliência a falhas. Para o

atendimento do cenário descrito no presente trabalho, optou-se por utilizar-se de um banco de séries temporais, de modo que este visa garantir a temporalidade dos dados adquiridos pelos sensores postos no ambiente de armazenamento dos insumos utilizados na produção das bebidas (Serpanos & Wolf, 2018). A camada de persistência de dados conta ainda com um banco de dados em memória que visa disponibilizar dados previamente processados que possam ser requisitados com maior frequência.

A camada de painel de controle possui a finalidade de apresentar as informações ao usuário de modo que este possa realizar a análise dos dados captados pelos sensores responsáveis por aferir o peso das prateleiras, refletindo deste modo a situação do estoque, já a camada de inteligência de negócios objetiva viabilizar ao usuário apoiar-se em modelos preditivos e demais estratégias de aprendizado de máquina para a tomada de decisão, agregando vantagem competitivas ao negócio.

4. Desafios do projeto

Foram muitos os desafios verificados na elaboração do projeto de automação do controle de estoque ora proposto, tal que elencamos os mais relevantes:

- (1) Identificação de profissionais com competências para o desenvolvimento do projeto;
- (2) A escolha dos equipamentos a serem utilizados;
- (3) As adequações físicas necessárias nas dependências do estoque;
- (4) A interoperabilidade dos dispositivos;
- (5) A disponibilidade de sinal de internet;
- (6) O custo geral do projeto.

Apresenta-se agora a argumentação que embasou a escolha de cada um destes desafios. O primeiro, que diz respeito à identificação de profissionais capacitados para o desenvolvimento do projeto, e alinha-se ao que já foi mencionado, visto que devido à baixa demanda por este tipo de projeto, existem pouquíssimos profissionais capacitados para sua elaboração. Para o estudo de caso, por se tratar de um projeto de pequeno porte, o mesmo pode ser esboçado pelos autores, após a realização de pesquisas técnicas.

Já a escolha dos dispositivos a serem utilizados foi caracterizada como desafio devido à escassez de informações e de dispositivos disponíveis à venda no Brasil. A solução encontrada foi a utilização de dispositivos importados, com impostos subsidiados quando aplicados para fins de pesquisa. As adequações físicas restringiram-se à instalação de pontos de energia para os sensores e balanças. Para fins de economia e diminuição de impactos gerados na edificação, para a expansão da rede de tomadas foram projetados eletrodutos de PVC (policloreto de vinil) de sobrepor, instalados com abraçadeiras do mesmo material. As tomadas projetadas também foram de sobrepor, do mesmo material, de padrão 3 pinos. Como as cargas dos equipamentos projetados são ínfimas, não foram necessárias adequações no quadro de distribuição e disjuntores. Essas intervenções, a princípio de simples complexidade, demonstram que em projetos maiores podem ser responsáveis por grande parte dos custos de implantação, caracterizando-se como possível desafio, o que corrobora com o entendimento de Drath e Horch (2014), que afirmam que os projetos devem buscar ao máximo adequar-se às instalações existentes, de forma a reduzir os custos de implantação.

A comunicação entre os diferentes dispositivos também foi definida como obstáculo ao desenvolvimento do projeto, pois os dispositivos selecionados contam com protocolos de comunicação diferentes, e com isso, a interoperabilidade ficou comprometida, demandando intervenções técnicas. Soma-se a este desafio a indisponibilidade de sinal de internet no local, que podia ser atendido apenas por um modem 4G.

Por fim, mencionamos que o custo geral do projeto também foi uma dificuldade verificada, visto que não existiam recursos alocados para tal implantação, e tampouco foram previstos recursos para isso no planejamento de abertura do negócio. Acredita-se que grande parte dos empresários no Brasil também não alocam recursos para projetos dessa natureza, e tampouco tem percepção para precificar os possíveis benefícios futuros gerados pela implementação, fator crucial para o desenvolvimento ou o engavetamento de projetos dessa natureza.

5. Conclusões

O desenvolvimento do projeto de controle automatizado de estoques evidenciou uma série de desafios, sendo consideradas mais relevantes as questões relacionadas à identificação de profissionais capacitados para a elaboração do projeto, a falta de informações e disponibilidade de dispositivos *IoT*, os protocolos de comunicação, as possíveis adequações na estrutura física do local e o custo total de implantação do projeto.

No caso da unidade da franquia avaliada por este estudo, verificou-se a possibilidade de implantação da solução de forma que sua funcionalidade contribuísse à problemática do registro de entrada e saída de itens no estoque, realizada atualmente por colaboradores da unidade e que sofre com a qualidade das informações por conta das consecutivas falhas humanas envolvidas neste processo. No entanto, a localização do depósito depende de adequações de infraestrutura para suportar pré-requisitos de conectividade, como acesso à internet. Esta barreira foge do domínio dos proprietários da unidade, pois é dependente da prestação de serviços oriundos da administração do local onde se encontra o depósito da unidade. Uma possível alternativa para esta questão poderia ser a utilização de um equipamento provedor de internet por meio da rede de dispositivos móveis, por exemplo, um modem com a tecnologia 4G.

