

Analysis of the economic viability of process automation: a case study in an agroindustrial poultry cooperative

Reception of originals: 08/31/2017
Release for publication: 05/30/2019

Katia Pereira da Silva

Mestranda em Engenharia de Produção e Sistemas UTFPR
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/PR.
CEP 85.503-390.
E-mail: katia.giavara14@gmail.com

José Donizetti de Lima

Doutor em Engenharia de Produção pela UFRGS
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/PR.
CEP 85.503-390.
E-mail: donizetti@utfpr.edu.br

Keyla Malacarne

Mestranda em Engenharia de Produção e Sistemas UTFPR
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/PR.
CEP 85.503-390.
E-mail: Keyla_malacarne@hotmail.com

Rudimar Caricimi

Mestrando em Engenharia de Produção e Sistemas UTFPR
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/PR.
CEP 85.503-390.
E-mail: eng.rudimar@yahoo.com.br

Abstract

Brazilian poultry production has shown significant results in recent years and the outlook is for an increase in the production. As a result, companies are seeking for better alternatives that can increase their productivity and reduce operational costs. In this way, the present work had the purpose to analyze the viability of the process automation of packing and sealing in a poultry slaughterhouse of an agroindustry, in order to reduce the costs with labor. It is an applied research as its exploratory and descriptive nature from the point of view of the objective, is characterized as a quantitative approach and the technical procedure used was the case study. We used the Multi-Indexed Extended Methodology and the Monte Carlo Simulation (MCS) through web application \$AV€II, to evaluate the economic viability of the project, regarding expected return, risk estimation and probabilities Associated with the investment. The results point to the feasibility of the project, since it presents a medium yield,

low to medium risk and excellent results even for the worst scenarios proposed. Therefore, in order for the organization to respond to this demand in the industry, reduce its operational costs and become more competitive, it is recommended to implement the project.

Keywords: Process automation. Economic Viability. MMIA and MCS

1. Introdução

A avicultura é uma das principais atividades da agropecuária brasileira. De acordo com o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2016), a carne de frango finalizou o ano de 2015 com uma produção superior a 13 milhões de toneladas e a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) prevê um crescimento de 2,9% na produção mundial de carne de aves em 2017. Nessa previsão o Brasil deve ser o principal beneficiário dessa crescente demanda, com uma de expansão de 3% nas exportações (FAO, 2017). O Paraná é o líder nacional na produção e exportação de carne de frango, sendo que em 2016 contribuiu com mais de 35% das exportações brasileira e abateu 1,8 milhão de aves segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017).

A prática do cooperativismo vem demonstrando importância em várias atividades econômicas, principalmente na agropecuária, segundo Delarmelina e Salles (2016). Em um estudo sobre a avicultura brasileira, Belusso e Hespanhol (2010), destacam que o ingresso das cooperativas agroindústrias influenciou efetivamente na expansão do setor. Neste mesmo sentido, Bialoskorski Neto (2005), afirma que as cooperativas desempenham um importante papel no desenvolvimento econômico e social nas regiões instaladas.

Para Harzer (2015), a elaboração de um Projeto de Investimento (PI) é de suma importância na análise da viabilidade econômica e objetiva dar suporte à decisão. Rasoto et al. (2012) complementam que, a gestão financeira eficiente é fundamental para que as empresas sobrevivam à globalização da economia, que vem tornando os mercados cada vez mais competitivos. Para verificar a viabilidade econômica de um PI, pode ser utilizada a Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA), proposta por Souza e Clemente (2009) e expandida por Lima et al. (2015), por meio de um conjunto de indicadores de retorno e riscos relacionados ao investimento. Correia Neto (2009) salienta que algumas técnicas podem ser incorporados para avaliar os riscos e suas probabilidades. Neste sentido a Simulação de Monte Carlo (SMC) tem sido aplicada para complementar a mensuração dos riscos, pois,

permite gerar milhares de cenários e os possíveis resultados, transmitindo maior confiabilidade aos dados obtidos (LIMA et. al, 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da implantação de um sistema para automatizar o processo de embalar e selar cortes de frango. Mais especificamente, busca-se analisar sob a ótica econômica, os indicadores de riscos e retorno associados ao investimento, por meio da MMIA e aplicar a SMC para obter os valores esperados e suas respectivas probabilidades, utilizando o aplicativo web \$AV€II (Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento).

