

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

JESSICA PEREIRA BENTO

IMPLEMENTAÇÃO E USO DA TECNOLOGIA RFID NO VAREJO DE MODA: UM
ESTUDO DE CASO

Vitória, ES
2021

JESSICA PEREIRA BENTO

IMPLEMENTAÇÃO E USO DA TECNOLOGIA RFID NO VAREJO DE MODA: UM
ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia de Produção do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Vitória, ES
2021

JESSICA PEREIRA BENTO

IMPLEMENTAÇÃO E USO DA TECNOLOGIA RFID NO VAREJO DE MODA: UM
ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia de Produção do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Vitória, 01 de outubro de 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Marta Monteiro da Costa Cruz
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a. Dr^a. Patrícia Alcântara Cardoso
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a. Dr^a. Claudia Rodrigues Teles
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Prof^a. Dr^a. Marta Monteiro da Costa Cruz pela paciência e orientações necessárias para a conclusão deste trabalho.

À Prof^a. Dr^a. Patrícia Alcântara Cardoso e à Prof^a. Dr^a. Claudia Rodrigues Teles pela disponibilidade em compor a banca examinadora.

À Pró-reitora Prof^a Dr^a Claudia Maria Mendes Gontijo e Prof^a Dr^a Denise da Costa Assafrão de Lima - Diretoria de Apoio Acadêmico - DAA/PROGRAD e à equipe da PROGRAD por possibilitar a realização deste trabalho.

À Jacira Marianne Monclair, minha companheira de trabalho, pelo incentivo, colaboração e contribuição neste período.

RESUMO

Com o intuito de compreender os impactos da tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) no varejo de moda, o trabalho traz um estudo de caso da primeira varejista do país a fazer o uso dessa tecnologia de identificação de produtos em suas operações. O aporte teórico é derivado dos estudos de ALEXIOU (2012), ROMANO (2011) e HARDGRAVE (2008). O corpus de análise se deu através do comparativo de três processos referentes a gestão de estoque realizando a identificação de produtos através de código de barras e, posteriormente, fazendo uso da identificação por radio frequência. Os processos analisados foram: inventário, estoque de produtos e reposição. Para os três processos foram considerados o tempo total de realização, produtividade (medida em peças/homem/hora) e para o processo de reposição foi considerada também a ruptura de itens. Os resultados sinalizaram ganhos quantitativos e qualitativos tanto no tempo quanto na frequência de realização desses processos, além de expressivo aumento de produtividade.

Palavras-chave: RFID, Varejo, Identificação de produtos, Inventário, Gestão de Estoque

ABSTRACT

In order to understand the impacts of RFID (Radio Frequency Identification) technology on fashion retail, the work brings a case study of the first fashion retailer in Brazil using this product identification technology in its operations. The theoretical support is derived from studies by ALEXIOU (2012), ROMANO (2011) and HARDGRAVE (2008). The corpus of analysis took place through the comparison of three processes related to inventory management, using bar codes for product identification and, subsequently, radio frequency. The processes analyzed were inventory, product storage and replacement. For the three processes were considered: the total time of completion, productivity (measured in items/man/hour), and for the replacement process, the breakage of items was also considered. The results show that the use of RFID tags provided quantitative and qualitative gains, both in time and frequency, in addition to a significant increase in productivity.

Keywords: RFID, retail, inventory, products identification, inventory management

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sir Robert Watson-Watt com seu primeiro equipamento de radar.	15
Figura 2 - Interrogador 242 e Transponder 253S	16
Figura 3 - Componentes do sistema RFID	19
Figura 4 - Representação de sistema de estoque multiescalonado.....	20
Figura 5 - Tipos de etiqueta RFID utilizadas na empresa do estudo de caso	30
Figura 6 - Exemplos de aplicação das etiquetas RFID.....	30
Figura 7 - Etiqueta de código de barras utilizada no estudo de caso.....	31
Figura 8 - Exemplo de mapeamento de áreas para inventário no Cenário 1.	33
Figura 9 - Padrão organização de estoque em Z e circuito.....	35
Figura 10 - Exemplo de estoque de produtos no cenário 1	35
Figura 11 - Metodologia para contagem de inventário no Cenário 2.....	39
Figura 12 - Contagem de inventário com RFID	40
Figura 13 - Mapeamento para endereçamento de estoque	41
Figura 14 - Identificação de corredores para endereçamento de estoque	41
Figura 15 - Etiquetas para cadastro de endereço nos módulos	42
Figura 16 - Tela do aplicativo para consulta de produtos.....	43
Figura 17 - Alocação de produtos no estoque com endereçamento	44
Figura 18 - Padrão de organização de estoque com endereçamento.....	44
Figura 19 - Busca de produtos no estoque com endereçamento.....	45
Figura 20 - Tela do aplicativo para reposição de produtos.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de códigos de barras	14
Tabela 2 - Faixas de frequência das tags RFID	17
Tabela 3 - Quantidade média de itens comercializados por formato de loja..	20
Tabela 4 - Causas das Quebras Operacionais por Segmento	22
Tabela 5 - Ruptura após primeiro inventário com RFID	47
Tabela 6 - Ruptura com uma semana de implementação do RFID	48
Tabela 7 - Comparativo dos cenários	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	OBJETIVO.....	10
1.2	ORGANIZAÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	TECNOLOGIAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PRODUTOS	12
2.1.1	Identificação por código de barras	12
2.1.1.1	Histórico	12
2.1.1.2	Tipos de códigos de barras existentes.....	13
2.1.2	Identificação por rádio frequência	14
2.1.2.1	Histórico	14
2.1.2.2	Funcionamento do sistema RFID.....	17
2.2	GESTÃO DE ESTOQUES	19
2.3	O USO DA TECNOLOGIA RFID NO VAREJO	22
2.4	COMPARATIVO DAS TECNOLOGIAS	24
3	ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DE RFID EM UMA OPERAÇÃO DE VAREJO DE VESTUÁRIO	26
3.1	DEFINIÇÕES	28
3.2	PROCESSOS DA LOJA.....	31
3.2.1	Cenário 1	31
3.2.1.1	Inventário	32
3.2.1.1.1	Preparação da loja	32
3.2.1.1.2	Metodologia de contagem	32
3.2.1.2	Estoque de produtos	34
3.2.1.3	Reposição de produtos	36
3.2.2	Cenário 2.....	37
3.2.2.1	Inventário.....	37
3.2.2.1.1	Preparação da loja	38
3.2.2.1.2	Metodologia de contagem	38
3.2.2.2	Estoque de produtos	40
3.2.2.3	Reposição	45
4	RESULTADOS	49
5	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Ao falar de gestão de estoques é importante compreender alguns conceitos como: inventário, reposição, endereçamento e armazenamento de itens, estes são parte importante dos processos de loja e estão correlacionados.

O inventário “[...] refere-se à mensuração da quantidade de materiais encontrada fisicamente pela quantidade registrada no sistema de informação” (SHELDON, 2004). A reposição por sua vez, é responsável por garantir que todos os produtos disponíveis em estoque estejam expostos na área de vendas. Já o endereçamento automatiza o processo de armazenamento de itens, aumentando a confiabilidade através da identificação da localização dos produtos no estoque.

O controle de estoque é realizado basicamente por meio do rastreamento dos produtos disponíveis em uma empresa, de forma informatizada ou manual. Sua função é o de gerir o fluxo de informações adequado e documentado, visando o controle dos produtos em questão (FRANCISCHINI, et al., 2004)

Mas como identificar milhares de itens? A partir deste questionamento surgiu o código de barras, tendo como principal característica o armazenamento de dados referentes ao produto como: cor, tamanho, preço e quantidade. Entretanto, para uma loja com uma operação dinâmica, esse tipo de identificação pode ser limitante, uma vez que não é capaz de armazenar informações que permitem a rastreabilidade do produto. Além disso a necessidade de manusear cada peça individualmente posicionando o código de barras para leitura (visada) torna o processo muito mais lento.

Para facilitar a identificação dos produtos e agilizar os processos de loja, surge o uso da tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) no varejo, a qual faz uso de etiquetas inteligentes que se comunicam por rádio frequência através de antenas e leitores.

O RFID tem como “[...] principais vantagens sobre o código de barras a não necessidade de visada e a possibilidade da leitura mais rápida e simultânea de diversas etiquetas e a distancias maiores que as usualmente praticadas com código de barras”. (ALEXIOU, 2012).

A proposta deste trabalho é analisar os ganhos obtidos em três macroprocessos de uma grande varejista brasileira após a implementação da tecnologia RFID em suas operações. Para tanto, desenvolveu-se um estudo de caso comparativo em que são apresentados os processos em dois cenários, o primeiro faz uso do código de barras para identificação de produtos e o segundo utiliza a rádio frequência.

Foram analisados o tempo de realização dos processos e a produtividade em cada cenário. Para a reposição de produtos foi considerada também a ruptura de itens. Os resultados obtidos trazem alguns questionamentos: Quais os benefícios do uso do RFID no varejo de moda? O RFID é uma necessidade para o negócio?

1.1 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é analisar os ganhos de produtividade e vantagens competitivas possibilitados pela implementação da tecnologia RFID para identificação de produtos em uma empresa de grande porte do setor varejista de vestuário.

Os objetivos específicos do estudo de caso são:

1. Compreender a realidade de operação das lojas de varejo de moda antes do RFID, identificando os problemas e oportunidades que a tecnologia irá atacar.
2. Coletar e analisar os dados operacionais que evidenciam os problemas identificados.
3. Apresentar os ganhos de produtividade, retornos econômicos e qualitativos.

1.2 ORGANIZAÇÃO

O presente trabalho constitui-se de cinco capítulos, sendo o Capítulo 1 a Introdução, onde serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos deste estudo de caso.

O Capítulo 2 contém o referencial teórico, a revisão da literatura utilizada como direcionamento para o trabalho, tratando mais especificamente das tecnologias utilizadas para identificação de produtos, principais conceitos de gestão de estoque e a aplicação da tecnologia RFID no varejo.

O Capítulo 3 contextualiza a empresa do estudo de caso e descreve os processos que serão analisados, considerando cenários com identificação de produtos por código de barras e por radio frequência.

No capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos em cada cenário, bem como as análises comparativas.

Finalmente, no capítulo 5 se dá a conclusão deste estudo de caso e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo abrange os principais conceitos sobre tecnologias de identificação de produtos e gestão de estoque, os quais formam os fundamentos teóricos do trabalho.

2.1 TECNOLOGIAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PRODUTOS

Existem diferentes tecnologias para identificação de produtos, as mais conhecidas são o código de barras e a identificação por rádio frequência. Serão apresentadas as duas tecnologias, ambas utilizadas na empresa objeto desse estudo de caso, explicando o funcionamento, principais vantagens e desvantagens.

