

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE RFID EM UMA EMPRESA DE VAREJO PARA MELHORIA DOS PROCESSOS DE REPOSIÇÃO E INVENTÁRIO

Lucas Müller Eberhardt – UFRGS – Engenharia de Produção

lucasmeyerhardt@hotmail.com

Ricardo Augusto Cassel – UFRGS – Engenharia de Produção

cassel@producao.ufrgs.br

RESUMO: A identificação por radiofrequência (RFID) vem sendo amplamente utilizada por empresas de diversos segmentos. No varejo, essa tecnologia é vista como uma ferramenta para a melhoria de processos e inovações. Deste modo, o propósito deste trabalho foi avaliar a utilização do RFID nos processos de reposição e inventário de uma empresa varejista e identificar outras aplicações. Para a análise destes processos, foi realizada uma comparação do estado anterior ao RFID e os resultados obtidos após a implementação. Para a identificação de outras aplicações, foram realizadas entrevistas com especialistas e uma revisão bibliográfica. A análise do processo de reposição indicou um aumento na disponibilidade dos produtos na área de vendas, enquanto no processo de inventário, o RFID propiciou aumento na acuracidade e na produtividade. Dentre as outras aplicações identificadas, a empresa decidiu pelo uso do RFID nos provedores, enquanto as demais necessitarão de um estudo de viabilidade para sua implementação.

Palavras-chave: RFID, varejo, reposição, inventário, aplicações

1. INTRODUÇÃO

A atual realidade de mercado força as empresas a se tornarem mais competitivas e a buscarem continuamente novas técnicas de gestão visando à plena satisfação dos consumidores (ALVES et al., 2015). Segundo Martins, Martins, Siedenberg e Griebeler (2017), em um mercado globalizado, são diversos os desafios e incertezas que as organizações enfrentam, e a melhoria de processos através da inovação é primordial para a conquista de espaço no mercado, bem como para a criação de vantagem competitiva. Para Jesus et al. (2014), a melhoria de processos do negócio habilita maior produtividade, inovação e satisfação aos clientes, gerando crescimento a empresa.

Um dos sistemas utilizados por empresas de diversos segmentos para ganhar e manter a vantagem competitiva é o RFID (*RadioFrequency Identification*, identificação por rádio frequência) (SHENG et al., 2010). A característica principal do RFID consiste em identificar objetos por meio de ondas de rádio com leitores especiais, utilizando-se de etiquetas presentes nos objetos, as quais carregam todas as informações sobre as características do material (PEDROSO et al., 2009). O RFID traz consideráveis reduções de custos, diminuições de erros e perda de material, contribuindo, assim, para o aumento da competitividade das empresas (ATTARAN, 2007). Bendavid et al. (2010) e Yu (2007) concordam que este sistema é capaz de prover benefícios como a redução dos níveis de estoque, diminuição do tempo de entrega dos produtos, agilidade nas transmissões de informações e aumento da satisfação dos clientes.

Podemos desdobrar a utilização do RFID em diferentes segmentos. Roh et al. (2009) citam o caso da Intel Corp, maior fabricante de semicondutores do mundo, que utiliza para monitorar seus estoques na cadeia de abastecimento. A Hewlett-Packard Company (HP) utiliza o RFID em suas fábricas nos EUA no processo de etiquetagem de caixas e paletes visando ao entendimento de requerimentos do Walt-Mart. (HESSEL et al., 2009). O departamento de Defesa Americano implantou o RFID para rastrear contêineres de suprimentos e equipamentos enviados na assistência à população atingida por um terremoto no Haiti (BRASIL RFID JOURNAL, 2016). Ashuri e Arya (2015) mostraram que o uso de RFID em hospitais nos Estados Unidos proporcionou a redução de custos de mão de obra anual da ordem de cento e cinquenta mil dólares enquanto Widad et al. (2015), ao analisar a implantação em bibliotecas, notaram não só a melhora no gerenciamento da organização dos livros nas prateleiras, bem como a facilitação de acesso do usuário e a diminuição da possibilidade de furtos dos livros.

No varejo, especificamente, o RFID possibilita que as empresas melhorem, através de uma troca mais precisa de informações, tanto as suas operações logísticas (principalmente aquelas relativas ao estoque), como, também, o atendimento aos clientes (ROSS et al., 2009; RIBEIRO SCAVARDA, BATALHA, 2010). A precisão do inventário, a automação nos processos, a visibilidade e o reabastecimento de produtos, além das vendas *omnichannel* são outros benefícios relacionados ao RFID (BRASIL RFID JOURNAL, 2019). Apesar de ainda não estar presente em grande quantidade no Brasil, Rizzi (2018) afirma que a instalação de sistemas de RFID no varejo já ultrapassou o estágio de adoção inicial e atualmente está na fase de expansão e consolidação. Rizzi

(2018) ainda afirma que os varejistas que ainda não estão testando ou adotando RFID estão caindo na categoria de "retardatários" e potencialmente ficando defasados em relação aos seus concorrentes.

Matta et al. (2012) afirmam que a adoção do RFID é bastante interessante, mas não é clara, cabendo as empresas compreender os conceitos de operação e os componentes do sistema. Wijngaert et al. (2008) apontam a resistência por parte dos funcionários como um dos fatores de atenção para a implementação do sistema RFID, devido ao temor em relação à redução do número de colaboradores necessários. Além disso, os custos da tecnologia RFID muitas vezes não são conhecidos e podem se tornar proibitivos em relação à implantação (MEHRJERDI, 2013). Existe também a possibilidade de problemas na integração entre o novo sistema RFID e os sistemas utilizados pelas empresas, levando a sérios impactos negativos e queda de performance ao longo da operação (NGAI e MOOM, 2008).

Desta forma, o objetivo principal deste trabalho é analisar a implementação do sistema de RFID por uma grande empresa de varejo e avaliar seu impacto e resultados obtidos. Além disso, busca-se identificar os usos desta tecnologia em outros segmentos empresariais para a sua possível aplicação no contexto varejista.

Este artigo está organizado em 5 seções. Após a introdução, a seção 2 apresenta o referencial teórico, onde será apresentado a utilização do RFID no varejo e em diferentes setores econômicos. A seção 3 apresentará os materiais e métodos utilizados, enquanto que a seção 4 indicará os resultados obtidos. A seção 5 mostrará a conclusão, resumindo os principais resultados e conclusões obtidas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RFID: FUNCIONAMENTO E CONCEITOS

Radio Frequency Identification (RFID) é o termo genérico para as tecnologias que utilizam ondas de rádio para a identificação automática de pessoas e objetos, passando informações de identificação entre um produto etiquetado e um dispositivo de leitura (DRAUZ & HENDEL, 2006). Leung e Lim (2011) definem RFID como uma tecnologia de captação automática de informações, e observam que esta inteligência tem atraído muita atenção nos setores de cadeia de suprimentos e manufatura

Assim, o RFID tem o objetivo de identificar automaticamente objetos, armazenando dados em etiquetas (alocadas nos produtos a serem identificados) e transferindo esses dados para um banco de dados através de leitores via ondas de radiofrequência, permitindo, assim, que estas transmissões de informações sejam em tempo real (WIJNGAERT et al., 2008). Os autores também explicam que cada etiqueta está afixada em apenas um item, tendo assim uma identificação única, que pode conter diversas informações como: data de produção, detalhes de expedição, data de validade do produto, dentre outras.

Pedroso et al. (2009) explicam o funcionamento do RFID sendo um sistema que trabalha inicialmente com um equipamento que envia, através de uma antena, sinais de radiofrequência buscando possíveis objetos a serem identificados. No instante em que um objeto é reconhecido, por meio da radiação, ocorre um acoplamento entre este objeto e a antena, possibilitando que os dados armazenados no objeto sejam retornados ao leitor. Por sua vez, o leitor computa os dados recebidos e envia as informações diretas ao *middleware*, onde os dados serão tratados e disponibilizados para o sistema gerencial da empresa.

Pode-se classificar as etiquetas RFID em três tipos: passiva, semi-passiva e ativa (WEIS, 2003). As etiquetas passivas se caracterizam por não necessitarem de baterias internas, necessitando estar na presença do campo eletromagnético do leitor para serem alimentadas pela energia do campo magnético (HESSEL e AZAMBUJA, 2009). Sua principal vantagem é o fato de ser um dispositivo mais econômico e possuir maior vida útil comparada com as demais, o que torna esta etiqueta a primeira opção por muitas empresas (KIM e GARRISON, 2010). Por outro lado, as etiquetas passivas apresentam um alcance restrito de leitura e a necessidade de uma alta potência do leitor. As etiquetas semi-passivas são híbridas das tecnologias das etiquetas ativas e passivas. Esses tipos de etiquetas possuem uma bateria de baixo custo, porém não possuem transmissor. As etiquetas semi-passivas são mais resistentes à interferência do que as etiquetas passivas e seu sinal de transmissão enviado para o leitor é mais forte, conseguindo transmitir a distâncias maiores, comparado as etiquetas passivas (HESSEL e AZAMBUJA, 2009). As etiquetas ativas possuem uma bateria interna e um transmissor, o que melhora significativamente o seu alcance. Devido ao fato de possuir uma bateria, Prado et al. (2006) afirmam que o tempo de vida útil da etiqueta ativa está limitado há no máximo 10 anos, dependendo de seu uso e condições operacionais. Geralmente, as etiquetas ativas

são utilizadas em soluções RFID mais complexas, possibilitando armazenar uma quantidade de informação maior do que as etiquetas passivas e semi-passivas (HESSEL E AZAMBUJA, 2009)

2.2 APLICABILIDADE DO RFID

De acordo com Park et al. (2010), o RFID tem atraído atenção de executivos pelo seu potencial de melhora no modo como o comércio é conduzido. O autor ainda afirma que essa tecnologia possui potencial extensivo a todas as áreas operacionais: manufatura, transporte, distribuição, almoxarifado, vendas, marketing e serviço ao cliente e que suas principais propostas para a implantação de RFID são identificação, autenticação, localização e aquisição automática de dados.

