

AVALIAÇÃO DO RETORNO DO INVESTIMENTO PARA AUTOMAÇÃO DE UM PROCESSO DE PALETIZAÇÃO

EVALUATION OF THE RETURN ON INVESTMENT FOR AUTOMATION OF A PALLETIZING PROCESS

BRUNO ALEXANDRE NASCIMENTO DE CARVALHO

ANA CARLA FERNANDES GASQUES

Resumo

A crescente competitividade do mercado aliada à adoção de novas tecnologias por empresas que buscam melhorias em seus processos gerou a necessidade de adaptação a este cenário, onde as organizações devem buscar formas de otimizar suas atividades e reduzir seus custos para manterem-se a frente de seus concorrentes. Por afetarem direta e expressivamente os resultados de uma organização, os processos logísticos de uma empresa podem ser um foco para a aplicação de esforços afim de alcançar tal adaptação, sendo a automação um meio para atingir melhores níveis de eficiência e qualidade. Desta forma, o presente artigo tem como objetivo analisar um projeto para a automação do processo de paletização de caixas de óleo vegetal de uma cooperativa agroindustrial e analisar sua viabilidade econômica através dos métodos Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). A metodologia é classificada como um estudo de caso quanto aos procedimentos utilizados. O processo de paletização foi caracterizado para identificar os impactos da automação para a empresa assim como analisá-los economicamente. Os resultados encontrados apontam que a automação do processo, apesar do alto investimento inicial, traz economias relevantes para a organização. As análises realizadas demonstraram que a adoção e execução do projeto pode promover uma significativa redução nos custos relativos à execução deste processo de paletização, confirmando assim sua viabilidade financeira para a cooperativa.

Palavras-chave: *automação; logística; unitização; viabilidade econômica.*

Abstract

The increasing competitiveness of the market allied to the adoption of new technologies by companies that seek improvements in their processes generated the need to adapt to this scenario, where organizations must seek ways to optimize their activities and reduce their costs to keep ahead of their concurrent. Per directly and expressively affecting the results of an organization, the logistics processes of a company can be a focus for the application of efforts in order to achieve such adaptation, being the automation a means to achieve better levels of efficiency and quality. In this way, this article aims to analyze the project for the automation of the process of palletizing boxes of vegetable oil from an agroindustrial cooperative and to analyze its economic viability through the methods Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR). The methodology is classified as a case study regarding the procedures used. The palletizing process was characterized to identify the impacts of automation to the company as well as to analyze them economically. The results found show that the automation of the process, despite the high initial investment, brings savings relevant to the organization. The

analyses performed showed that the adoption and execution of the project can promote a significant reduction in costs related to the execution of this palletizing process, thus confirming its financial viability for the cooperative.

Key-words: *automation; logistics; unitization; economic viability.*

1. Introdução

A logística tem como objetivo transportar bens e serviços para o local onde são necessários dentro do prazo desejado, o que a torna essencial para a realização das atividades de uma organização. Entretanto, além de básica, a logística tornou-se uma ferramenta estratégica, pois empresas que possuem uma competência logística de alto nível conquistam vantagens competitivas como resultado por fornecer um serviço superior a seus clientes (BOWERSOX *et al.*, 2014).

Os custos logísticos de distribuição afetam uma parte significativa dos custos gerais da empresa, representando cerca de 8% das vendas, o que concede a esta operação uma importante vantagem competitiva, quando consegue-se atender a demanda de um cliente com menor custo (BALLOU, 2004; PEREIRA; OLIVEIRA; LEAL JUNIOR, 2016). Logo, é relevante a aplicação de esforços por parte da empresa na busca de otimizar todas as etapas de seu processo logístico, a fim de reduzir a parcela incorrida no custo total do produto.

Uma destas etapas consiste na atividade de paletização, em que os produtos, acabados e embalados, são dispostos em paletes, os quais consistem em dispositivos de unitização que têm como finalidade facilitar a movimentação interna, a armazenagem e o transporte de produtos. Uma paletização eficaz e otimizada possibilita a maximização do volume total de caixas carregadas que, por sua vez, reduz custos de transporte de produtos buscando utilizar a máxima ocupação volumétrica do veículo empregado para transportar a carga (JUNQUEIRA; MORABITO; YAMASHITA 2010).

Um modo de otimizar processos dentro de um ambiente fabril é o uso da automação, onde a tecnologia é empregada para que uma atividade ou até mesmo todo o processo seja executado sem a necessidade da intervenção humana. Como benefícios, a automação de um processo quando realizada de maneira eficaz, resulta no aumento da qualidade e eficiência do mesmo, fornecendo um incremento na produtividade com resultados constantes, além de permitir condições mais seguras no ambiente de trabalho, já que exclui a participação física do trabalhador (SELEME; SELEME, 2012).

Porém, todas as decisões que levem a ações de mudança e que exijam investimentos dentro do ambiente empresarial devem ser precedidas de análises econômicas e financeiras, a fim de verificar a rentabilidade deste investimento (VANNUCCI, 2013). Portanto, a análise de viabilidade econômica e financeira de um projeto permite avaliar a capacidade de geração de renda do mesmo, de maneira a validar o emprego do capital necessário para a execução do projeto (SAMANEZ, 2007).

O processo de paletização da cooperativa em estudo utiliza tanto de mão de obra quanto de um sistema de paletização cartesiano antigo para a montagem dos arranjos dos produtos, de modo que além de apresentar uma inflexibilidade em relação a alteração dos arranjos, são vários os colaboradores envolvidos com as atividades deste processo, que executam uma grande quantidade de movimentos repetitivos durante o trabalho.

Como a paletização já é realizada de forma automatizada em uma das duas linhas de envase de óleo vegetal da cooperativa, decidiu-se por um projeto que automatizasse ambas as linhas, viabilizando a alteração do arranjo das caixas nos paletes quando necessário, o que pode resultar em uma redução no custo de frete praticado pela cooperativa, assim como a redução da necessidade de mão de obra no processo.

Assim, buscando maneiras de elevar o nível de serviço prestado ao cliente enquanto procura meios de reduzir custos, este trabalho tem como justificativa reduzir os custos do setor logístico em uma cooperativa agroindustrial por meio de um projeto de automação do processo de paletização de embalagens de óleos vegetais.

Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo descrever os impactos de um projeto para a automação do processo de paletização de caixas de óleo vegetal de uma cooperativa agroindustrial e analisar sua viabilidade econômica por meio dos métodos Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Como objetivos específicos, têm-se: caracterizar o processo de paletização das caixas de óleo vegetal da cooperativa, analisar um projeto de automação para o processo, identificando os impactos do mesmo para a organização e verificar sua viabilidade econômica.

2. Fundamentação Teórica

Este tópico é subdividido em seções que abordam a fundamentação teórica dos temas tratados neste trabalho, sendo: logística, unitização, paletização, automação e avaliação de retorno econômico de investimentos.