2.1.1 Identificação por código de barras

Os códigos de barras são utilizados para identificar itens diversos através de uma representação numérica. Facilitam a captura de dados através de leitores (*scanners*) e coletores de código de barras, propiciando a automação de processos com maior eficiência, controle e confiabilidade para a empresa (GS1, 2010).

2.1.1.1 Histórico

Em 1948, Bernard Silver e Normand Joseph Woodland, na época estudantes na Universidade de Drexel na Pensilvânia, começaram a trabalhar em busca de resposta a um questionamento levado por um varejista da região sobre a possibilidade de existir um método capaz de realizar a leitura automática das informações dos produtos no pagamento, evitando a digitação.

A resposta aparentemente veio em 1952, quando foi obtida a primeira patente para a utilização de um tipo de código de barras para identificação de um produto (BELLIS, 2019), formado por uma sequência de linhas espessas e finas, que se tornou a característica visual mais marcante de uma etiqueta de código de barras. Essa representação foi formada através da utilização do código Morse, composto por pontos e traços estendidos verticalmente para formar a sequência de linhas.

Cerca de 20 anos depois, Woodland criou em conjunto com George Laurer a simbologia UPC (Código Universal de Produto), que registrou seu primeiro item, um pacote de dez chicletes *Juicy Fruit*, no dia 26 de junho de 1974 em um supermercado na cidade de Troy, Ohio (WEIGHTMAN, 2015). A caixa registradora exibiu automaticamente o preço do item e marcou o início de uma nova era.

Com a internacionalização da simbologia UPC e a criação do padrão EAN (*European Article Number*), o código de barras decolou no mercado de alimentos e varejo na década de 1980. O EAN é o código de barras mais popular e é formado por uma sequência numérica de 13 dígitos, que contém informações específicas sobre o produto, como país de origem, empresa fabricante, a referência do conteúdo e um dígito verificador ao final.

Em 2004 estimava-se que cinco bilhões de leituras de códigos de barras eram realizadas por dia e cerca de 90% das 500 maiores empresas dos Estados Unidos utilizavam essa tecnologia de identificação (VARCHAVER, 2004).









2.1.1.2 Tipos de códigos de barras existentes

O código de barras é formado por padrões de cores contrastantes, normalmente preto e branco e pode ser linear, como os encontrados nas embalagens de produtos, ou bidimensional, como, por exemplo, os QR Codes. A sigla QR vem do inglês *Quick Response*, então em uma tradução direta, o *QR Code* pode ser entendido como um código de resposta rápida.

Segundo (HOINASKI, 2017), existem oito tipos diferentes de códigos de barras. É necessário compreender cada um dos modelos para definir qual dos códigos deve ser utilizado a fim de elevar o controle e a segurança das empresas.

A Tabela 1 apresenta os oito tipos de códigos de barras e suas principais aplicações.

Tabela 1 - Tipos de códigos de barras

Tipo	Simbologia	Principais características	Onde é utilizado
EAN		<ul style="list-style-type: none"> - Formato mais comum - Sequência numérica que totaliza 13 dígitos - Armazena dados sobre a numeração única da unidade ou do lote 	Varejo
DataBar		<ul style="list-style-type: none"> - Similar ao EAN-13 - Tamanho reduzido, por isso é aplicado em produtos menores, como cosméticos, legumes e frutas - Capaz de armazenar informações sobre prazo de validade 	Varejo
UPC		<ul style="list-style-type: none"> - Garante que o produto seja aceito em toda a América do Norte - Deve ser utilizado para exportação 	Varejo
ITF-14		<ul style="list-style-type: none"> - Possui 14 dígitos - Pode ser utilizado em caixas ou lotes de produtos, não para produtos únicos - Rastreo e localização 	Unidades logísticas
Código 128		<ul style="list-style-type: none"> - Composição alfa numérica - Armazena informações desde a data de validade, até números de lote e série - Transporte de produtos de saúde, por oferecer um rastreo mais completo 	Unidades logísticas
Código 25 intercalado		<ul style="list-style-type: none"> - Utilizado para o manuseio e transporte de fichas, passagens aéreas, equipamentos despachados, bagagens e cargas - Boletos de pagamentos 	Diversas
QR Code		<ul style="list-style-type: none"> - Bidimensional com padrão único - Capaz de armazenar uma quantidade maior de informações - "Embalagem estendida": facilita o conhecimento do consumidor a respeito do produto 	Smartphones e outros dispositivos móveis
DataMatrix		<ul style="list-style-type: none"> - Bidimensional com tamanho reduzido - Maior confiabilidade e rastreabilidade das informações - Pode ser gravado no produto para ser inviolável 	Área de saúde

Fonte: Adaptado de HOINASKI (2017)

2.1.2 Identificação por rádio frequência

2.1.2.1 Histórico

A tecnologia RFID nasceu no ambiente militar na década de 1930, diante do desafio encontrado pelo Exército e Marinha norte-americanos para identificar alvos no solo, no mar e no ar. Ela foi então utilizada em combates aéreos para identificar a presença de aviões inimigos (SANTINI, 2008).

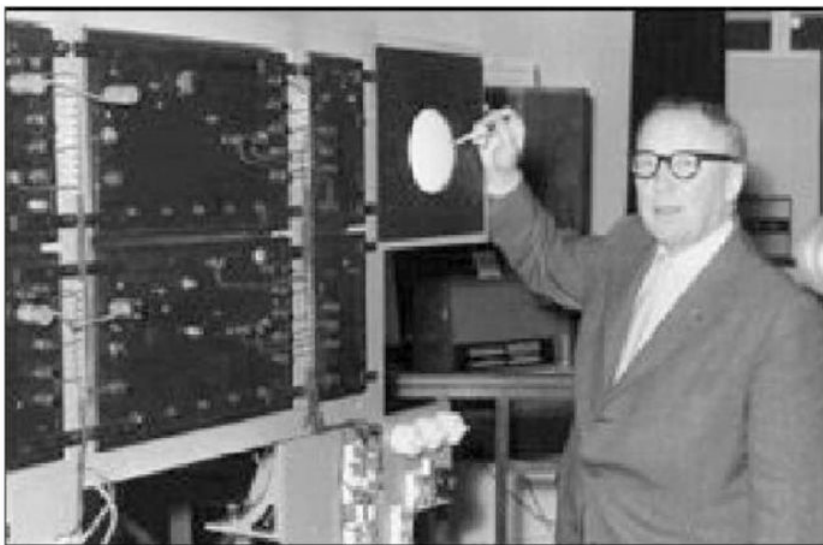
Apesar de ser uma tecnologia mais antiga que a de código de barras, sua utilização foi mais restrita devido a fatores como o tamanho dos componentes e necessidade de energia (ALEXIOU, 2012).

Em 1937, foi desenvolvido por Robert Alexander Watson-Watt, inventor do radar, um sistema que fazia a distinção entre aeronaves aliadas e aeronaves inimigas. O sistema foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisas Navais dos EUA (NRL) e foi chamado *Identification Friend-or-Foe* (IFF - Sistema de Identificação de Amigo ou Inimigo).

Nos primeiros sistemas IFF, os componentes mais importantes eram um interrogador, que era o próprio sistema de radar, e um transponder, representado por uma caixa volumosa de tubos com *dials* e interruptores (HESSEL et al., 2011).

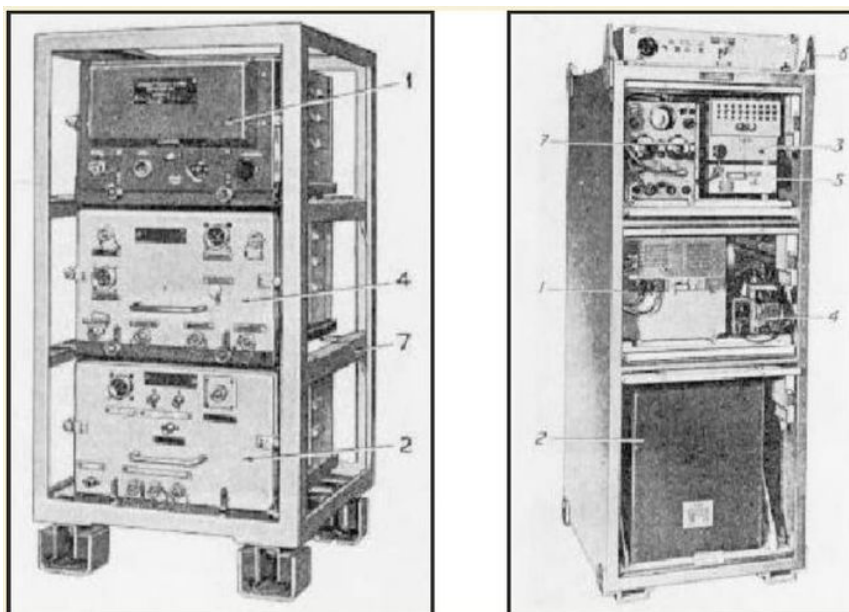
A Figura 1 e Figura 2 mostram o primeiro equipamento de radar criado por Robert Alexander Watson-Watt e os componentes do sistema IFF, respectivamente.

Figura 1 - Sir Robert Watson-Watt com seu primeiro equipamento de radar



Fonte: HESSEL et al. (2011)

Figura 2 - Interrogador 242 e Transponder 253S



Fonte: HESSEL et al. (2011)

Devido à grande dimensão dos componentes e do alto custo de implementação, os primeiros usos da identificação por rádio frequência nos anos 1950 ainda eram limitados ao exército, laboratórios de pesquisas e grandes empresas comerciais. Cerca de duas décadas depois, começaram a ser inseridas aplicações menos complexas e mais abrangentes para novos usos de RFID. Empresas como Sensormatic¹ e Checkpoint Systems² foram responsáveis por desenvolver equipamentos de vigilância eletrônica de produtos (EAS) para proteger itens de inventário, tais como vestuário em lojas de departamentos e livros em bibliotecas (HESSEL et al., 2011).

Até a década de 1970, as *tags* (etiquetas) usadas eram as de Baixa Frequência (LF - *Low Frequency*). Os sistemas de Frequência Ultra Alta (UHF - *Ultra-high Frequency*) surgiram no início dos anos 80 e permitiam realizar leituras com distâncias superiores a dez metros. Os sistemas de frequência UHF passaram

¹Sensormatic é uma marca da Tyco Retail Solutions que é líder mundial no fornecimento de sistemas de varejo e de segurança. Tem soluções implantadas em mais de 80 por cento das 200 lojas varejistas mais importantes do mundo, que vão desde uma única loja a boutiques de empresas de varejo global.