A utilização de RFID no varejo pode alterar radicalmente os métodos de operação de suas cadeias de suprimentos (PRATER, 2005). Por exemplo, Karkkainen (2003) pesquisou a aplicação de RFID para monitoramento de itens perecíveis na cadeia varejista e concluiu que a utilização de RFID em containers recicláveis pode trazer benefícios operacionais e amortizar rapidamente os investimentos. Também há potenciais aplicações de RFID em outros processos, tais como identificação de animais (ALÙ et al., 2006), gestão de ativos (LAMPE; STRASSNER, 2003), marketing ao consumidor e serviços pós-venda (CURTIN et al., 2007). No Brasil, um exemplo típico de controle de acesso considera a utilização de etiquetas RFID em veículos, para automatizar o pagamento de pedágios e o controle de acesso a estacionamentos (PEDROSO et al., 2009).

Faber (2002) alegou que o RFID pode gerar economia quando usado para gerenciar registros. Angeles (2005) argumentou que o RFID tinha o potencial para proporcionar liberdade de processo (reduzindo assim requisitos) e visibilidade em tempo real do suprimento cadeia, especialmente no varejo e logística. Bose e Pal (2005) afirmam que os benefícios significativos alcançados pela implementação de RFID oferecem maior visibilidade em toda a cadeia de suprimentos e automação completa ou semi-automatizada operações. Jones et al. (2005) apresentam potenciais benefícios e desafios do RFID em toda a cadeia de suprimentos de varejo no Reino Unido.

Segundo Soares et al. (2008), as principais vantagens ao usar o sistema RFID são: rastreamento adequado e preciso de recursos, a contagem do estoque acontece de maneira

mais rápida e maior satisfação ao cliente pelo serviço fornecido. Michael e McCathie (2005) apresentam outros benefícios que essa tecnologia proporciona, como a redução de mão de obra (devido ao aumento da automação), o aumento da visibilidade da transição dos dados em toda a cadeia de suprimentos, a melhor utilização dos recursos, a segurança contra a falta de materiais no estoque e a maior capacidade para gerenciar informações.

No entanto, toda implantação de uma nova tecnologia carrega consigo vários desafios para a corporação. Note-se que não apenas os altos custos ou dificuldades técnicas são fatores restritivos a essas novas tecnologias, como também as dificuldades humanas de assimilação e de desbravamento (WIJNGAERT et al., 2008). Segundo Zelibst et al. (2010), a implantação de RFID depende do tipo e da maturidade de cada empresa, ou seja, não há um modelo único a ser seguido, pois a funcionalidade deve ser aplicada segundo as características individuais de cada empresa, entretanto, entender as dificuldades associadas à implantação dos sistemas RFID pode contribuir muito para o sucesso desta.

Um dos fatores de risco para a implementação do sistema RFID é a resistência por parte de diversos funcionários em cooperar para realizar o processo da maneira indicada, pois trata-se de um modo diferente do que eles estavam acostumados (PARK et al., 2010). Para Wijngaert et al. (2008), a introdução de uma nova tecnologia na organização, se não for fortemente alinhada com a estratégia central da empresa, pode trazer sérios problemas relacionados à interface das áreas produtivas, pois sempre que um sistema de integração é alterado, os riscos de perda de sincronia entre as áreas são grandes. Attaran (2007) e Moon e Ngai (2008) também destacam que a participação e apoio incondicional da alta gerência como um fator imprescindível para uma implementação bem-sucedida do sistema RFID.

Osyk et al. (2012) afirmam que as empresas com a intenção de adotar RFID necessitam de investimentos em treinamento de pessoal devido ao fato dessa tecnologia ser nova no mercado e, por consequência, possuir poucos especialistas aptos a desenvolver esse tipo de trabalho. Park et al. (2010) destacam que se faz necessário uma completa transferência de dados para a base do sistema RFID e para isso é crucial haver funcionários aptos a realizar esses trabalhos.

Segundo Osyk et al. (2012) e Wjngaert (2008), as organizações ainda sentem dificuldades de converter os potenciais benefícios da tecnologia RFID em números

plausíveis de ROI e não apenas em uma simples descrição dos custos totais para a implantação desta tecnologia. Segundo Mehrjerdi (2011), para uma satisfatória implantação do sistema RFID, o ideal seria que o custo das etiquetas, responsáveis pela armazenagem dos dados do material identificado, ficasse abaixo de dez centavos de dólar americano. Além disso, o autor chama a atenção que os custos desses sistemas podem ultrapassar os benefícios caso não sejam corretamente planejados.

2.3 UTILIZAÇÃO NO VAREJO

A McKinsey (2003) considera que a utilização de RFID no varejo pode proporcionar várias melhorias, e cita oportunidades de aumento no faturamento (por meio de menores rupturas nas gôndolas e melhor planejamento de promoções), menores custos de distribuição (na forma de redução dos custos logísticos e das perdas) e menores custos de operação de loja. Jones et al. (2005) acreditam que a adoção de RFID pode contribuir para aumentar a concentração no setor de varejo, além de poder causar um alto impacto nas operações de loja e na experiência de compra por parte dos consumidores.

Bhattacharya et al. (2010) apresentam fortes relações entre os processos de negócios aplicáveis a RFID e os benefícios do varejista. Os autores citam como principais benefícios do varejista uma melhor gestão de inventário, segurança aprimorada, maior eficiência operacional, maior visibilidade dos produtos em exposição e custo reduzido.

Coronado (2007) demonstra que a utilização das etiquetas inteligentes no varejo obterá aproveitamento máximo se houver um investimento num sistema de gerenciamento integrado com dispositivos de leituras em diversos pontos (entrada de mercadorias, estoques dos CDs, saídas dos CDs, entradas nas lojas, estoque das lojas, gôndolas etc.). O autor também apresenta benefícios para as lojas, como inventário otimizado e atualizado online facilitando a tomada de decisão, gerenciamento dos produtos por categorias e redução de furto devido a captura dos dados dos produtos expostos.

2.3.1 Processo de inventário com RFID

A precisão do inventário é uma das chaves para uma cadeia de suprimentos eficiente e eficaz. (HARDGRAVE et al. 2008). Previsão, pedido e reabastecimento, por exemplo, são atividades baseadas em uma contagem precisa do estoque. A imprecisão do inventário é um grande desafio para os gerentes de vários setores (DEHORATIUS et al., 2008).

A precisão do inventário é frequentemente referida como o "elo perdido" na execução do varejo (HEESE, 2007). O autor estima que há uma redução de 10% no lucro devido à imprecisão do estoque. Kang et al. (2007) avaliam que os varejistas carecem de maior informação sobre a quantidade de produtos que possuem nas suas lojas. Como fatores apontados como causas da imprecisão do inventário estão: o ajuste manual incorreto realizado pelos funcionários, furtos, produtos danificados ou estragados que não são registrados como tal, produtos devolvidos que não são contabilizados e remessas recebidas do centro de distribuição de forma equivocada (GRUEN et al., 2007).

