

ANÁLISE DE UM MODELO DE CONTROLE DE ESTOQUE VIA RADIOFREQUÊNCIA EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO DE PAPEL E CELULOSE

Autores: Ricardo Rebouças de Alcântara¹, Thiago Padovani Xavier¹, Keydson Quaresma¹, Wellington Gonçalves¹, Rodrigo Randow de Freitas¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

RESUMO

A tecnologia de Identificação por Radiofrequência (*Radiofrequency Identification* – RFID) é uma das muitas ferramentas da Indústria 4.0 que possui diversas finalidades – desde uma simples identificação de uma peça ou produto, até servir de base para todo um sistema de automatização ou controle de estoques – e em diversas áreas de atuação, como logística, agricultura e em hospitais. Por meio de um sinal emitido pela etiqueta de identificação (*tag*), é possível coletar uma série de informações pré-definidas em tempo real e sem a necessidade de fios, assim como a leitura de vários tags simultaneamente, tornando o processo mais eficiente. Os objetivos do presente trabalho foram de propor uma solução automatizada de controle de estoque via RFID e elaborar uma análise de viabilidade econômica do modelo proposto para uma indústria do ramo de papel e celulose, auxiliando na tomada de decisão da implementação, ou não, da ferramenta. Identificou-se que, pelo alto custo de implementação da tecnologia, os resultados e ganhos esperados no aumento da confiabilidade e acuracidade dos estoques, redução do tempo de pré-expedição e redução de custos com folha de pagamento (*headcount*) para aquela operação, não justificam o elevado investimento no dado momento. Recomenda-se, ainda, a retomada do estudo em um futuro próximo, quando o custo da tecnologia estiver mais acessível ao mercado.

Palavras-chave: gerenciamento de armazenagem, *RFID*, automatização de processos, controle de inventário, estudo de viabilidade.

INTRODUÇÃO

A utilização de estoques na cadeia de suprimentos é de extrema importância para atender à demanda e manter o nível de atendimento ao cliente, principalmente, quando não se sabe a necessidade exata por determinado produto. Com o mercado globalizado e com um elevado grau de competitividade, as em-

presas precisam estar preparadas para atender às necessidades dos clientes, e ter uma gestão e operação eficiente dos estoques se torna primordial para atender aos clientes no menor tempo possível e se manter competitivo (TAKATA, 2018).

Segundo Ballou (2015), quando considerada a armazenagem de produtos prevendo sua utilização futura, impetra certo grau de investimento (humano, tempo ou monetário). Com isso, este autor destaca que o ponto a ser buscado é a exata sincronização entre oferta e demanda, de forma a almejar um nível de gestão de estoques dispensável.

Na gestão de estoques, o inventário é a atividade realizada, contagem, conferência e listagem de produtos que são armazenados. Segundo Cruz (2012), compara-se o estoque físico, ou seja, o produto real que está alocado nas quadras do armazém, com o sistêmico, que é o volume indicado no WMS (*Warehouse Management System*, ou Sistema de Gerenciamento de Armazéns), sendo necessário ajustes de acordo com as normas da empresa, quando existirem divergência entre ambos. Vários problemas podem surgir com as diferenças de estoque, como o não atendimento à produção de bens e serviços, falhas no planejamento de produção, compras urgentes para reposição e diminuição da margem líquida da empresa, além de ser essencial para buscar redução de desperdícios e controlar a idade dos produtos no estoque (SANTOS, 2016).

Entretanto, com o acelerado desenvolvimento tecnológico global, proveniente principalmente da internet, deu-se origem a um novo conceito de produção para a indústria. Proposto em 2011 na Feira de Hannover, Alemanha, a Indústria 4.0 ou a Quarta Revolução Industrial, proposta pelo governo alemão, descreve um processo de fabricação computadorizado, no qual há uma fusão entre os mundos físico e virtual, possibilitando que as máquinas sejam capazes de se comunicar sem a interferência humana (SILVEIRA e LOPES, 2016).

Por exemplo, a Identificação por Radiofrequência (*Radiofrequency Identification* – RFID), que utiliza ondas de radiofrequência para transmissão de dados é um recurso que existe há muito tempo, como uma forma de identificação, mas sua primeira grande aplicação deu-se durante a Segunda Guerra Mundial, quando foi usada pelas forças britânicas para identificar inimigos e amigos respondendo ou não a pedidos de identificação por meio de ondas de rádio (WANT, 2006).

Com a evolução das ferramentas tecnológicas e a crescente inserção dos conceitos da Indústria 4.0 nas grandes empresas, busca-se cada vez mais a aplicação desses conceitos a fim de melhorar a produtividade e, principalmente, reduzir custos. Com isso, foi identificada na empresa alvo do estudo, a oportunidade de melhoria no processo de controle de estoque de um de seus produtos acabados, até então feito manualmente.

Visto a morosidade no controle de estoque manual, a perda de confiabilidade e produtividade com os inventários na organização, entende-se que há oportunidades de atuação para uma melhor eficiência nas operações, gerando valor para a cadeia logística da organização. Ao mesmo tempo que não existe uma solução atual na empresa estudada para a tratativa do assunto, o presente estudo contribuirá de forma efetiva para a melhoria dos indicadores logísticos de armazenagem nas linhas de produção de papel A4.

Assim, identificando os problemas operacionais ligados à falta de um controle de estoque automatizado, podendo gerar ineficiência no inventário e perda de produtividade, além do processo manual ter um alto risco de falha humana e ser moroso, o presente trabalho tem como objetivo propor uma solução de controle de estoque com identificação via radiofrequência (RFID) e elaborar uma análise de viabilidade do modelo proposto para uma indústria do ramo de papel e celulose.

Referencial Teórico

A logística é um campo de estudo da gestão integrada de áreas como finanças, marketing e produção. Pode ser considerada um processo que inclui todas as atividades importantes da empresa para a disponibilização de bens e serviços aos clientes quando e onde eles quiserem (BALLOU, 2006).

Diferente do imaginário coletivo, a logística não se resume ao transporte de um material do ponto A ao ponto B. Dentre as principais atividades da logística, como transporte, recebimento de insumos, gestão de pessoas e otimização de processos, destaca-se também a gestão de estoques. Constituem estoques tanto os produtos acabados, que aguardam venda ou despacho, quanto matérias primas (MOREIRA, 2012).

Assim, o estoque representa um dos ativos mais importantes do capital circulante e da posição financeira das empresas. Seu controle merece uma atenção especial, pois sua avaliação no início e no fim do período contábil reflete diretamente na apuração do Lucro Líquido de cada exercício (GELATTI *et al.*, 2007). Ao aplicar o controle de estoques utilizando as novas

tecnologias hoje disponíveis, esses resultados podem ser ainda mais relevantes (DANTAS, 2015).

Sempre evoluindo e passando por diversas transformações desde a Primeira Revolução Industrial, a automação na indústria, segundo Rosário (2009), já numa época passada configurava importância estratégica nas empresas, sendo um requisito fundamental para se manterem competitivas no mercado. A Indústria 4.0, ou Quarta Revolução Industrial, une a automação com a conectividade, integrando equipamentos aos sistemas de informações, tornando-os capazes de tomar decisões e encontrar soluções em tempo real (MACDOUGALL *et al.*, 2018).