²A Checkpoint Systems é líder global na gestão da quebra, visibilidade da mercadoria e soluções de etiquetagem para vestuário. A Checkpoint estabelece parcerias com os retalhistas e seus fornecedores, de forma a ajudar na redução da quebra, melhorar a disponibilidade dos produtos e extração de dados em tempo real para obter excelência operacional

a ser utilizados em cobranças de pedágios eletrônicos e ganharam popularidade por oferecer uma forma mais sofisticada de controle de acesso, com um mecanismo de pagamento incluído.

Ao final dos anos 1990, os sistemas RFID em UHF tornaram-se promissores na utilização em controle de inventário, gerenciamento de centro de distribuições e armazéns, incluindo sua aplicação no rastreamento de paletes e caixas (HESSEL et al., 2011).

A Tabela 2 traz um resumo das faixas de frequência encontradas nas etiquetas RFID, suas principais características e exemplos de utilização.

Tabela 2 - Faixas de frequência das tags RFID

Frequência	Características	Aplicações Típicas
LF (<i>Low Frequency</i>) 30-300 kHz	Alcance de leitura curto a médio	Controle de acesso Identificação animal
MF (<i>Medium Frequency</i>) 300 kHz-3 MHz	Baixo custo Baixa velocidade de leitura	Controle de inventario Imobilizador de veículo
HF (<i>High Frequency</i>) 3-30 MHz	Alcance de leitura curto a médio	Controle de acesso <i>Smart cards</i>
VHF (<i>Very High Frequency</i>) 30-300 MHz	Potencialmente barato Média velocidade de leitura	
UHF (<i>Ultra High Frequency</i>) 300 MHz-3 GHz	Alcance de leitura longo Alta velocidade de leitura	Monitoramento de vagões ferroviários Sistemas de pedágio
SHF (<i>Super High Frequency</i>) 3-30 GHz	Caro	

Fonte: ALEXIOU (2012, p. 28)

2.1.2.2 Funcionamento do sistema RFID

RFID é como um código de barras, no sentido de permitir capturar informações simplesmente apontando um dispositivo para o produto, mas a semelhança termina aí. Uma etiqueta de radiofrequência anexada se comunica com um sinal de rádio, em vez de uma etiqueta de código de barras (BELL, 2005).

A etiqueta RFID pode conter uma grande quantidade de informações sobre o produto e, em particular, contém gravado em um microchip o Código Eletrônico de

Produto (EPC), um número que identifica exclusivamente o item etiquetado em qualquer parte da cadeia de abastecimento, em vez de apenas fornecer seu código de produto UPC (LAZAR; MOSS, 2005).

Ao contrário das etiquetas de código de barras, os dispositivos de radiofrequência não precisam estar na linha de visão direta para serem lidos, pois a leitura acontece remotamente. Na verdade, vários sinais de radiofrequência podem ser processados de uma vez, então um dispositivo de RFID pode identificar automaticamente e simultaneamente cada um dos itens presentes em grandes volumes.

Embora existam variações em termos de tipos de dispositivos e complexidade, cada sistema RFID contém pelo menos os três componentes a seguir: leitores, antenas e *tags*.

O sistema RFID mais simples pode ser composto por um leitor RFID portátil móvel (com uma antena integrada) e etiquetas RFID, enquanto os sistemas mais complexos usam leitores multiportas, dispositivos de funcionalidade adicionais (por exemplo, luzes de pilha), várias antenas e cabos, etiquetas RFID e uma configuração de software completa. A Figura 3 mostra os componentes básicos para o funcionamento de um sistema RFID.

As *tags* constituem o principal componente do sistema RFID, responsável por receber e responder às transmissões. Nelas estão um material condutivo, como alumínio ou prata, que servem como antena. A antena é a principal responsável pela troca de informações entre a *tag* e o leitor, através da emissão de um sinal de rádio. O leitor, por sua vez, é responsável por emitir energia através de um campo eletromagnético (radiofrequência), que é recebida e respondida pela *tag* com o conteúdo de sua memória.

Figura 3 - Componentes do sistema RFID



A identificação por radiofrequência melhora a viabilidade de captura de dados em ambientes físicos desafiadores onde os produtos estão sempre em movimento, pois o leitor deve ser apontado apenas na direção geral do sinal. Além disso, as aplicações RFID geralmente requerem menos interação humana do que o código de barras, pois eliminam a necessidade de manipular cada produto individualmente para a identificação.

2.2 GESTÃO DE ESTOQUES

Os itens estocados em uma empresa devem ser corretamente identificados, classificados, codificados e descritos de forma padronizada para um controle mais eficiente. Os códigos de materiais mais comumente encontrados são compostos por uma sequência numérica, seguida de um dígito verificador. (SANTOS, 2006) faz uma analogia do código de identificação de material com o RG (Registro Geral ou Identidade). Dessa forma, o número de identidade de um produto é chamado de SKU³ (*Stock Keeping Unit*).

De maneira geral, a quantidade de itens armazenados nos estoques das empresas varejistas e nas indústrias é muito elevado. A Tabela 3 traz um resumo do

³SKU: Stock Keeping Unit, é um código identificador de um único produto.

número médio de itens comercializados por cada formato de loja, de acordo com o tamanho da área de vendas e exemplos de estabelecimentos. A empresa do estudo de caso deste trabalho pode ser classificada como superloja.

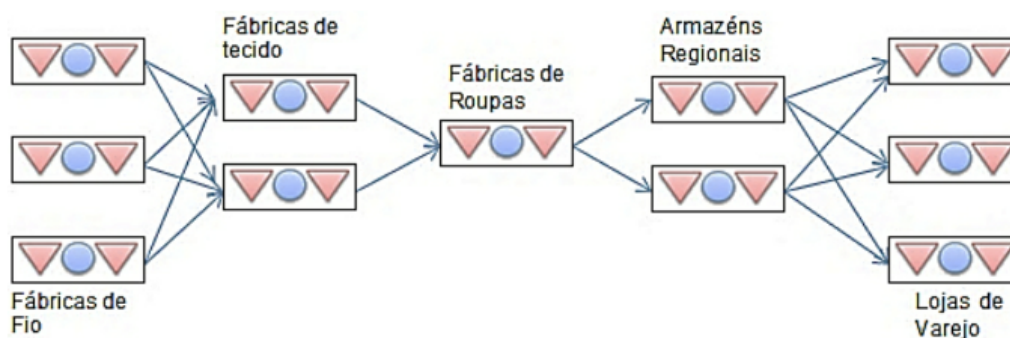
Tabela 3 - Quantidade média de itens comercializados por formato de loja

Formato da Loja	Área de Vendas (m ²)	Nº médio de Itens	Seções
Bares	20 – 50	300	Mercearia, lanches e bebidas.
Padaria	50 – 100	1.000	Padaria, mercearia, lanches, frios, bebidas e laticínios.
Supermercado	700 – 2.500	9.000	Mercearia, hortifrúti, carnes, aves, frios, laticínios, peixaria e bazar.
Superloja	3.000 – 5.000	14.000	Mercearia, hortifrúti, carnes, aves, frios, laticínios, peixaria e bazar, têxteis e eletrônicos.
Hipermercado	7.000 -16.000	45.000	Mercearia, hortifrúti, carnes, aves, frios, laticínios, peixaria e bazar, têxteis e eletrônicos.

Fonte: SILVA (2020)

De acordo com (SILVA, 2020), os estoques existem para compensar diferenças de ritmo entre demanda e suprimento, pois se o fornecimento de um item ocorresse exatamente quando ele fosse demandado, não existiria estoque.

Figura 4 - Representação de sistema de estoque multiescalonado



Fonte: Silva (2020)

A gestão de estoques no varejo garante que as empresas tenham os produtos certos, nas quantidades certas e no momento certo. Para isso, é importante saber quantos itens existem no estoque da loja, quando receberá os produtos dos fornecedores, quando um item está ficando fora de estoque, decidir quando e o que é necessário comprar e rastrear produtos com precisão.

Quando o gerenciamento de estoque é feito da maneira certa, os varejistas não sofrem com excesso ou escassez de produtos, ambos os quais têm um custo. Somente em 2018, os varejistas norte-americanos perderam US\$ 300 bilhões em receita devido a más decisões de gerenciamento de estoque (BLUEPRINT, 2020).

O inventário é realizado para identificar a diferença entre o estoque físico da unidade e o registrado no sistema. Um estoque devidamente acurado possibilita os seguintes benefícios à organização:

- Maior controle do estoque da empresa;
- Reposição correta de mercadorias para as lojas e conseqüentemente a diminuição da ruptura da área de vendas;
- Capacidade de estoque adequado para cada tipo de loja;
- Loja devidamente abastecida minimizando a ruptura de mercadorias.

A realização dos inventários via RFID apresenta métodos e técnicas que asseguram a confiabilidade, eficiência e produtividade do processo.

(HARDGRAVE, 2008) diz que a acuracidade do estoque, é uma das chaves para uma cadeia de suprimentos eficiente e eficaz, pois determina processos importantes como pedidos e reposição de produtos. No entanto, a acuracidade do estoque é um problema crônico do setor de varejo. Pesquisas citadas por (HARDGRAVE, 2008) mostram que existem enormes lacunas entre o estoque perpétuo, que os gerentes pensam estar disponível, e o número real de itens. Estima-se que os varejistas têm informações precisas de estoque para apenas 35% de seus itens.

A imprecisão do inventário pode subestimar ou superestimar o estoque. O estoque subestimado, também chamado de estoque oculto, mostra uma quantidade de itens inferior ao que está realmente disponível na loja. Por outro lado, o estoque superestimado, exagerado, ou comumente conhecido como estoque fantasma, se refere a uma situação na qual a quantidade de itens do estoque permanente é maior do que a que está de fato disponível na loja. Devido a essa inacuracidade de estoque, os sistemas podem solicitar produtos desnecessários ou deixar de solicitar produtos realmente necessários.

Furto interno e externo de mercadorias, ajustes manuais realizados de maneira incorreta por funcionários, produtos danificados ou estragados não registrados devidamente, produtos devolvidos não contabilizados, remessas

incorretas vindas dos centros de distribuição e erros na operação de caixa estão entre as principais causas de imprecisão do estoque, que podem levar a excesso de estoque ou gerar falta de itens. A Tabela 4 mostra as principais causas de perda em alguns segmentos.