2.1 Logística

Para Ballou (2004) a logística é o conjunto das atividades funcionais responsáveis pelo fluxo de produtos do ponto de aquisição até o consumidor final, gerando para os clientes valor, este expresso em termos de tempo e lugar, já que produtos e serviços não possuem valor a menos que estejam sob a posse do cliente quando e onde eles desejam consumi-los. A caracterização da logística feita por Bowersox *et al.* (2014) a apresenta como uma função da gestão da cadeia de suprimentos de uma empresa, que tem como finalidade realizar o transporte e o posicionamento geográfico do estoque, combinando para isso atividades como gerenciamento de pedidos, do estoque, do transporte e do manuseio de materiais e da embalagem do produto.

O *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP – Conselho de Profissionais de Gestão de Cadeia de Suprimentos) define logística como o processo presente dentro da cadeia de suprimento responsável pelo planejamento, implementação e controle de procedimentos para o transporte e armazenagem de mercadorias e serviços, tanto para movimentações de entrada e saída como internas e externas.

O transporte e armazenagem de produtos possuem um papel central na logística empresarial, já que são estas atividades que possibilitam que a organização realize a distribuição de suas mercadorias para seus clientes, assim como a criação de estoques, que proporcionam uma maior disponibilidade de produtos para atendimento da demanda (BANDEIRA; MAÇADA, 2008; NEUENFELDT JUNIOR; SILUK; NARA, 2015). A execução destas atividades pode ocorrer por meio de técnicas como a unitização, que trata da consolidação de produtos em um único dispositivo, com o objetivo de otimizar o transporte e a armazenagem (GARDOLINSKI; LEMES, 2009).

Outro fator que possui um relevante impacto sobre os processos logísticos e seus custos é a embalagem, sendo que as operações, automatizadas ou manuais, de embalagem representam os custos mais evidentes. A produtividade e a eficiência logística em uma organização estão fortemente relacionadas a utilidade de uma embalagem, de modo que desde as operações de separação de pedidos e carregamento do veículo de transporte até o aproveitamento do espaço cúbico nos locais de armazenamento e transporte são afetadas pela utilidade da embalagem. Assim, a unitização é considerada uma ferramenta importante da embalagem, de forma a melhorar de modo geral a eficiência da movimentação e transporte de materiais (BOWERSOX; CLOSS, 2007).

2.1.1 Unitização

O processo de unitização é a consolidação de determinada quantidade de produtos embalados em uma única carga. Para Bowersox *et al.* (2014) o conceito de unitização abrange todas as formas de agrupamentos de produtos, desde o uso de fita para unir duas caixas uma à outra, até o uso de paletes e containers para o transporte e manuseio, e tem como objetivo fundamental otimizar o manuseio e o transporte de mercadorias.

Dentre os benefícios do uso da técnica de unitização citados por Bowersox *et al.* (2014), destacam-se a redução do tempo de carregamento e descarregamento em aproximadamente um quinto quando comparado a embalagens individuais e a maior facilidade durante o manuseio e a etapa de verificação de cargas. Outras vantagens também identificadas são: minimização no congestionamento no local de carga e descarga, rapidez no posicionamento dos estoques para separação de pedidos, redução de danos ocorridos durante a movimentação de mercadorias e simplificação do controle de inventário.

A unitização, alcançada principalmente através de paletização, aumenta a eficiência da movimentação e manuseio de materiais, já que um número menor de viagens, para estocar determinada quantidade de produtos por exemplo, é necessária com o aumento do tamanho da carga. Como o tempo gasto com a movimentação e o manuseio de materiais é diretamente proporcional ao tempo de mão de obra e dos equipamentos necessário para realizar tais atividades, o tamanho da carga possui uma relação direta com a economia nestas tarefas (BALLOU, 2004).

2.1.2 Paletização

O palete é uma plataforma utilizada para a unitização de mercadorias e produtos, facilitando a movimentação mecânica e os processos de carga e descarga destes itens. Geralmente é feito de madeiras provenientes do Pinus e do Eucalipto, porém também pode ser constituído por materiais como metal e plástico (BALLOU, 2004; LEANDRO, 2006). Segundo Ballou (2004) a paletização consiste na unitização de mercadorias e produtos com o uso do palete, onde os bens são empilhados para o transporte e a estocagem.

A paletização permite que sejam utilizados equipamentos padronizados para o manuseio de materiais em uma grande diversidade de produtos, além de aumentar a capacidade de estocagem através de empilhamentos mais estáveis e pilhas mais altas no estoque, e de auxiliar

significativamente na ampliação do peso e do volume de materiais manuseados por hora-homem de trabalho (BALLOU, 2004).

O principal modelo de palete utilizado no Brasil de acordo com Costa (2002) é o PBR, criado pela Associação Brasileira de Supermercados e adotado em 1990 pelo Comitê Permanente de Paletização. Este é padronizado, possuindo 1,20m x 1,00m, 135mm de altura, dupla face e quatro entradas, devendo sempre seguir tais parâmetros estipulados, assim como os de massa e umidade.

2.2 Automação

A automação consiste em sistemas compostos de equipamentos mecânicos e eletrônicos, que diferente de sistemas mecanizados, não só substituem o trabalho físico do homem, mas também possuem a capacidade de controlarem as suas próprias regulagens até seu funcionamento, sem a necessidade de intervenção humana (PINTO, 2005). Seleme e Seleme (2012) complementam que, para a execução de um processo, um sistema automatizado emprega programas de instruções combinados a um sistema de controle.

Os processos que necessitam de repetições constantes de movimentos monótonos por parte de operadores humanos são exemplos de processos à serem automatizados, de modo a aumentar a eficiência e a produtividade dos mesmos, além de reduzir o risco do aumento de doenças laborais causadas por esforços repetitivos (LAMB, 2015).

Segundo Lamb (2015) a palavra automação refere-se ao uso de equipamentos mecanizados junto a comandos lógicos programáveis, formando sistemas que tem como objetivo substituir as atividades manuais, que requerem tomadas de decisão e comandos-resposta, realizadas por seres humanos. O uso da automação resulta em vantagens como: aumento da produtividade, redução do custo de mão de obra e facilidade na realização de inspeções e verificações, permitindo um controle estatístico de processo, gerando assim produtos mais confiáveis e uniformes.

Ainda segundo Lamb (2015) a automação aumenta a segurança no ambiente de trabalhado para os colaboradores por meio da substituição de operadores que realizam atividades em ambientes perigosos por sistemas automatizados, o que acaba por contribuir com a redução do índice de absenteísmo na empresa.

Groover (2011) diferencia sistemas de automação em dois níveis, de acordo com a necessidade de intervenção humana: sistemas semiautomatizados, onde a máquina executa

apenas uma parte da atividade, sendo necessária a intervenção do trabalhador para finalizar o ciclo de trabalho; e sistemas totalmente automatizados, que não necessitam a presença de uma pessoa em cada ciclo de trabalho, possuindo assim uma capacidade de operação sem intervenção humana por períodos maiores que um ciclo de trabalho. Entretanto, neste último tipo de sistema automatizado, em determinados casos, é importante a presença de um trabalhador para monitorar a operação e certificar-se que a máquina opera conforme as especificações.