Tecnologias de identificação automática, como RFID, oferecem o potencial de aumentar a precisão do inventário e permitem a identificação de falhas de forma facilitada (DEHORATIUS et al., 2008). Kang et al. (2007) sugerem o RFID como um método para ajudar as empresas a eliminar a fonte de erros, dado que sua visibilidade resulta em maior precisão e que permite uma contagem com maior frequência. Wang et al. (2008) simularam o impacto do RFID na reposição de estoque de uma cadeia de suprimentos e descobriram que o custo do estoque pode ser reduzido, enquanto a taxa de rotatividade do estoque pode ser aumentada. Hardgrave et al. (2008), através de um estudo aplicado em um grande varejista global, mostram que houve uma redução de aproximadamente 26% da imprecisão do registro do estoque da loja. Em um outro estudo, os autores mostram que a eficácia do RFID na redução da imprecisão pode chegar a 81% dependendo da categoria estudada, sendo assim a maneira mais eficaz de aumentar a acuracidade. Em um terceiro estudo, os autores, utilizando uma ferramenta de ajuste de inventário baseada em RFID, perceberam um aumento de 13% na precisão da contagem. Roberti (2011), através de um estudo na American Apparel, varejista americana, afirmou que com a implementação do RFID e uma contagem semanal, a precisão do inventário aumentou para 99,8%, além de diminuir a carga de trabalho. A Zara, varejista global, após a implementação do RFID em uma loja piloto, passou a reportar um inventário com precisão superior a 95%, significativamente superior à média dos demais varejistas, de 60% (SCDIGEST, 2014). Parks (2014) afirma o gerenciamento de estoque Zara, na loja

em que foi aplicado o projeto piloto de RFID, foi reduzido significativamente de 240 horas por inventário para dez horas

2.3.2 Processo de reposição com RFID

A indisponibilidade dos produtos na área de vendas pode afetar as vendas de diversas maneiras. Por exemplo, os consumidores substituem um item por outro, trocam de marca, atrasam a compra ou compram o produto em uma loja diferente, resultando em uma redução no lucro de até 10%, além de impactos a longo prazo na participação de mercado (VAN WOENSEL et al., 2007). Campo et al. (2002) afirmam que, ao não encontrar o produto desejado na loja, 31% dos clientes compra este item em outra loja, enquanto 10% decide não comprar nada, reforçando a importância de manter todos os produtos disponíveis ao cliente. Gruen et al. (2002) afirmam que as lojas de varejo possuem em média 91,7% de disponibilidade dos produtos. ECR Europe (2003) relatou que a indisponibilidade entre 10% e 15% não é incomum em muitos países europeus. Kotzab et al. (2005) afirmam que garantir alta disponibilidade do produto sempre foi uma condição prévia para ter sucesso como varejista, enquanto Mitchell (2011) aponta a implantação de RFID como possível um fator de melhoria na disponibilidade dos produtos.

Bottani et al. (2009) afirmam que, dentre os vários benefícios possíveis com o RFID, está a redução da indisponibilidade dos produtos na área de vendas. Johnson (2005) relatou o caso da Metro, conglomerado alemão de comércio atacadista, que obteve uma redução de 11% da indisponibilidade com a implantação do RFID. Hardgrave et al. (2006), através de um relatório detalhado de um projeto piloto no Wal-Mart, demonstraram que o uso de RFID levou a uma redução de 16% da indisponibilidade, em média, em comparação com um grupo de controle de outras 12 lojas, sendo que, no melhor cenário estudado, houve uma redução de 62%, observada nos produtos cuja demanda diária variava entre 6 e 15 unidades. Bertolini et al. (2012) realizaram um estudo semelhante em 30 lojas de varejo, onde seus resultados indicaram que o RFID não apenas melhora a precisão e a eficiência da logística e dos processos, mas também gera vendas adicionais por meio de diminuição da indisponibilidade. Nayak et al. (2015) afirmam que a Gap, maior varejista americana, reportou um aumento 2% das vendas através da redução da indisponibilidade. Bertolini et al. (2012) sugerem que a adoção de RFID para o aumento da disponibilidade dos

produtos é sustentável do ponto de vista econômico através do aumento do faturamento, que pode variar entre 0,9% e 3,0%.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CENÁRIO ATUAL

A organização selecionada para realização deste estudo é uma empresa multinacional do setor de varejo, cuja sede administrativa localiza-se em Porto Alegre no estado do Rio Grande do Sul. A companhia conta com cerca de 21 mil colaboradores, dos quais 3 mil atuam na unidade administrativa. A empresa está presente em todas as regiões do país por meio de suas mais de 300 lojas, que passaram a operar com o RFID ao longo do ano de 2019 nos processos de reposição e inventário. Os resultados irão comparar esses processos no estado anterior ao RFID e após a implantação do RFID, utilizando a média dos resultados de todas as lojas para formar o indicador da empresa.

O processo de reposição tradicional dos produtos na área de vendas, anterior ao RFID, é de responsabilidade dos assistentes de vendas e dos assistentes de lojas e deve ser realizado ao menos três vezes ao dia, antecedendo os momentos de maior fluxo de clientes em loja. Este processo pode ocorrer de duas formas: reposição manual ou reposição via *Bluebird*. A reposição manual ocorre quando o funcionário realiza uma inspeção visual na área de vendas e identifica os produtos faltantes. Então ele relaciona os produtos faltantes com anotações dos três últimos dígitos do código pai, cor, tamanho e quantidade a repor de cada produto. A reposição via *Bluebird*, baseada na venda dos produtos, é acessada pelo funcionário em um aplicativo de reposição. Para identificar quais os produtos devem ser repostos, o colaborador deve filtrar o grupo de produtos a serem repostos e gerar o relatório de reposição no aplicativo, para então buscar os itens no estoque e garantir que a área de vendas esteja completa. O principal problema deste processo é a falta de segurança de que o colaborador realmente realizou o processo de reposição, pois não existe a possibilidade de conferir se o processo foi realmente executado.

O processo de inventário tradicional é realizado uma vez ao ano em todas as lojas da empresa devido ao seu grau de complexidade. Para realizá-lo, é necessário a contratação de uma equipe terceira para auxiliar no processo de leitura do código de

barras de todos os produtos presentes na loja. Este processo ocorre com a loja fechada, durante a madrugada, e tem a duração entre três a dez dias, dependendo do tamanho da loja. Com isso, não é possível ter acuracidade na informação dos produtos que estão presentes na loja ao longo do ano.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Quanto à natureza, a pesquisa é classificada como aplicada, pois tem como propósito a geração de conhecimentos práticos acerca de um problema específico, uma vez que irá avaliar os impactos da implantação do RFID nos processos de uma empresa de varejo. Pode-se classificar a abordagem utilizada como qualitativa, dado que ocorre uma análise subjetiva para identificar outros possíveis usos do RFID em outros processos da empresa. Ressalta-se que, apesar de haver cálculos para comparar resultados dos processos antes e depois do RFID, não cabe classificar a pesquisa como quantitativa dado que estes são de caráter simples. Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa explicativa, que busca estabelecer e analisar as relações entre os processos e o uso do RFID. O procedimento utilizado pode ser classificado como pesquisa-ação, que ocorre, segundo Mello (2012), quando o pesquisador, utilizando a observação participante, interfere no objeto de estudo de forma cooperativa com os participantes da ação para resolver um problema e contribuir para a base do conhecimento, que ocorre na apresentação de possíveis outras aplicações do RFID na empresa.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO DE TRABALHO

O trabalho foi desenvolvido em seis etapas: (i) entrevistas com especialistas em RFID para identificar outras aplicações no varejo, (ii) revisão bibliográfica das aplicações sugeridas na entrevista, (iii) análise e coleta de dados do cenário anterior ao RFID, (iv) coleta de dados dos processos de reposição e inventário após a implementação da tecnologia RFID, (v) análise dos resultados obtidos e (vi) sugestão de outras aplicações ao coordenador do projeto na empresa.

Inicialmente foi realizado uma entrevista com dois especialistas em RFID para identificar outros cenários nos quais o RFID está sendo utilizado no varejo. A entrevista ocorreu de forma semiestruturada, via vídeo-chamada, dada as restrições provocadas pelo

Coronavírus (Covid-19), onde os entrevistados responderam perguntas referentes a sua visão geral e aplicabilidades desta tecnologia, quais os potenciais usos do RFID no varejo, e em quais processos, além da reposição e inventário, a empresa poderia adotar o RFID. Os dois entrevistados foram escolhidos por apresentarem relevante conhecimento a respeito de outros potenciais usos do RFID. O primeiro entrevistado foi o diretor do departamento de prevenção de perdas da empresa, departamento no qual o projeto de RFID está vinculado, escolhido principalmente pela sua participação na Euroshop 2020, realizada em Düsseldorf, na Alemanha. Esta é a maior feira de varejo global, realizada a cada três anos, onde inúmeras empresas participam para apresentar aos varejistas suas soluções para a otimização dos processos do varejo e para melhorar a experiência do consumidor, sendo que algumas das soluções apresentadas envolviam o RFID. Já o segundo entrevistado é um engenheiro de RFID da empresa que fornece as etiquetas de RFID e atua globalmente com equipamentos de vigilância eletrônica. Esta empresa atuou em conjunto com a Zara na implementação do RFID, logo já possui experiência com aplicações do RFID no varejo.

Na segunda etapa foi realizada a revisão na bibliográfica das aplicações identificadas na entrevista, a fim de detalhar o funcionamento e apresentar os resultados obtidos por quem já utilizou. Isso se faz importante para confirmar que o uso identificado na entrevista está tendo resultados práticos no varejo e se será de possível implementação pela empresa.

Após a análise de possíveis implementações, ocorreu a etapa de obtenção de dados para realizar uma comparação nos processos de reposição e inventário, antes e depois da implementação da tecnologia, terceira e quarta etapa, respectivamente. A empresa conta com um banco de dados do qual foram extraídas as informações necessárias para a composição dos indicadores dos processos comparados.

Para a análise do processo de reposição foi calculado o percentual de indisponibilidade de itens na área de vendas, indicado a Equação (1):

$$\% \text{ Indisponibilidade} = QSTR \div (QTAV + QTSR) \quad (1)$$

onde QTSR é a quantidade de itens em estoque que não estão expostos na área de vendas e QTAV é a quantidade de itens na área de vendas.