Tabela 4 - Causas das Quebras Operacionais por Segmento

% de perdas por Segmento	Atacado	Eletrô eletrônico	Farma	Material de Construção	Vestuário	Super mercado	Média Varejo
Furto externo	10,50%	28,39%	28,32%	20,33%	17,68%	17,68%	20,75%
Furto interno	40,12%	20,22%	20,05%	19,33%	36,33%	18,17%	20,43%
Erros administrativos	15,00%	28,53%	12,55%	22,67%	14,33%	13,57%	14,75%
Fornecedores	5,00%	6,87%	7,13%	13,00%	4,67%	10,01%	9,16%
Quebra operacional	29,00%	6,09%	21,64%	19,67%	8,33%	39,55%	31,46%
Outros ajustes	49,77%	10,00%	5,00%	15,00%	12,00%	3,04%	5,06%

Fonte: 10a Avaliação de Perdas no Varejo Brasileiro (PROVAR, 2010)

2.3 O USO DA TECNOLOGIA RFID NO VAREJO

O Wal-Mart foi o primeiro grande caso no varejo de implementação da tecnologia RFID em substituição ao código de barras. Em junho de 2003, o varejista exigiu que seus 100 principais fornecedores aplicassem etiquetas RFID a caixas e paletes até janeiro de 2005 (SEIDEMAN, 2003).

A empresa acreditava que essa substituição traria grandes benefícios, como redução na taxa de falta de estoque, com um correspondente aumento nas vendas, redução de custos de mão de obra nas lojas e depósitos e a possibilidade de trabalhar com estoques mais enxutos (SEIDEMAN, 2003).

No entanto, os fornecedores em sua maioria demonstraram resistência a essa exigência, devido principalmente ao alto custo das etiquetas RFID em comparação aos códigos de barras e a necessidade de redesenhar processos para a

implementação da nova tecnologia de identificação (VIJAYAN; BREWIN, 2003). Uma etiqueta RFID no início dos anos 2000 custava em torno de U\$0,50 a U\$0,75, cerca de 5 vezes mais do que o preço encontrado hoje, que é em média U\$0,08 a U\$0,15 (MOORE, 2019). Os fornecedores viram um aumento em seus custos sem quaisquer benefícios correspondentes no primeiro momento (LAZAR; MOSS, 2005).

Também foram encontrados alguns problemas técnicos com o RFID, como a dificuldade de leitura em determinados locais e materiais que não permitiam a penetração das ondas de radio frequência, como líquidos e metais (LEACH, 2004).

Apesar dos problemas e dificuldades encontrados no início da implementação, um estudo conduzido ao longo de 29 meses pela Universidade do Arkansas ("Estudo do Wal-Mart", 2004) mostrou que os primeiros impactos da tecnologia RFID no Wal-Mart foram positivos e atenderam às expectativas iniciais da empresa. Ao comparar o desempenho de 12 lojas piloto, constatou-se que a falta de estoque foi reduzida em 16% e os itens que ficaram fora de estoque foram reabastecidos três vezes mais rápido (VOWELS, 2006).

Além disso, foi verificado que a porcentagem de itens subestimados em mais de duas unidades caiu 13% nas lojas piloto, em comparação às lojas sem a tecnologia RFID implementada. Houve uma melhora na precisão do inventário permanente, sem necessidade de trabalho adicional (HARDGRAVE, 2008).

De maneira geral, as operações de varejo podem ser muito impactadas com a tecnologia RFID, principalmente se consideradas as suas características de grande velocidade de leitura, comparada a uma etiqueta de código de barras, a não necessidade de visada para a leitura das etiquetas e a possibilidade de leitura a longa distância (ALEXIOU, 2012, p. 28).

No complexo cenário multicanal de hoje, o RFID dá aos varejistas flexibilidade para atender às demandas dos consumidores, que se tornaram mais exigentes e exploram novos meios de compra. A tecnologia possibilita experiências de compra aprimoradas, melhores resultados de negócio e sustentabilidade na gestão do varejo. Há um aumento nas oportunidades de venda, pois a reposição dos itens mais demandados pelos clientes ocorre com mais agilidade. Mais do que nunca, as organizações precisam se adaptar a novos métodos de negócio para aumentar o nível de satisfação do cliente, como investir na solução *omnichannel*, que integra lojas físicas, virtuais, armazéns e consumidores (OTIMIS, 2017).

2.4 COMPARATIVO DAS TECNOLOGIAS

A tecnologia RFID tem como principais vantagens sobre o código de barras a não necessidade de visada, que é um caminho ininterrupto entre a etiqueta e o leitor, realizando assim uma leitura mais rápida e simultânea de diversas etiquetas (ALEXIOU, 2012). No entanto, ao considerar custo e complexidade de implementação, o código de barras se mostra mais vantajoso que o RFID.

Uma outra grande preocupação em torno do RFID é uma possível perda de privacidade por parte dos consumidores que compram itens que foram marcados com a tecnologia RFID. Questiona-se a possibilidade de as empresas serem capazes de rastrear os consumidores pelas etiquetas embutidas nas roupas adquiridas (OHKUBO; SUZUKI; KINOSHITA, 2005). Foi observado que a adoção de etiquetagem em nível de item em cadeias de suprimentos de varejo foi reduzida, em parte, por essa preocupação com a privacidade (JUDITH, 2009).

Segundo (BELL, 2005), a identificação por radio frequência será uma tecnologia emergente por muitos anos e não substituirá o código de barras em muitas aplicações predominantes. Mesmo após 15 anos, essa observação se mantém atual pois para alguns negócios, tais como empresas pequenas que ainda não possuem nenhum tipo de controle ou que realizam controles manuais, a implementação do código de barras já traz melhoria suficiente, que não justifica a utilização do sistema RFID.

De acordo com i3C Soluções (2020), uma empresa de tecnologia que viabiliza a transformação digital no Brasil, nenhum benefício econômico ou prático é encontrado na substituição das etiquetas de códigos de barras por etiquetas inteligentes em empresas que não necessitam do acompanhamento item a item para rastreabilidade. A substituição também não é vantajosa em operações nas quais o tempo necessário para a realização de inventários não é impactante e que um ganho de produtividade de 60% em relação a controles manuais seja suficiente.

Apesar dos desafios que o RFID ainda enfrenta para uma ampla aceitação, sua implementação continua proporcionando diversos benefícios em controle de estoque e vantagens competitivas para as empresas que adotam a tecnologia.

Acredita-se que com o tempo os custos dos componentes terão redução de preço suficiente para tornar o RFID uma proposta econômica atraente.

3 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DE RFID EM UMA OPERAÇÃO DE VAREJO DE VESTUÁRIO

Segundo (YIN, 2001) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa abrangente, que compreende um método que vai desde a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta e à análise de dados. O autor diz que a pesquisa de estudo de caso pode incluir tanto estudos de caso único quanto de casos múltiplos e podem incluir, ou até mesmo serem limitados a evidências quantitativas.

Um estudo de caso exemplar é, em primeiro lugar, um estudo de caso significativo, no qual as questões abordadas são importantes, tanto em termos teóricos, quanto em termos práticos (YIN, 2001).

Neste trabalho foi utilizado o método de pesquisa de estudo de caso, realizado com o intuito de analisar os ganhos proporcionados pela implementação da tecnologia RFID voltada para a gestão de estoques em uma empresa brasileira de grande porte do varejo de moda, presente em três países da América Latina com um total aproximado de 400 lojas.

Para a condução do estudo, foi realizada pesquisa bibliográfica, planejamento da pesquisa, preparação e coleta dos dados, definição de cenários, análise dos dados e relatórios de resultados. A utilização da teoria ao realizar estudos de caso representa uma grande ajuda na definição do projeto de pesquisa e na coleta de dados adequados (YIN, 2001).

O processo de preparação e coleta de dados para os estudos de caso é mais complexo do que em outras estratégias de pesquisa, pois deve obedecer a certos procedimentos formais para garantir a qualidade e confiabilidade das informações. As fontes de evidência deste estudo foram documentos, observações diretas e participantes na execução dos processos a serem analisados e entrevistas espontâneas com colaboradores e gestores da empresa.

Como objeto deste estudo de caso, foi selecionada uma loja de médio porte dentro da empresa, com faturamento anual de aproximadamente R\$20 milhões, volume de estoque de 60 mil itens, 40 funcionários próprios e que está em operação há cinco anos. Os dados analisados foram obtidos através de relatórios fornecidos

pelos sistemas de gerenciamento da empresa e pela execução dos processos na rotina da loja. Os dados correspondem aos anos de 2018 e 2019, sendo que no ano de 2018 todos os processos eram executados com identificação por código de barras. No primeiro semestre de 2019 ocorreu o endereçamento dos estoques e a preparação dos demais processos para a implementação do RFID, que foi efetivamente ativado em agosto deste mesmo ano. Mas por que uma empresa desse porte investiria nessa tecnologia?

Vinte anos atrás, (UNDERHILL, 1999) afirmou que o comportamento de compras das pessoas passaria por mais mudanças nos anos seguintes do que nos últimos cem. O autor previa que a nova era do consumidor traria uma enorme quantidade de opções e que esse consumidor redefiniria os mercados de todos os setores, exigindo novos produtos, serviços e canais de venda.

O segmento varejista sofreu diversas transformações nos últimos anos, motivadas principalmente pela globalização e pelo alto grau de competitividade que caracteriza o setor. (LABAN, 2004) destaca que para sobreviver nesse contexto, é necessário adequar o modelo de criação de valor de forma constante, buscando novas formas de atuação e desenvolvendo o relacionamento com clientes e fornecedores, através da utilização de tecnologias avançadas de operação e gestão.

Dentre os principais desafios para o sucesso das empresas varejistas, destaca-se: o uso da tecnologia como fator gerador de informações para a tomada de decisão; revisão e otimização dos processos de abastecimento e de reposição, com o objetivo de eliminar quebras e faltas, e aumentar a oferta de produtos, sem que seja necessário elevar os níveis de estoque; a adequação do sortimento às necessidades específicas dos consumidores, além da exploração de canais alternativos de vendas, como a internet (ROMANO, 2011).

Nos dias atuais, observa-se que, além de proporcionar ao cliente uma melhor experiência de compra, o RFID também traz diversas vantagens competitivas para os negócios capazes de implementar essa tecnologia em suas operações, como, por exemplo, aumento de vendas, melhor margem financeira e giro de estoque.

A operação dos pontos de venda exige uma atenção especial à logística e uma estrutura de tecnologia de informações desenvolvida, para identificar com

rapidez as tendências de vendas e manter a rede abastecida com produtos adequados (SANTOS, 2006).

Na empresa do estudo de caso, os principais objetivos do projeto de implementação do RFID e que serão analisados nessa pesquisa de estudo de caso são:

- Garantir confiabilidade das informações dos estoques, reduzindo a ruptura de itens a no máximo 2%;
- Maior acuracidade de estoque, através da realização de inventários mais rápidos e frequentes;
- Ganhar agilidade e eficiência em processos de loja;
- Ter consistência para sustentar uma operação *omnichannel*.