Por conta da arquitetura da solução apresentada, é importante salientar que os vários depósitos das lojas da rede são espaços únicos e exclusivos de cada unidade e, portanto, possuem layouts diferentes, o que implicará na configuração e implantação de um conjunto de equipamentos específicos para cada local, considerando o volume de vendas, o nível de estoque ideal e a quantidade de colaboradores que terão acesso a este local.

Para garantir a viabilidade da solução e sua implantação, o presente estudo preocupou-se com a utilização de tecnologias open source e com custo mais baixo, se comparado com soluções disponíveis no mercado. Apesar dessas características, é preciso destacar que o Brasil ainda oferece poucos incentivos em termos de acesso e adoção das tecnologias utilizadas neste estudo e também produz pouco conhecimento a respeito de tecnologias já consolidadas no mercado internacional, como é o caso da aplicação de *IoT* na indústria e na prestação de serviços. Entendemos que há um grande potencial na exploração e utilização de soluções similares no mercado brasileiro, que sofre com inúmeros desafios para prosperar e alcançar um nível de competitividade internacional.

Como sugestão para trabalhos futuros, podem ser explorados a proposta de arquitetura e

especificação de um sistema de informação que ofereça interfaces visuais para configuração dos dispositivos físicos de controle de acesso e gestão do estoque, que integre as bases de dados dos sistemas de informação utilizados nas unidades e que possibilite uma análise e exploração dos dados para que seja possível extrair mais benefícios aplicando técnicas de análise de dados.

6. Referências

- Angulo, A., Nachtmann, H., & Waller, M. (2004). Supply Chain Information Sharing in a Vendor Managed Inventory Partnership. *Journal of Business Logistics*, 25, 101–120. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2004.tb00171.x>
- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial*. (Bookman, Ed.). Porto Alegre.
- Bhayani, M., Patel, M., & Bhatt, C. (2016). Internet of Things (IoT): In a Way of Smart World (Vol. 438, pp. 343–350). https://doi.org/10.1007/978-981-10-0767-5_37
- Buyya, R., & Dastjerdi, A. V. (2016). *Internet of Things: Principles and Paradigms*.
- Chen, S., Xu, H., Liu, D., Hu, B., & Wang, H. (2014). A vision of IoT: Applications, challenges, and opportunities with China Perspective. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(4), 349–359. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2337336>
- Coelho, L. C., Follmann, N., & Rodrigues, C. M. T. (2008). O Efeito Chicote na Cadeia de Abastecimentos. *Revista Mundo Logística*, 05.
- Cossini, F., & Rezende, M. (2016). *Building an Ontology for the Internet of Things (IoT) Standards*. <https://doi.org/10.5748/9788599693124-13CONTECSI/PS-4114>
- Daugherty, P., MYERS, M., & AUTRY, C. (1999). Automatic Replenishment Programs: An Empirical Examination. *Journal of Business Logistics*.
- Drath, R., & Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or hype? [Industry Forum]. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8(2), 56–58. <https://doi.org/10.1109/MIE.2014.2312079>
- FIRJAN. (2016). *Indústria 4.0: Panorama da Inovação 2016*. Rio de Janeiro. Retrieved from <https://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8A555B47FF01557D8802C639A4>
- Fleury, P. F. (2000). *Logística empresarial: A perspectiva brasileira*. (Atlas, Ed.). São Paulo.
- Fowdur, T., Beeharry, Y., Hurbungs, V., Bassoo, V., & Ramnarain-Seetohul, V. (2017). Big Data Analytics with Machine Learning Tools (pp. 49–97). https://doi.org/10.1007/978-3-319-60435-0_3
- Gaglio, S., & Martorella, G. (2014). *An AMI System for User Daily Routine Recognition and*

Prediction. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03992-3_3

Hayes, R. H., & Upton, D. M. (1998). Operations-Based Strategy. *California Management Review*, 40(4), 8–25. <https://doi.org/10.2307/41165962>

Incki, K., & Aktas, M. (2016). *Improving Awareness in Ambient-Assisted Living Systems: Consolidated Data Stream Processing*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51234-1_14

Mallick, R. B. (2001). Development of a field and laboratory based coursework in asphalt technology. In *2001 ASEE Annual Conference and Exposition: Peppers, Papers, Pueblos and Professors* (pp. 3687–3694). Worcester Polytechnic Institute, United States. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-8744308813&partnerID=40&md5=e363c29e87dbd26287af7a44c1fe0dfb>

Novaes, A. G. (2007). *Logística E Gerenciamento Da Cadeia De Distribuição: Estratégia, Operação E Avaliação*. (Campus, Ed.) (3^a). Rio de Janeiro.

Richards, G. (2011). *Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimising costs in the modern warehouse*.

Serpanos, D., & Wolf, M. (2018). *Internet-of-Things (IoT) Systems* (1st ed.). Springer International Publishing AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69715-4>

Sinha, S., & Park, Y. (2017). *Building an Effective IoT Ecosystem for Your Business*. *Building an Effective IoT Ecosystem for Your Business*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57391-5>

Viana, J. J. (2006). *Administração de materiais: Um enfoque prático*. (Atlas, Ed.) (1st ed.). São Paulo.

Yang, J. (2012). *Design and Implementation of Intelligent Logistics Warehouse Management System Based on Internet of Things*. <https://doi.org/10.1061/9780784412602.0051>