A automação de um processo de paletização, que segundo Lamb (2015), pode ocorrer por meio de um paletizador robotizado, que possui um braço robótico programado para realizar a unitização das unidades dos produtos sobre o palete. A automação de um processo de paletização em uma linha de produção, além de ampliar sua eficiência, reduz a necessidade de mão de obra para a execução da montagem dos produtos nos paletes, o que por sua vez aumenta a padronização no resultado final do processo. Ainda, por ser uma atividade que geralmente envolve a movimentação de produtos pesados e a realização de movimentos repetitivos, um processo de paletização automatizado pode reduzir o absenteísmo na empresa ocasionado pelo afastamento devido a lesões caudas por esforço repetitivo.

2.3 Avaliação de retorno econômico de investimentos

A análise de investimentos, de acordo com Gitman (2001), tem como finalidade básica detectar as chances de viabilidade econômica de um investimento, que por sua vez traga a maximização da riqueza dos proprietários da empresa. Porém, para Casarotto Filho e Kopittke (2010) a decisão da implementação de um projeto que requer investimentos financeiros para sua execução, deve considerar não apenas os critérios econômicos (rentabilidade do investimento) e financeiros (disponibilidade de recursos), mas também aqueles que não são conversíveis em dinheiro, os chamados critérios imponderáveis. Estes devem ser analisados pela alta administração da empresa.

Segundo Samanez (2007) o fluxo de caixa é a principal ferramenta para avaliar a rentabilidade de um projeto, já que ela retrata todas as entradas e saídas de dinheiro durante um período de tempo, permitindo assim avaliar a viabilidade econômica de um investimento. O fluxo de caixa incremental é a base para calcular índices que permitem realizar a avaliação econômica de um projeto, já que esses fluxos tratam dos efeitos positivos e negativos no caixa da empresa devido apenas aos movimentos de fundos provocados pelo investimento.

Assim, caso ocorra um fluxo independentemente de o projeto ser ou não empreendido, este será irrelevante para a tomada de decisão referente ao investimento. Utilizando como base o fluxo de caixa gerado pelo projeto, de acordo com Samanez (2007) os métodos mais utilizados para medir a rentabilidade e analisar a viabilidade econômica de um investimento em um projeto são o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

O método do Valor Presente Líquido (VPL) possibilita calcular o impacto econômico de eventos futuros associados a um investimento, selecionando assim alternativas de investimentos que tenham um retorno maior que seu custo inicial, ou seja, o valor do VPL calculado deverá ser maior que zero ($VPL > 0$) (SAMANEZ, 2007). Seu cálculo é feito por meio da Equação (1).

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + K)^t} \quad (1)$$

Onde:

- FC_t = fluxo de caixa no t-ésimo período;
- I = investimento inicial;
- K = custo do capital.

A Taxa Interna de Retorno (TIR), diferente do Valor Presente Líquido (VPL), não tem como objetivo o cálculo da rentabilidade absoluta de um investimento, mas sim determinar uma taxa intrínseca de rendimento (SAMANEZ, 2007). Esta é uma taxa que zera a equação do VPL de uma alternativa de investimento, ou seja, é o valor que satisfaz a Equação (2).

$$-I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (2)$$

O critério de decisão para a escolha de um projeto economicamente viável, de acordo com a Taxa Interna de Retorno, considera uma comparação entre o valor calculado da TIR e o custo de oportunidade de capital, sendo que deve-se optar em casos de investimentos que possuam uma TIR que exceda este custo, ou seja, $i > K$ (SAMANEZ, 2007).

2.4 Revisão sistemática

Uma revisão sistemática consiste em uma busca e avaliação rigorosa de artigos científicos em uma área científica estabelecida, seguindo para isso métodos sistematizados de

busca, apreciação crítica e síntese de da informação elegida (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011). De acordo com Pereira e Bachion (2006) este tipo de revisão é amplamente utilizada para análise de grandes quantidades de dados e fontes de informações, uma vez que sintetiza uma larga parcela de referências em um único estudo enquanto exclui os de menor rigor acadêmico, facilitando deste modo o acesso ao conhecimento.

Para a realização desta revisão sistemática foi selecionado como base de dados científicos o Portal Periódico Capes, por disponibilizar um amplo conteúdo de pesquisas na área de logística e automação industrial. Foram escolhidas criteriosamente três palavras-chave para a busca: logística, automação e cooperativa agroindustrial, junto ao operador lógico “AND” para combinar os descritores citados. A designação destes termos justifica-se devido ao embasamento deste trabalho nestes termos. Para a busca foram considerados apenas publicações de artigos feitas no período entre janeiro de 2007 e junho de 2017.

As buscas na base de dados foram realizadas durante o mês de julho de 2017. A Tabela 1 apresenta os termos utilizados na busca na base de dados e a quantidade de artigos científicos encontrados.

Tabela 1 – Resultados das buscas na base de dados

Termos utilizados na busca	Artigos científicos encontrados
Logística	10.947
Logística e Automação	102
Logística, Automação e Cooperativa Agroindustrial	2

Fonte: Pesquisa de campo (2017)

Com a delimitação do número de estudos a serem analisados, considerando todos os critérios de inclusão, foi realizada a leitura dos 2 artigos científicos, entretanto ambos se apresentam fora das características deste estudo, já que tratavam de um guia de abreviaturas e um artigo documentando os trabalhos apresentados no 5º Congresso Internacional de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação.

Este último busca reconstruir os momentos de maior destaque no 5º CONTECSI – *International Conference on Information Systems and Technology Management*, conferência realizada em junho de 2008 na Universidade de São Paulo com foco na Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação, documentando assim o evento e divulgando o resumo das sessões e palestras realizadas a todos. O artigo ainda traz estatísticas relacionadas a conferência, como a

quantidade de artigos recebidos e aceitos, o número de participantes e palestrantes, além de realizar uma comparação destes dados com a das outras edições já feitas deste evento.

Deste modo não foram encontrados na base de dados, trabalhos realizados anteriormente que apresentassem um tema coerente com o proposto neste estudo para o levantamento de resultados utilizados em uma posterior discussão. Portanto, este trabalho pode ser considerado como um estudo primário, podendo ser usado para comparações com estudos futuros dentro da temática abordada.

3. Metodologia

Gil (2010) subdivide a classificação de pesquisas segundo alguns critérios, como quanto aos procedimentos utilizados, seus objetivos, sua natureza e a abordagem da pesquisa. Assim neste contexto, este trabalho é caracterizado como um estudo de caso quanto aos seus procedimentos, consistindo em um profundo estudo de um objeto inserido em seu contexto real. Baseado em seus objetivos, esta pesquisa é classificada como uma pesquisa exploratória, apresentando uma abordagem mista aos dados coletados em campo.

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, este trabalho pode ser classificado como pesquisa aplicada, objetivando gerar conhecimentos para aplicações práticas de problemas específicos. Quanto a abordagem, a pesquisa é classificada como qualitativa, havendo uma semelhança entre a realidade expressa em números e o subjetivo que não pode ser traduzido numericamente (GIL, 2010).

A realização deste trabalho foi feita inicialmente através de uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de fornecer um embasamento teórico para o desenvolvimento posterior de um estudo de caso. Prodanov e Freitas (2013) veem como necessário realizar um levantamento de fontes teóricas relacionadas aos temas da pesquisa com o propósito de contextualizar e fornecer subsídios para o desenvolvimento da mesma.