Para (ALEXIOU, 2012), o aspecto mais evidente e o primeiro a ser considerado é o impacto da tecnologia sobre a produtividade, que o autor descreve como o volume de recursos gastos para a execução de um dado processo.

Neste estudo de caso, a produtividade será medida em peças/homem/hora, que indicará a quantidade de peças que um trabalhador é capaz de manipular por hora na execução de cada processo que será apresentado.

3.1 DEFINIÇÕES

Os produtos comercializados pela empresa objeto deste estudo de caso são classificados em:

- Alto risco: Perfumes, relógios, maquiagens, bijuterias e itens diversos de perfumaria;
- Linha dura: Calçados, bolsas, acessórios diversos;
- Linha mole: itens de confecção têxtil.

No segmento de moda e vestuário, existem muitos modelos de produtos que possuem variações, principalmente de cores e tamanhos. O código pai agrupa todas as variações de um produto, formando uma grade de opções.

Cada variação de produto possui seu código único SKU, também chamado de código filho, que não se repete. SKU é a sigla em inglês para *Stock Keeping Unit*, ou

Unidade de Manutenção de Estoque e trata-se de um código identificador único de um produto, utilizado para controle do estoque (ENDEAVOR, 2017). Foram contemplados com a identificação por RFID um total de 20 mil SKUs.

A ruptura será o indicador utilizado para medir a eficiência do processo de reposição de produtos e a confiabilidade das informações de estoque. Para o cálculo da ruptura serão considerados os itens com quantidade zero e a capacidade estimada de exposição da área de vendas. Itens com quantidade zero são os itens disponíveis em estoque, mas que não estão expostos na área de vendas e a capacidade estimada considera os itens com quantidade zero mais o total de itens presentes na área de vendas.

A ruptura é medida em percentual e é calculada pela equação abaixo:

$$Ruptura = qtdzero/capacidade \quad (1)$$

onde:

qtdzero = itens disponíveis em estoque, mas que não estão disponíveis na área de vendas

capacidade = itens com quantidade zero + itens disponíveis na área de vendas

Para identificação única dos produtos, a empresa do estudo de caso utiliza seis tipos de etiquetas RFID (um modelo costurado internamente e cinco modelos adesivos), conforme mostra a Figura 5. A Figura 6 traz exemplos de aplicação das etiquetas nos diversos tipos de produtos comercializados pela empresa.

Figura 5 - Tipos de etiqueta RFID utilizadas na empresa do estudo de caso



Figura 6 - Exemplos de aplicação das etiquetas RFID



Todos os produtos de confecção possuem etiquetas de RFID costuradas internamente, conforme padrão exibido na Figura 6. Além da etiqueta inteligente,

cada item da linha mole possui uma etiqueta de papel fixada externamente que contém o código de barras do produto, uma breve descrição do item, o código pai e o código filho (SKU), dentre outras informações. A Figura 7 mostra a etiqueta de código de barras utilizada atualmente na empresa do estudo de caso.

Figura 7 - Etiqueta de código de barras utilizada no estudo de caso



3.2 PROCESSOS DA LOJA

Aqui serão descritas as etapas dos principais processos operacionais da loja em dois cenários: Cenário 1 utiliza o código de barras para identificação dos produtos e vigorou até julho de 2019. Cenário 2 realiza a identificação com a tecnologia RFID, implementada na loja objeto deste estudo de caso a partir de agosto de 2019.

3.2.1 Cenário 1

Abaixo serão descritos três processos da loja utilizando o código de barras para a identificação de produtos.

3.2.1.1 Inventário

O processo de inventário é a atividade que tem como objetivo apurar o estoque total de produtos existente nas dependências da loja. A contagem dos itens é realizada por uma empresa terceira, sendo necessária também a participação de funcionários próprios para conferência de amostragens. No cenário 1, ou seja, realizando a identificação dos produtos por código de barras, o inventário é realizado somente uma vez ao ano, entre os meses de janeiro e fevereiro, devido à complexidade do processo, ao alto custo com contratação de mão de obra terceira e quantidade de horas necessárias para a realização das atividades.

Abaixo serão descritas as etapas de realização do inventário com identificação dos produtos por código de barras.

3.2.1.1.1 Preparação da loja

Era necessário que a loja fizesse uma preparação para a realização do inventário, que deveria iniciar com no mínimo dez dias de antecedência da data marcada. O objetivo era garantir que todos os produtos da loja estivessem com etiqueta de identificação e que elas seriam reconhecidas pelo leitor de código de barras. Caso o produto estivesse sem a etiqueta de código de barras ou se apresentasse erro de leitura, era necessário imprimir uma nova etiqueta e fixá-la no produto. Esse processo é chamado de pente fino.

A preparação do inventário na loja do estudo de caso era realizada por dois funcionários da loja dedicados exclusivamente a esse processo por dez dias. Considerando uma carga horária de sete horas de trabalho por dia, eram necessárias 140 horas de trabalho para essa etapa do processo.

3.2.1.1.2 Metodologia de contagem

Para facilitar as contagens e conferências, era preciso mapear a loja em pequenas áreas. A quantidade de peças de cada área deveria ser limitada a 100. O

mapeamento consistia em separar a quantidade máxima de itens, deixando espaço disponível para movimentação dos produtos à esquerda, colar etiqueta de identificação da área e cadastrar a área no sistema de controle da empresa terceira, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Exemplo de mapeamento de áreas para inventário no Cenário 1



Considerando um estoque com 60 mil peças a serem contabilizadas, era necessário mapear pelo menos 600 áreas antes do início da contagem. Essa etapa demandava 2 horas de trabalho e era realizada por uma pessoa da equipe terceira, acompanhada pelo gestor da loja.

Concluído o mapeamento, iniciava-se a contagem dos itens, bipando com o leitor a etiqueta de identificação da área mapeada, e, em seguida, as etiquetas de código de barras de cada produto presente naquela área, item a item. A contagem é realizada exclusivamente pela empresa terceirizada, que também tem como responsabilidade realizar a conferência por amostragem das áreas já contadas, conforme percentual abaixo:

- Estoque – mínimo de 20%
- Área de Vendas – mínimo de 30%
- Produtos de alto risco – mínimo de 50%

Além da conferência realizada pela equipe terceira, os funcionários da loja também devem gerar evidências de conferências de no mínimo 10% das áreas.

O encerramento do inventário acontece após o gestor da unidade certificar que todas as áreas foram contadas e que foram realizadas as conferências conforme percentual mínimo estipulado.

Na data marcada para o inventário, eram necessárias 25 pessoas para a realização do processo, sendo 20 pessoas da empresa terceirizada e 5 funcionários próprios. A jornada de trabalho nesse dia iniciava às 20 horas e encerrava às 5 horas, com 1 hora de intervalo. Cada funcionário cumpria uma jornada de 8 horas trabalhadas, totalizando 200 horas de trabalho nessa etapa do processo.

3.2.1.2 **Estoque de produtos**

O volume de recebimento semanal de mercadorias é em média nove mil peças, dividido em três entregas. Os produtos são enviados dos Centros de Distribuição (CD) para as lojas em *packs* ou caixas. Cada *pack* contém em média 20 itens de um mesmo código pai. Os produtos enviados em *packs* chegam em cabides amarrados e envoltos por um plástico. Cada caixa contém em média 50 peças.

Os itens de linha mole correspondem a cerca de 80% do volume total de recebimento. Após receber o caminhão, deve-se organizar a separação por tipo de produto e divisão, direcionando para o estoque específico.

O processo de estoque de produtos antes da implementação do RFID ocorria da seguinte forma:

1. Separar produtos por divisão > marca > classe > subclasse (exemplo: divisão feminino, marca 1, classe blusa, subclasse blusa manga curta);
2. Identificar os três últimos dígitos do código pai, o tamanho das peças e organizar do menor para o maior tamanho;
3. Fixar etiqueta adesiva no primeiro cabide do conjunto, sinalizando código pai e tamanho;
4. Organizar e alocar os produtos dentro da subclasse por ordem crescente dos 3 últimos dígitos do código pai e tamanho, dentro do padrão Z por módulo ou circuito por corredor.

A Figura 9 e Figura 10 ilustram o padrão de organização do estoque no Cenário 1.

Figura 9 - Padrão organização de estoque em Z e circuito

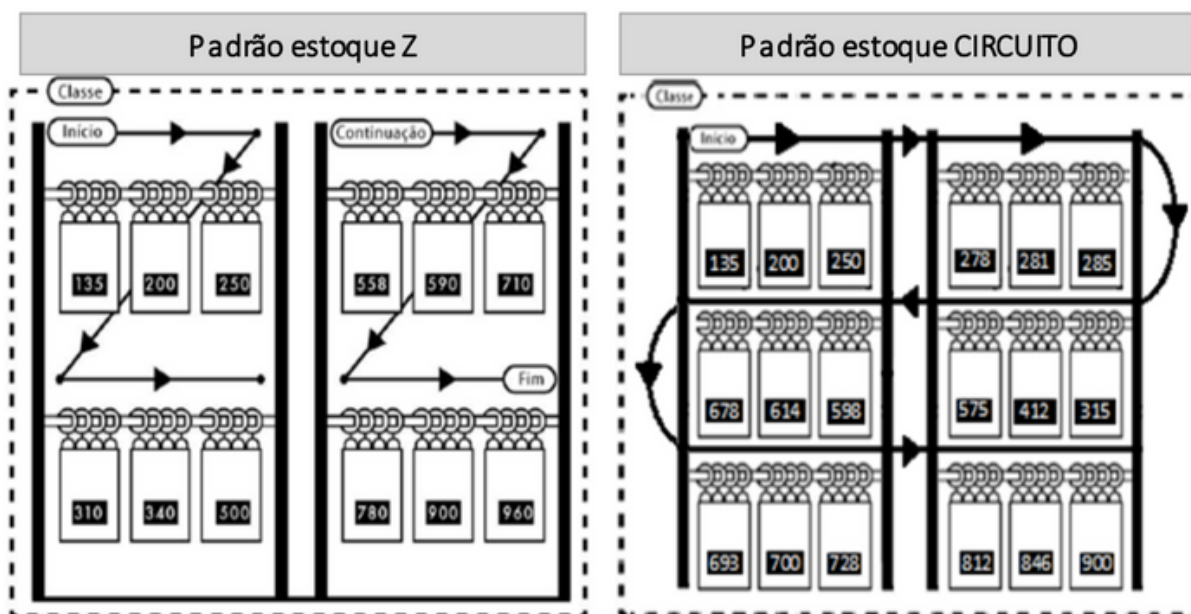


Figura 10 - Exemplo de estoque de produtos no cenário 1



A manutenção desse processo de estoque de produtos exige que sejam realizadas puxadas, que são movimentações de produtos para liberar espaço e

possibilitar que os novos produtos sejam alocados conforme padrão de ordem numérica de código pai, que facilita a localização e reposição de produtos, por ser um recurso além da localização visual. Era necessário deixar espaços vazios dentro de cada módulo para encaixar o produto novo com menos puxadas.