Para o processo de inventário, a análise comparativa do cenário antes e depois da implementação do RFID foi feita a partir do cálculo da produtividade da operação de inventário e o percentual de acuracidade da leitura de peças, indicados pela Equação (2) e Equação (3), respectivamente:

$$\% \text{ Acuracidade} = \text{Peças contadas} \div \text{Peças esperadas} \quad (2)$$

$$\text{Produtividade} = \text{QPC} \div (\text{QPP} \times \text{tempo de contagem}) \quad (3)$$

onde QPC é a quantidade de peças contadas e QPP é a quantidade de pessoas que realizaram o inventário.

A acuracidade indica se a quantidade de peças esperadas realmente está presente na loja e é medida pela empresa a nível de item, ou seja, se o esperado para a camiseta básica preta tamanho G é ter 10 peças, a acuracidade será 100% se tiver as 10 peças ou será 0% se houver um valor diferente de 10. Como esta é a forma utilizada pela empresa para a medição da acuracidade, então foi a adotada por este trabalho para haver uma comparação adequada. Este indicador é importante para realizar a correta distribuição dos produtos nas lojas, para determinar o nível de perdas e a consequente confiabilidade da informação.

A produtividade indica quantas peças cada funcionário contou no período de tempo estipulado, geralmente uma hora. Como o processo é realizado por uma equipe terceira, ele serve para dimensionar a quantidade de pessoas necessárias para realizar a contagem do número de peças esperado no período de tempo indicado. Quanto maior a produtividade, menor o custo para a empresa realizar o inventário, dado que será necessário menos tempo de contagem ou menos pessoas, e maior a frequência com que será possível realizar.

A quinta etapa se constituiu de analisar o resultado da comparação dos processos de reposição e inventário, antes e após a utilização do RFID, para concluir os efeitos resultantes de cada processo. Por fim, na última etapa foi apresentado à empresa as possíveis aplicações do RFID, identificadas nas seções 1 e 2, e houve uma discussão da viabilidade de cada uso.

4. RESULTADOS

Esta seção é dedicada à apresentação dos resultados encontrados com a aplicação dos procedimentos metodológicos apresentados na seção anterior. Cada subseção aborda uma das cinco etapas previstas na estruturação do método.

4.1 ENTREVISTAS COM ESPECIALISTAS

As entrevistas ocorreram via videoconferência e indicaram os principais usos do RFID no varejo, porém não houve um detalhamento suficiente dos resultados obtidos pelas empresas. O primeiro entrevistado, que esteve presente na Euroshop 2020, relatou que o RFID está sendo apresentado globalmente como uma das principais ferramentas que irão auxiliar o varejista nos próximos anos, principalmente pela quantidade de dados gerados, o que aliado ao Big Data, promove informações gerenciais nunca antes vistas, afinal, onde se colocar um leitor de RFID, terá informações. Segundo ele, o principal desafio no momento é transformar essa grande quantidade de dados em informação e identificar em quais processos essa informação é útil e compensa o investimento. Ele afirmou ainda que estão sendo utilizados leitores nos provadores e nas saídas das lojas, para ter indicadores como a taxa de conversão dos produtos e de quais os produtos mais furtados, respectivamente. Além disso, ele relatou que o RFID também está sendo utilizado para melhorar a experiência de compra do cliente na loja, através de provadores interativos e da disponibilização da informação sobre a quantidade de produtos disponíveis de forma facilitada nas prateleiras, e de diminuir o tempo gasto em fila, com a leitura por RFID no processo de venda. O segundo entrevistado, engenheiro de RFID da empresa parceira, citou como principal benefício a confiabilidade da informação de inventário e que este pode ser realizado mais frequentemente, aumentando a confiabilidade das vendas *omnichannel*, que é a integração da loja física com a *online*, e podendo introduzir novos canais de vendas. Ele afirmou que a Zara utilizou o RFID principalmente para melhorar sua acuracidade do inventário e oferecer formas cada vez mais rápidas e confiáveis de venda para seus clientes. Segundo ele, a empresa também utilizou o RFID nos provadores de forma a tornar mais interativa a experiência do cliente, onde este, após a leitura automática dos itens a serem provados, recebe sugestões de outros itens relacionados em um espelho colocado no provador e pode solicitar para experimentá-los ou navegar pela loja virtual, que é atualizada com o estoque disponível

na loja. A utilização do RFID como etiqueta de alarme, segundo ele, deveria ser a próxima aplicação a ser utilizada pela empresa, apesar de ressaltar os altos custos envolvidos.

Assim, na Tabela 1, é apresentado um resumo das potenciais aplicações para a empresa identificadas pelas entrevistas. A fim de detalhar mais o funcionamento de cada aplicação e observar os resultados obtidos pelas empresas que estão utilizando, a seção 4.2 apresenta a revisão bibliográfica destas aplicações.

Uso recomendado	Entrevistado 1	Entrevistado 2
Provedores	X	X
Etiqueta de alarme	X	X
Prateleiras	X	
Venda	X	
<i>Omnichannel</i>		X

Tabela 1 – Resumo das aplicações indicadas pelos entrevistados

4.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS APLICAÇÕES SUGERIDAS DE RFID

Para melhor compreensão, esta seção está dividida em subseções, onde cada uma aborda uma utilização possível do RFID no varejo:

4.2.1 Venda por RFID

O processo de pagamento pode ser acelerado com a utilização da detecção automática dos produtos através das etiquetas RFID, tanto no modo tradicional, quando o cliente se dirige até o caixa, quanto na possibilidade de realizar operações de *self-checkout*, onde o cliente realiza o processo de pagamento sozinho (MULLER-SEITZ et al., 2009). No processo tradicional, com um leitor na ilha de caixa, o operador, ao invés de realizar a leitura através do código de barras, passa os produtos pelo leitor e todas as etiquetas são lidas de uma só vez, o que aumenta a velocidade do *checkout* (PROTSMAN, 2020). Segundo a Haco, empresa multinacional produtora de etiquetas, o *checkout* com RFID ficou até 60% mais rápido do que no método pelo código de barras. A Decathlon está pilotando em algumas lojas uma solução de *self-checkout* onde os clientes colocam os itens em uma cesta habilitada com leitor RFID, que realiza a leitura dos produtos inseridos e captura o preço e os detalhes do item. Assim, é gerado o valor total da compra e o consumidor pode realizar o pagamento passando o cartão no terminal ao lado da cesta (BOROWSKI, 2019). Segundo Vieweger (2020), tecnicamente não há problemas com

essa solução, porém os varejistas estão testando a aceitação deste serviço pelos clientes. O autor também escreve que na Ásia o *self-checkout* está se tornando um serviço padrão e que espera ver o mesmo desenvolvimento no resto do mundo. Um estágio ainda mais avançado, a Amazon lançou, em uma loja piloto, um sistema chamado de Amazon Go, que permite aos clientes pegar itens das prateleiras e, quando acabar suas compras, sair da loja, que cobrará automaticamente os itens na conta de Amazon de cada comprador. Para essa tecnologia funcionar, a empresa utilizou uma combinação de tecnologias, incluindo câmeras, sensores e etiquetas e leitores RFID (WANKHEDE et al., 2018).

4.2.2 Etiqueta de alarme:

Um dos principais fatores para a obtenção do retorno sobre o investimento positivo, a utilização da etiqueta de RFID em substituição a etiqueta de alarme ainda enfrenta resistência por parte dos varejistas. As soluções atuais consistem na instalação de antenas na saída das lojas que irão ler etiquetas de RFID que ainda estão ativas e emitir um alerta. A desativação da etiqueta ocorre no momento do pagamento, onde, em um banco de dados na nuvem, altera-se o status no produto de “não vendido” para “vendido”. Sempre que um item sai da loja, as antenas RFID identificam o item e consultam o banco de dados para verificar se o item foi pago ou não (VIEWEGER, 2020). Beck (2018) realizou um estudo com dez varejistas que estavam testando a tecnologia de RFID e apenas dois destes utilizavam como EAS (Sistema de etiqueta de alarme), onde as principais razões apontadas foram a relativa fragilidade das etiquetas RFID e a menor taxa de leitura nas saídas, obtendo cerca de 80% da taxa de leitura das etiquetas antifurto tradicionais. Segundo o autor, as principais razões para a utilização da etiqueta RFID em substituição a etiqueta de alarme é o custo similar, sendo que a etiqueta RFID oferece grandes melhorias em outros processos, e a contribuição para a prevenção de perdas da empresa. Com a integração dos dados RFID a nível de item, é possível compreender quais os itens mais propensos a sofrer furtos e estabelecer maior vigilância sobre eles. Além disso, um varejista também relatou a capacidade de testar intervenções de prevenção de perdas nas lojas se tornou mais rápido e barato, devido a possibilidade de realizar contagens semanais. Ris Roadmaps (2016) afirma que o RFID traz um novo nível de detalhe à tecnologia de prevenção de perdas nunca antes disponível, permitindo aos varejistas extraírem dados para identificar tendências e alterar processos de prevenção de perdas, padrões de merchandising e planogramas para evitar futuros incidentes.