Este estudo foi realizado em uma Cooperativa Agroindustrial com sede na cidade de Maringá-PR, onde, através de observações durante visitas realizadas no período de dois meses, foram coletados dados referentes ao atual processo de paletização, como: número de colaboradores envolvidos, equipamentos utilizados e suas capacidades, o layout do local onde o processo ocorre e os custos envolvidos com esta atividade. Estes dados foram utilizados para realizar a caracterização do processo e são relativos ao período de fevereiro de 2016 a fevereiro de 2017.

Após realizada a caracterização da etapa de paletização, foi apresentado o projeto de automação, descrevendo todas as alterações a serem feitas no processo com a sua execução. Para verificar os impactos e possíveis benefícios do projeto foram identificados e quantificados os aspectos positivos em relação a mão de obra e redução de insumos, com dados obtidos por meio do sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) utilizado pela cooperativa durante o período de visitas na mesma.

Por fim, foram aplicados os métodos do Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa de Retorno (TIR) para a avaliar o retorno econômico referente ao investimento para a automação do processo de paletização na cooperativa, buscado revelar o potencial deste projeto.

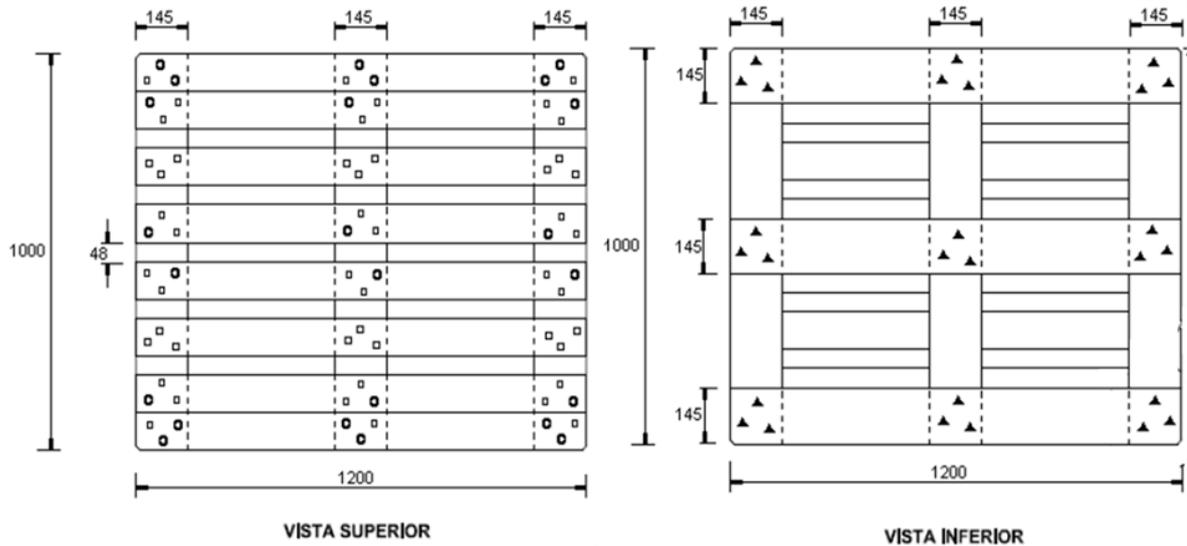
4. Desenvolvimento

Neste tópico são apresentadas as descrições e características do processo de paletização na cooperativa em estudo assim como o projeto de automação para o mesmo. Tais dados foram utilizados para a realização da análise de viabilidade econômica e financeira através dos métodos de VPL e TR.

4.1 Processo de paletização

O processo de paletização de caixas de óleo vegetal feito na cooperativa tem como principal objetivo unitizar estes produtos de forma a facilitar seu manuseio, armazenamento e principalmente o transporte para clientes efetuado pelo setor logístico da organização. Para isso são utilizados paletes no padrão PBR, medindo 1200mm x 1000mm (Figura 1).

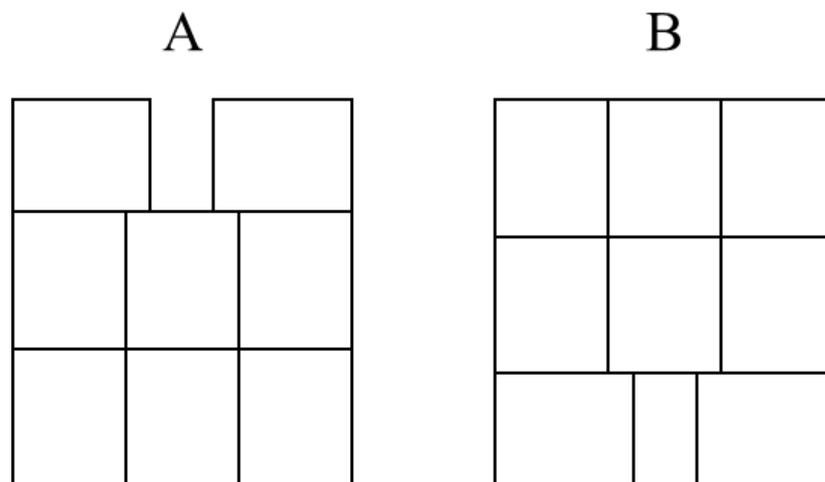
Figura 1 – Palete PBR



Fonte: CPP – ABRAS (2012)

O arranjo empregado para a paletização das caixas permite um total de 48 caixas empilhadas por palete, em um total de 6 camadas, chamadas de mosaicos, com 8 caixas cada (Figura 2).

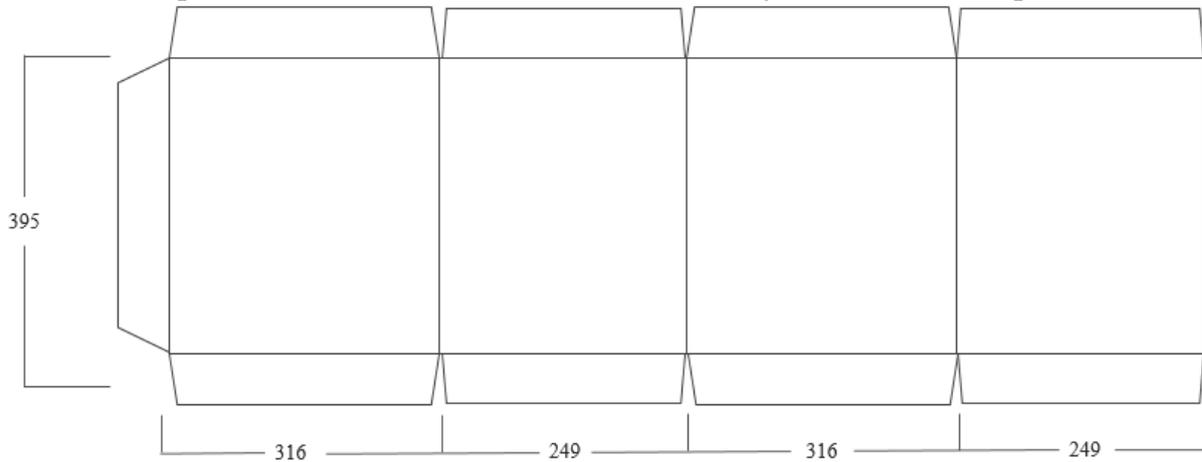
Figura 2 – Arranjo das caixas de óleo vegetal sobre o palete



Fonte: Pesquisa de campo (2017)

Conforme observa-se na Figura 2 cada camada é intercalada de forma inversa à anterior, de modo a favorecer a estabilidade da unitização. A caixa utilizada para armazenar o óleo vegetal possui 395mm de comprimento, 316mm de largura e 249mm de altura, de modo que as 6 camadas de caixas paletizadas perfaçam uma altura total de 1629mm (Figura 3).