Para receber um caminhão de três mil peças e realizar a estocagem dos produtos conforme padrão descrito acima, eram necessárias seis horas de trabalho de quatro funcionários dedicados a esse processo. Sendo assim, eram necessárias 24 horas de trabalho para realizar o recebimento e estoque de um caminhão de três mil peças.

A produtividade média desse processo será definida pela equação abaixo.

$$\textit{Produtividade} = \textit{peças} / (\textit{homem} * \textit{horas})$$

Onde:

peças = quantidade de peças a serem armazenadas em estoque;

homem = quantidade de funcionários dedicados ao processo e

horas = quantidade de horas de trabalho de cada funcionário.

Dessa forma, constata-se que a produtividade média do processo de estoque de produtos em loja no Cenário 1 é de 125 peças/homem/hora.

3.2.1.3 Reposição de produtos

No Cenário 1, a reposição de produtos na área de vendas era feita através de "peça piloto", processo que ocorria da seguinte forma:

1. Funcionário responsável pelo departamento realiza inspeção visual na área de vendas, identificando necessidade de reposição de itens faltantes

2. Separar uma "peça piloto" de cada produto que será necessário repor, anotando no verso da etiqueta tamanhos e quantidades a repor

3. Ir até o estoque e realizar busca visual dos itens, conforme padrão de organização numérica do estoque.

4. Repor os produtos na área de vendas.

Para realizar a reposição dos produtos em loja, de forma visual e manual, era necessário grande conhecimento da área de vendas, itens expostos e itens disponíveis em estoque, criando grande dependência do conhecimento humano e dificultando a execução do processo por novos funcionários.

Devido a complexidade e tempo necessário para a realização, o processo era realizado apenas 3 vezes ao dia, considerando os horários que antecedem os momentos de maior fluxo de clientes em loja.

O grau de confiabilidade nesse processo era baixo e não era possível mensurar os níveis de ruptura, que é a ausência de um produto na área de vendas, mas que está disponível no estoque da loja. Os inventários apuravam anualmente a quantidade total de produtos da loja, mas não era possível identificar o local em que esse produto se encontrava (se estava presente na área de vendas ou estoque). Além disso, se fazia necessária constantes inspeções visuais para garantir maior qualidade no processo.

A produtividade média do processo de reposição de produtos em loja no Cenário 1 era de 50 peças / homem / hora.

3.2.2 Cenário 2

Os dados apresentados no Cenário 2 referem-se ao período de agosto a dezembro de 2019.

3.2.2.1 Inventário

O inventário utilizando a identificação de produtos por radio frequência é realizado apenas por funcionários da loja, dispensando a contratação de mão de obra terceirizada.

Abaixo serão descritas as etapas de realização do inventário com identificação dos produtos por RFID.

3.2.2.1.1 Preparação da loja

Uma premissa para que o inventário aconteça é que os produtos possuam etiquetas de RFID. Os produtos recebidos pela loja já possuem etiqueta de RFID costurada internamente e cada produto tem uma identificação única. Sempre que for identificado algum produto sem a etiqueta de RFID, é necessário colar uma etiqueta adesiva externa e associar o SKU à etiqueta de RFID (esse processo é chamado de Scan/Scan).

Como 100% dos produtos já são enviados do fornecedor com etiqueta de RFID costurada internamente, a necessidade de realizar o processo de Scan/Scan ocorre em menos de 1% dos produtos, somente em alguns casos de exceção (como por exemplo produtos devolvidos por defeito). Dessa forma, não há necessidade de uma preparação específica da loja para a realização do inventário no Cenário 2.

3.2.2.1.2 Metodologia de contagem

O inventário deve ser dividido em duas partes: contagem da área de vendas e contagem do estoque. A contagem deve iniciar pelas paredes, com isso, no início da parede do grupo escolhido, o funcionário deve contar toda a parede e somente depois contar os equipamentos no solo. Desta forma, é possível evitar a falha na contagem.

A Figura 11 ilustra o mapeamento para início da contagem. Lembrando que o mapeamento no Cenário 2 é apenas visual e define um método para garantir que toda a área seja contabilizada. Não há necessidade de registro sistêmico do mapeamento, como ocorre no Cenário 1.

Figura 11 - Metodologia para contagem de inventário no Cenário 2



Conforme ilustrado na Figura 12, que mostra um funcionário realizando a contagem de itens no inventário RFID, não é necessário escanear item a item e nem manipular o produto para localizar e expor a etiqueta de código de barras, basta movimentar o aparelho leitor.

Dependendo da frequência do sinal e do tipo de produto em que a etiqueta RFID está fixada, o aparelho leitor é capaz de identificar até 2000 peças por minuto. A etapa de conferência de áreas por amostragem também não é necessária na realização do inventário no Cenário 2.

Figura 12 - Contagem de inventário com RFID



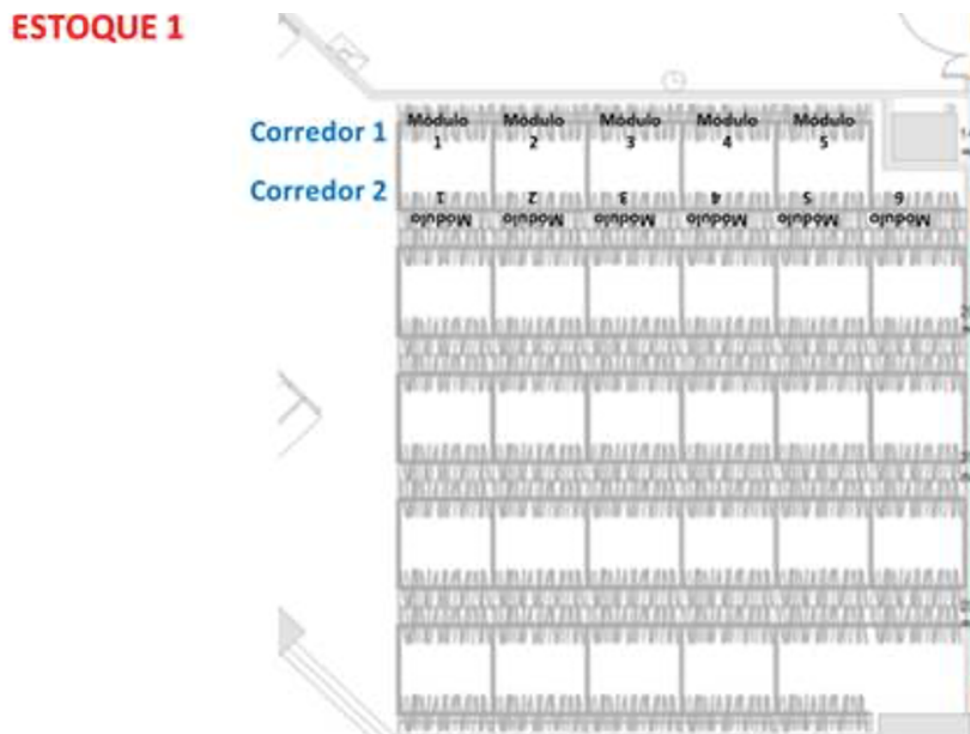
Para a realização do inventário neste cenário, são alocados 4 funcionários da loja, que finalizam o processo em 2 horas. Dessa forma, são necessárias 8 horas de trabalho para a realização do processo. Considerando o estoque total de 60 mil itens na loja, a produtividade média do processo de inventário com a identificação dos produtos por RFID é de 7500 peças / homem / hora.

A automatização desse processo e a consequente redução do tempo necessário para a execução permitiu um aumento na frequência de realização dos inventários, passando de anual para quinzenal.

3.2.2.2 **Estoque de produtos**

A implementação do RFID automatizou o processo de estocagem através do endereçamento, que consiste em mapear os estoques, identificando corredores e módulos, que definem a localização dos itens, ou seja, os “endereços” dos produtos. A Figura 13 ilustra o mapeamento de estoques, corredores e módulos.

Figura 13 - Mapeamento para endereçamento de estoque



A configuração dos estoques é finalizada com a fixação das etiquetas de endereço em cada módulo e identificação dos corredores, conforme mostrado na Figura 14 e Figura 15.

Figura 14 - Identificação de corredores para endereçamento de estoque



Figura 15 - Etiquetas para cadastro de endereço nos módulos



O cadastro do endereço dos produtos é feito acessando um aplicativo presente no dispositivo móvel utilizado para tal finalidade. É necessário “bipar”, ou seja, escanear com o leitor, o código de barras de um produto de um mesmo código pai e, em seguida, a etiqueta de endereço fixada no módulo onde o produto ficará armazenado, conforme ilustrado na figura acima.

Com o endereçamento, não é mais necessário manter o padrão de organização do Cenário 1, seguindo a ordem numérica do código pai, pois a localização do produto pode ser feita através da busca por endereço cadastrado, que é exibido na tela do aplicativo de gerenciamento do estoque, conforme mostra a Figura 16.

Figura 16 - Tela do aplicativo para consulta de produtos



Os principais ganhos desse processo foram:

- Eliminação das puxadas para liberar espaço para alocação dos produtos por ordem crescente de código pai, como mostra a Figura 17;
- Eliminação das etiquetas adesivas para identificação de código pai e tamanho;
- Otimização de espaço, conforme ilustrado na Figura 18;
- Confiança na armazenagem;
- Facilidade em treinar novos colaboradores, devido à padronização e não dependência do conhecimento humano.