2. Referencial Teórico

2.1. Automação de processos

A integração dos mercados e os desafios enfrentados pelas organizações estabelece uma busca constante de aprimoramento produtivo. Neste sentido, Santini (2006) considera a utilização de equipamentos automatizados uma potencialidade em processos produtivos.

Em múltiplos estudos de caso sobre a viabilidade de investimento para aquisição de processos automatizados, a literatura destaca vantagem para redução de custos, tais como, desperdícios com matéria prima ou mão de obra, a padronização e qualidade do produto, maior produtividade e conseqüentemente melhora na rentabilidade e competitividade das indústrias (LOCATELLI, 2015; OLIVO, 2016; RABELO et al., 2015; STRACHOSKI, 2011)

Abreu e Abreu (2011) e Teles Junior (2016), ressaltam que o crescimento da avicultura é resultante dos investimentos em inovações tecnológicas empreendidos pelo setor nos últimos anos. Nesse contexto, os avanços vão desde a inovação dos processos de criação, modernização das instalações ao processo produtivo.

Em um estudo realizado por Lima (2012), sobre a viabilidade de investimento em uma empresa avícola, o autor afirma que a implantação de novas tecnologias possibilitou um aumento significativo na produtividade da agroindústria. De forma similar, o estudo realizado por Albano (2014) e Lima et al. (2016), sobre a análise de viabilidade de automatização no setor de embalagem de um frigorífico de aves. De acordo com esses autores, a implantação do projeto possibilitou a expansão da produção e redução dos custos com mão de obra, contribuindo para o diferencial competitivo da organização.

No entanto, observou-se que nesses estudos desenvolvidos sobre a viabilidade econômica de automação, somente indicadores determinísticos foram utilizados para analisar

o retorno e os riscos do investimento, não sendo consideradas que as incertezas do ambiente podem interferir no desempenho do projeto. Porém, Aragón et al. (2013), Gentilini et al. (2011), Oliveira e Medeiros Neto (2012) e Samanez e Costa (2008), destacam que a incorporação da Simulação de Monte Carlo (SMC) ao modelo de análise tradicional, melhora consideravelmente a qualidade dos resultados e possibilita a melhor tomada de decisão das organizações frente às contingências do ambiente.

Neste contexto, Oliveira et al. (2016) utilizaram a SMC em um estudo de viabilidade econômica para substituição de equipamentos em uma indústria química. Os autores afirmam que a abordagem se mostrou de extrema importância e os resultados obtidos forneceram subsídios para a tomada de decisão em ambiente de incerteza.

2.2. Viabilidade Econômica de Projeto de Investimento (PI)

A análise econômica de PI envolve métodos, técnicas e princípios que auxiliam na tomada de decisão sobre o investimento, seja para a aquisição ou disposição de bens de capital, de acordo com Weise (2011). Para isso, é necessário: definir de forma quantitativa as vantagens e desvantagens; estipular o investimento necessário; mensurar os custos; avaliar as receitas; conhecer o processo em estudo; prever os riscos; e considerar os critérios econômicos e financeiros relacionados ao investimento.

Um ponto fundamental, destacado por Nogueira (2009), é a definição da taxa de juros a ser utilizada como parâmetro na avaliação econômica. A Taxa Mínima de Atratividade (TMA), corresponde à remuneração mínima exigida pelos investidores para aceitação do projeto, pois se trata do custo de oportunidade ao aceitar um investimento. Ainda, segundo Rasoto et al. (2012) pode ser igual à taxa de juros da empresa no mercado ou resultante de uma política definida pelos seus dirigentes.