Por exemplo, países como Alemanha, China e Estados Unidos já possuem empresas que estão aplicando os conceitos propostos pela Indústria 4.0 e outras que começam a implementar seus fundamentos. As aplicações da Indústria 4.0 no Brasil ainda são recentes, em razão disso é importante entender e identificar quais serão os impactos que causará nos diversos setores industriais do País (SANTOS, 2016).

Considerando a indústria nacional, esta ainda se encontra muitos anos atrás, quando observada questões tecnológicas e comparada com países desenvolvidos, como a Alemanha e Estados Unidos. Pode-se dizer que o Brasil está atualmente transitando entre a Indústria 2.0 e a Indústria 3.0. Ou seja, está substituindo as tradicionais linhas de montagem que utilizam pessoas, e introduzindo a automação através da eletrônica, robótica e programação, porém ainda em um ritmo muito abaixo do necessário para ser competitiva (HAHN, 2016).

Atualmente, no mercado já estão disponíveis uma série de ferramentas com o conceito da Indústria 4.0, mas a maioria delas ainda é muito cara, dificultando a entrada do País nesta fase. Entretanto, é possível se pensar em soluções simples, mas que trazem retorno (financeiro e operacional) às empresas, utilizando a tecnologia de RFID (*Radiofrequency Identification*), ou Identificação via Radiofrequência.

A RFID enquadra-se num dos ramos das tecnologias de autoidentificação sem fios, a qual permite uma identificação automática de recursos humanos e materiais. Esta tecnologia é utilizada para identificação de objetos, aos quais se associa uma etiqueta ou tag RFID, que utiliza ondas de radiofrequência para transmissão de dados, o mesmo tipo de ondas utilizado por um *router wireless* convencional. Tais dados são captados por um leitor RFID que os interpreta, e posteriormente, os envia para um sistema informático para se proceder à extração de informação útil. (CONDEÇO, 2015).

A RFID é uma tecnologia voltada para rápida identificação de objetos (DOBKIN, 2012), mas apesar de estar em uma crescente no mercado global, ainda não é a principal forma de identificação de objetos. Sistemas de códigos de barras e QR Codes são amplamente utilizados por serem mais baratos. Mas possuem a desvantagem de necessitarem de uma linha de visão entre o objeto a ser identificado e o equipamento de leitura,

além de só possibilitar uma leitura por vez. Além disso, a leitura frequentemente é prejudicada por pequenas falhas na impressão dos códigos, ou por mal posicionamento do leitor, gerando atrasos na identificação e, conseqüentemente, na operação como um todo (CAMPBELL, 2011).

Nesse sentido, a tecnologia RFID supera a de QR Codes e códigos de barras por não necessitarem de um campo de visão direto com a fonte da informação (tags de RFID), e por executarem a leitura muito mais rápida, podendo identificar cerca de 600 objetos por segundo, considerando um sistema de RFID passivo, sem precisar ler cada um individualmente. Apesar do custo elevado em relação às outras soluções, o cenário global vem mudando rapidamente com a diminuição dos custos das etiquetas (WAKTOLA, 2015).

Importante mencionar também que um sistema por radiofrequência é composto por três itens básicos: etiqueta RFID, leitor RFID e sistema de captura e armazenamento de dados. A etiqueta, ou tag, é constituída por uma antena que é ativada por ondas de radiofrequência emitidas pela antena presentes no leitor. O tag, após receber tal estímulo, emite sinais de radiofrequência com determinadas características, que são capturados pelo leitor. A informação analógica relativa a este sinal é convertida para sinal digital e armazenada na base de dados do sistema. Tal informação é, posteriormente, interpretada por determinado software, de acordo com a aplicação em causa (CONDEÇO, 2015).

Para implantação de um projeto da magnitude de um sistema de controle de estoque via RFID, devido ao seu elevado grau de complexidade e investimento requerido, é importante ter um embasamento bem estruturado, como estudos de tempos e movimentos e análises de viabilidade econômica ou financeira. Contabilizando-se o que é executado e comparando-se com o projetado, tem-se uma análise que pode sustentar a decisão da implantação da nova tecnologia nas empresas.

O estudo de tempos e movimentos surgiu da junção das ideias de Frederick Taylor sobre os tempos-padrão, e do casal Gilbreth, que focava nos movimentos buscando a melhoria nos métodos do trabalho. Apesar de antigo, o estudo de tempos e movimentos analisa, de forma detalhada, todo o processo de movimentação, ergonomia e padronização de métodos, gerando melhorias significativas em nível operacional (SCHMIDT, 2016).

Já o estudo de viabilidade econômica, segundo Fernandez (1999), deve comparar o retorno econômico projetado baseado em dados do estudo de viabilidade de mercado com as alternativas de investimento. A análise de viabilidade de investimentos deve se concentrar em verificar se os benefícios gerados com os investimentos compensarão os gastos a serem realizados, identificando se o projeto é ou não viável para a companhia (BRUNI, FAMÁ, 2003). E, para isso, são calculados indicadores financeiros como o Valor Presente Líquido (VPL), o *Payback* e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

O VPL leva em conta o valor do dinheiro no tempo e é considerado como uma técnica sofisticada de orçamento de capital (GITMAN, 2004). Ele é a soma dos valores – positivos e negativos – presentes no fluxo de caixa ao longo da vida do projeto. O cálculo do VPL foi realizado conforme a Equação (1).

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 \quad (1)$$

Em que:

FC_j – valores de entrada ou saída do caixa em cada período de tempo

FC₀ – valor do investimento inicial

j – Períodos de tempo

i – Taxa de desconto do projeto

Se o VPL > 0, o projeto é suscetível a ser aceito. Se o VPL < 0, o projeto será rejeitado.

O *Payback* é o tempo necessário para que o valor do investimento inicial seja pago, isto é, para que o ganho proveniente do projeto se iguale ao total investido, zerado seu fluxo acumulado (CALÔBA e COSTA, 2009). Esse ponto em que o projeto se paga, não tendo nem lucro nem prejuízo, e que, a partir daí, começa a gerar retorno para empresa, é também conhecido como *Break Even Point*.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto que zera o VPL, conforme Equação (2).

$$FC_0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} \quad (2)$$

Em que:

FC_j – valores de entrada ou saída do caixa em cada período de tempo

FC₀ – valor do investimento inicial

j – Períodos de tempo

i – Taxa Interna de Retorno

Ela representa a rentabilidade do dinheiro investido ao longo do tempo, e geralmente é analisada em conjunto com a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) para saber se o projeto é ou não atrativo à empresa. Quanto maior a taxa de retorno, melhor o desempenho da divisão no uso de seus bens para gerar lucro (WARREN; REEVE, e FESS, 2001).

A TMA, para Souza e Clemente (2009), entende-se como a melhor taxa, com baixo grau de risco, disponível para aplicação do capital em análise. As taxas que mais impactam a TMA são a Taxa Básica Financeira (TBF), Taxa de Juros a Longo Prazo (TJLP) e a Taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custódia, conhecida como Taxa SELIC.