Figura 17 - Alocação de produtos no estoque com endereçamento

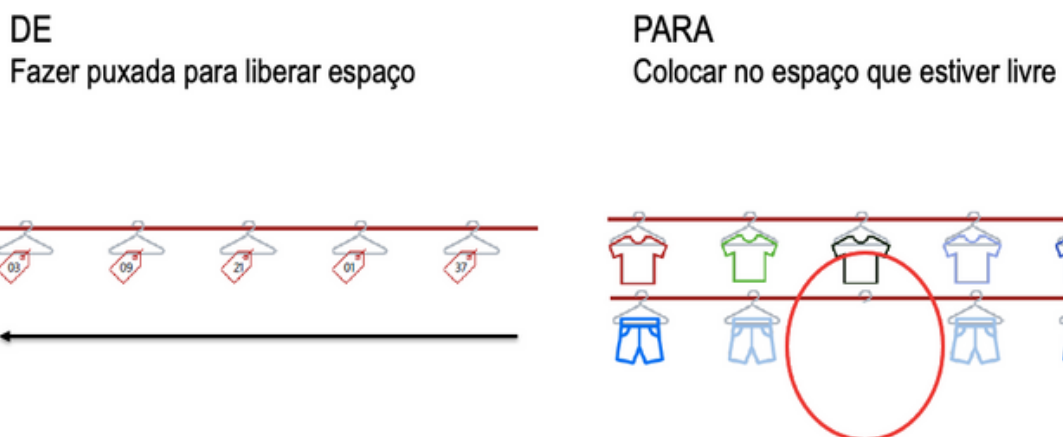


Figura 18 - Padrão de organização de estoque com endereçamento

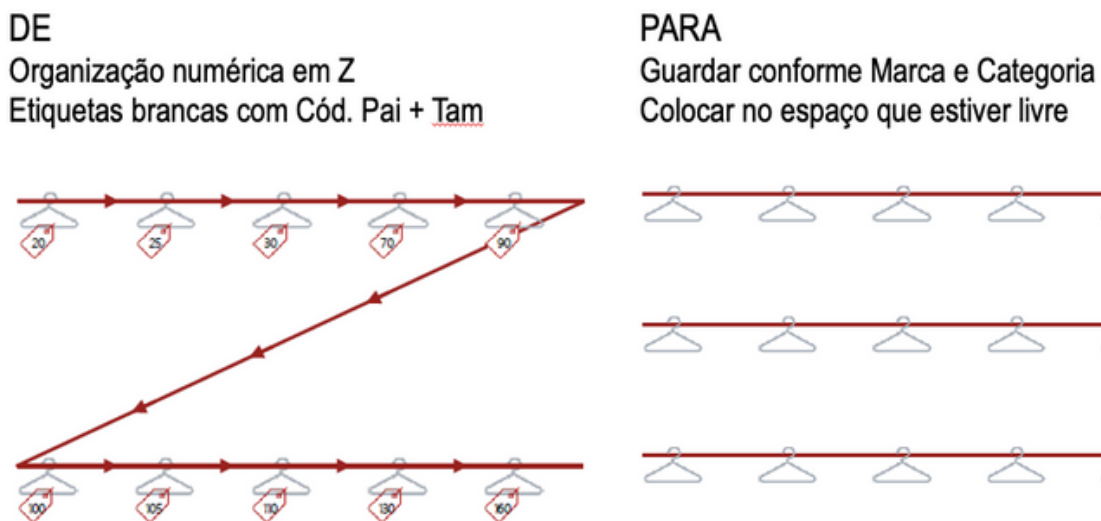
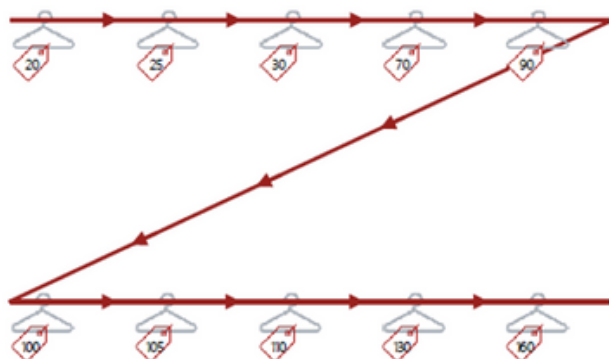


Figura 19 - Busca de produtos no estoque com endereçamento

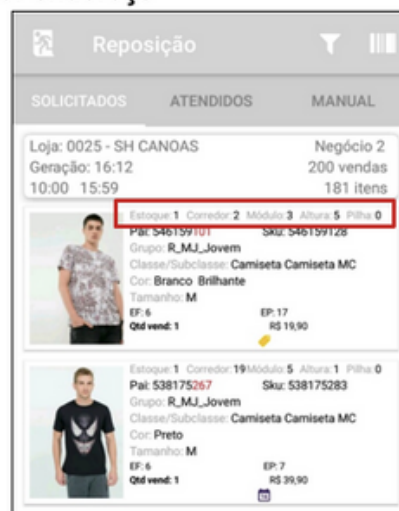
DE

Busca visual ou pela ordem de Cód. Pai



PARA

Busca por endereço



Para receber um caminhão de três mil peças e realizar a estocagem dos produtos com o endereçamento de estoques, são necessárias cinco horas de trabalho de dois funcionários dedicados a esse processo. Sendo assim, são necessárias 10 horas de trabalho para realizar o recebimento e estocagem de um caminhão de três mil peças. Produtividade média desse processo no Cenário 2 é de 300 peças / homem / hora.

3.2.2.3 Reposição

Com a implementação do RFID, foi desenvolvido um aplicativo que gera a necessidade de reposição de produtos conforme a venda, disponibilidade de itens em estoque e quantidade determinada para exposição. Para realizar a reposição, basta gerar o relatório no aplicativo, que é atualizado de hora em hora. A busca dos itens no estoque também é mais simples: basta verificar o endereço do produto, exibido na tela do dispositivo móvel, ou localizar os itens no estoque conforme resposta de frequência do sinal RFID.

A Figura 20 mostra uma tela do relatório, exibindo foto do produto, necessidade de reposição, quantidade de peças em estoque e opção de localizar o produto por sinal de rádio frequência e emissão de aviso sonoro.

Figura 20 - Tela do aplicativo para reposição de produtos



Com o RFID, além de contabilizar o total de itens disponíveis em loja com mais frequência e velocidade, foi possível identificar também o local em que esse

item se encontrava, ou seja, se estava exposto para venda ou apenas armazenado em estoque. Os inventários com código de barras apenas faziam anualmente a contabilização do estoque total presente em loja, sem determinar a posição do produto.

O processo de reposição de produtos no Cenário 1 era manual e totalmente dependente do conhecimento e experiência do funcionário que o realizava. Mesmo realizando inspeções visuais diariamente para garantir a exposição de todos os produtos disponíveis em estoque, não era possível mensurar a quantidade que de fato estava exposta.

Somente após a realização do primeiro inventário por RFID foi possível mensurar a quantidade de itens armazenados em estoque e confrontar com a capacidade da área de vendas. Foi constatada uma ruptura total de 8,16%. Isso significa que, do total de 19.852 SKUs disponíveis na loja, 1.620 não estavam expostos para venda.

Tabela 5 - Ruptura após primeiro inventário com RFID

Ruptura Geral	
Métrica	
Total de itens área de vendas	18.232
Total de Itens lista / Estoque a repor	3.218
Capacidade estimada	19.852
Itens Bloqueados (Não Repor)	0
Itens a Repor	3.218
Item com Qtd Zero	1.620
Item com Qtd UM	1.598
Ruptura % área de vendas *	8,16%
% Itens bloqueados **	68,79%
% de Itens com Atenção ***	8,05%

Com uma semana de implementação da tecnologia e as informações sobre a necessidade de itens a repor sendo disponibilizadas de hora em hora, foi possível reduzir a ruptura de itens a 0,60%, conforme exibido na Tabela 6.

Tabela 6 - Ruptura com uma semana de implementação do RFID

Ruptura Geral	
Total de itens área de vendas	10.285
Total de Itens lista / Estoque a repor	143
Capacidade estimada	10.347
Itens Bloqueados (Não Repor)	24
Itens a Repor	119
Item com Qtd Zero	62
Item com Qtd UM	57
Ruptura % área de vendas *	0,60%
% Itens bloqueados **	0,23%
% de Itens com Atenção ***	0,55%

4 RESULTADOS

A Tabela 7 mostra a quantidade de horas necessárias para a execução de cada processo e a produtividade média nos dois cenários.

Tabela 7 - Comparativo dos cenários

Processo	Cenário 1 Código de barras	Cenário 2 RFID
Inventário (total horas de trabalho necessárias)	340 horas	8 horas
Inventário (produtividade)	300 peças / homem / hora	7500 peças / homem / hora
Inventário (frequência de realização)	Anual	Quinzenal
Estoque de produtos (total horas de trabalho necessárias)	24 horas	10 horas
Estoque de produtos (produtividade)	125 peças / homem / hora	300 peças / homem / hora
Reposição de produtos em loja (ruptura)	8,16%	0,60%
Reposição de produtos em loja (produtividade)	50 peças / homem / hora	150 peças / homem / hora
Reposição de produtos em loja (frequência de realização)	3 vezes ao dia	6 vezes ao dia

O ganho em produtividade é mais expressivo no processo de inventário, chegando a 2400%. A redução de 95% no tempo total necessário para a execução do processo também é impactante. Tais ganhos devem-se, principalmente, à eliminação da necessidade de manusear cada peça individualmente e posicionar o

código de barras para leitura, atividade que demanda mais tempo, funcionários e aumenta a possibilidade de erros.

A capacidade de leitura simultânea dos itens, assim como a velocidade de leitura de até 2 mil peças por minuto, aliada às vantagens citadas anteriormente, permitiram que a frequência de realização do inventário passasse de anual para quinzenal. O aumento na frequência de realização dos inventários possibilitou maior acuracidade dos estoques e contribuiu para uma gestão mais eficiente.

O endereçamento foi visto pelos funcionários como um projeto simples e muito eficiente, que modernizou o processo de estoque de produtos em loja, por meio da tecnologia e sustentabilidade do sistema. Trouxe confiabilidade e maior agilidade ao armazenamento das peças e reposição de produtos, além de democratizar o atendimento ao cliente. Com sua implementação qualquer funcionário, mesmo sem experiência, consegue localizar em questão de segundos uma peça estocada que o cliente necessita. Antes, a busca de uma peça em estoque por um novo colaborador levava uma média de 5 a 10 minutos, chegando o cliente muitas vezes a desistir por não encontrar o produto.

Além da redução no tempo de busca de peças em estoque por novos colaboradores em quase 90%, o endereçamento proporcionou uma redução no tempo médio de estocagem de quase 60%, saindo de 24 horas de trabalho necessárias para o recebimento de um caminhão de três mil peças, para 10 horas. O ganho de produtividade no processo de estoque de produtos em loja foi de 140%. Antes do endereçamento, um funcionário era capaz de receber e estocar 125 peças por hora, passando para 300 peças por hora com o endereçamento dos estoques.

A ruptura de itens foi o ganho mais significativo para a reposição, saindo de um percentual de 8,16% identificado com o primeiro inventário por RFID para 0,60% uma semana após a implementação do processo automatizado de reposição.

O processo de reposição de produtos em loja também foi beneficiado com o endereçamento, apresentando um aumento de 300% na velocidade de execução, passando de 50 peças por hora, para 150 peças por hora.