Figura 3 – Dimensões em milímetros da caixa utilizadas para armazenar óleo vegetal



Fonte: Pesquisa de campo (2017)

São colocadas 20 unidades de frascos de 900ml de óleo vegetal por caixa, resultando em um peso de 16,54Kg. Como são unitizadas 48 caixas por palete, o mesmo quando finalizado possui um peso de aproximadamente 794Kg, desconsiderando o peso do palete. A Figura 4 demonstra um palete que já passou pelo processo de paletização.

Figura 4 – Palete pronto



Fonte: Pesquisa de campo (2017)

Conforme observado na Figura 4, outro ponto importante a ser ressaltado trata-se do uso de 4 cantoneiras de papelão por palete, cada uma em um vértice do arranjo, a fim de aumentar a resistência do arranjo empregado. Por fim são aplicadas camadas de filme estirável de plástico tensionadas ao redor das caixas de óleo vegetal paletizadas e cantoneiras, com a finalidade de agir como um envoltório para o produto, mantendo a integridade da caixa e protegendo a carga contra sujidades. Além disso, os filmes estiráveis mantêm a tensão da unitização, enlaçando as cargas, as cantoneiras e o palete. A colocação das cantoneiras e aplicação de filme estirável de plástico são realizadas por 4 colaboradores do setor de expedição da cooperativa.

O processo de formação dos mosaicos, já citado, ocorre após o encaixotamento dos frascos de óleo vegetal, nas duas linhas de envase da fábrica de óleo da cooperativa, que possuem juntas uma capacidade produtiva de aproximadamente 37.400 caixas por dia, envasando óleo durante os três turnos.

Em ambas as linhas ocorre a paletização das caixas após o encaixotamento, porém, é feito de forma manual na linha de envase 1, onde 7 colaboradores do setor de produção atuam para fazer esta atividade, enquanto que na linha de envase 2 a paletização é realizada por meio de uma máquina paletizadora cartesiana, não necessitando de mão de obra (Figura 5).

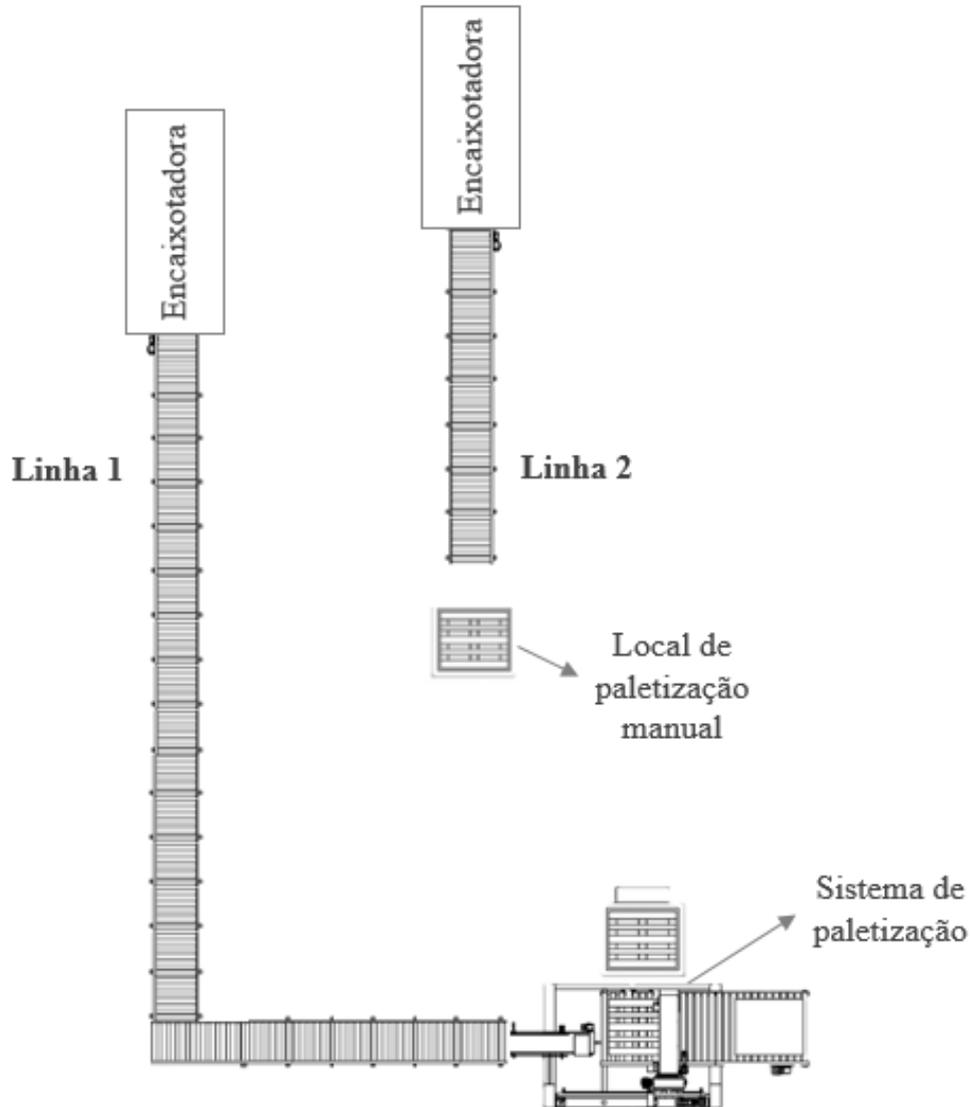
Figura 5 – Máquina paletizadora atual



Fonte: Pesquisa de campo (2017)

A Figura 6 exibe o layout de ambas as linhas de envase e os locais onde ocorrem a paletização dos produtos.

Figura 6 – Layout das linhas de envase de óleo vegetal e locais de paletização



Fonte: Pesquisa de campo (2017)

Apesar da existência de um sistema mecânico que realize a paletização na linha 1, a aplicação das cantoneiras e do filme estirável ocorrem de forma manual após o palete sair desta linha.

O alto custo da cooperativa com a mão de obra necessária para a realização das etapas do processo de paletização, assim como a inflexibilidade de alterar o arranjo de caixas montado pelo sistema de paletização na linha 1 devido a grande dificuldade de reprogramá-lo e a necessidade de reduzir o custo de frete praticado pelo setor logístico, levaram a cooperativa a

buscar uma solução que reduzisse os custos citados. Tal solução foi proposta em um projeto de automação do processo de paletização.