Depois de estimada as variáveis do projeto, métodos e técnicas são utilizados para auxiliar na análise da viabilidade econômica do investimento. Conforme exposto por Rodrigues (2014), Lima et al. (2015) e Lima et al. (2017), várias técnicas podem ser utilizadas para auxiliar na tomada de decisão, tais como: Teoria das Opções Reais (TOR), Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA), Análise de Cenários (AC), Análise de Sensibilidade (AS) e a Simulação de Monte Carlo (SMC).

2.3. Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA)

A Metodologia Multi-índice (MMI) baseia-se na utilização de diversos indicadores de retorno e riscos, por meio da projeção do Fluxo de Caixa (FC) descontado, para a aceitação ou não de um PI. Os indicadores relacionados ao retorno são: VP, VPL, VPLA, IBC, ROIA e índice ROIA/TMA. Já os riscos são mensurados pelos indicadores: índice TMA/TIR, índice Payback/N, Payback e TIR (RASOTO et al., 2012; SOUZA e CLEMENTE, 2009).

Para uma melhor percepção dos riscos associados ao investimento pode ser utilizada a Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA), proposta por Lima et al. (2015) por meio da incorporação de novos indicadores, denominados Limites de Elasticidade (LEs), os quais promovem uma Análise de Sensibilidade (AS) nos principais fatores relacionados ao desempenho do projeto. Os mesmos propõem uma escala de classificação (baixo, baixo-médio, médio, médio-alto e alto), para avaliação dos indicadores, no tocante ao retorno esperado, os riscos estimados e percepção dos LEs. O Quadro 1 apresenta os indicadores da MMIA, a classificação e uma breve descrição sobre cada um.

Quadro 1: Indicadores da MMIA

Indicadores de Retorno	Indicadores de Risco
Valor Presente (VP): consiste na projeção de desconto do FC, considerando a TMA e a posição no tempo de cada elemento do PI. Se o valor for maior que o custo de implantação é relevante, caso contrário não.	Período de Recuperação do Investimento (Payback): refere-se ao período de tempo necessário para recuperar o valor investido, ou seja, quando os FC líquidos acumulados superam o investimento inicial. Quanto menor o <i>payback</i> , menor o risco do investimento.
Valor Presente Líquido (VPL): resulta do desconto de todos os valores do FC para a data zero, utilizando-se a TMA. Em suma, valor monetário atual, descontando-se os recebimentos e pagamentos de todo o projeto.	Payback Fin: indica o tempo necessário para recuperar o investimento, considerando que os compromissos com os organismos foram honrados. Ou seja, o acumulado até o período “j” é suficiente para quitar o saldo devedor remanescente, constituído pelos juros e amortizações que ocorrerão até o fim do financiamento.
Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA): corresponde ao ajuste do VPL por período, de acordo com a unidade de tempo definida (mês ou ano), o que possibilita ao gestor avaliar melhor a magnitude de ganho.	Índice Payback/N: neste caso N representa a vida útil do PI, podendo representar uma medida de risco de o investimento não se pagar. Essa relação entre o <i>payback</i> e a vida útil do projeto melhora a percepção dos riscos de recuperação do capital investido.
Índice Benefício/Custo (IBC): estimativa da rentabilidade por unidade monetária de capital investido, em comparação a possibilidade de retorno se investido na TMA.	Taxa Interna de Retorno (TIR): definida como taxa de desconto que iguala o VPL de um FC a zero, pode ser interpretada como uma medida de lucratividade máxima.
Retorno Adicional do Investimento (ROIA, %): é considerado o melhor indicador de rentabilidade, pois corresponde ao ganho extra além da TMA. Também pode ser mensurado pelo Índice	Índice TMA/TIR: a distância entre a TMA e a TIR representa uma medida de segurança ou risco. A medida que a TMA se aproxima da TIR, o risco de ganhar mais dinheiro no mercado, do que no projeto

ROIA/TMA (%).	aumenta.
Limites de Elasticidade (LEs)	
$\Delta\%$ TMA: variação máxima admitida à TMA antes de tornar o investimento inviável, quando positiva. Caso negativa, indica a variação mínima necessária para viabilizar o PI.	
$\Delta\%$ FC₀: se positivo, indica quanto o investimento inicial suporta de variação antes de se tornar inviável ou mínima variação necessária para tornar o projeto economicamente viável.	
$\Delta\%$ FC_j: indica redução máxima permitida ou mínimo necessário de aumento no fluxo de caixa para que o projeto seja viável.	

