

# **ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS DA GESTÃO DE ESTOQUE POR MEIO DE SENSORES RFID EM UM CONTEXTO DE INDÚSTRIA 4.0<sup>1</sup>**

Camila Faria Barsotti – camila\_barsotti24@hotmail.com

Eduardo Jamil Rahal – eduardo.rahal@outlook.com

Marcela Carvalho da Silva – macarvalho343@gmail.com

André Luis Helleno (Orientador) – andre.helleno@mackenzie.br

## **RESUMO**

Dentre as ferramentas que são utilizadas dentro do contexto da Indústria 4.0, destacam-se os sensores RFID, que são sensores de identificação por radiofrequência com potencial para identificar e localizar os produtos dentro dos estoques, controlando as informações de rotatividade dos mesmos e possibilitando uma gestão de estoque mais eficiente, tanto do ponto de vista operacional, como em termos de redução de custos na organização. Em função disso, este trabalho tem como principal objetivo analisar os benefícios da utilização dos sensores RFID na gestão de estoques dentro do contexto da Indústria 4.0. Para isso, será realizado um estudo de caso em um supermercado de pequeno porte. Após a caracterização da gestão de estoque de uma família de produtos, foi realizada uma proposta de implementação de um sistema RFID e avaliado seus benefícios. Ressaltam-se, entre eles, a possibilidade de se antever pedidos antes que os produtos acabem, melhorias na segurança contra furtos, e o cadastro de entrada de produtos e saída dos produtos vendidos.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Gestão de Estoques; Sensor de identificação por radiofrequência; Desperdícios; Supermercado.

## **ANALYSIS OF THE BENEFITS OF STOCK MANAGEMENT THROUGH RFID SENSORS IN AN INDUSTRY 4.0 CONTEXT**

### **ABSTRACT**

Among the tools that are used within the context of Industry 4.0, RFID sensors stand out, which are radio frequency identification sensors with the potential to identify and locate products within stocks, controlling their turnover information and enabling a management of more efficient inventory both from an operational point of view and in terms of cost reduction in the organization. As a result, this

---

<sup>1</sup> Artigo do Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Civil, EE, UPM, São Paulo, 2020.

work has as main objective to analyze the benefits of using RFID sensors in inventory management within an Industry 4.0 context. It was performed a case study in a small-sized supermarket. After the characterization of stock management of a family of products, it was made a proposal of a RFID system implementation, and its benefits were assessed, among which stand out the possibility of anticipating orders before the products run out, improvements in security against thefts, and registration of product entry and departure of sold products.

Keywords: Industry 4.0; Inventory Management; RFID, Supermarket.

## 1 INTRODUÇÃO

O termo Indústria 4.0 é um conceito que abrange a cadeia de valor de uma organização, por meio de sistemas com tecnologias, conectados o tempo todo à internet, processo que permite atender de forma customizada a massa (OLIVEIRA, 2017).

Para que os impactos e transformações da Indústria 4.0 possam acontecer com excelência, faz-se necessária a utilização de sistemas de informações integrados com dispositivos interconectados, pois as informações fluem em tempo real e os sistemas e equipamentos captam naquele exato momento a informação e têm recursos para dar uma resposta, com a capacidade de operar, tomar decisões e até mesmo de corrigir eventuais erros de forma “autônoma”. Para Klaus Schwab (2016, p. 1), “Estamos no início de uma revolução que está mudando fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos um com o outro”, ou seja, reforçando a mudança estrutural que acompanha a Indústria 4.0.

O potencial da Indústria 4.0 e de suas tecnologias para melhorar as organizações que as implementam é cada vez mais notório, influenciando diversos processos, desde sua projeção, produção até a entrega ao cliente final. Ela faz com que os processos produtivos permaneçam conectados o tempo todo, por meio de informações integradas para auxiliar a decisão de ressuprimento (OLIVEIRA, 2017).

Para suportar tal revolução tecnológica e suas ferramentas, é vital que se tomem medidas de capacitação de operadores, pois apesar de as máquinas funcionarem praticamente sozinhas nesse novo cenário, haverá mudança relevante na forma de como eles precisarão ser treinados para monitorar os processos, e até mesmo para desempenhar novas funções que a Indústria 4.0 pode requisitar das organizações.

As tecnologias que são associadas e dão suporte para a Indústria 4.0, como afirma Oliveira (2017) são:

- a) RFID (*Radio Frequency Identification* – Identificação por Radiofrequência), surgida em 1940. O autor a caracteriza como um equipamento que envia por radiofrequência uma

identificação única. Atualmente é utilizado em crachás, produtos em supermercados, substituindo o código de barras.

- b) RSSF (Redes de Sensores sem Fio, ou *Wireless Sensor Network* [WST]). São redes compostas de nós microprocessados, com capacidade de comunicação sem fio.
- c) Internet, usando protocolos da família TCP/IP, e redes WiFi, com a mobilidade que dispensa fios para interligação de dispositivos próximos.
- d) Redes de telefonia celular 2G/3G/4G, as quais, segundo Oliveira (2017), são fundamentais para a comunicação de dados em diversos equipamentos móveis, ou aqueles em que o acesso a fios de comunicação era inviável. Sua fácil e ampla acessibilidade reduziu seu custo e o tempo de integração.

É conhecida a relevância da gestão de estoques na humanidade desde os egípcios antigos, que controlavam seus estoques de alimentos. Entretanto, o tema evoluiu abruptamente, até que em meados de 1960 é criado o código de barras para identificar os produtos dentro de suas organizações. É importante introduzir como surgiu pela primeira vez a gestão de estoques para entender sua evolução pois desde então, diversos sistemas abordam o tema sob diferentes aspectos, compreendendo sua relevância para a redução de custos.

Neste sentido, a otimização de estoque pode ser uma ferramenta para agregar valor nas organizações, eliminar desperdícios e criar vantagem competitiva frente aos concorrentes. Como consequência, gera-se um bom nível de satisfação do cliente final, benefício defendido pelo Sistema Toyota de Produção, por exemplo. O estoque é um dos processos logísticos com maior necessidade de investimento. Seu custo pode variar de 40% a 50% dos gastos em logística de uma empresa (PAURA, 2012).