4.2.3 Provadores

Zara, Rebecca Minkoff e Ralph Lauren são exemplos de varejistas que adotaram a leitura de etiquetas de RFID nos provadores. Na Zara, ao entrar no provador, os clientes podem visualizar na parede um espelho interativo, que, após identificar as peças levadas ao provador através das etiquetas RFID, recomendam outros itens com base na escolha, além de informar outras cores e tamanhos do item escolhido, permitindo ao usuário solicitar a um vendedor outras peças (YIP et al., 2016). A varejista Rebecca Minkoff, que implantou uma solução similar a apresentada pela Zara, reportou um aumento no tempo gasto pelo cliente na loja e reportou que 30% dos clientes que experimentaram peças sob solicitação, por meio da tela do provador, compraram estes itens adicionais (FARSHIDI, 2016). A Ralph Lauren, utilizando provador similar em uma loja em Nova York, reportou engajamento de 90%, considerado acima do esperado pela empresa (MILNES, 2016). A empresa também informou utilizar desta tecnologia como fonte de apoio gerencial para a equipe de compras, afinal é possível dados como taxa de conversão por item, tempo gasto em provador, taxa de conversão por visita a provador, etc. A Galeria Kaufhof, varejista alemã, também utiliza os provadores com RFID para auxiliar na tomada de decisões gerenciais, como, por exemplo, para a otimização do gerenciamento entre de categorias, comparando artigos em um grupo por marca, fornecedor, cor e tamanho, otimizando assim sua gama de produtos e removendo peças que são frequentemente experimentados mas raramente comprados (AL-KASSAB et al., 2010). Os autores apresentaram dados de que as camisetas tiveram a maior de taxa de conversão (33%), enquanto os ternos tiveram a menor taxa, de 17,14%, o que pode, segundo eles, ser explicado pelo fato do terno requerer um auxílio maior por parte dos vendedores. Outro dado trazido pelos autores foi uma comparação entre a utilização dos provadores às 15 horas e às 17 horas, onde o segundo horário mostrou um aumento superior a 100% na utilização dos provadores, mas esse aumento não se refletiu da mesma maneira nas vendas, o que, segundo eles, pode ser explicado pela falta de funcionários suficientes para atender a demanda neste horário.

4.2.4 Prateleiras

Thiesse (2009) relata que a Galeria Kaufhof também utilizou o RFID para facilitar a identificação de um produto na prateleira. Para isso, foi instalada uma tela nas prateleiras que informa a disponibilidade atual de itens na prateleira específica, assim os clientes que procuram um item específico podem consultar a tela e não precisam procurar

a prateleira inteira para saber quais os tamanhos e cores estão disponíveis. 56% dos clientes consideraram essa tecnologia uma grande melhoria em sua experiência de compra, apreciando especialmente as informações detalhadas sobre a disponibilidade do produto e 83% não perceberam nenhum aspecto negativo nessa aplicação.

4.2.5 *Omnichannel*

Omnichannel é uma estratégia do varejo que utiliza diferentes canais de comunicação para oferecer a mesma experiência de compra independentemente do meio, seja no ambiente *online* ou no *off-line*, integrando as lojas físicas e o *e-commerce* com os consumidores (PIOTROWICZ, 2014). Como os varejistas estão cada vez mais “vendendo estoque de suas lojas on-line” em meio ao crescimento dos programas de compra on-line e pegue na loja, uma leitura imprecisa de onde um item está em um dado momento apenas aumenta o potencial de reduções de lucro (THAU, 2017). Sem RFID, um varejista pode simplesmente dizer que um produto está em estoque, porém este não sabe com precisão quantos itens realmente estão em estoque, ou seja, sem a precisão do inventário do nível do item que o RFID oferece, os varejistas não podem prometer os itens com a confiança que o cliente exige (RIS ROADMAP, 2016). O uso da tecnologia RFID facilita para os varejistas a implementação de soluções *omnichannel* de varejo, graças à visibilidade que pode fornecer no estoque, observou a Accenture (2018) em seu relatório, que também identificou os métodos de comprar *online* e retirar na loja (BOPIS), enviar da loja e comprar com entrega no mesmo dia como os mais demandados atualmente. O estudo também revela que os varejistas não devem esperar angariar uma vantagem simplesmente por ter ativado o RFID, mas que estariam em um nível significativa desvantagem se eles não começaram a usar a tecnologia para os recursos *omnichannel*. A Lululemon, varejista de roupas esportivas, está utilizando o RFID para gerenciar seu inventário e atender da melhor maneira seus clientes, mesmo com as lojas fechadas devido ao Coronavírus, através da identificação dos todos produtos em todas as lojas físicas e centros de distribuições de forma a enviar do local mais próximo ao cliente e otimizar o estoque preso atualmente nas lojas fechadas (COSGROVE, 2020).

4.3 ESTADO ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO RFID

Para o processo de reposição, a coleta de dados ocorreu através de consultas ao sistema de armazenamento de informações da empresa parceira na implantação do RFID, no dia em que foi finalizado o processo de implantação das etiquetas RFID em todas as peças da loja. Assim, com todas as peças etiquetadas, foi realizada uma leitura RFID para retirar uma fotografia do estado da loja e saber quantos produtos a loja tinha em exposição na área de vendas e quantos estavam em estoque. Então foi realizada uma consulta no sistema da empresa parceira e extraído o relatório de localização dos produtos que, através de compilação e tratamento dos dados realizado no *Microsoft Excel*, permitiu verificar o percentual de indisponibilidade dos produtos naquele momento. Esta indisponibilidade foi chamada de indisponibilidade d-0, por ser no dia anterior ao início da utilização do RFID.

Os dados da indisponibilidade d-0 da empresa, calculados com a equação 1, considerando a média das mais de 300 lojas, além do melhor e do pior resultado, chamados respectivamente de Loja A e Loja B, podem ser vistos na Tabela 2:

Local	% Indisponibilidade
Empresa	15,93%
Loja A	4,64%
Loja B	32,76%

Tabela 2 - % Indisponibilidade dos produtos na área de vendas antes do RFID

Com o intuito de melhorar a visibilidade e entender quais as áreas com mais problemas no processo de reposição, foi calculado a indisponibilidade por divisão de produtos, apresentada na Tabela 3:

Divisão	% Indisponibilidade
Calçados	23,59%
Masculino Jovem	17,98%
Infantil	17,45%
Masculino Adulto	15,35%
Feminino Jovem	12,08%
<i>Lingerie</i>	12,02%
Feminino Adulto	9,73%

Tabela 3 - % Indisponibilidade dos produtos na área de vendas por divisão antes do RFID

Para o processo de inventário, a coleta de dados ocorreu através de consulta ao banco de dados da empresa, referentes ao ciclo de inventários anuais realizado em março de 2019. Para realizar a contagem em todas as lojas do país, foram contratadas empresas terceiras, especialistas em na realização de inventários.

A média geral de acuracidade da empresa foi no ciclo de 2019 foi de 53,1% e a produtividade contratada foi de 220 peças/homem/hora.

4.4 ESTADO PÓS IMPLEMENTAÇÃO DO RFID

Para avaliar a implementação do RFID na reposição dos produtos na área de vendas, foram coletados dados a cada 15 dias úteis de operação, de todas as lojas da empresa. Novamente, para realizar o cálculo da indisponibilidade dos produtos na área de vendas foram extraídos dados da localização dos produtos, e estes foram tratados no *Microsoft Excel* de forma a obter os resultados apresentados na Tabela 4:

Local	D-0	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75
Empresa	15,93%	4,08%	2,49%	1,52%	1,23%	1,41%
Loja A	4,64%	0,08%	0,31%	0,20%	0,46%	0,39%
Loja B	32,76%	14,67%	1,46%	2,13%	1,96%	1,28%

Tabela 4 - % Indisponibilidade dos produtos na área de vendas após o RFID

Para ver a evolução da indisponibilidade por divisão de produtos e entender se há alguma divisão que apresenta problemas de reposição, foi calculado a média indisponibilidade após a utilização do RFID, apresentada na Tabela 5:

Divisão	D-0	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60
Calçados	23,59%	9,97%	6,09%	2,66%	2,90%
Masculino Jovem	17,98%	4,24%	1,90%	1,30%	0,80%
Infantil	17,45%	5,55%	2,84%	1,39%	1,23%
Masculino Adulto	15,35%	5,01%	2,32%	1,71%	1,19%
Feminino Jovem	12,08%	3,01%	1,42%	1,04%	0,93%
<i>Lingerie</i>	12,02%	4,24%	2,55%	1,63%	0,96%
Feminino Adulto	9,73%	2,21%	0,77%	0,58%	0,75%

Tabela 5 - % Indisponibilidade por divisão de produtos após o RFID

Para avaliar a acuracidade dos inventários foi consultado o banco de dados da empresa, enquanto que para determinar a produtividade foram extraídos dados do sistema

de informações da empresa parceira, gerando informações como a quantidade de pessoas que realizaram a contagem e o tempo gasto por cada pessoa entre a leitura da primeira e da última etiqueta. Todas as lojas deveriam realizar inventário a cada duas semanas para manter a informação atualizada. Os dados da acuracidade, calculados com base na equação 2, estão representados na Tabela 6 e representam a média da empresa.