Fonte: Adaptado de Harzer (2015), Lima et al. (2013) e Lima et al. (2015).

Para Harzer (2015), a MMI possibilita uma melhor percepção dos riscos envolvidos no investimento. No entanto, o método determinístico considera a inexistência de variação nos *inputs*, ou seja, como se fossem acontecer exatamente conforme orçado. Como, o futuro não pode ser previsto e acontecimentos de impacto relevantes estão suscetíveis de ocorrer, se torna necessário análises complementares e que possibilitem mais informações.

Neste contexto, a incorporação de análises estocásticas, como a SMC, tem sido uma alternativa complementar, para análise e mensuração dos riscos obtidos no modelo determinístico, por meio de distribuições de probabilidades conhecidas ou estimadas (CORREIA NETO, 2009; LIMA et al., 2017).

2.4. Simulação de Monte Carlo (SMC)

As abordagens tradicionais de avaliação de projetos baseiam-se na análise de dados (*inputs*) ou indicadores (*outputs*) determinísticos. Por outro lado, o uso de técnicas probabilísticas têm a vantagem de considerar o efeito do risco na projeção, traçando a probabilidade de ocorrência de cada evento (CORREIA NETO, 2009). Essa técnica tem sido utilizada normalmente para verificar a distribuição de probabilidades para o VPL e a possibilidade do retorno ser menor que zero, destacando-se duas informações: a média e o desvio/padrão. A média da distribuição das probabilidades representa o valor esperado, e o desvio-padrão indica o grau de dispersão dos possíveis resultados, sendo considerada uma medida de risco (OLIVEIRA e MEDEIROS NETO, 2012).

A simulação busca determinar os parâmetros ou variáveis de entrada e seus possíveis resultados. Lima et al. (2017), enfatizam que para obter resultados confiáveis, é essencial

definir corretamente os tipos e parâmetros de distribuição. Para tal, Lima (2017) propõe as seguintes etapas: análise estatística dos dados, distribuição de frequências, cálculo das probabilidades, cálculo do *Value at Risk* (VaR), ferramenta de avaliação de risco proposta pelo banco J.P. Morgan e *Conditional Value at Risk* (CVaR).

O VaR mede o pior cenário possível de perdas esperadas, em certo nível de confiança, para um determinado período de tempo (1% ou 5% dos piores casos). Já o CVaR representa a expectativa condicional da perda acima do previsto pelo VaR, isto é, a média de todas as perdas (1%) nos piores casos (SANTAMARIA et al., 2016; YAO, LI; LAI, 2013).

3. Procedimentos Metodológicos

Do ponto de vista de sua natureza, a pesquisa enquadra-se como aplicada, pois trata de interesses práticos buscando a sua utilização na solução de problemas ocorrentes na realidade. Também pode ser classificada como exploratória e descritiva do ponto de vista dos objetivos. Quanto à abordagem do problema, a metodologia empregada foi à pesquisa quantitativa, pois utilizou-se de números e instrumentos estatísticos, tanto na coleta como na análise dos dados. De acordo com os procedimentos técnicos trata-se de um estudo de caso, no qual envolveu um profundo estudo sobre métodos e técnicas relacionados à análise de projetos (SILVA e MENEZES, 2005).

A realização do estudo foi dividida em três fases e suas respectivas etapas, conforme exposto na Figura 1.