A tecnologia de RFID é então considerada como uma sucessora desse código de barras, pois possibilita agilidade no rastreamento dos itens e redução de custos operacionais. Por isso, o domínio dessa é tão importante atualmente, em parte devido ao grande número de utilidades e aplicações que ela pode ter. Xavier (2009) conclui que a tecnologia de RFID mostrou-se a proposta mais adequada para automatizar os processos. Ela possui maior rastreabilidade comparado ao código de barras, além de não necessitar de contato visual com o produto marcado. A tecnologia de identificação por radiofrequência também é menos propensa a desgaste físico como acontece com o código de barras.

Dentre as inúmeras aplicações, destaca-se, neste artigo, a utilização da tecnologia de RFID para auxiliar e modernizar a gestão de estoques e faturamento no setor de supermercados. A ferramenta utiliza basicamente dois dispositivos: um transpônder (tag) e um leitor de dados. Pastana (2012) enfatiza que o leitor é o meio que ativa o transpônder para trocar ou enviar informações.

Em um contexto de digitalização e automação dos dias atuais, e também citando o cenário atual de pandemia COVID-19 como exemplo, fica claro que os clientes dos supermercados quando vão realizar suas compras priorizam redes que oferecem estruturas com menos filas, além de gôndolas organizadas e com disponibilidade de produtos, ou seja, uma experiência com maior agilidade e eficiência. Portanto, evitar rupturas e manter um estoque com o mínimo possível, respeitando a satisfação do cliente final, pode ter efeito competitivo muito forte.

Assim, dentro do contexto da Indústria 4.0 de novas tecnologias, buscou-se compreender mais a fundo a ferramenta de sensores RFID, e quais seriam seus principais benefícios e desvantagens de implantação dentro de um supermercado no interior de São Paulo.

Por fim, destaca-se que o objetivo deste trabalho é analisar quais os benefícios e eventuais impedimentos da implementação da tecnologia de RFID para a gestão de estoques em um supermercado no interior de São Paulo.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

O termo Indústria 4.0 pode ser complexo e difícil de se explicar de forma sucinta em apenas uma frase ou palavra. De acordo com o *website* da FIA Tecnologia (FIA, 2018), ela pode ser classificada como um grande salto tecnológico a fim de elevar o nível automação e manufatura à máxima potência, permitindo assim aos robôs desempenharem funções cada vez mais complexas.

A novidade da Indústria 4.0 está em utilizar robôs não somente nas linhas de produção soldando peças, mas também executando tarefas que pensávamos serem inalcançáveis ao nosso intelecto humano, assumindo assim uma expansão em suas áreas de aplicação que dependerá da utilização de ferramentas de inteligência artificial através da capacidade de processamento de linguagem natural. Um exemplo prático é o caso dos chamados “*chatbots*”, que utilizam *software* de redes neurais para elaborar perguntas e respostas interagindo assim com a ação humana.

O conceito Indústria 4.0 surgiu pela primeira vez em 2011, durante a feira Hannover Messe, sediada na Alemanha. Desde então, o interesse acadêmico, científico, empresarial e político sobre o tema tem se expandido rapidamente, muito em função do fato de que pela primeira vez uma revolução industrial está sendo observada antes de se tornar, concretamente, realidade (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015).

A partir deste ponto e começando a observar o enorme potencial transformacional, várias empresas passaram a desenvolver soluções alinhadas a este conceito de Indústria 4.0, apoiadas por governos, principalmente europeus (com destaque para o alemão) mas também por países como os Estados Unidos, Japão e a China, indicando que esta nova era industrial é encarada como estratégica pelas grandes potências industriais (SUGAYAMA; NEGRELLI, 2015).

Conforme Coelho (2016), a Indústria 4.0 está fortemente focada na melhoria contínua em termos de eficiência, segurança, produtividade das operações e especialmente no retorno do investimento. São várias as tecnologias e tendências facilitadoras disponíveis. Elencamos mais adiante com maior profundidade a ferramenta de RFID entre as principais como foco deste trabalho.

Contudo, a Indústria 4.0 no Brasil ainda se encontra em uma fase de transição da Indústria 2.0 para a Indústria 3.0. Isso é possível de se visualizar pois ainda se utilizam linhas de montagem, energia elétrica e aplicação da automação através de robótica, programação e eletrônica. Os grandes desafios do Brasil para implementação e evolução em sua indústria são: políticas estratégicas, incentivos, fomento por parte do governo, reunir empresários com visão e proatividade, além de dispor de desenvolvimento tecnológicos com formação de profissionais qualificados (FIRJAN, 2016).

A gestão de estoques é um artifício que deve ser dominado pelas organizações com muito cuidado, podendo ser um grande auxiliador e redutor de gastos operacionais, assim como gerador de ganhos em eficiência. Porém, se for feito de forma equivocada, pode causar prejuízos financeiros e de imagem para as organizações. Ou seja, é extremamente importante visualizar a questão dos estoques como um diferencial competitivo, e para isso, é preciso realizar uma gestão de recursos eficiente (FIGUEIREDO, 2011).

A capacidade de prever a quantidade de itens que serão vendidos, antes mesmo de o consumidor executar a compra, e ainda facilitar o processo e experiência de compra do usuário final, envolve uma série de fatores, conforme Dellot et al. (2017): a capacidade de produção, disponibilidade de mão de obra, controle do inventário, desenvolvimento de novos produtos e campanhas promocionais. Todos esses fatores em conjunto tornam a previsibilidade complexa e com baixa precisão. E ainda, existem uma série de técnicas de projeções futuras para tentar identificar a capacidade da demanda e controlar a oferta. Assim, uma dessas técnicas com a capacidade de auxiliar a gestão dos estoques, desempenho operacional e experiência do consumidor é a tecnologia de RFID.

Apesar de a RFID não se tratar de uma tecnologia nova e disruptiva, ela vem ganhando cada vez mais relevância no panorama empresarial de negócios para diversas aplicações. Uma das razões do interesse por essa tecnologia é sem dúvidas o valor estratégico da mesma, capaz de ser um importante agregador de valor na organização. Nesse contexto, as empresas vêm desenvolvendo iniciativas de pesquisas associadas a aplicações dessa tecnologia na área de gestão de estoques e assim, mapeando os benefícios decorrentes da sua utilização. Passo et al. (2013) afirmam que a tecnologia de RFID tende a substituir ao longo do tempo o código de barras em diversos setores, proporcionando maior rapidez e praticidade.

Essa tecnologia de RFID se baseia em ondas eletromagnéticas (de rádio frequência) como meio para a comunicação de dados de identificação de elementos, produtos, componentes, caixas, paletes, veículos, pessoas, máquinas ou até mesmo serviços (PASSOS et al, 2013).