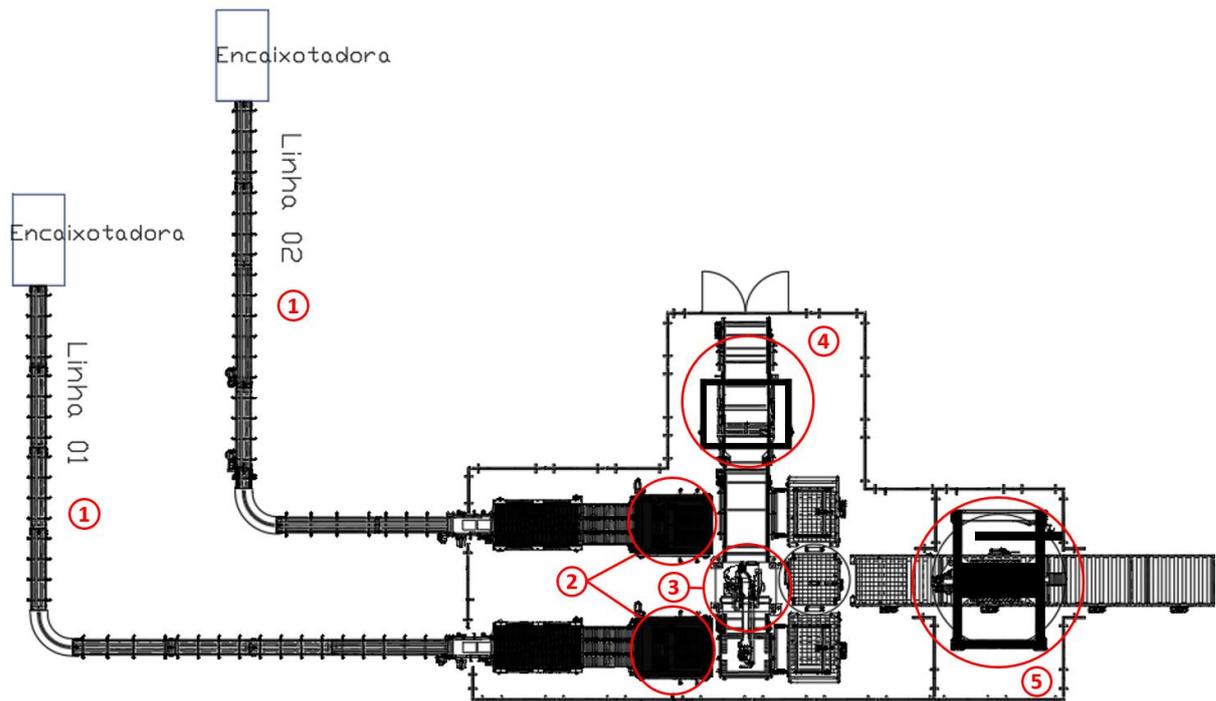
4.2 Proposta de automação

O projeto de automação para o processo visa realizar a paletização dos produtos em ambas as linhas de envase a partir de um sistema que dispõe de duas estações separadoras de camadas, um braço robótico e uma máquina envolvente de filme estirável de plástico. Este conjunto possibilita que todos os produtos da fábrica de óleo sejam paletizados de forma automática, sem a necessidade de intervenção humana.

No projeto, inicialmente ambas as linhas de envase são direcionadas por meio de esteiras transportadoras para estações de separação, nas quais, através de mecanismos localizados na esteira próxima a estação, as caixas são posicionadas de forma a montar a camada conforme o mosaico utilizado. Por ser um conjunto automatizado com controles lógicos programáveis, o sistema possibilita configurar e armazenar diferentes modelos de arranjos de caixas a serem paletizados, aumentando assim a flexibilidade do processo. As esteiras transportadoras e as estações separadoras são apontadas respectivamente pelos pontos 1 e 2 destacados na Figura 7.

Após o posicionamento das 8 caixas constituintes de uma camada, o braço robótico eleva toda a camada de caixas já arranjadas em uma estação de posicionamento, transportando-a a um palete presente em cada uma das duas linhas de envase, próximo ao braço robótico onde é então colocada. Este processo é feito de forma separada em cada uma das linhas e repetidamente até que o palete contenha 6 camadas de caixas. O braço robótico é indicado pelo ponto 3, destacado na Figura 7.

Figura 7 – Planta do projeto de automação do processo de paletização



Fonte: Autoria própria (2017)

O sistema possui também um mecanismo utilizado para alimentação de paletes vazios que são empregados no processo que possui a capacidade máxima para 20 paletes, sendo necessário reabastece-lo antes que esta quantidade seja usada para que o processo não pare. Este mecanismo é identificado pelo ponto 4 na Figura 7.

Ao serem completadas as 6 camadas de caixas em um palete, o mesmo é, então, conduzido por meio de esteiras até a máquina envolvedora de filme estirável de plástico, exibida na Figura 7, indicada pelo ponto 5. Esta irá realizar o envolvimento de todo o palete com o filme, tencionando-o ao seu redor por meio de um mecanismo giratório, enquanto o palete permanece fixo no centro da máquina até o término desse processo. Após a aplicação do filme, o palete é transportado através de uma esteira para fora do sistema de paletização, onde estará pronto para ser coletado por empilhadeiras e armazenado.

Uma característica importante deste projeto é a extinção do uso de cantoneiras nos paletes, já que o sistema não possui a habilidade de aplicá-las antes da etapa de envolvimento com o filme estirável de plástico. Apesar de aumentar a resistência dos produtos paletizados, o uso das cantoneiras pode ser dispensável, sendo que a aplicação do filme estirável de plástico já confere integridade suficiente à unitização.

Esta proposta de automação prevê um aumento da capacidade de paletização das linhas de envase para 50 caixas por minuto, equivalente a 72.000 caixas por dia, superando em 92% a capacidade produtiva de 26 caixas por minuto. Desta forma, o projeto de automação da paletização é capaz de suportar um aumento na capacidade produtiva de óleo vegetal sem a necessidade de alterações.

4.3 Resultados financeiros da proposta

Neste tópico serão apresentados os principais efeitos econômicos da proposta de automação, que refletem na redução de mão de obra necessária para o processo de paletização e na eliminação do uso de cantoneiras de papelão nos paletes.

Em relação a mão de obra, são dispostos 7 auxiliares de produção que realizam a paletização das caixas de óleo vegetal na linha 2 junto com outros 4 auxiliares do setor de expedição, responsáveis pela aplicação de cantoneiras e filme estirável de, resultando em 11 colaboradores envolvidos neste processo. Os custos mensais totais relativos aos colaboradores envolvidos envolve um auxiliar de produção, com custo mensal de R\$ 2.149,46 e um auxiliar de expedição, custo igual a R\$ 2.202,75.

Assim, considerando os custos relativos a mão de obra para cada cargo e a quantidade de colaboradores envolvidos com o a atividade de paletização, tem-se um custo mensal total de R\$ 15.046,19 referente aos 7 auxiliares de produção e R\$ 8.811,01 referente aos 4 auxiliares de expedição, totalizando R\$ 23.857,20.

As cantoneiras de papelão são outro custo referente ao processo de paletização, seu valor de compra é de R\$ 0,86 por unidade. Desta maneira, as 4 cantoneiras utilizadas por palete representam um custo de R\$ 3,44. A Tabela 2 exhibe a quantidade mensal de cantoneiras utilizadas pela cooperativa durante o período de fevereiro de 2016 a fevereiro de 2017.