Para efeitos de análise de projetos de investimento, segundo Motta e Calôba (2002), se TIR > TMA, então o projeto é economicamente viável; se TIR < TMA, o projeto é economicamente inviável; e caso TIR = TMA, é indiferente investir os recursos no projeto em questão, ou deixá-los rendendo juros à taxa mínima de atratividade definida.

METODOLOGIA

Campo de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido em uma grande produtora global de celulose de eucalipto, papel tissue e de imprimir e escrever. A empresa em questão, com 95 anos de atuação no mercado, é líder mundial no mercado de papel, com cerca de 30 marcas em quatro linhas distintas (cutsizes, revestidos, não revestidos e papel-cartão), tendo como grande desafio a gestão de estoques e inventário.

A justificativa para o local alvo de estudo foi o fato de o pesquisador ser colaborador no setor de logística da empresa citada, além de ter o foco de suas atividades em gestão e realização de projetos, possibilitando não só o contato com envolvidos e obtenção de informações relevantes, como a possibilidade da real implementação do presente trabalho.

Caracterização da população e amostra

A população escolhida para o embasamento desse trabalho foram os tempos de movimentação das empilhadeiras na operação logística estudada, bem como os tempos nas atividades de controle de estoque e inventário pelos analistas. Segundo Baker *et al.* (2013) é recomendado analisar apenas uma parcela de toda a população, ou seja, uma amostra significativa ao invés da população inteira. O tamanho dessa amostra é o que dá representatividade à pesquisa – essa pode ser determinada por modelos estatísticos, o que está relacionado com o nível de confiança definido, a estimativa de erro aceitável e a amplitude da população pesquisada.

Para o cálculo da amostra, confiabilidade e margem de erro, foi utilizada a Equação (3) proposta por Fontelles *et al.* (2010).

$$n = \frac{N \delta^2 \cdot Z_{\alpha/2}}{(N - 1) \cdot E^2 + \delta^2 \cdot Z_{\alpha/2}} \quad (3)$$

Na qual:

n – Tamanho da amostra

$Z_{\alpha/2}$ – Valor crítico para o grau de confiança desejado

δ – Desvio padrão populacional da variável

E – Erro padrão

N – Tamanho da população finita

Técnicas de coleta de dados

Propõe-se, neste trabalho, a substituição de um modelo manual de gestão de estoque por um automatizado por meio da identificação *via* radiofrequência. Para isso, foram realizadas reuniões e entrevistas com os analistas responsáveis por esse processo, visando coletar informações e *insights* que estruturam o projeto de forma *bottom up* (de baixo para cima).

Além disso, dados históricos foram coletados no sistema ERP utilizado pela empresa. Pelo sistema, é possível a emissão de relatórios que possibilitam a análise de dados da produção, acuracidade do estoque e volumes de faturamento realizados nos últimos anos, bem como os tempos de atendimento utili-

zando o atual processo de gestão dos estoques. As informações foram armazenadas em um banco de dados para, em estudos futuros, serem confrontadas com os resultados obtidos.

No entender de Creswell (2007), “um estudo tende a ser mais qualitativo do que quantitativo ou vice-versa. A pesquisa de métodos mistos se encontra no meio deste *continuum* porque incorpora elementos de ambas abordagens qualitativa e quantitativa”. A abordagem metodológica utilizada para o presente estudo foi a Abordagem Mista, ou Quanti-qualitativo/Quali-quantitativo, uma vez que não só foram analisados dados, como produtividade e custos, mas também a qualidade no processo estudado.

Quanto aos objetivos, o estudo é classificado como exploratório, pois visa o contato direto com o problema central na busca de torná-lo exposto e firmar hipóteses com o mesmo. Além de proporcionar familiaridade com o problema, esse tipo de pesquisa é utilizado para estabelecer embasamento para estudos e aplicações futuras (GIL, 2007).

Análise de viabilidade

A análise de viabilidade do estudo visa auxiliar na tomada de decisão da implementação ou não do projeto, com base em indicadores financeiros como o valor total de investimento, o Valor Presente Líquido (VPL), *Payback* e Taxa Interna de Retorno (TIR). Para o cálculo, foram levados em consideração o valor do investimento inicial, os custos mensais e anuais, e os ganhos proporcionados com a implantação do projeto, além da taxa de inflação ao ano, taxa de desconto nominal, imposto de renda, dentre outros indicadores e seus respectivos valores (Tabela 1).

Na empresa alvo, não há um valor determinado de *Payback* onde se deva ou não aceitar um projeto, mas é recomendável que, no atual panorama econômico em que se encontra, o mesmo não ultrapasse dois anos, ou 24 meses. Já a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), ou, como denominada pela companhia, Taxa de Desconto Nominal, para um projeto ser considerado atrativo, é de 10,39% aa. Os valores de *Payback* e TMA são passados como premissas pela equipe de Planejamento Financeiro da companhia, e seus respectivos raciais não foram divulgados.

Para se levantar os benefícios de se ter um controle de estoque automatizado com a tecnologia RFID e balancear o fluxo de caixa da análise de viabilidade, foram computados os ganhos que a implantação do sistema traria para operação logística. Apesar da grande maioria desses ganhos serem qualitativos, como aumento da acuracidade dos estoques, redução na possibilidade de erro humano e agilidade no processo de estocagem e expedição, foram considerados para a análise de viabilidade os ganhos financeiros que o projeto traria, sendo esses basicamente as reduções de custos com folha de pagamento (*headcount*). Para saber o quanto o novo sistema seria eficiente a ponto de proporcionar uma redução de *headcount* para a operação, realizou-se um estudo de tempos e movimentos da operação, a fim de mapear e identificar os tempos de cada operação e as oportu-

tunidades de melhoria com o RFID. Utilizou-se a metodologia definida do número de amostras para, com o número de amostras escolhido, e o nível de confiança desejado nas medições, obter-se o percentual de margem de erro.

Tabela 1. Premissas e indicadores financeiros

FINANCEIRAS	VALOR	UNIDADE	ÁREA
Modelo	Nominal		
WACC Real	6,06%	%a.a.	Finanças
Inflação	4,1%	%a.a.	Finanças
Taxa de Desconto Nominal	10,39%	%a.a.	Finanças
Taxa de Desconto Nominal	0,83%	%a.m.	Finanças
Sustaining	0,0%	%a.a.	
Vida Útil do equipamento	6,0	anos	Gestão de Ativos
Depreciação Contábil	6,0	anos	Gestão de Ativos
IR	25%	%	Tributário
CSLL	9,0%	%	Tributário
ICMS	0,0%	%	Tributário
PIS/Cofins	0,0%	%	Tributário
Recuperação de impostos	o	meses	Tributário
Perpetuidade	Não		

A população considerada foi o total de medições possíveis a serem feitas no período de um mês, tendo uma média de dois minutos por medição (*setup*, medição e registro), seis horas

diárias dedicadas para as medições e 20 dias trabalhados no mês. Seguindo as premissas definidas, no dia seria possível a coleta de 180 amostras, e no mês, 3.600 amostras.