Local	Inventário 1	Inventário 2	Inventário 3	Inventário 4	Inventário 5
Empresa	73,73%	91,69%	91,62%	92,32%	92,33%

Tabela 6 – Acuracidade do inventário com RFID

Os dados da produtividade, calculados com base na equação 3, mostram a loja que obteve a maior produtividade, chamada de Loja C, a menor, chamada de Loja D, e a média da empresa, no período de coleta, e estão representados na Tabela 7:

Local	Inventário 1	Inventário 2	Inventário 3	Inventário 4	Inventário 5
Empresa	9573	8156	8774	9331	9313
Loja C	10422	8155	9762	9687	15809
Loja D	5724	5356	4813	4173	4239

Tabela 7 – Produtividade do inventário com RFID em peças/homem.hora

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O RFID se mostrou uma ferramenta capaz de melhorar significativamente a operação da loja na reposição dos produtos. Os dados obtidos mostraram que antes da implementação desta tecnologia a empresa possuía, em média, 15,93% de indisponibilidade dos produtos, ou seja, cerca de um a cada seis produtos não estavam expostos na área de vendas, apesar de estarem no estoque, diminuindo assim as opções disponíveis para o consumidor e podendo resultar em venda perdida. Este número mostrou grande variação entre as lojas da empresa, onde o resultado mais crítico foi apresentado pela chamada Loja B, com 32,76% de indisponibilidade, enquanto o melhor resultado foi identificado na Loja A, com apenas 4,64% de indisponibilidade. O grupo de produtos que apresentou maior indisponibilidade antes do RFID foi a divisão de Calçados, com 23,59%, o que poderia ser explicado pela maior variedade de tamanhos existentes e um espaço físico limitado para exposição, resultando na estratégia de deixar tamanhos menos vendidos apenas em estoque e então ocasionando a indisponibilidade na área de vendas. Já a divisão Feminino Adulto, apresentou o menor resultado de indisponibilidade, no valor de 9,73%, o que era previsto, dado que esse é o foco maior da

empresa e possui a maior quantidade de colaboradores que atuam nesta área, resultando assim em uma reposição mais frequente de itens na área de vendas, diminuindo a indisponibilidade.

Com o RFID a indisponibilidade dos produtos caiu, principalmente devido ao fato de impedir erros de operação e possuir uma atualização em tempo real. Mesmo sendo uma tecnologia nova na empresa e que necessita um treinamento para sua utilização, ela se mostrou capaz de diminuir a indisponibilidade média da empresa rapidamente, com a taxa caindo a 4,08% após 15 dias úteis e a 2,49% após 30 dias úteis. Após 45 dias úteis de operação, cerca de dois meses da instalação, a taxa de indisponibilidade atingiu o patamar de 1,5% e permaneceu próximo a esse valor nos períodos seguintes de medição. A Loja A, que possuía a menor taxa de indisponibilidade antes da implantação, atingiu o mínimo de 0,08% de indisponibilidade 15 dias úteis após o início da operação com RFID e desde então passou a registrar dados entre 0,3% e 0,5% de indisponibilidade. Já a Loja B, que possuía a maior taxa, se beneficiou significativamente da tecnologia, deixando de operar com 32,76% de indisponibilidade para operar com 1,46% após 30 dias úteis. O grupo de produtos de calçados, apesar de continuar a ser a divisão de produtos com maior indisponibilidade, diminuiu cerca de oito vezes seu indicador, passando de 23,59% antes do RFID para 2,90% após RFID, refutando a tese de que a causa da indisponibilidade alta era devido ao menor espaço físico. A divisão Feminino Adulto permaneceu sendo a que possui a menor taxa de indisponibilidade, apresentado 0,75% após 60 dias de operação.

O processo de inventário também foi beneficiado pela utilização do RFID, principalmente no que tange a produtividade, que permitiu a empresa realizar inventários quinzenais sem comprometer a operação da loja, oferecendo informação mais precisa e recente para apoiar a tomada de decisão gerencial. O inventário, que antes era realizado anualmente, durante a madrugada, por alguns dias, por uma equipe terceira especializada em inventário, passou a ser realizado em poucas horas pela própria equipe da loja, antes da abertura. A acuracidade anterior, por se realizar apenas uma vez ao ano, era de cerca de 53%, ou seja, ao final do ano, com base nos recebimentos de produtos e vendas realizadas, estimava-se a quantidade de cada produto que cada loja deveria ter e a cada dois produtos, um deles estava com a quantidade diferente do previsto, seja por perdas no processo ou furtos realizados. A acuracidade após o RFID passou a 73,73% no primeiro inventário e a ser superior a 90% nos inventários seguintes, garantindo maior precisão no controle dos itens. A produtividade também aumentou significativamente, atingindo, na

média da empresa, 9.315 peças contadas por pessoa por hora, um valor superior a quarenta vezes o realizado pela empresa terceira por código de barras.

O inventário se trata de uma operação mais complexa que a reposição de produtos e exige treinamento da equipe que realiza esse procedimento. Para garantir uma acuracidade adequada, quem realiza a leitura deve movimentar as peças expostas para ter a certeza de que todas foram lidas. A produtividade do inventário apresenta grande variação entre as lojas, onde a Loja C apresentou uma produtividade de superior a 15.000 peças por homem por hora, enquanto a Loja D obteve 4.200. Fatores como a rotatividade da equipe que faz o inventário e o espaço físico da loja, principalmente do estoque, devem ser considerados para explicar a diferença, porém a empresa ainda carece de maior uniformidade na realização dos inventários. Ressalta-se também que, para que o inventário seja aprovado e registrado como a posição oficial da loja no sistema, este deve respeitar a perda máxima estabelecida para a loja pela equipe de gestão de estoques, o que pode ocasionar em sucessivas revisões da equipe que está realizando o inventário para garantir que tenha sido lido todos os produtos. Caso a perda seja superior a estabelecida, o inventário é descartado e a loja deve realizar novamente no prazo de uma semana. Encontrar a melhor prática para atingir uma produtividade adequada com a acuracidade necessária é o desafio atual na empresa.

4.6 DISCUSSÃO SOBRE POSSÍVEIS APLICAÇÕES

Foi apresentado ao coordenador do projeto na empresa os outros possíveis usos da tecnologia RFID, conforme os estudos de caso apresentados na seção 4.2 deste trabalho.

A venda por RFID foi bem recebida, principalmente devido ao ganho da agilidade da leitura e a conseqüente minimização do tempo de atendimento, sendo este um meio percebido de satisfazer o cliente e reduzir as filas. Quanto ao *self-checkout*, está sendo estudado a possibilidade e a empresa planeja realizar pilotos quando as operações voltarem a normalidade após o Coronavírus (Covid-19). Realizar a venda por RFID no *self-checkout* “não parece complicado” segundo o gestor, mas ele ressalta que é necessário primeiramente ter uma avaliação positiva do consumidor nesta modalidade para depois analisar a implantação da venda por RFID. Já relativo ao sistema da Amazon

Go, ele acredita ser improvável a utilização no varejo de roupas pela complexidade diferenciada na comparação com supermercados ou eletrônicos, nos quais cada produto de tamanho único pode ser alocado em uma prateleira específica, enquanto no varejo de roupas não há essa divisão e o espaço físico necessário inviabilizaria a adoção. Além disso, segundo ele, no varejo de roupas a movimentação de peças descartadas no local errado é maior e este seria outro impeditivo para a correta cobrança do sistema.

A utilização do RFID como etiqueta de alarme foi igualmente bem recebida, pois, segundo ele, a empresa possui as perdas controladas e outros mecanismos de controle de furto, como câmeras e seguranças, então os ganhos com a inteligência da informação recebida podem compensar a menor taxa de leitura obtida. Outro ponto citado é que a utilização das etiquetas de RFID impediriam os falsos alarmes ocorridos atualmente, onde quase todos varejistas utilizam o mesmo tipo de etiqueta e mesmo que um produto seja de outra loja, quando ele passar na antena, irá soar o alarme, caso a etiqueta atual não tenha sido corretamente removida ou inutilizada e isso não ocorreria com o RFID, pois ele possui uma identificação única da loja. Por fim, afirmou que a utilização contribui significativamente no retorno financeiro, dado que não será mais necessário adquirir a etiqueta tradicional de alarme e que essa possibilidade já estava em estudo. Porém, para que seja viável, é necessária a substituição de todas as antenas das saídas das lojas por antenas capazes de ler a etiqueta RFID, o que exigiria um investimento que se paga, porém é alto demais para realizar neste ano, devido ao grande impacto causado pelo Covid-19.