Tabela 2 – Quantidade e custo mensal de cantoneiras utilizadas pela cooperativa

Mês	Cantoneiras Utilizadas (Un.)	Custo Mensal (R\$)
Mês 1	10.810	9.296,54
Mês 2	26.424	22.724,88
Mês 3	23.679	20.363,85
Mês 4	16.472	14.166,16
Mês 5	13.555	11.657,57
Mês 6	14.070	12.100,26
Mês 7	13.898	11.952,70

Mês 8	19.904	17.117,44
Mês 9	14.756	12.690,52
Mês 10	20.419	17.560,13
Mês 11	24.537	21.101,67
Mês 12	30.371	26.118,85
Total	228.896	196.850,56

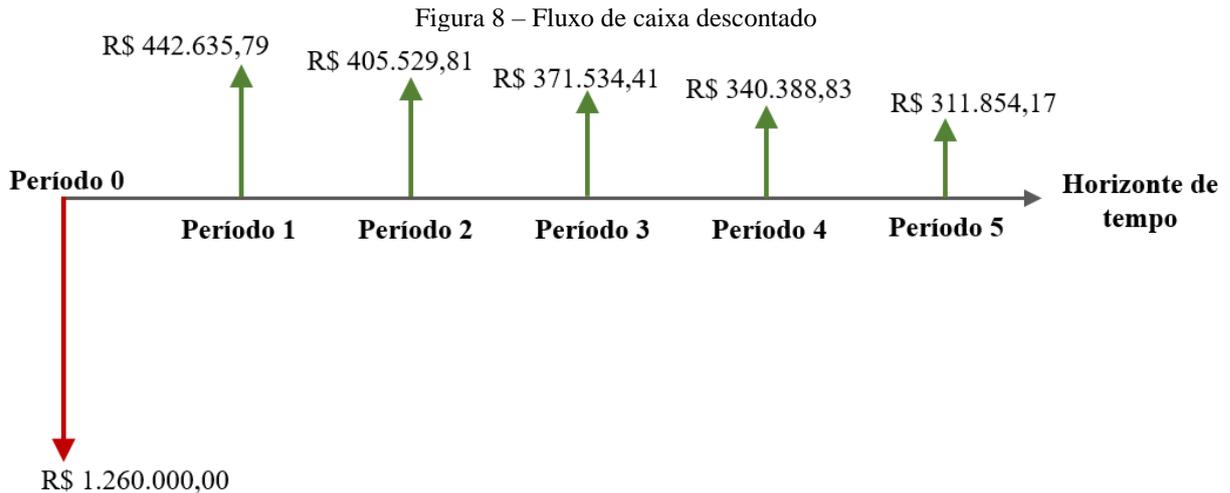
Fonte: Pesquisa de campo (2017)

Dados coletados através do sistema ERP da organização indicam que foram adquiridas e utilizadas 228.896 cantoneiras no decorrer deste período, equivalendo a um custo total de R\$ 196.850,56 com a compra deste insumo.

4.4 Análise de viabilidade do projeto de automação

A execução deste projeto requer um investimento de R\$ 1.260.000,00 por parte da cooperativa, representando a aquisição, transporte, adequação do local e instalação de todos os equipamentos constituintes do sistema de paletização, e o treinamento dos colaboradores para operá-lo. Outro dado importante para a realização da análise de viabilidade do projeto é o custo do capital ou a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), sendo adotado para isso o valor da Taxa Selic, consultada em setembro de 2017 e que, segundo o Banco Central do Brasil (BCB), é de 9,15% ao ano, corresponde ao retorno mínimo desejado pelo mercado para um investimento.

O período escolhido para realizar a análise de viabilidade compreende um cenário para um horizonte de cinco anos, considerando o investimento inicial do projeto e todos os ganhos durante este prazo. Tal intervalo de tempo foi definido em função do ciclo de planejamento estratégico da cooperativa, que também tem duração de cinco anos. Como auxílio para esta análise, construiu-se um diagrama representando o fluxo de caixa descontado previsto para o horizonte de tempo selecionado (Figura 8).



Fonte: Autoria própria (2017)

Nesta representação do fluxo de caixa, os períodos equivalem a 1 ano, as setas verticais orientadas para baixo retratam as saídas referentes ao projeto durante o período de análise, enquanto as setas verticais orientadas para cima simbolizam todos os ganhos esperados. Assim, o fluxo de caixa apresentado exhibe no período 0 o investimento inicial total exigido pelo projeto de automação, enquanto que os valores exibidos nos demais períodos retratam a soma dos ganhos de redução de mão de obra e compra de cantoneiras, que totalizam R\$ 483.136,96, porém ajustados pela taxa de juros escolhida, no caso a taxa Selic.

A partir do fluxo de caixa descontado é possível calcular o Valor Presente Líquido (VPL), já que os termos da somatória da equação do VPL correspondem respectivamente aos valores dos períodos do fluxo de caixa descontado do projeto. O cálculo do VPL seguindo sua equação é exibido na Figura 9.

Figura 9 – Cálculo do Valor Presente Líquido

$$VPL = -1.260.000 + \frac{483.136,96}{(1 + 0,0915)^1} + \frac{483.136,96}{(1 + 0,0915)^2} + \frac{483.136,96}{(1 + 0,0915)^3} + \frac{483.136,96}{(1 + 0,0915)^4} + \frac{483.136,96}{(1 + 0,0915)^5}$$

$$VPL = -1.260.000 + 442.635,79 + 405.529,81 + 371.534,41 + 340.388,83 + 311.854,17$$

$$VPL = 611.943,01$$

Fonte: Autoria própria (2017)

O valor positivo resultante deste cálculo mostra que o projeto é economicamente vantajoso para a cooperativa, já que indica que dentro de um intervalo de cinco anos os ganhos

com a automação do processo de paletização superariam o valor de seu investimento inicial e ajudariam na retenção de receita da empresa.

Outra análise feita para realizar a avaliação do potencial econômico deste projeto de automação é o cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) (Figura 10), que busca demonstrar qual o rendimento percentual de um projeto de investimento, zerando a equação do VPL e considerando o mesmo intervalo de tempo do fluxo de caixa do projeto. Assim como a análise do Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno também considera o valor dos ganhos do projeto no tempo.

Figura 10 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno para o projeto de automação do processo de paletização

$$-1.260.000 + \frac{483.136,96}{(1 + TIR)^1} + \frac{483.136,96}{(1 + TIR)^2} + \frac{483.136,96}{(1 + TIR)^3} + \frac{483.136,96}{(1 + TIR)^4} + \frac{483.136,96}{(1 + TIR)^5} = 0$$
$$TIR = 26,51\%$$

Fonte: Autoria própria (2017)

Como o resultado do cálculo da Taxa Interna de Retorno resultou em 26,51%, valor superior a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) escolhida para esta análise que é de 9,15% (taxa de juros Selic), o projeto de automação possui um rendimento percentual aceitável, o que justifica a sua execução.