A quantidade de amostras definida para o estudo foi de 10% da população, ou seja, 360 amostras mensais, ou 18 amostras diárias. A confiabilidade, ou nível de confiança desejado foi de 95%. Assim, alimentando os dados de população, nível de confiança e número de amostras coletadas na Equação (3), obteve-se uma margem de erro de 4,9%. O resultado representa que, de toda a população de amostras, há 95% de chance de elas variarem seu tempo em 4,9% a maior ou a menor da média amostral encontrada.

Foram medidos os tempos de oito atividades chave na operação de recebimento e estocagem de A4. As oito atividades-chave foram separadas em atividades do operador de empilhadeira e atividades do analista de armazém. O operador faz basicamente a retirada do produto da linha de produção e movimentação até as quadras de estocagem – estas estratificadas conforme esquema do layout na Figura 1 em quadras próximas como as de número 4, quadras à média distância de números 2 e 5, e quadras distantes de números 3 e 6, a retirada da linha de produção e retorno do material para a produção, e a retirada do produto das quadras até a pré-expedição.

Já o analista realiza a captação dos volumes no SAP (ERP utilizado pela empresa para gestão de estoques), a verificação dos produtos mais antigos no estoque para realizar o FIFO (*First In, First Out*), o inventário, informar qual quadra o operador deve retirar os produtos para expedição, e conferência de