A identificação dos objetos é gravada nas etiquetas RFID, que são anexadas em itens (caixas, paletes, veículos, pessoas, máquinas, ou até mesmo serviços, que se movimentam). Então, essas etiquetas carregam informações que podem ser lidas por sensores (antenas, leitores, por meio de rádio frequência), que estão distribuídos em diferentes estágios e em diversas posições na cadeia de suprimento. Eles se resumem em um fluxo de informação bidirecional que ocorre dos sistemas gerenciais para as etiquetas (fluxo de gravação), e dessas para os sistemas gerenciais (fluxo de leitura), possibilitando a integração entre as informações eletrônicas e os sistemas gerenciais. Assim, torna-se viável, rápido e eficaz a gestão do fluxo de informação dos objetos distribuídos ao longo de toda a cadeia de suprimentos (PASTANA, 2012).

Já existem varejistas que estão adotando o sistema de RFID em seus próprios fornecedores, como o Wal-Mart (RFID JOURNAL, 2003), a Target (RFID JOURNAL, 2004), a cadeia Albertsons (COLLINS, 2004b) e a Best Buy (ROBERTI, 2004a), que são apenas alguns exemplos de organizações que determinaram regras e critérios de fornecimento, visando sempre que o processo de entrega ocorra por meio da tecnologia RFID. Em 2005, o Wal-Mart havia instalado sistemas RFID em mais de cem lojas, trinta e cinco Sam's Clubs e três centros de distribuição, e solicitaram a seus fornecedores que utilizassem etiquetas RFID nos paletes e caixas dos produtos entregues (IDTECHEX, 2005).

No Brasil, tem-se exemplos de algumas empresas que estão desenvolvendo iniciativas de RFID, como a Unilever, que desenvolveu um projeto piloto para a divisão de produtos domésticos e pessoais considerando o uso do RFID como forma de monitorar o fluxo de produtos entre a planta de Indaiatuba e o centro de distribuição de Louveira (FERNANDES, 2004; TERZIAN, 2004a). Já o Pão de Açúcar e a Protect & Gamble iniciaram um projeto piloto para monitorar o fluxo de produtos entre os centros de distribuição em 2004 (LABAN NETO, 2004; TERZIAN, 2004b). Outro exemplo é na área das exportadoras de *commodities*, como é o caso da Klabin, que realizou um projeto piloto em que foi monitorado o fluxo produtivo das chapas de papelão em uma linha de produção (TERZIAN, 2004c). Assim, apesar de atrasado no contexto de Indústria 4.0, o Brasil já possui algumas empresas com iniciativas interessantes de incentivo para a utilização do RFID. Nesse sentido, buscamos aprofundar essa relação entre as aplicações, benefícios, motivação e dificuldades, a que está relacionada essa tecnologia, principalmente voltada à gestão de estoques.

A utilização do RFID para monitorar os estoques pode prover maior previsibilidade às empresas, trazendo inúmeros benefícios, como melhorar a precisão sobre os níveis de estoque, reabastecimento imediato nas prateleiras, redução do número das quantidades de itens em estoque e maior transparência na informação sobre demanda, além de melhorias na confiabilidade de entrega e disponibilidade de produtos.

A McKinsey (2003) cita como forma de aumentar o faturamento menores rupturas nas gôndolas e melhorias no planejamento de promoções; menores custos de distribuição na forma de reduzir os custos logísticos e das perdas; e menores custos de operação de loja, por meio da utilização de RFID. Jones et al. (2005) acreditam que adotar o RFID pode aumentar a concentração varejista, além de causar alto impacto nas operações de loja e na experiência de compra pelos consumidores finais.

O sistema RFID realiza o registro automático de todas as transações numa base de dados centralizada, reduzindo a necessidade de tratamento manual das mercadorias. O fluxo de informações sofre menos conflitos de informações, pois a base de dados mencionada é única. As movimentações de mercadorias nos centros de distribuição, sendo elas, operações de reabastecimento, retirada, ou devolução do produto, podem ser registradas com o auxílio da tecnologia RFID, de forma mais precisa (STEPHEN, 2004).

Stephen (2004) ressalta que cada produto encontrado dentro da gestão de estoque, identificado com uma etiqueta exclusiva, pode ser redirecionado a novas rotas e caminhos, concluindo inúmeros benefícios do RFID.

A troca de informações *wireless* entre uma loja atacadista de alimentos e seu centro de distribuição possibilita, além da recepção automática dos bens, a disposição de informações atualizadas da necessidade de demanda nos pontos de venda. Dessa maneira, a reposição de itens pode ter comando automático e preciso, de modo a não ter problemas em ter um determinado produto nos estoques. Nesse caso, as prateleiras precisam ser equipadas com leitores fixos e também por leitores de mão, comumente empregados no processo de contagem de inventário (STEPHEN, 2004).

Quental Junior (2006) listou benefícios que o RFID traz para o novo mundo, como não existir necessidade de visão para a leitura, visão de toda a cadeia de suprimentos, maior assertividade para melhorar os processos dentro da organização, aumento da produtividade e da lucratividade com a eliminação de projetos ineficientes e o rendimento, visto que o RFID elimina a falta de produtos nas prateleiras, devido ao aumento da eficiência do abastecimento.

Baião (2014) aponta que os supermercados representam um segmento que pode aproveitar o RFID, citando o exemplo da rede de supermercados Pão de Açúcar, que já está se adaptando a essa nova tecnologia. Chamada de “loja diferenciada”, a unidade é localizada no bairro dos Jardins, na cidade de São Paulo, e uma das suas principais características é o uso de carrinhos PSA (*Personal Shopper Assistant*), que oferecem recurso de navegação, ajudando o usuário a se localizar dentro da loja e a encontrar mais rapidamente os produtos que procura.

O sistema RFID realiza o registro automático de todas as transações numa base de dados centralizada, reduzindo a necessidade de tratamento manual das mercadorias. O fluxo de informações sofre menos conflitos de informações, pois a base de dados mencionada é única. As movimentações

de mercadorias nos centros de distribuição, sendo elas, operações de reabastecimento, retirada, ou devolução do produto, podem ser registradas com o auxílio da tecnologia RFID de forma mais precisa (STEPHEN, 2004).