Na fase I, identificou-se a necessidade de investimento para automatizar o processo de embalar e selar cortes de frango em um determinado setor da agroindústria, pois atualmente essas atividades são executadas de forma manual. A próxima etapa, envolveu o levantamento dos dados do PI, sendo que o orçamento do investimento necessário para aquisição dos equipamentos foi feito com os possíveis fornecedores e optou-se por aquele que melhor atende a necessidade do setor e oferece melhor vantagem financeira, o levantamento dos custos para adequação do *layout*, instalação, manutenção e treinamentos foram feitos juntamente com o responsável pela produção e os técnicos de manutenção. De posse das estimativas de custos e receitas, foi projetado o FC. Utilizou-se o horizonte de planejamento de acordo com a vida estimada pelo fabricante do equipamento. As alíquotas para calcular os impostos foram obtidas com o setor financeiro da empresa. Não há uma definição por parte da empresa sobre os recursos financeiros para execução do projeto, diante disso, a análise da

viabilidade foi testada para a modalidade, recursos próprios ou de terceiros. Para o capital financiável utilizou-se uma linha de crédito oferecida pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

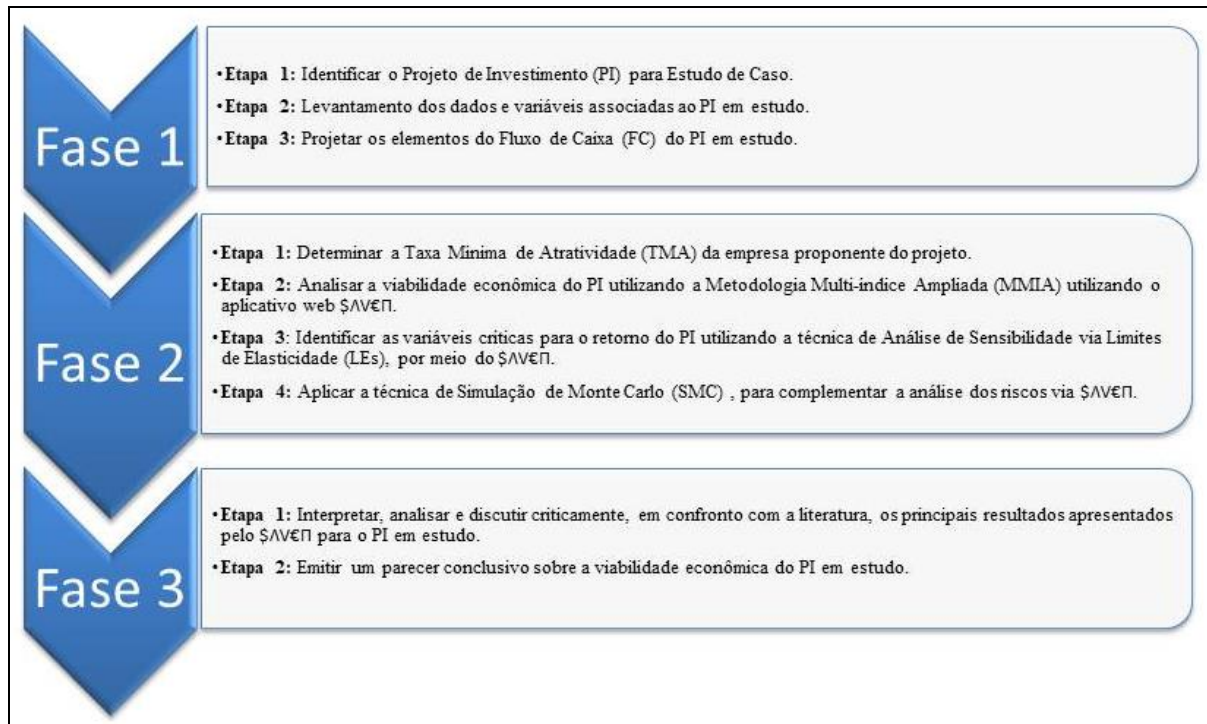


Figura 1: Fluxo do método de trabalho

Fonte: Adaptado de Lima (2017).