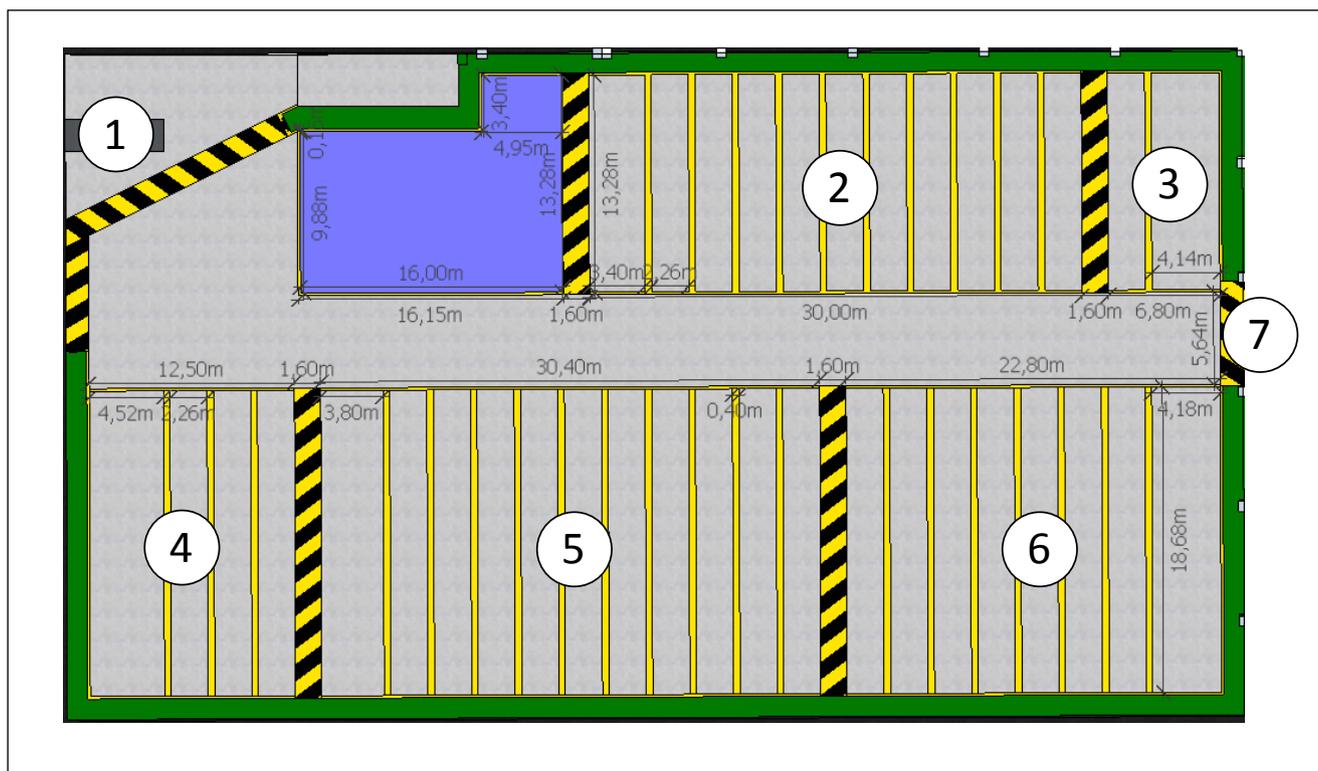


Figura 1. Layout do armazém com pontos chave da operação

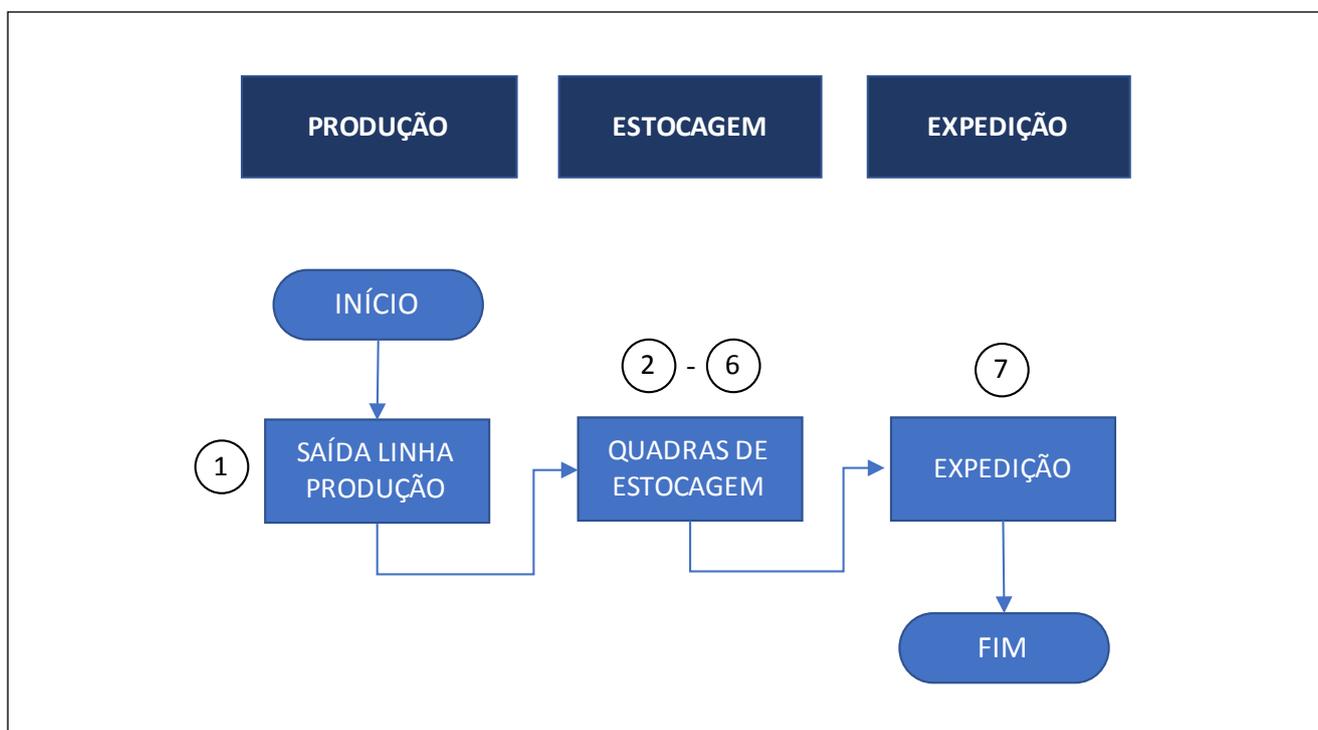


Figura 2. Fluxo de movimentação elaborado com base no layout do armazém

volumes. Apenas a operação de inventário foi tratada diferente do restante das amostras, pois ela é realizada apenas uma vez ao dia. Assim, foram coletadas 20 amostras diárias, correspondentes a 20 dias trabalhados no mês.

Para o cálculo do Investimento Inicial para análise de viabilidade, foi feito o levantamento do investimento com um fornecedor da tecnologia RFID que já possuía conhecimento suficiente (know-how) no mercado de papel e celulose, para que as soluções apresentadas fossem mais próximas o possível da real necessidade da empresa. Por motivos de confidencialidade, o nome do fornecedor não será citado. Para um melhor entendimento do funcionamento da operação, foi elaborado um fluxo de movimentação (Figura 2), evidenciando as etapas e localização no armazém por onde o produto percorreria, desde a saída da linha de produção, até a expedição.

Então, reuniões foram feitas entre os gestores do projeto e os fornecedores, até se chegar no melhor modelo de operação e elaboração da proposta comercial pelos fornecedores. O valor da proposta foi utilizado como o parâmetro de investimento inicial na análise de viabilidade.

Para o cálculo do número de etiquetas (*tags*) a serem adquiridos e consumidos mensalmente, foram utilizados dados históricos de produção de papel A4 da empresa, e a política de ressuprimento de estoques vigente. Também foram considerados os custos anuais com as licenças de software.

Os valores dos ganhos, investimento inicial e custos mensais e anuais foram todos incluídos na base de cálculo da análise de viabilidade para o cálculo do VPL, do *Payback* e da TIR.

RESULTADOS

Com as medições de tempos e movimentos realizadas, o controle com as amostras do tempo de cada operação está apresentado no Quadro 1, e as amostras do tempo de inventário estão apresentadas no Quadro 2.

Como se pode observar, não haveria redução estimada nos tempos do operador, pois os mesmos trajetos devem ser percorridos com a empilhadeira no armazém. Então, não há oportunidade de redução de custos com folha de pagamento (*headcount*) dos operadores de empilhadeira, ou redução de desperdício de recursos materiais e de movimentação de carga. Ressaltando que eventualmente os operadores poderiam ser realocados/disponibilizados para outras atividades na empresa, já que os objetivos no avanço da Indústria 4.0 devem contemplar sinergia entre as questões econômicas e sociais relativas à manutenção de empregos.

Já a estimativa de redução dos tempos do analista é bastante expressiva. Com o novo sistema de gestão de estoques via RFID integrado com o SAP, o analista não mais necessitaria fazer a captação dos volumes no ERP, pois a empilhadeira já faria automaticamente ao transportar os *pallets*. A verificação de FIFO passaria a ser instantânea no sistema, tendo os dados de idade de estoque parametrizados para cada volume e posição. A informação dos volumes a serem retirados, antes passada dos analistas para os operadores, com o novo sistema seria disponibilizada direto no computador de bordo das empilhadeiras, e a conferência dos volumes passaria a ser feita também em tempo real *via* sistema, e não mais fisicamente.