Abordando a questão dos custos da etiqueta RFID, estes têm caído constantemente, reflexo da própria demanda. Não se orienta mais o uso das etiquetas somente para produtos de alto valor agregado, ou conjuntos (como paletes) de produtos; é perfeitamente viável o uso dessas etiquetas em alimentos não perecíveis, como estudado nesse artigo. Orienta-se, via de regra, que a etiqueta não ultrapasse 1% do preço final do item (CABTEC, 2011).

Como mencionado em Cabtec (2011), empresa especializada na tecnologia, os leitores RFID atualmente possuem valores oscilando na faixa de R\$1.000,00 e R\$2.000,00; o que normalmente não representa um valor excessivamente alto em um projeto. Ressalta-se também a durabilidade das etiquetas e dos leitores, uma vez que itens de qualidade inferior serão facilmente danificados em ambientes mais agressivos como os de algumas distribuidoras. O custo de troca e manutenção pode ser mais alto do que a diferença de valor para um equipamento de boa qualidade.

Moura (2006) explica que, em relação aos requerimentos computacionais, compreende-se que instalar equipamentos de informática mais robustos não é muito complicado em um armazém, mas pode ser um obstáculo ao longo da cadeia de suprimento, como por exemplo, se o projeto prevê o uso do RFID nos pontos de venda. Vale citar a possível redundância com sistemas de código de barras já existentes, uma vez que o sistema RFID pode não substituir por completo os sistemas que a empresa já utiliza, assim, os custos podem ser acumulativos, assim como a complexidade da operação.

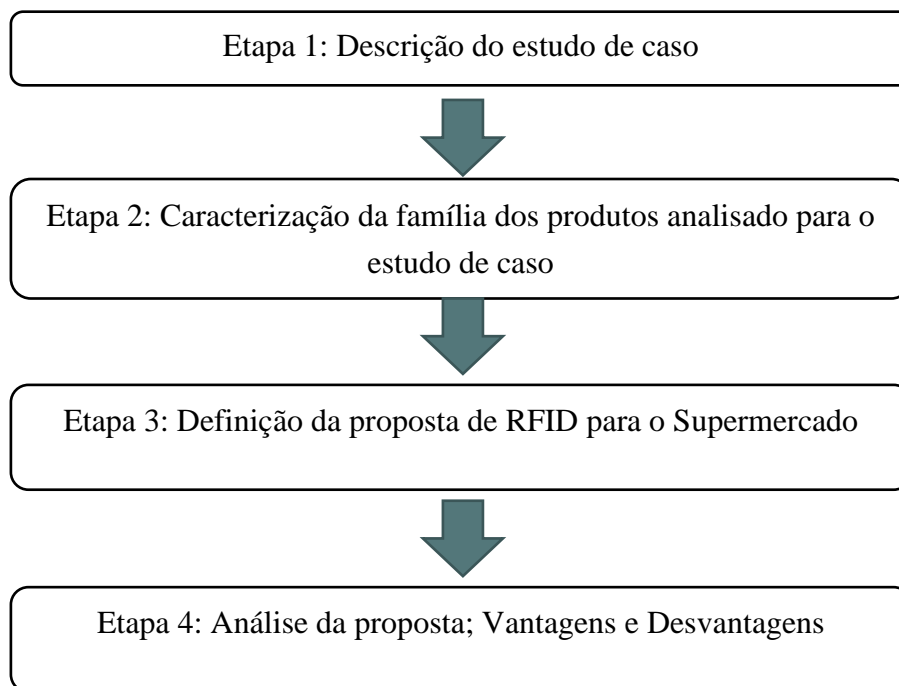
### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

O método de pesquisa aplicado para este trabalho é baseado no estudo de caso sobre a utilização da ferramenta de RFID (Radio Frequency Identification), aplicada a gestão de estoques de produtos de limpeza, em uma rede de supermercados localizada no interior de São Paulo.

Dessa forma, e já esclarecendo do que se trata o nosso estudo de caso, o fluxograma representa a divisão das etapas realizadas até a análise da proposta final:



Figura 1 – Fluxograma do Método de Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na primeira etapa, foi apresentada a descrição do objeto de estudo escolhido para contextualizar e introduzir os principais pontos, que é um supermercado localizado no interior de São Paulo. A organização conta com aproximadamente 200 colaboradores e uma área de venda de 1.800 m<sup>2</sup>, além de um centro de distribuição de 2.300 m<sup>2</sup>. Esse centro de distribuição abastece mais duas lojas de menor porte, podendo fornecer de duas até três vezes por semana. O horário de funcionamento útil do supermercado é de 14 horas por dia de segunda-feira a sábado, e 12 horas por dia aos domingos. Os dias e períodos em que são possíveis observar maior fluxo são sexta-feira, das 18:00 até às 20:00, e sábado e domingo, das 10:00 até às 12:00. Foi constatado que em uma sexta-feira qualquer, são feitas aproximadamente 1.326 compras, ou seja, pessoas que passaram pelo caixa com produtos para dar saída do estoque.

Eles possuem um setor de recebimento de mercadoria que é composto por 10 colaboradores, com uma carga horária de oito horas por dia, entrando às 08:00 da manhã, com duas horas de almoço, e saindo às 19:00 horas. Esse setor é o principal responsável pela gestão de estoque, pois é nele que se dá a entrada e a saída de mercadorias, e são eles quem organizam no centro de distribuição as mercadorias de entrada, podendo alocar nos lugares corretamente. A entrada de mercadoria acontece de segunda a sábado, das 08:00 horas até às 18:00 horas, e o processo acontece como apresentado no fluxograma. A saída do produto se dá por meio de caixas instalados na entrada da loja, que o cliente coloca um produto em seu carrinho e depois se direciona a essas caixas para dar a saída do produto por meio dos leitores de código de barras. Ambos os processos, tanto de entrada como saída,

envolvem a leitura de código de barras realizada pelos próprios colaboradores alimentando o *software*.

Figura 2 – Processo de Recebimento de Mercadoria

**Recebimento de Mercadoria:**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para ajudar no controle da gestão de estoque, são realizados inventários periodicamente, agendados a cada três meses. Com isso, são detectados erros, por se tratarem de processos internos que envolvem pessoas, como por exemplo a entrada de mercadoria, que é realizada por pessoas fazendo o controle e alimentando o sistema. A saída, que também envolve pessoas no processo, se trata da saída dos produtos de estoque que é realizada pelos operadores de caixa.