5 CONCLUSÃO

Os objetivos definidos no início deste trabalho foram alcançados plenamente, uma vez que foi possível mensurar os ganhos obtidos por uma varejista brasileira de grande porte após a implementação da tecnologia RFID em suas operações, através do comparativo de dados reais obtidos por meio da vivência na operação de loja e execução dos processos.

De acordo com PANTA (2014), a acuracidade dos estoques e a localização rápida e precisa dos produtos nas áreas específicas é algo que deixou de ser apenas uma variante no processo e passou a ser um diferencial competitivo. O código de barras apesar de concentrar muitas informações, como tamanho, modelo e cor, se limita a isso.

Manter uma operação dinâmica com cerca de 60.000 itens e 20 milhões de reais de faturamento anual requer agilidade nos processos e uma precisa análise dos dados. O sistema RFID viabiliza tanto um, quanto outro, além de proporcionar um expressivo aumento na produtividade. Como principais ganhos podemos considerar: a diminuição do tempo para a realização dos inventários, controle mais assertivo da ruptura de produtos e relatório de reposição atualizado instantaneamente.

No que diz respeito ao estudo de caso, a identificação de produtos por radio frequência permitiu:

- Simplificar e racionalizar as operações em lojas, sustentando a tomada de decisões *data driven* e liberando as lideranças e equipes da loja para atuar 80% do tempo em produto, mercado e gente;
- Consolidar novo processo de gestão de preços na empresa, viabilizado pela maior confiabilidade das informações;
- Reduzir a ruptura de itens em estoque a menos de 1%;
- Aumento no faturamento da loja, proporcionado pela redução da ruptura e disponibilização do produto no momento certo em que o cliente demanda.

Além disso, o RFID possibilita uma experiência omnichannel mais precisa a partir da acuracidade dos estoques, ROMANO em 2011 já alertava:

[...] com a concorrência a um clique de distância, será fundamental para o varejo tradicional rever seus processos e suas operações, tendo em vista a redução de suas perdas e a disponibilidade ao cliente do produto certo, no momento certo, pelo menor custo possível.

Para gestores e funcionários da loja, que compartilham depoimentos de enorme satisfação, os ganhos do projeto foram visíveis no dia a dia da operação. Um supervisor de vendas da loja afirma que: “O projeto RFID trouxe a transformação digital para o coração da loja, que é o estoque! Hoje vivemos nas retaguardas uma rotina alinhada com o posicionamento da empresa, pois temos mais agilidade para armazenar o produto e levá-lo para a área de vendas. A ferramenta nos proporciona atender o maior desejo do nosso cliente, que é encontrar com facilidade o produto desejado e adquiri-lo sem perder tempo.”

Com a digitalização dos processos core, é possível trabalhar com estoques orquestrados, gerando mais resultados com maior giro de mercadorias, menor necessidade de remarcações e melhor nível de serviço.

A tecnologia RFID é parte fundamental do processo de digitalização da empresa, proporcionando a transformação da experiência do cliente, dos processos operacionais e do modelo de negócio, trazendo mais receitas e eficiência operacional.

As contribuições deste trabalho limitam-se à análise da utilização do RFID na gestão de estoques, não contemplando as etapas de implementação da tecnologia na varejista. Para trabalhos futuros sugere-se a análise da identificação de produtos via radio frequência aplicada também aos processos de venda, como operação de caixa, em que poderão ser avaliados os impactos no tempo de atendimento, tempo de espera na fila e nível de satisfação do cliente.

REFERÊNCIAS

ALEXIOU, Jorge Alexandre. **Estudo comparativo de tecnologias de identificação: Avaliação em uma operação de varejo.** São Paulo, 2012. 82p Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Presbiteriana Mackenzie.

BELL, Steve. **Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Improvement.** John Wiley & Sons, v. 1, f. 185, 2005. 370 p.

BELLIS, Mary. **The History and Use of Bar Codes.** ThoughtCo. 2019. Disponível em: <https://www.thoughtco.com/bar-codes-history-1991329>. Acesso em: 26 ago. 2021.

Blueprint. 2020. *The Blueprint. 5 Ways Software Benefits Retail Inventory Management Processes* [Online] 12 de Outubro de 2020. [Citado em: 1 de Setembro de 2021.] <https://www.fool.com/the-blueprint/retail-inventory-management/>.

ENDEAVOR. **SKU:** três letrinhas que fazem toda a diferença na manutenção do seu estoque. 2017. Disponível em: <https://endeavor.org.br/operacoes/sku/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

FRANCISCHINI, P. e GURGEL, F. 2004. **Administração de materiais e do patrimônio.** São Paulo : Pioneira Thompson Learning, 2004.

GEUENS, M., BRENGMAN, M. e S'JEGERS, R. 2003. **Food retailing, now and in the future: A consumer perspective.** *Journal of Retailing and Consumer Services.* 2003, Vol. 10, 4.

GS1. **Captura:** Para captura de dados precisa e automática - Código de barras. GS1 Brasil. Disponível em: <https://www.gs1br.org/codigos-e-padrees/captura#codigos-de-barra>. Acesso em: 21 jul. 2021.

HARDGRAVE, Bill. **RFID Improves Inventory Accuracy**: University of Arkansas Study Finds. University of Arkansas. Fayetteville, Ark, 2008. Disponível em: <https://news.uark.edu/articles/11238/rfid-improves-inventory-accuracy-university-of-arkansas-study-finds>. Acesso em: 26 ago. 2021.

HESSEL, Fabiano *et al.* **Implementando RFID na cadeia de negócios**: tecnologia a serviço da excelência. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011. 322 p.

HOINASKI, Fabio. **Códigos de barras: conheça os 8 tipos existentes**. Ibid Systems Solutions. 2017. Disponível em: <https://ibid.com.br/blog/codigos-de-barras-conheca-os-8-tipos-existentes/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

I3C SOLUÇÕES. **Código de Barras Vs. RFID: Qual o melhor?**. 2020. Disponível em: <https://i3csolucoes.com.br/codigo-de-barras-vs-rfid-qual-o-melhor/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

JUDITH, Symonds,. **Ubiquitous and Pervasive Computing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications**: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. IGI Global, v. 1, f. 981, 2009. 1962 p.

LABAN, Silvio Abrahão. **Relacionamentos no canal de distribuição de alimentos no Brasil**: uma investigação exploratória., f. 176. 2004 Tese.

LAZAR, Lynette; MOSS, Hollye. Radio Frequency Identification Technology: An Introduction. **Association for Information Systems**, 1 mar 2005.

LEACH, P. T.. Ready for RFID?. **The Journal of Commerce**, v. 5, n. 42, p. 12-14, 18 out 2004.

MESMO com tantos benefícios, por que poucas empresas utilizam etiquetas RFID?. Logweb. 2011. Disponível em: <https://www.logweb.com.br/colunas/mesmo-com-tantos-beneficios-por-que-poucas-empresas-utilizam-etiquetas-rfid/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

MOORE, Lauren. **Walmart and RFID: The Relationship That put RFID on the Map.** 2019. Disponível em: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/walmart-and-rfid-the-relationship-that-put-rfid-on-the-map>. Acesso em: 26 ago. 2021.

OHKUBO, Miyako; SUZUKI, Koutarou; KINOSHITA, Shingo. RFID privacy issues and technical challenges. **Communications of the ACM**, v. 48, n. 9, p. 66-71, set 2005.

OTIMIS. **Cinco principais benefícios de investir em uma solução Omnichannel e garantir os melhores resultados para o time de logística.** 2017. Disponível em: <https://www.otimis.com/pt/blog/post/5-principais-beneficios-de-investir-em-uma-solucao-omnichannel-e-garantir-os-melhores-resultados-para-o-time-de-logistica>. Acesso em: 13 jul. 2021.

PANTA, Monique Helen. **Etiquetas Inteligentes: Avaliação do uso de etiquetas RFID em um supermercado do segmento varejista.** Belo Horizonte, 2014. 54 p Monografia (Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transportes) - Universidade Federal de Minas Gerais.

PROVAR. 2010. **10a Avaliação de Perdas no Varejo Brasileiro.** s.l. : Programa de Administração no Varejo, 2010.

RFID, AIDC and IoT News: How Prescient was Gartner on the Path RFID in 2004?. 2018. Disponível em: <http://www.scdigest.com/ontarget/18-09-12-1.php?cid=14663>. Acesso em: 22 jul. 2021.

ROMANO, Regiane. **Os impactos do uso de tecnologia da informação e da identificação e captura automática de dados nos processos operacionais do varejo.** São Paulo, 2011. 290 p Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Fundação Getúlio Vargas.

SANTINI, Arthur Gambin. **RFID: Conceitos, Aplicabilidades e Impactos.** 1 ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 96 p.

SANTOS, Sergio Luiz. **Tecnologia da Informação na competitividade e gestão de lojas de departamentos de vestuário e moda**. São Paulo, 2006. 162 p Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo.

SEIDEMAN, Tony. The race for RFID. **The Journal of Commerce**, p. 16-18, 1 dez 2003.

SHELDON, D. **Achieving inventory accuracy: A guide to sustainable class a excellence in 120 days**. Hardcover: J. Ross Publishing. 2004.

SILVA, Bráulio Wilker. **Gestão de Estoques: Planejamento, Execução e Controle**. BWS CONSULTORIA, v. 1, f. 217, 2020. 434 p.

UNDERHILL, Paco. **Vamos às compras: a ciência do consumo**. Gulf Professional Publishing, v. 1, f. 116, 1999. 231 p.

VARCHAVER, Nicholas. **Scanning the Globe: The humble bar code began as an object of suspicion and grew into a cultural icon**. Fortune 500. 2004. Disponível em: https://archive.fortune.com/magazines/fortune/fortune_archive/2004/05/31/370719/index.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

VAREJISTA adota tecnologia RFID e ganha eficiência e economia na gestão de estoque. Infomoney. 2018. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/patrocinados/dino/varejista-adota-tecnologia-rfid-e-ganha-eficiencia-e-economia-na-gestao-de-estoque/>. Acesso em: 13 jul. 2021.

VIJAYAN, Jaikumar; BREWIN, Bob. **Wal-Mart Backs RFID Technology**. Computerworld. 2003. Disponível em: <https://www.computerworld.com/article/2570642/wal-mart-backs-rfid-technology.html>. Acesso em: 26 ago. 2021.

VOWELS, Susan. A Strategic Case for RFID: An Examination of Wal- Mart and its Supply-Chain. **Association for Information Systems**, 1 mar 2006.

WEIGHTMAN, Gavin. **The History of the Bar Code**. Smithsonian Magazine. 2015. Disponível em: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/history-bar-code-180956704/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

YIN, ROBERT K. 2001. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. *Bookman*. 2001.