Quadro 1. Amostragem em minutos do estudo de tempos e movimentos

Colaborador	Operação	Dia	Amostras									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Operador	Retirada Linha x Quadras 3 e 6	1	00:01:26	00:01:25	00:01:24	00:01:25	00:01:26	00:01:30	00:01:25	00:01:28	00:01:25	
		2	00:01:30	00:01:26	00:01:28	00:01:25	00:01:31	00:01:26	00:01:24	00:01:26	00:01:23	
	Retirada Linha x Quadras 2 e 5	3	00:00:55	00:00:59	00:00:57	00:00:55	00:00:55	00:01:13	00:00:55	00:01:08	00:00:53	
		4	00:01:08	00:01:13	00:00:55	00:01:10	00:01:13	00:00:57	00:00:59	00:01:15	00:00:55	
	Retirada Linha x Quadra 4	5	00:00:49	00:00:49	00:00:35	00:00:47	00:00:49	00:00:40	00:00:39	00:00:33	00:00:40	
		6	00:00:40	00:00:47	00:00:39	00:00:53	00:00:38	00:00:35	00:00:30	00:00:49	00:00:45	
	Retirada Linha x Produção	7	00:00:40	00:00:40	00:00:40	00:00:39	00:00:40	00:00:41	00:00:41	00:00:40	00:00:41	
		8	00:00:42	00:00:40	00:00:39	00:00:40	00:00:40	00:00:42	00:00:40	00:00:39	00:00:37	
	Retirada Quadra x Pré expedição	9	00:01:02	00:00:50	00:01:28	00:01:08	00:01:26	00:01:24	00:01:25	00:00:56	00:01:06	
		10	00:01:28	00:01:24	00:00:39	00:01:15	00:00:51	00:00:40	00:00:43	00:01:25	00:01:25	
Analista de armazém	Captação de volumes no SAP	11	00:05:20	00:04:53	00:04:07	00:04:59	00:05:06	00:04:17	00:05:41	00:04:38	00:05:21	
		12	00:04:59	00:04:40	00:04:37	00:03:54	00:05:36	00:04:44	00:06:02	00:05:06	00:04:03	
	Verificação de FIFO	13	00:04:59	00:05:05	00:05:24	00:05:24	00:04:53	00:06:09	00:05:40	00:06:25	00:05:31	
		14	00:05:29	00:06:10	00:05:03	00:05:14	00:05:55	00:05:13	00:05:08	00:05:58	00:05:30	
	Inventário	15	Inventário é realizado apenas 1 vez ao dia									
		16	Inventário é realizado apenas 1 vez ao dia									
Informar operador quadra de retirada	17	00:02:35	00:02:11	00:02:04	00:02:06	00:02:21	00:02:09	00:02:24	00:02:12	00:02:20		
	18	00:02:25	00:02:03	00:02:21	00:01:57	00:01:51	00:02:22	00:02:16	00:02:34	00:02:05		
Conferir volumes	19	00:04:41	00:04:37	00:04:53	00:05:44	00:05:03	00:04:40	00:05:33	00:05:40	00:05:39		
	20	00:04:44	00:05:43	00:05:22	00:05:14	00:05:40	00:04:43	00:05:36	00:04:48	00:05:46		
Colaborador	Operação	Dia	Amostras									
			10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Operador	Retirada Linha x Quadras 3 e 6	1	00:01:28	00:01:26	00:01:26	00:01:24	00:01:25	00:01:30	00:01:22	00:01:25	00:01:29	
		2	00:01:26	00:01:25	00:01:23	00:01:29	00:01:26	00:01:28	00:01:26	00:01:24	00:01:25	
	Retirada Linha x Quadras 2 e 5	3	00:00:55	00:00:57	00:01:05	00:00:59	00:00:55	00:01:10	00:01:13	00:01:18	00:01:11	
		4	00:01:13	00:01:15	00:01:13	00:00:54	00:01:08	00:00:53	00:00:55	00:01:05	00:00:57	
	Retirada Linha x Quadra 4	5	00:00:40	00:00:38	00:00:49	00:00:38	00:00:40	00:00:39	00:00:39	00:00:35	00:00:42	
		6	00:00:48	00:00:35	00:00:35	00:00:45	00:00:49	00:00:42	00:00:49	00:00:45	00:00:37	
	Retirada Linha x Produção	7	00:00:43	00:00:40	00:00:39	00:00:42	00:00:40	00:00:38	00:00:39	00:00:40	00:00:41	
		8	00:00:40	00:00:41	00:00:45	00:00:36	00:00:39	00:00:40	00:00:38	00:00:42	00:00:39	
	Retirada Quadra x Pré expedição	9	00:01:30	00:00:47	00:00:54	00:01:27	00:01:14	00:01:24	00:01:15	00:00:50	00:01:09	
		10	00:00:45	00:01:07	00:00:55	00:01:00	00:00:53	00:01:16	00:00:48	00:00:48	00:00:51	
Analista de armazém	Captação de volumes no SAP	11	00:04:55	00:05:54	00:04:52	00:04:04	00:04:51	00:05:29	00:05:34	00:04:48	00:04:36	
		12	00:05:24	00:03:54	00:08:10	00:04:25	00:04:25	00:04:49	00:05:50	00:05:14	00:04:10	
	Verificação de FIFO	13	00:06:28	00:05:25	00:05:29	00:06:16	00:06:02	00:05:35	00:06:28	00:05:56	00:05:21	
		14	00:07:03	00:05:20	00:06:05	00:06:52	00:05:32	00:05:21	00:05:31	00:05:40	00:05:22	
	Inventário	15	Inventário é realizado apenas 1 vez ao dia									
		16	Inventário é realizado apenas 1 vez ao dia									
Informar operador quadra de retirada	17	00:01:55	00:02:25	00:02:05	00:01:51	00:02:33	00:02:06	00:02:24	00:02:20	00:02:32		
	18	00:02:32	00:02:21	00:02:11	00:02:28	00:02:29	00:01:52	00:02:20	00:02:59	00:02:24		
Conferir volumes	19	00:04:30	00:05:27	00:04:57	00:05:08	00:05:46	00:05:26	00:04:38	00:05:18	00:05:26		
	20	00:05:15	00:04:57	00:05:42	00:05:38	00:05:20	00:04:55	00:04:34	00:04:37	00:04:55		

Quadro 2. Amostragem em horas do estudo de tempos e movimentos da operação de Inventário

Colaborador	Operação	Dia	Amostras
Analista de armazém	Inventário	1	01:01
		2	01:15
		3	01:06
		4	01:10
		5	01:03
		6	00:54
		7	01:08
		8	00:57
		9	00:59
		10	01:00
		11	01:11
		12	01:07
		13	01:13
		14	01:12
		15	00:53
		16	00:56
		17	01:05
		18	01:00
		19	01:04
		20	00:55

Quadro 3. Comparação da média amostral com tempo estimado utilizando RFID

Colaborador	Operação	Média amostral	Tempo estimado com RFID	% de redução
Operador	Retirada Linha x Quadras 3 e 6	00:01:26	00:01:26	0%
	Retirada Linha x Quadras 2 e 5	00:01:03	00:01:03	0%
	Retirada Linha x Quadra 4	00:00:42	00:00:42	0%
	Retirada Linha x Produção	00:00:40	00:00:40	0%
	Retirada Quadra x Pré expedição	00:01:06	00:01:06	0%
Analista de armazém	Captação de volumes no SAP	00:04:59	00:00:00	100%
	Verificação de FIFO	00:05:42	00:00:10	97%
	Inventário	01:03:27	00:10:00	84%
	Informar operador quadra de retirada	00:02:17	00:00:10	93%
	Conferir volumes	00:05:11	00:01:00	81%

Com as amostras obtidas, foi possível calcular a média amostral de cada operação, e compará-la com o tempo estimado utilizando a tecnologia RDIF. As estimativas do tempo de cada operação com o uso da RFID foram levantadas pelos fornecedores, com base em *benchmarks* do setor de logística.

A operação de inventário é a considerada mais crítica, porque é onde se pode observar o maior ganho potencial. Haveria uma redução de cerca de 84% no tempo dedicado a esta operação, pois o analista passaria a ter o controle em tempo real de cada produto e respectiva posição no estoque, economizando tempo em procurar por cada volume que poderia ter sido fisicamente deslocado.

Com base nos potenciais ganhos apresentados, estima-se que haveria a possibilidade de redução de um analista da operação do horário administrativo, pois sua rotina diária teria seu tempo reduzido em quase 90%, possibilitando a diluição das demandas remanescentes entre os analistas que rodam turno. Com base nos dados coletados com o departamento de Recursos Humanos da empresa, o custo mensal com um analista da operação do horário administrativo, considerando seu salário mais benefícios e encargos, é de R\$ 9.709,00, o que representa uma redução de custo anual com a redução dos custos de folha de pagamento (*headcount*) de R\$ 116.508,00.

Quanto à proposta dos fornecedores, a mesma foi dividida em quatro etapas. A primeira, denominada de Especificação e Planejamento, é a etapa em que todo o planejamento e levantamento dos requisitos seriam realizados. A etapa incluía workshops locais, checagem das especificações dos softwares e hardwares necessários, customizações de softwares, planejamento de instalação dos *hardwares*, levantamento de requisitos de servidor, conectividade com a rede, monitoramento do sistema e planejamento de manutenções. Dessa forma, o custo total estimado da primeira etapa foi de R\$ 20.827,27.

A segunda etapa, chamada de Custos Iniciais de Setup, inclui-se os custos de setup do projeto pelos fornecedores, como customizações e configurações de software, integração com sistemas internos, instalações de software, testes do sistema off-line e on-site, os custos com a documentação de interfaces, guia do usuário, gerenciamento do projeto e o startup da licença do software. E o custo da segunda etapa foi estimado em R\$ 329.644,89 (Quadro 4).