O estoque da loja, do depósito e do centro de distribuição no supermercado é o mesmo, ou seja, não há distinção feita entre o estoque de acordo com sua localização no processo, sendo composto por aproximadamente 37.585 itens. A prateleira do supermercado é abastecida por um colaborador, que não pertence ao setor de recebimento de mercadoria, mas tem livre acesso ao estoque para retirar produtos que a prateleira necessita. Com essas informações, foi relatada uma dificuldade para controlar o estoque. O estoque atualmente é dividido em departamentos, composto em sua totalidade por treze deles: ativos, bacalhau, bazar, cestas temáticas, consumo/insumo, geral, limpeza, mercearia geral, mercearia seca alto giro, ovos páscoa, perecíveis, perfumaria/higiene e utilidades. Com base nessas informações, foi escolhido um único departamento para o estudo de caso, o departamento de produtos de limpeza.

Na segunda etapa, foi realizada a definição das famílias que serão utilizadas para a análise do sistema da gestão de estoque do supermercado. Essa definição foi feita em conjunto com os colaboradores do supermercado, verificando o acesso das informações criteriosamente.

Foram coletadas informações sobre a atual gestão de estoque do supermercado, como a rotatividade, receita e os processos internos e em conversas informais questionando as operações do supermercado.

Na terceira etapa, foi apresentada uma proposta de instalação de sensores RFID (Radio Frequency Identification) para a gestão de estoque, ponto de referência uma empresa que fornece este tipo de tecnologia. Isso foi feito com base em informações de pesquisas pela rede mundial de computadores e informações sobre empresas fornecedoras de equipamentos para supermercado, e levando em consideração as características do supermercado do estudo de caso, e como ele funcionaria com a suposta aceitação.

A proposta é a instalação de sensores na entrada e saída do supermercado para poder realizar a leitura dos produtos que dão as entradas com as etiquetas de RFID. Ou seja, parte-se do pressuposto de que os produtos já vêm de seus fornecedores com as devidas etiquetas de RFID para dar a entrada no supermercado. Assim, é possível fazer a leitura dos produtos e reter todas as informações sobre ele de um modo mais prático e fácil, sendo que a saída do produto da loja se faz por meio de o cliente fazer um cadastro no sistema interno do supermercado. Os custos envolvidos no processo estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Tabela de custos

<b>Equipamento</b>	<b>Preço (U\$)</b>
Etiquetas	0,05 - 0,15
Leitores	500,00 - 2000,00
Antenas	200

Fonte: RFID Journal

De acordo com a fonte do RFID Journal, uma das referências no tema, o preço das tags pode variar entre U\$0,05 até U\$0,15, sendo este valor mutável de acordo com a quantidade comprada, ou seja, quanto maior o volume negociado, mais o preço tende a ser descontado. Considerando o cenário atual, com a cotação do dólar alcançando a casa dos R\$5,318, de acordo com o Banco Central Brasileiro em 05 de julho de 2020, as etiquetas (tags) podem ser adquiridas por um valor entre R\$0,2659 e R\$0,7977. Já os leitores podem variar entre R\$2659,0 e R\$10.636,00. Por fim, as antenas também vão variar cerca de R\$1063,60. Ou seja, há um grande impedimento no avanço da tecnologia de RFID com o câmbio muito desvalorizado e volátil.

Na Etapa 4, foram analisados, a partir da característica do supermercado e das famílias dos produtos definidos para realização do estudo de caso, os benefícios do sistema proposto. Foram identificadas oportunidades de melhorias no sistema de gestão de estoque atual, por meio da aplicação dos sensores de RFID (Radio Frequency Identification), com a seleção de fornecedores que já apresentam a tecnologia RFID (Radio Frequency Identification) em seus produtos e identificação das

tecnologias viáveis de implantação. Para conseguir a identificação de oportunidades, foram estudados os seguintes indicadores: o nível de estoque, giro de estoque, mão de obra, receita e inventário.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos resultados e discussões, foram abordados três tópicos conforme o método de pesquisa. Em primeiro lugar, é exposta a justificativa da escolha do departamento e família para o estudo, seguida da proposta para implantação de uma tecnologia de sensores RFID (Radio Frequency Identification) para a gestão de estoque no supermercado. Por fim, foi feita a apresentação dos benefícios e vantagens obtidas com a implantação da tecnologia de RFID (Radio Frequency Identification) em sua gestão de estoque nos produtos de limpeza.

### 4.1 DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FAMÍLIA DOS PRODUTOS

De acordo com os dados fornecidos por meio de entrevistas junto ao coordenador de processos e linha de frente do setor de recebimento de mercadoria (setores responsáveis pela coordenação e pelos processos relacionados a gestão de estoques do supermercado em estudo), foi constatado que a atual gestão de estoques segue uma árvore mercadológica, além de contar com um *software* que é alimentado pelos próprios colaboradores.

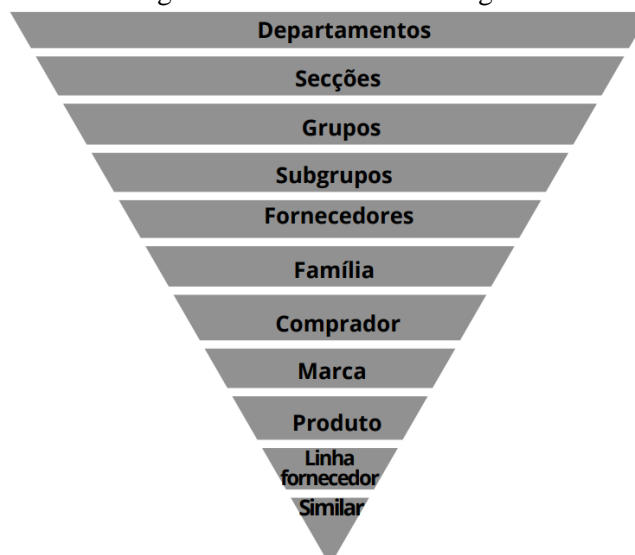
O supermercado relatou ainda que existe uma pessoa, um setor, que é responsável pela função de organização do sistema, ou seja, organizar sua árvore mercadológica, pois é por meio dela que eles realizam diversas funções de análise e puxam diversos relatórios para melhor coordenação de processos de inventário da loja.

Com as devidas informações fornecidas pelo *software* utilizado, chegou-se à conclusão de que o estoque relacionado aos produtos de limpeza apresentava uma maior divergência entre o real e o sistêmico, pois as compras dessa família de produtos têm uma periodicidade mensal, demandando maior espaçamento de tempo entre os pedidos do que produtos com maior giro de estoque, por exemplo. Dentro do departamento de limpeza, duas seções foram abordadas: cuidados domésticos e cuidados de roupas, sendo 1.323 produtos de limpeza para casa e 421 produtos de limpeza para roupa. Com isso, o estudo de caso contou com a análise de 1.744 produtos de limpeza no total.