Diante disso, o projeto de automação alteraria todo o processo de paletização da cooperativa, através da substituição do maquinário já existente por um sistema automatizado com a capacidade de paletizar as duas linhas de envase de óleo vegetal, reduzindo assim custos de mão de obra e insumos relativos ao mesmo.

Assim, considerando os resultados obtidos com os cálculos do Valor Presente Líquido e da Taxa Interna de retorno, a realização do projeto de automação do processo de paletização mostra-se economicamente favorável para a cooperativa, já que ambas análises mostraram-se positivas e concordantes com as expectativas de retorno esperadas para um investimento, já que superam a Taxa Selic.

5. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo analisar um projeto de automação para o processo de paletização de óleo vegetal de uma cooperativa agroindustrial, identificando seus impactos para

analisar sua viabilidade econômica utilizando os métodos do Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno, verificando assim seu real potencial em atender a necessidade da organização em reduzir custos em seu setor logístico. Para os cálculos de realizados não foram considerados os custos de manutenção do sistema de automação, assim como sua depreciação.

Constatou-se que a implementação do projeto reduziria a necessidade de mão de obra para a realização do processo de paletização, onde atualmente são necessários onze colaboradores envolvidos com a sua execução, além de extinguir o uso de cantoneiras de papelão no palete finalizado, resultando na eliminação de gastos com a compra das mesmas. Outro benefício é a flexibilidade na unitização das caixas, que pode promover redução no custo de transporte praticado pela cooperativa através do uso de novos mosaicos, que maximizariam o volume total de caixas transportadas. Ainda, o processo de paletização automatizado suportaria um aumento na capacidade produtiva de óleo vegetal, mantendo o nível de serviço logístico da cooperativa.

O fluxo de caixa descontado do projeto junto com as análises do Valor Presente Líquido e da Taxa Interna de Retorno realizadas mostraram que a economia com a implementação do projeto ultrapassa o valor do investimento inicial em um período menor que 5 anos, apresentando uma TIR de 26,51%, quase 3 vezes superior ao valor da Taxa Mínima de Atratividade considerada para as análises.

Considerando apenas os impactos identificados e mensurados para a análise econômica, os resultados encontrados demonstram que o projeto de automação analisado atende a necessidade de redução de custos logísticos da cooperativa sem reduzir a qualidade ou produtividade do processo de paletização, sendo economicamente vantajosa sua execução apesar do alto investimento inicial necessário.

Por fim, devido à falta de dados encontrados tanto na literatura quanto em campo, sugere-se a realização de trabalhos similares que avaliem outros aspectos de um projeto de automação, como a depreciação das máquinas e gastos com manutenção, que possam ser adicionados no cálculo da análise de viabilidade econômica, resultando em avaliações mais precisas. Sugere-se também a realização de outras técnicas de análises econômicas além das utilizadas neste trabalho.

Referências

- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2004.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Dados Diários**. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/selic/selicdiarios.asp>>. Acesso em: 05 de set. 2017.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial**: O processo de integração da cadeia de suprimentos. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B.; BOWERSOX, J. C. **Gestão logística da Cadeia de Suprimentos**. 4 ed. São Paulo: Bookman, 2014.
- BANDEIRA, R. A. M.; MAÇADA, A. C. G. Tecnologia da Informação na Gestão da Cadeia de Suprimentos: o Caso da Indústria de Gases. **Revista Produção**, v. 18, n. 2, p. 287-301, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132008000200007&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- CPP – COMITÊ PERMANENTE DE PALETIZAÇÃO. **Especificação do palete padrão para distribuição nacional**. São Paulo: Associação Brasileira de Supermercados, 2012.
- CSCMP - COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Supply Chain Management Terms and Glossary**. 2016 Disponível em: <<https://cscmp.org/imis0/CSCMP/>>. Acesso em: 20 de dez. 2016.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de Investimentos**: Matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 11 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para Revisão Sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 8, 2011, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre: IGPD, 2011. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2205710/mod_resource/content/1/Roteiro%20para%20revis%C3%A3o%20bibliogr%C3%A1fica%20sistem%C3%A1tica.pdf>. Acesso em: 30 de ago. 2017.
- GARDOLINSKI, L. M.; LEMES, D. C. Otimização de Cargas como Fator de Competitividade Global. **Revista Mundo Logística**, n. 8, p. 36-48, 2009.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GITMAN, L. **Princípios de Administração Financeira**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- GROOVER, M. P. **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura**. 3 ed. São Paulo: Pearson, 2011.
- JUNQUEIRA, L.; MORABITO, R.; YAMASHITA, D. S. Modelos de otimização para problemas de carregamento de contêineres com considerações de estabilidade e de empilhamento. **Revista Pesquisa Operacional**, v. 30, n. 1, jan./abr. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-74382010000100005>. Acesso em: 5 ago. 2017
- LAMB, F. **Automação Industrial**: Na prática. 1 ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.
- LEAL COSTA, F. J. C. **Introdução à administração de materiais em sistemas informatizados**. São Paulo: Editora, 2002.
- LEANDRO, F. Logística reversa: Percentual de ocupação dos paletes na carga e os custos de retorno. **Maringá Management: Revista de Ciências Empresariais**, v.3, n.1, jan./jun. 2006. Disponível em:

<www.maringamanagement.com.br/novo/index.php/ojs/article/download/47/24>. Acesso em: 5 ago. 2017.

NEUENFELDT JUNIOR, A. L.; SILUK, J. C. M.; NARA, E. O. B. Estudo de um Fluxo Interno de Materiais Baseado na Filosofia Lean Manufacturing. **Revista Produção**, v. 25, n. 3, p. 691-700, 2015.

PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, M. A.; LEAL JÚNIOR, I. C. Custo de transporte e alocação da demanda: Análise da rede logística de uma produtora brasileira de fertilizantes nitrogenados. **The Journal of Transport Literature**, v. 10, n. 4, p. 5-9, out./nov. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2238-10312016000400005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em: 5 ago. 2017.

PEREIRA, A. L.; BACHION, M. M. Atualidades em Revisão Sistemática de Literatura, Critérios de Força e Grau de Recomendação e Evidência. **Revista Gaúcha Enfermagem**, Porto Alegre, v. 27, n. 4, 2006. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/RevistaGauchadeEnfermagem/article/view/4633>>. Acesso em: 29 mai. 2017.

PINTO, F. C. **Sistemas de automação e controle**. Apostila do Curso de Instrumentação e Automação Industrial do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2005. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/41/41.pdf>>. Acesso em: 13 de ago. 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico**: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RICCIO, E. L.; SAKATA, M. G.; AZEVEDO, R. F. L.; VALENTE, N. T. Z. Resultados do 5º CONTECSI – Congresso Internacional da Tecnologia e Sistemas de Informação. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**, São Paulo, v. 5, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.jistem.fea.usp.br/index.php/jistem/article/view/10.4301%252FS1807-17752008000200010/150>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

SAMANEZ, C. P. **Matemática financeira**: aplicações à análise de investimento. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SELEME, R.; SELEME, R B. **Automação da produção**: Uma abordagem gerencial. 2 ed. Curitiba: Ibpex, 2012.

VANNUCCI, L. R. **Matemática financeira e engenharia econômica**: Princípios e aplicações. 5 ed. São Paulo: Bucher, 2013.