Após a etapa de setup, foi proposta a etapa de Investimentos & Custos do Projeto. Nessa, que é a terceira etapa, tem-se no portfólio dos serviços oferecidos a guia de instalação, configuração e testes dos aplicativos, leitores de empilhadeiras e leitores fixos, preparação e configuração dos PC's das empilhadeiras, instalação de softwares nos PC's das empilhadeiras, testes do sistema *on-site*, suporte ao *go-live*, treinamento de usuários-chave na utilização e

Quadro 4. Custos Iniciais de Setup

Custos Iniciais de Setup					
Serviços					
<i>Item</i>					
Customização e configuração de software					
Criação dos arquivos de idioma					
Integração com sistemas internos					
Instalações de software (PC's das empilhadeiras)					
Testes off-line do sistema					
Testes do sistema <i>on-site</i>					
Documentação (interfaces + guia do usuário)					
Gerenciamento do projeto					
				Subtotal Serviços	R\$ 303.263,20
Software					
<i>Item</i>					
	<i>QtdP</i>	<i>reço unitárioT</i>	<i>otal</i>		
Startup da(s) licença(s) de software	12	R\$ 6.381,69	R\$	26.381,69	
				Subtotal Software	R\$ 26.381,69
				Total Geral	R\$ 329.644,89

Quadro 5. Investimentos e Custos do Projeto

Investimentos & Custos do Projeto					
Serviços					
<i>Item</i>					
Aplicadores: guia de instalação, configuração e testes					
Leitores de empilhadeiras: guia de instalação, configuração e testes					
Leitores fixos: guia de instalação, configuração e testes					
PC das empilhadeiras: preparação e configuração					
Instalações de softwares (PC's das empilhadeiras)					
Testes do sistema <i>on-site</i>					
Suporte ao <i>go-live</i>					
Treinamento de usuários chave (utilização & manutenção)					
Documentação (interfaces + guia do usuário)					
Gerenciamento do projeto					
				Subtotal Serviços	R\$ 354.063,64
Hardware					
<i>Item</i>					
	<i>Qtd</i>	<i>Preço unitário</i>	<i>Total</i>		
Aplicador de tags RFID (2 linhas + 1 sobressalente)	3	R\$ 290.250,04	R\$	870.750,12	
Estação de validação de tag no final da linha de embalagem	2	R\$ 29.652,42	R\$	59.304,84	
Leitor RFID de empilhadeira em 2 antenas	5	R\$ 24.081,71	R\$	120.408,55	
PC de empilhadeira (ADS-TEC VMT7010, incl RAM mount, Wifi)	5	R\$ 24.661,99	R\$	123.309,95	
				Subtotal Hardware	R\$ 1.173.773,46
				Total Geral	R\$ 1.527.837,10

manutenção do sistema, além é claro da documentação de interfaces e guia do usuário, e o gerenciamento do projeto. O investimento para aquisição dos hardwares também foi incluído, contemplando o aplicador de tags RFID, sendo um para cada uma das duas linhas de produção, mais um sobressalente, duas estações de validação de tag ao final de cada linha de embalagem, cinco leitores RFID de empilhadeira em antena, para cada uma das empilhadeiras na ope-

ração, e cinco PC's de empilhadeiras, no modelo ADS-TEC VMT7010 com Wi-fi. O total orçado para a terceira etapa foi de R\$ 1.527.837,10 (Quadro 5).

Por fim, a última etapa da proposta considera os Custos de Utilização do projeto, que são os custos com a licença de uso do software, e os custos com as tags de RFID. Foram consideradas sete licenças de software contemplando as cinco empilhadeiras e as duas estações de validação de tag no final das

Quadro 6. Cotação de Tags RFID

Cotação de Tags RFID			
Tag			
Item	QtyP	reço unitárioT	otal
15	0.0002	R\$,17	R\$ 108.500,00
2	250.000	R\$ 1,37	R\$ 342.500,00
3	500.000	R\$ 1,12	R\$ 560.000,00
41	.000.000	R\$ 1,03	R\$ 1.030.000,00
55	.000.000	R\$ 0,97	R\$ 4.850.000,00

linhas de embalagem, totalizando um custo mensal individual de R\$ 3.488,06, e um custo anual atingindo um valor total de R\$ 41.856,75.

Para a utilização das tags foi considerado um número total de 115.000 tags mensais (correspondente ao número médio de *pallets* produzidos no mês). Levando-se em conta a política de pedidos do fornecedor (Quadro 6) e uma política de ressuprimento do estoque bimestral, a compra do Item 2, do Quadro 5, atenderia às necessidades da empresa. Assim, anualizando os custos com compra de tags, haveria seis compras anuais do Item 2 totalizando R\$ 2.055.000,00 anuais.

A contabilização de todos os custos levantados, chega-se ao valor total do investimento inicial de R\$ 3.975.166,01, mais um custo anual de R\$ 2.096.856,75.

O fluxo de caixa utilizado pode ser observado na Tabela 2. Os valores de recuperação de PIS COFINS, Capex Sustaining, Capex Evitado e Créditos Tributários de ICMS são iguais a zero, e o Fluxo de Caixa Livre (FCL) foi posteriormente descontado a uma Taxa de Desconto Nominal de 10,39% a.a., valor este passado como premissa pela equipe de Planejamento Financeiro.

Aplicando-se o investimento, os potenciais ganhos e demais

índices da Tabela 1 às fórmulas de VPL, *payback* e TIR, e considerando uma vida útil do sistema de cinco anos, com o auxílio da ferramenta Excel obteve-se o seguinte resultado.

VPL = - R\$ 8.320.606,00

Payback = Não há (o projeto não se paga).

TIR = - 43,8%

Com um VPL negativo, o projeto não se caracteriza como financeiramente viável, uma vez que o VPL é o valor do dinheiro no tempo. Isso quer dizer que, ao longo da vida útil do sistema que seria implementado, ele geraria um caixa negativo para empresa, pois as saídas no fluxo de caixa seriam muito maiores que as entradas ou ganhos. Portanto, não há um *payback*, ou um retorno do investimento.

Como o projeto geraria mais custo do que sua redução (*saving*), é normal que sua Taxa Interna de Retorno seja também negativa, pois não geraria retorno financeiro algum para companhia. Então, com base nos indicadores financeiros encontrados, e considerando apenas os aspectos quantitativos, ou seja, os custos envolvidos no projeto, a implementação do sistema de gerenciamento de estoque via RFID não é atrativa para companhia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abrangeu o estudo de um modelo de automação de estoques via RFID, bem como o estudo de tempos e movimentos das operações logísticas no armazém e a análise de viabilidade do projeto, para auxiliarem na tomada de decisão de sua implantação em uma indústria do ramo de papel e celulose.

Após a identificação dos problemas operacionais relacionados ao controle de estoque manual, como erro de contagem de inventário, morosidade nas operações e erros de apontamento no sistema, foi elaborada uma proposta junto a um fornecedor de tecnologia RFID para mitigar os problemas encontrados, aplicando a solução no gerenciamento de estoque de papel A4 da companhia.