Assim, foi detectado que o supermercado possui perdas significativas oriundas dessa família de produtos de limpeza, comprometendo o desempenho operacional em um processo interno que é classificado pelos colaboradores como transferência de mercadoria, processo descrito pela Figura 3, indicando a divergência entre o estoque sistêmico e o estoque físico real.

A árvore mercadológica utilizada pelo supermercado em estudo é apresentada na Figura 3:

Figura 3 – Árvore Mercadológica



Fonte: Elaborado pelo autor.

A gestão de estoque é realizada por meio de um *software* que é alimentado pelos próprios colaboradores com as informações disponíveis no dia a dia de trabalho. Para verificação de estoque, são realizados inventários agendados e programados três vezes ao ano, a cada quatro meses. Foi relatada uma dificuldade para conseguir uma gestão eficiente nesse quesito, por se tratar de pessoas alimentando o processo e o sistema, deixando-o sujeito a falhas e erros operacionais advindos da ação humana. Além do gasto extra que o supermercadista tem para realizar essa operação.

Por meio de entrevista, foi possível aferir que o supermercado encontra algumas dificuldades para realizar as transferências, que é o processo no qual o caminhão carrega uma carga solicitada pelo setor de compras, para uma outra loja. Contudo, o sistema utilizado atualmente identifica um estoque errôneo, e quando os produtos vão ser coletados para a transferência, a pessoa responsável não consegue finalizar a coleta da maneira correta, pois no sistema constam números que não condizem com o estoque real.

Além da transferência (processo realizado internamente), foram mencionadas dificuldades em relação à ruptura, processo em que ocorre a falta de mercadoria causada pela inconsistência do sistema que controla o estoque do mercado.

Assim, ao realizar a necessidade de compra para o abastecimento, o sistema não acusa a falta de alguns itens, portanto, automaticamente o comprador não libera a compra, impactando negativamente o supermercado.

Tudo isso se deve pelo fato de que o sistema está sendo alimentado de forma equivocada pelos colaboradores, gerando a ineficiência do *software* e causando a ruptura desse item na gôndola, o que, por sua vez, afeta o cliente final, que ao chegar na loja não encontra o item desejado.

## 4.2 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION)

Com a implantação do RFID (Radio Frequency Identification), o supermercado teria profundas melhorias no âmbito de gestão operacional e experiência do consumidor final. Nessa etapa, detalhamos a proposta de implantação do RFID dentro do supermercado nos produtos de limpeza.

Com base nas pesquisas de preços, marcas, qualidade e análise das necessidades da empresa, foi compreendido que o projeto pedirá a aquisição dos seguintes itens:

- a) Etiquetas RFID longa duração – Essas etiquetas são mais caras do que etiquetas RFID comuns, pois por conta do processo no qual serão usadas, etiquetas comuns não teriam duração de bateria suficiente para atender o processo de controle de estoque da empresa, visto que o estoque de produtos de limpeza costuma ter uma rotatividade um pouco menor do que produtos com maior giro de estoque;
- b) Antena – Essas antenas auxiliam no funcionamento da troca de sinais entre as etiquetas e leitores, por se tratar de um local de armazenagem grande;
- c) Leitores portáteis – Esses leitores são os aparelhos que farão comunicação direta com as etiquetas, neles serão feitos os rastreamentos dos contentores
- d) *Smartphones* – Para fazer comunicação com os leitores e acionar o *software* será necessária a compra de 10 celulares para serem usados pelos operadores de estoque;
- e) *Software* – Contratação da licença do aplicativo que conecta via *bluetooth* com os leitores, uma licença para cada *smartphone*. O valor da licença corresponde ao número de rastreamentos que o *software* faz mensalmente, a licença escolhida é suficiente para atender a operação da empresa.

Quadro 2 – Estimativa de Custos

Itens	Custo Unitário (U\$)	Custo Unitário (R\$)	Quantidade	Total
Etiquetas RFID	R\$ 0,15	R\$ 0,77	1744	R\$ 1.344,10
Antena	R\$ 2.000,00	R\$ 10.276,00	2	R\$ 20.552,00
Leitores Portáteis	R\$ 2.000,00	R\$ 10.276,00	10	R\$ 102.760,00
Smartphone	R\$ 200,00	R\$ 1.027,60	10	R\$ 10.276,00
Software	R\$ 250,00	R\$ 1.284,50	1	R\$ 1.284,50
Total	-	-	-	R\$ 136.216,60

Fonte: Elaborado pelo autor com base no RFID Journal.

Com base no quadro apresentado, o projeto de implantação da tecnologia de RFID no supermercado, considerando apenas o estoque de produtos de limpeza, teria uma estimativa de custos totais de R\$136.216,60.

Em um primeiro momento, os produtos de limpeza chegam dos fornecedores (sem as tags) e são etiquetados na entrada com a etiqueta de RFID pelos colaboradores. Nesse momento, a antena começa a captar o primeiro sinal dos produtos já etiquetados, e enviam essas informações para o *software*. Ou seja, agora já temos o estoque em tempo real cadastrado no *software* da empresa, diminuindo margem para erros humanos nesse processo. A partir desse momento, os leitores portáteis já estão aptos a realizar a comunicação direta com as etiquetas RFID, e neles serão feitos os rastreamentos dos contentores. Nessa situação, os funcionários auxiliados pelos smartphones conseguem acessar as informações dos leitores e também acionar o *software*, disponibilizando as informações da quantidade de produtos em estoque. Dessa forma, essas informações são extremamente importantes, tanto para repor algum estoque que esteja acabando ou em falta, como para passar para a área de compras poder trabalhar informações mais precisas para saber o volume dos pedidos que serão feitos de cada item.

Em um segundo momento, os produtos poderiam já vir etiquetados diretamente dos fornecedores, agilizando o processo de entrada dos produtos no estoque, pois dessa forma não seria necessário dispêndio de tempo e funcionários designados exclusivamente a etiquetar os produtos na entrada.

Para o processo de saída dos produtos etiquetados do estoque, existe uma antena posicionada para identificar em tempo real cada um dos itens que estão sendo adquiridos e dando baixa do supermercado. Contudo, para que essa etapa seja viável, é necessário que todos os clientes que entrem no supermercado possuam um cadastro para identificação, conectado a algum meio de pagamento digital agilizar o processo de compra.