A mais bem aceita sugestão e provavelmente a ser implantada parcialmente este ano, os provedores inteligentes trazem algumas preocupações quanto ao modelo varejista, apesar dos benefícios apresentados. Atualmente já há uma reclamação dos clientes quanto a quantidade de provedores disponíveis, especialmente nos provedores femininos, onde as filas são mais comuns. Como essa tecnologia aumentaria o tempo gasto nos provedores, seria necessária uma ampliação da quantidade de provedores e para isso deve-se remover parte da área de vendas, o que poderia diminuir as coleções apresentadas. Outra preocupação é em relação a quantidade de funcionários disponíveis para realizar o atendimento aos provedores, seja buscando peças selecionadas pelos clientes ou trocando o tamanho do item. Essa demanda, caso não fosse atendida em um tempo adequado, geraria insatisfação dos clientes. Em resumo, ele considera essa aplicação mais viável para varejo “estilo *boutique*”, onde tem um vendedor disposto a atender o consumidor do

que para varejo de massa, onde seria necessário realizar um profundo estudo de viabilidade para determinar se a interação realmente se reflete em vendas e compensa os aspectos citados. A sugestão possivelmente adotada esse ano será a de colocar um leitor RFID por provador para ter informações de apoio gerencial, como a taxa de conversão por tipo de produto, por marca, por hora, para determinar a taxa de ocupação dos provadores e justificar uma ampliação da área destinada, para observar a correlação de produtos experimentados no mesmo momento a fim de identificar possíveis melhorias na distribuição dos produtos na loja, com o intuito de aproximar itens provados simultaneamente, entre outros benefícios.

Quanto ao uso das prateleiras com monitor indicando a quantidade e tamanhos dos itens disponíveis, o gestor foi mais cético e disse não acreditar muito na viabilidade dessa implementação, por ser difícil de aplicar em todos lugares, como nas araras, por exemplo, e por não ver um benefício desejado pelo cliente. Porém, no estudo apresentado houve uma avaliação positiva dos clientes, o que levou o gestor a refletir sobre um projeto piloto para avaliar os resultados, afinal a empresa tem como objetivo central que a experiência do cliente na loja supere suas expectativas.

Quanto ao *omnichannel*, o gestor limitou-se a dizer que a empresa já oferecia alguns serviços de integração de vendas e de retire na loja e que, como RFID contribui com a acurácia das informações em tempo real, a empresa está estudando oferecer outros mecanismos de venda, mas que esse estudo está sendo realizado por outro departamento.

5. CONCLUSÃO

O RFID é uma tecnologia capaz de identificar objetos através de leitores de radiofrequência, utilizando-se de etiquetas fixadas nesses objetos para armazenar informações sobre as características do material. No varejo, o RFID está sendo utilizado para a melhoria dos processos e para aprimorar a experiência do cliente nas lojas. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a implementação de RFID como um instrumento de melhorar os processos de reposição e de inventário de uma empresa de varejo. Além disso, buscou-se identificar outras potenciais aplicações desta tecnologia para a empresa.

No processo de reposição dos produtos, o indicador avaliado foi o de indisponibilidade dos produtos na área de vendas, que avalia a quantidade de produtos

em estoque que não estão expostos para os clientes. O RFID se mostrou capaz de reduzir a indisponibilidade da empresa de 15,93% para 1,41% após 75 dias úteis de operação. No caso mais extremo, chamado de Loja B, a indisponibilidade era de 32,76% no estado anterior ao RFID e passou a 1,28% com a implementação desta tecnologia. Os calçados eram a divisão que possuía o pior índice de indisponibilidade da empresa, com 23,59%. Com a implementação do RFID, este indicador atingiu 2,90% após 60 dias úteis. Assim, o RFID reduziu as falhas na operação de reposição através de uma leitura atualizada e frequente dos itens expostos na área de vendas.

No processo de inventário, foram avaliados a acuracidade e a produtividade. Com o uso do RFID, a acuracidade da empresa atingiu 92,33% ante 53,1% antes da implementação. Já a produtividade, apesar de apresentar grande variação no desempenho entre as lojas, atingiu a nível da empresa 9.315 peças contadas por pessoa por hora, ante 220 peças por pessoa por hora. Esse aumento permitiu que o inventário seja realizado com maior frequência e por colaboradores da empresa, eliminando a contratação de uma empresa terceira para a realização do inventário. A informação mais frequente e com maior precisão possibilita que a empresa otimize sua gestão de estoque.

Por fim, através de entrevistas com especialistas e revisão bibliográfica, foi identificado outras aplicações do RFID para a empresa, como o uso da venda por RFID, o RFID como etiqueta de alarme, nos provadores, nas prateleiras e possibilitando o aumento da integração das vendas online e da loja (*omnichannel*). Estas aplicações foram apresentadas ao coordenador do projeto na empresa que decidiu dar andamento na utilização de um leitor RFID nos provadores e relatou que a empresa está estuando o *omnichannel*. Ele também afirmou que gostaria de realizar testes de viabilidade na venda por RFID e nas prateleiras. Quanto ao uso da etiqueta de alarme, a ideia foi aprovada, porém, devido às restrições financeiras provocadas pelo Covid-19 e como exige um alto investimento, ficou suspensa.

Desta forma, este trabalho atingiu seu objetivo de avaliar a implementação do RFID para a melhoria dos processos de reposição e inventário e sugerir outras aplicações à empresa varejista. Como sugestão para trabalhos futuros, é interessante avaliar financeiramente se o aumento da disponibilidade dos produtos refletiu em vendas ou analisar a implementação das aplicações sugeridas e os ganhos relacionados.

REFERÊNCIAS:

AL-KASSAB, J.; BLOME, P.; WOLFRAM, G.; THIESSE, F.; FLEISCH, E. RFID in the Apparel industry: A case study from Galeria Kaufhof, 2010

ALÙ, A. Radio frequency animal identification: electromagnetic analysis and experimental evaluation of the transponder-gate system. *International Journal of Radio Frequency Identification Technology and Applications*, 2006.

ALVES A. G.; BENTO, P. E. G.; NOGUEIRA, E. Operations strategies of engine assembly plants in the Brazilian automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 2015.

ANGELES, R. RFID technologies: supply chain applications and implementation issues, 2005.

ARYA, K. R.; ASHURI, S. B. A cost-benefit case for RFID implementation in hospitals: adapting to industry reform, *Facilities*, 2015.

ATTARAN, M. RFID: an enabler of supply chain operations, *Supply Chain Management: An International Journal*. 2007.

BECK, A. Measuring the impact of RFID in retailing: Keys lessons from 10 case-study companies, 2018

BENDAVID, Y.; BOECK, H.; PHILIPPE, R. Redesigning the replenishment process of medical supplies in hospitals with RFID. *Business Process Management Journal*, 2010.

BERTOLINI, M.; FERRETI, G.; MONTANARI, R.; RIZZI, A.; VIGNALI, G. A quantitative evaluation of the impact of the RFID technology on shelf availability, 2012.

BHATTACHARYA, M.; CHU, C.; HAYYA, J.; MULLEN, T. An exploratory study of RFID adoption in the retail sector, 2010.

BOROWSKI, J. 100% RFID: Decathlon is the first network in Poland to use RFID tags in all products. *Institute of logistics and warehousing*, 2019

BOSE, I.; PAL, R. Auto-ID: managing anything, anywhere, anytime in the supply chain, 2005.

BOTTANI, E., MONTANARI, R., RIZZI, A. The impact of RFID technology and EPC system on stock-out of promotional items. *International Journal of RF Technologies: Research and applications*, 2009

CAMPO, K.; GIJSBRECHTS, E.; NISOL, P. Dynamics in consumer response to product unavailability: Do stockout reactions signal response to permanent assortment reductions? *Journal of Business Research*, 2002

CORONADO, Osmar. *Logística integrada: modelo de gestão*, 2007.

COSGROVE, E. Lululemon leverages RFID, supplier relationships to manage inventory amid coronavirus demand drop, 2020. Disponível em: <https://www.supplychaindive.com/news/coronavirus-lululemon-rfid-supplier-inventory/575109/> acesso em 29/05/2020

CURTIN, J. Making the “most” out of RFID technology: a research agenda for the study of the adoption, use and impacts of RFID. *Information Technology and Management*, 2007.

DRAUZ, Ralf; HENDEL, Daniel; *Impacts of RFID on the information Exchange in a retail supply chain*. Vaxto University, 2006.

DEHORATIUS, N.; RAMAN, A. Inventory record inaccuracy: an empirical analysis, *Management Science*, 2008

ECR EUROPE, *ECR-optimal shelf availability: increasing shopper satisfaction at the moment of truth*, 2003

FABER, M. J. *RFID: the next tool for managing records?*, 2002.

FARSHIDI, A. *The new retail experience and its unaddressed privacy concerns: how rfid and mobile location analytics are collecting costumer information*, 2016

GRUEN T.W.; CORSTEN, D. *A comprehensive guide to retail out-of-stock reduction in the fast-moving consumer goods industry*. Disponível em: http://www.gmabrands.com/publications/docs/2007/OOS_fullreport.pdf acesso em: 15/03/2020

GRUEN, T. W.; CORSTEN, D. S.; BHARADWAJ, S. *Retail Out of Stocks: A Worldwide Examination of Extent, Causes, and Consumer Responses*, Grocery Manufacturers of America, 2002

HARDGRAVE, B.C.; WALLER, M.; MILLER, R. RFID's impact on out of stocks: A sales velocity analysis, 2006.