A implantação do sistema proposto colocaria a empresa em um novo patamar se tratando de tecnologias aplicadas à indústria, dando a ela evidência no mercado, e gerando um novo diferencial competitivo. Além de ser uma das poucas do setor com aplicações de ferramentas da Indústria 4.0, haveria uma grande evolução em termos de processos, praticamente erradicando os problemas provenientes de erro humano no gerenciamento de estoques como falhas de comunicação e erros

Tabela 2. Fluxo de Caixa

Fluxo de Caixa (R\$)

= Custos/Ganhos Adicionais

(+) Recuperação PIS COFINS

= EBTIDA

(-) Depreciação

= Lucro Bruto

(-) Imposto de Renda

= Lucro Líquido

(+) Depreciação

(-) Investimento

(-) Capex Sustaining

(+) Capex Evitado

(+) Créditos Tributários de ICMS

= Fluxo de Caixa Livre (FCL)

de contagem de inventário, aumentando a produtividade das operações e garantindo uma maior qualidade e confiabilidade aos seus clientes internos e externos.

Para embasar o modelo proposto de gerenciamento de estoques, foi elaborada uma análise de viabilidade financeira. Todavia, os benefícios qualitativos que o gerenciamento dos estoques de forma automatizada traria para empresa não foram monetizados pelo alto grau de complexidade, incerteza e subjetividade dos reais ganhos. Logo, com base na análise de viabilidade elaborada e com o cenário presente da companhia, os potenciais benefícios por si sós não foram suficientes para justificar o alto investimento necessário para implementação do sistema.

Assim, optou-se por hora por não investir na tecnologia, pois seu custo ainda é muito elevado, não sendo ainda um projeto *sustain*, ou seja, necessário para a sustentação e funcionamento das operações, mas sim um projeto de modernização

que traria apenas benefícios qualitativos, não trazendo nenhum tipo de retorno financeiro à empresa.

Entretanto, sabe-se que à medida que novas tecnologias surgem no mercado, as atuais se tornam mais baratas podendo se tornar viáveis de implantação num curto período de tempo. Dessa forma, levando em conta o crescimento exponencial de novas tecnologias e a atual conjuntura da empresa, o presente estudo fica disponível para projetos futuros, podendo até ser retomado e recalculado, visando a implantação do sistema proposto.

Além disso, recomenda-se a criação de indicadores de desempenho para medir a confiabilidade nos processos analisados, possibilitando assim a monetização dos custos da não qualidade e sua inclusão no estudo de viabilidade. Dessa forma, com a tecnologia mais barata e mensurando financeiramente os impactos qualitativos gerados, o projeto se torna mais suscetível à aceitação e à implantação na empresa estudada. ■

REFERÊNCIAS

- BAKER, R. et al. *Summary Report of the AAPOR Task Force on Non-probability Sampling*. Journal of Survey Statistics and Methodology, v. 1, n. 2, p. 90-143. 2013.
- BALLOU, R. H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos* 5.ª ed. Porto Alegre: Bookman. 2006.
- BALLOU, R. H. *Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo: Atlas. 2015.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. *As Decisões de Investimentos – Com aplicações na HP12C e Excel*. São Paulo: Atlas. 2003.
- CALÔBA, G.; COSTA, R. *Engenharia Econômica e Finanças*. 1.ª ed. 328 p. Rio de Janeiro: Elsevier. 2009.
- CAMPBELL, A. *QR Codes, Barcodes and RFID: What is the difference?* 2011. Disponível em: <http://smallbiztrends.com/2011/02/qr-codes-barcodes-rfid-difference.html>. Acesso em: maio 2019.
- CONDEÇO, G. F. A. *Tecnologia RFID: Caso de Estudo Aplicado à Logística Hospitalar*. Dissertação de Mestrado – Universidade de Lisboa, Lisboa. 2015.
- CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e mistos*. 2.ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2007.
- CRUZ, S. D. F. *Administração da Produção e Operações II*. 2012. Disponível em: <http://portal.faculadadedeilheus.com.br/Documentos/> Acesso em: out. 2019.
- DANTAS, J. C. A. *A Importância do Controle de Estoque: Estudo Realizado em um Supermercado na Cidade de Caicó/RN*. 2015. Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó.
- DOBKIN, D. M. *The RF in RFID: Passive UHF RFID in Practice*. 2012. Newnes, Newton, MA, USA. ISBN 0750682094, 9780750682091. Citado na p. 1, 3, 9, 14.
- FERNANDEZ, J. A. C. G. *Preferências quanto à localização e influência do ciclo de vida familiar*. 1999. Dissertação de mestrado. Florianópolis. UFSC.
- FONTELLES, M. J. et al. *Metodologia da pesquisa: diretrizes para o cálculo do tamanho da amostra*. 2010. Revista Paraense de Medicina, Belém, v. 24, p. 57-64.
- GELATTI, C. B. et al. *A importância da auditoria nos estoques*. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS. 2007.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4.ª ed. São Paulo: Atlas. 2007.
- GITMAN, L. J. *Princípios de Administração Financeira – 10.ª ed*. São Paulo: Pearson Addison Wesley. 2004.
- HAHN, J. R. *A Era da Internet Industrial e a Indústria 4.0*. Produção em Foco. Joinville, p. 1-4. 2016.
- MACDOUGALL, W. *Indústria 4.0. Germany Market Report and Outlook*. 2018. Germany Trade & Invest. Berlin, Germany, p. 1-16. Disponível em: <https://www.gtai.de/resource/blob/64500/8b7afcaa0cce1ebd42b178b4430edc82/industrie4-0-germany-market-outlook-progress-report-en-data.pdf> Acesso em: 21 abr. 2022.
- MOREIRA, D. A. *Administração da produção e operações*. 2.ª ed. São Paulo: Thomson. 2012.
- MOTTA, R.; CALÔBA, G. *Análise de Investimentos: Tomada de Decisão em Projetos Industriais*. São Paulo: Atlas. 2002.
- ROSÁRIO, J. M. *Automação Industrial*. 1.ª ed. São Paulo: Baraúna. 2009.
- SANTOS, P. R. D. *Indústria 4.0 – sistemas inteligentes para manufatura do futuro*. 2016. Disponível em: <http://www.revistaferramental.com.br/pt/artigos/industria-40-sistemas-inteligentes-para-manufatura-do-futuro/8>. Acesso em: 13 abr. 2019.
- SCHMIDT, A. V. *Mapeamento de processos e análise de tempos e movimentos em uma indústria do setor metal mecânico*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/2599/SCHMIDT_Andrei_Vogt.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 abr. 2019.
- SILVEIRA, C. B.; LOPES, G. C. *O que é Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo*. 2016. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/industria4-0/>. Acesso em: 13 out. 2018.
- SOUZA, A.; CLEMENTE, A. *Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações*. 2009. 6.ª ed. 186 p. São Paulo: Atlas.
- TAKATA, M. Q. *Gestão de estoque como fator de crescimento da empresa Originally: Estudo de caso*. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Rondônia, G. Mirim-RO. Disponível em: <http://ri.unir.br/jsui/handle/123456789/2382>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- WAKTOLA, E. *Internet of Things Promises Huge RFID Growth*. 2015. Disponível em: <https://goo.gl/CaCkfx>. Acesso em: 22 maio 2019.
- WANT, R. *An introduction to RFID technology*. 2006. Pervasive Computing, IEEE, 5(1): p. 25-33.
- WARREN, C. S.; REEVE, J. M.; FESS, P. E. *Contabilidade gerencial*. 2001. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.