#### 4.3 BENEFÍCIOS E DESVANTAGENS DA PROPOSTA DE RFID PARA A GESTÃO DE ESTOQUES DO SUPERMERCADO

As possíveis oportunidades de melhorias, considerando que o supermercado adote a implementação do RFID (Radio Frequency Identification) em sua gestão de estoques nos produtos de limpeza, são a redução de mão de obra, nível de estoque e giro de estoque com maior controle operacional, redução da periodicidade dos inventários, diminuição de ruptura, e consequentemente o aumento em sua receita e do nível de satisfação na experiência de compra do consumidor final.

Com essa implementação, seria possível diminuir a ruptura do supermercado, item que foi relatado como um problema frequente e que afeta diretamente na receita operacional do supermercado. Com a ferramenta do RFID já rodando de acordo com os processos do supermercado, o setor de compras possui mais informações úteis para realizar os pedidos de forma mais eficiente. Assim, as chances de o cliente final não encontrar o produto desejado nas gôndolas é minimizado

(ruptura). Sabendo da importância da satisfação do cliente para o desempenho do supermercado, trata-se então de uma importante oportunidade de melhoria obtida através da ferramenta.

O supermercado conta com uma equipe de 10 pessoas, de um quadro de 200 funcionários, para realizar todo o processo relacionado à gestão de estoque, o recebimento de mercadoria, a verificação das notas, a coleta da mercadoria e posicionamento no estoque. Após a implementação de toda a tecnologia adaptada às necessidades do supermercado, seriam necessárias somente três pessoas para realizar as mesmas tarefas, assim reduzindo o quadro de colaboradores em sete pessoas. Sabendo que o salário de cada colaborador gira em torno de R\$1.395,00 (considerando o piso salarial, de um ajudante geral do setor supermercadista), o supermercado teria como vantagem uma economia mensal de R\$9.765,00 apenas nesse quesito. Além disso, considerando que o processo de saída de mercadorias com etiquetas RFID não conta com o processo convencional de compras no operador de caixa, seria viável o corte de mais uma função. Sabendo que o operador de caixa no supermercado é o responsável por dar baixa dos produtos do supermercado, essa função já se tornaria obsoleta. Com base nos dados apresentados pela empresa em estudo, um operador de caixa do supermercado custa para a empresa R\$1.395,00 mensais, e então esta seria mais uma economia possível advinda do projeto de RFID apresentado.

Portanto, com base nos cálculos propostos do ponto de vista da mão de obra, a implementação do RFID (Radio Frequency Identification) já se mostra um diferencial competitivo importante para a organização, gerando um possível aumento na receita mensal de R\$11.160,00. Assim, assumindo uma taxa de desconto de 3% ao ano, a economia mensal de R\$11.160,00 e o aporte inicial para realizar a implementação do RFID em toda a estrutura do supermercado, o *payback* desse investimento seria da ordem de 16 meses. Ou seja, esse é o período de retorno em que o investimento inicial se iguala aos rendimentos acumulados, descontando-se já a taxa de desconto do capital. Dada a tamanha importância do mesmo, e considerando todos os seus benefícios para a modernização e simplificação dos processos dentro do supermercado, trata-se de um horizonte de tempo aceitável e viável para a realidade. O cálculo resumido do *payback* do projeto encontra-se no Quadro 3.



Quadro 3 – Retorno do Projeto

Tempo	Valores	Valor Presente	Valor Acumulado
0	R\$(136.216,60)	(R\$136.216,60)	(R\$136.216,60)
1	R\$11.160,00	R\$10.834,95	(R\$125.381,65)
2	R\$11.160,00	R\$10.519,37	(R\$114.862,28)
3	R\$11.160,00	R\$10.212,98	(R\$104.649,30)
4	R\$11.160,00	R\$9.915,52	(R\$94.733,78)
5	R\$11.160,00	R\$9.626,71	(R\$85.107,07)
6	R\$11.160,00	R\$9.346,32	(R\$75.760,74)
7	R\$11.160,00	R\$9.074,10	(R\$66.686,64)
8	R\$11.160,00	R\$8.809,81	(R\$57.876,84)
9	R\$11.160,00	R\$8.553,21	(R\$49.323,62)
10	R\$11.160,00	R\$8.304,09	(R\$41.019,54)
11	R\$11.160,00	R\$8.062,22	(R\$32.957,31)
12	R\$11.160,00	R\$7.827,40	(R\$25.129,92)
13	R\$11.160,00	R\$7.599,42	(R\$17.530,50)
14	R\$11.160,00	R\$7.378,07	(R\$10.152,42)
15	R\$11.160,00	R\$7.163,18	(R\$2.989,24)
16	R\$11.160,00	R\$6.954,54	R\$3.965,30

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro ponto positivo seria o processo de transferência de mercadoria, que seria mais eficiente, pois esse sistema implementado deixaria o estoque físico real e o estoque do sistema dado pelo *software* alinhados, gerando a mesma quantidade de produtos nos dois âmbitos.

Outra oportunidade de melhoria seria o controle de inventário por meio da tecnologia de RFID (Radio Frequency Identification) e a eliminação do inventário realizado por colaboradores, pois a tecnologia já permite controlar com grande a entrada e a saída dos produtos, fazendo com que os inventários que antes eram realizados três vezes ao ano, e demandavam tempo e custo, não precisem ser mais realizados, reduzindo o custo extra causado por esse processo.

Além disso, o supermercado relatou o crescimento e o desafio de atender via *e-commerce* recentemente diante do cenário de pandemia atual. Sendo assim, a ferramenta do RFID poderia ser um grande alicerce para gerenciador melhor o estoque.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como principal objetivo analisar os benefícios da utilização dos sensores RFID na gestão de estoques dentro do contexto da Indústria 4.0. Para isso, foi realizado um estudo de caso em um supermercado de pequeno porte, seguido de quatro etapas. A primeira etapa teve como objetivo a descrição do estudo de caso, seguido da segunda etapa que foi a caracterização da família escolhida do estudo de caso.

Após a caracterização da gestão de estoque de uma família de produtos, foi realizada uma proposta de implementação de um sistema RFID e avaliado seus benefícios. Conclui-se que os benefícios foram a redução de mão de obra, nível de estoque e giro de estoque com maior controle operacional, redução da periodicidade dos inventários, diminuição de ruptura, e conseqüentemente o aumento em sua receita e do nível de satisfação na experiência de compra do consumidor final.