HARDGRAVE, B.; ALOYSIUS, J.; GOYAL, S. Does RFID improve inventory accuracy? A preliminar analysis, International Journal of RF Technologies: Research and Application, 2008

HEESE, H.S. Inventory record inaccuracy, double marginalization and RFID adoption. Production and Operations Management, 2007

HESSEL, F.; AZAMBUJA, M. Etiquetas e leitores RFID. Implementando RFID na cadeia de negócios: Tecnologia a serviço da Excelência, 2009.

HUANG, M.; YIP, A.C.Y. Strategic values of technology-driven innovation in inventory management: a case study of Zara's RFID implementation, 2016

KANG, Y.; GERSHWIN, S.B. Information inaccuracy in inventory systems: Stock loss and stockout. IIE Transactions, 2007

KARKKAINEN, M. Increasing efficiency in the supply chain for short shelf life goods using RFID tagging. International Journal of Retail and Distribution Management, 2003.

KIM, S.; GARRISON, G. Understanding users' behaviors regarding supply chain technology: Determinants impacting the adoption and implementation of RFID technology in South Korea. International Journal of Information Management, 2010.

KOTZAB, H.; TELLER, C. Development and empirical test of a grocery retail instore logistics model, 2005

JESUS, L.; MACIERA, A. Repensando a gestão por meio de processos, 2014.

JOHNSON, J. R. Metro Reduces Out of Stocks with RFID; is Wal-Mart Next?, 2005.

JONES, P.; CLARKE-HILL, C.; SHEARS, P.; COMFORT, D. Radio frequency identification in the UK: opportunities and challenges, 2005.

LAMPE, M.; STRASSNER, M. The potential of RFID for movable asset management. In: PROCEEDINGS OF THE WORKSHOP ON UBIQUITOUS COMPUTING, 2003.

LIM, M. K.; LEUNG, S. C. H. RFID in the warehouse: A literature analysis (1995–2010) of its applications, benefits, challenges and future trends. *Int. J. Production Economics*, 2013.

MARTINS V. C. M.; MARTINS R. S. M.; SIENDEBERG D.R.; GRIEBELER M. P. D.; *Análise Comparativa dos Fatores de Inovação entre os Setores Metal-Mecânico e Têxtil*, 2017.

MATTA, V.; KOONCE, D.; JEYARAJ, A. Initiation, Experimentation, Implementation of innovations: The case of Radio Frequency Identification Systems. *International Journal of Information Management*, 2012.

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

MEHRJERDI, Y. Z. RFID and its benefits: a multiple case analysis. *Assembly Automation*, 2011.

MEHRJERDI, Y. Z. A framework for Six-Sigma driven RFID-enabled supply chain systems. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 2013.

MELLO, C. H. P. *Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução*, 2012.

MICHAEL, K.; MCCATHIE, L. The pros and cons of RFID in supply chain management. *Proceedings of the International Conference on Mobile Business*, 2005.

MILNES, H. Inside Ralph Lauren's connected fitting rooms. Disponível em: <https://digiday.com/marketing/retailtech2016-inside-ralph-laurens-connected-fitting-rooms/> acesso às 14h25 do dia 22/05/2020.

MITCHELL, A. Improving On-Shelf Availability - it matters more, 2011 Disponível em: <https://zerorupture.com/documents/osa%20whitepaperecreurope2011.pdf> acesso 28/03/2020

MOON, K. L.; NGAI, E. W. T. The adoption of RFID in fashion retailing: a business valueadded framework. *Industrial Management & Data Systems*, 2008.

MULLER-SEITZ, G.; DAUTZENBERG, K.; CREUSEN, U.; STROMERECER, C. Customer acceptance of RFID technology: Evidence from the German electronic, 2009

NAYAK, R.; SINGH, A.; PADHYE, R.; WANG, L. RFID in textile and clothing manufacturing: technology and challenges, Fashion and Textiles, 2015

OSYK, B. A.; VIKAYARAMAN, B. S.; SRINIVASAN, M.; DEY, A. RFID adoption and implementation in warehousing. Management Research Review, 2012.

PARK, K. S.; KOH, C. E.; NAM, K. T. Perceptions of RFID technology: a cross national study. Industrial Management & Data Systems, 2010.

PARKS, L. Creating a virtual trail, National Retail Federation, 2014

PEDROSO, M. C.; ZWICKER, R.; SOUZA, A. S. RFID adoption: framework and survey in large Brazilian companies. Industrial Management & Data Systems, 2009.

PIOTROWICZ, W., CUTHBERTSON, R. Introduction to the Special Issue Information Technology in Retail: Toward Omnichannel Retailing, 2014

PRADO, N. R. S. A; PEREIRA, N. A.; POLITANO, P. R. Dificuldades para a adoção de RFID nas operações de uma cadeia de suprimentos. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Fortaleza, CE, Brasil, 2006.

PRATER, E. Future impacts of RFID on e-supply chains in grocery retailing. Supply Chain Management: An International Journal, 2005.

PROSTMAN, I. RFID: How the digitalization of retail is progressing. Fashion United, 2020

RIBEIRO, P. C. C.; SCAVARDA, A. J.; BATALHA, M. O. RFID in the international cattle supply chain: context, consumer privacy and legislation. Int. J. Services and Operations Management, 2010.

RIS ROADMAPS. Reaching New Frontiers with RFID, set/2016

RIZZI, A. RFID Barometer in Retail, 2018.

ROBERTI, M. P&G adopts EPC advantaged strategy. RFID Journal, 2006.

ROBERTI, M. RFID delivers unexpected benefits at American Apparel. RFID Journal, 2011. Disponível em: <http://www.rfidjournal.com/articles/view/?12410> acesso em: 11/06/2020

ROH, J., KUNNATHUR, A., TARAFDAR, M. Classification of RFID adoption: An expected benefits approach. *Information & Management*, 2009.

ROSS, A.; TWEDE, D.; CLARKE, R.; RYAN, M. A framework for developing implementation strategies for a radio frequency identification (RFID) system in a distribution center environment. *Journal of Business Logistics*, 2009.

SCDIGEST Zara's aggressive move to item-level tagging features plan to re-use tags', *SCDigest's OnTarget e-Magazine*, 09/2014

SHENG, Q.Z.; ZEDADALLY, S.; LUO, Z.; CHUNG, J.-Y; MAAMAR, Z. Ubiquitous RFID: Where are we?. *Information Systems Frontiers*, 2010.

SOARES, R. S.; COMUCCI, T. L.; DOS SANTOS, T. C.; DE ALMEIDA, T. B.; LEITE, P. R. O impacto da tecnologia de etiqueta inteligente (RFID) na performance de cadeia de suprimentos: Um estudo no Brasil. *Revista Jovens Pesquisadores*, 2008.

THAU, B. Is the "RFID retail revolution" finally here? A Macy's case study, 2017. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/barbarathau/2017/05/15/is-the-rfid-retail-revolution-finally-here-a-macys-case-study/#5a279ac32944> acesso em 25/05/2020.

THIESSE, F.; AL-KASSAB, J.; FLEISCH, E. Understanding the value of integrated RFID systems: a case study from apparel retail, 2009

VAN WOENSEL, T.; VAN DONSELAAR, K.; BROEKMEULEN, R.; FRANSOO, J. Consumer responses to shelf out-of-stocks of perishable products, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 2007

VIEWEGER, T. RFID: How the digitalization of retail is progressing. *Fashion United*, 2020

WANG, S.; LIU, S.; WANG, W. The simulated impact of RFID-enabled supply chain on pull-based inventory replenishment in TFT-LCD industry, *International Journal of Production Economics*, 2008

WANKHEDE K.; WUKKADADA, B.; NADAR, V. Just Walk-Out Technology and its Challenges: A Case of Amazon Go. *International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, 2018

WEIS, S. A. Security and privacy in Radio Frequency Identification Devices. 2003.

WIDAD, J. K.; NASIR, I. M.; ISMAIL, A. W.; OMAR, M. Q.; ZANAL, F. H. M. UHF RFID proof of concept (POC) with open-source ILS at Universiti Sains Malaysia (USM) Libraries. Program: electronic library and information systems, 2015.

WIJNGAERT, L.; VERSENDAAL, J.; MATLA, R. Business IT Alignment and technology adoption; The case of RFID in the logistics domain. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research. 2008.

ZELBST, P. J.; GREEN, K. W.; SOWER, V. E.; BAKER, G. RFID utilization and information sharing: the impact on supply chain performance. Journal of Business & Industrial Marketing, 2010.

YU, S. RFID implementation and benefits in libraries. The Electronic Library, 2007.

<https://brasil.rfidjournal.com/noticias/vision?14561/3> acessado em 07/09/2019

<https://brasil.rfidjournal.com/noticias/vision?18171> acessado em 09/09/2019