Ressaltam-se, entre os benefícios da implementação dessa tecnologia, a possibilidade de se antever pedidos antes que os produtos acabem, melhorias na segurança contra furtos, e o cadastro de entrada de produtos e saída dos produtos vendidos.

No entanto, é necessária uma análise cuidadosa antes da implantação da tecnologia, observando os fatores mencionados no trabalho, para verificar a viabilidade deste processo no contexto específico do estabelecimento.

## REFERÊNCIAS

- BAIÃO, Júlio. **Pão de Açúcar adota RFID e carrinho com LCD**. 2014. Disponível em: <[http://www.multiimagem.net/multiimagem/portal/index.php?option=com\\_content&task=view&id=157&Itemid=40](http://www.multiimagem.net/multiimagem/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=157&Itemid=40)>. Acesso em: 15 abr 2014.
- CABTEC. **RFID: Otimizando custos**. 2011. Disponível em [www.cabtec.com.br/pt/home/rfid.php](http://www.cabtec.com.br/pt/home/rfid.php). Acessado em 10 de junho de 2013.
- COELHO, P. M. N. N. **Rumo à Indústria 4.0**. Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra: 2016. Disponível em: Acesso em 28 maio 2019.
- COLLINS, J. **Metro readies RFID rollout**. RFID Journal, jan. 13, 2004a. Disponível em: <<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/734/>>. Acesso em: 2 abr. 2007.
- FERNANDES, L. R. **Introducing RFID technology into the Unilever Brazil HPC operations**. In: CONGRESSO ECR AMÉRICA LATINA, Rio de Janeiro, 14 e 15 de setembro de 2004.
- FIA. **Indústria 4.0: o que é, conseqüências, impactos positivos e negativos** [Guia Completo]. 2018. Blog. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/industria-4-0/>>. Acesso em 06 jul. 2020.
- FIRJAN. **Indústria 4.0: Panorama da Inovação**. 2016.
- HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. Working paper n. 1, 2015.
- IDTECHEX. **RFID progress at Wal Mart**. Apr. 2, 2005. Disponível em: <https://www.idtechex.com/de/research-article/rfid-progress-at-wal-mart/161>. Acesso em: 2 abr. 2007.
- JONES, P. et al. **The benefits, challenges and impacts of radio frequency identification (RFID) for retailers in the UK**. Marketing Intelligence and Planning, v. 23, n. 4, p. 395-402, 2005.
- LABAN NETO, S. A. **EPC: utilização no contexto brasileiro**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EPC, São Paulo, 19 de agosto de 2004.

MCKINSEY. **Why retail wants radio tags**. McKinsey Quarterly, Chart Focus, September 2003.

OLIVEIRA, Sérgio de. **Internet das Coisas: com ESP8266, ARDUINO e RASPBERRY PI**. 1. ed. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2017.

PASSOS, F. U.; ARAÚJO FILHO, F. W. C.; TRAVASSOS JÚNIOR, X. L. **Desenvolvimento de uma metodologia de integração da tecnologia de RFID para a cadeia de suprimentos das empresas montadoras de microcomputadores no pólo de informática de Ilhéus/BA**. Revista Gestão Industrial. Revista do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UTFPR – Campus Ponta Grossa. V. 9, nº03, 2013. ISSN: 1808-0448

PASTANA, Érico de Souza. **Metodologia para aplicação de RFID em automação: estudo de caso em um sistema de gestão**. 2012. 111 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/265356>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

PEDROSO, M. C.; ZWICKER, R.; SOUZA, C. A. **Adoção de RFID no Brasil: um estudo exploratório**. RAM – Revista de Administração Mackenzie, v. 10, n. 1 •JA n./Fev . 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ram/v10n1/v10n1a02.pdf>>. Acesso em 06 jul. 2020.

QUENTAL JR, ANTONIO J. J. **Adoção e implantação de RFID uma visão gerencial da cadeia de suprimentos**. 2006. 155 pp. Monografia do curso de pós-graduação lato sensu MBIS – Master in Business Information Systems - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, SP. Disponível em: <[http://www.mbis.pucsp.br/monografias/Monografia\\_-\\_Antonio\\_Quental.pdf](http://www.mbis.pucsp.br/monografias/Monografia_-_Antonio_Quental.pdf)>. Acesso em: 31 mar 2014.

RFID JOURNAL. **Tesco RFID rollout starts in April**. Nov. 17, 2003a. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/tesco-rfid-rollout-starts-in-april>. Acesso em: 2 abr. 2007.

\_\_\_\_\_. **Wal Mart expands RFID mandate**. Aug. 18, 2003b. Disponível em: <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/539/1/1/>. Acesso em: 2 abr. 2007.

\_\_\_\_\_. **Target issues RFID mandate**. Feb. 20, 2004. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/target-issues-rfid-mandate>. Acesso em: 2 abr. 2007.

\_\_\_\_\_. **Albertsons announces mandate**. RFID Journal, march 5, 2004b. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/albertsons-announces-mandate>. Acesso em: 2 abr. 2007.

ROBERTI, M. **Best Buy to deploy RFID**. RFID Journal, aug. 31, 2004a. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/product/article-11047-access-rfps-for-oct-4-2013>.

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution**. Genebra: World Economic Forum, 2016.

SOUZA, Thiago Lima; CARVALHO, Telma de. Dispositivos Inteligentes: o uso do RFID em bibliotecas nacionais e internacionais. **Convergências em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 1, n. 2, p.115-122, 9 nov. 2018. <http://dx.doi.org/10.33467/conci.v1i2.10232>.

STEPHEN C. B. **Security Analysis of a Cryptographically-Enabled RFID Device**. USENIX Security Symposium. 2005.

SUGAYAMA, R.; NEGRELLI, E. **Connected vehicle on the way of Industry 4.0**. Paraná: Especialização Engenharia Automotiva, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Disponível em: Acesso em 28 maio 2019.

TERZIAN, F. **Unilever é pioneira na AL**. Info Corporate, p. 62-63, nov. 2004a.

\_\_\_\_\_. **Pão de Açúcar e P&G testam juntos a RFID**. Info Corporate, p. 64-65, nov. 2004b.

ZEBRA. **Produtos: Leitores e scanners de RFID de mão**. Disponível em: <<https://www.zebra.com/br/pt/products/rfid/rfid-handhelds.html>>. Acesso em 06 jul. 2020.