Na Fase II, o valor da TMA considerado é referente à taxa definida pela organização para análise de projetos, de acordo com dados fornecidos pela área de planejamento estratégico. De posse desses dados, as informações foram inseridas no sistema \$AV€Π (2017) para avaliar a viabilidade econômica do projeto por meio das abordagens determinística e estocástica, comparando o investimento com Recursos Próprios ou Financiamento. Para tal, foi utilizada a MMIA com os LEs, buscou identificar as variáveis críticas na dimensão retorno e riscos do PI. Para finalizar essa fase, aplicou-se a SMC, considerando variações no investimento inicial, no fluxo de caixa e na estimativa de custos com energia elétrica após automação do setor. Com isso, verificar a distribuição de probabilidades do VPL e possibilidade do retorno ser menor que zero, e o cálculo do VaR e CVaR.

Na última Fase, com as informações obtidas foi feito a análise de forma crítica da viabilidade do projeto com base nos indicadores determinísticos e os dados estocásticos, com

foco nos aspectos econômicos e nos indicadores de risco encontrados. Após isso, elaborou-se um parecer conclusivo para empresa no tocante ao projeto em questão.

4 Resultados e discussão

4.1. Caracterização da empresa e do investimento

Este estudo foi realizado em uma Cooperativa agroindustrial do setor avícola, localizada no Oeste do Paraná. A empresa foi fundada em 1954 e o seu complexo industrial de aves está em funcionamento a mais de 17 anos. Os cortes de frangos estão distribuídos em torno de 90 produtos. Além do mercado nacional, a marca da empresa está presente em vários países Árabes, na Ásia e Europa.

Para atender a demanda e exigências do mercado, a agroindústria tem investido em inovações tecnológicas, na busca em diminuir os custos de produção, agregar valor ao produto e maior eficiência na produção. Dessa forma, busca atender melhor seus consumidores e se tornar mais competitiva no mercado local e internacional.

Diante disso, a empresa está analisando a viabilidade econômica da aquisição de um sistema para automatizar o processo de pesar, embalar e selar cortes em um determinado setor. Para implantar esse projeto é necessário um investimento inicial de R\$ 722.000,00, com um horizonte de planejamento de 10 anos, mesmo tempo da depreciação que transcorrerá pelo método linear, não sendo considerado valor de revenda. O detalhamento do investimento inicial do projeto é apresentando na Tabela 1.

Tabela 1: Investimento inicial para automação do processo.

Item	Descrição	Custo total R\$
1	Sistema automático	700.000,00
1	Adequação	13.000,00
1	Instalação	7.000,00
1	Treinamentos	2.000,00
TOTAL		722.000,00

Fonte: Elaborado pelos autores com dados fornecidos pela empresa

Conforme exposto na Tabela 2, para realizar a atividade de pesar o produto, empacotar e selar os pacotes, atualmente o setor utiliza 22 funcionários. A automatização do processo possibilitará a redução de 12 pessoas do quadro atual e consequentemente diminuir os custos

relacionados à mão de obra. Isso resultará em uma economia de R\$ 34.800 por mês, equivalente a R\$ 417.600 ao ano. Observa-se que o número de pessoas necessárias para realizar a higienização e manutenção do equipamento não foram consideradas, pois a indústria já possui setores específicos responsáveis por esses procedimentos, não sendo contratado novos funcionários. Em relação ao material utilizado para embalar os produtos, atualmente os fornecedores recortam os pacotes e entregam prontos para empresa. Com a instalação da máquina, os insumos passarão a ser adquiridos em blocos de filme, no entanto, não haverá alteração no tipo nem no custo de material utilizado.

Tabela 2: Proposta de redução no custo com mão de obra.

Quadro	N.de funcionários	R\$ / Fun.	R\$ mês	R\$ Ano
Atual	22	2.900,00	63.800,00	765.600,00
Varição	12	2.900,00	- 34.800,00	- 417.600,00
Proposto	10	2.900,00	29.000,00	348.000,00

Fonte: Elaborado pelos autores com dados fornecidos pela empresa

O consumo de energia elétrica da máquina está estimado em 6kwh. Com a aquisição desse equipamento é previsto um aumento em torno de R\$ 8.244,00 no custo anual. Porém, esse valor pode sofrer alterações mensais, diminuir ou aumentar, conforme programação da produção. Para a análise, considerou-se uma média de 25 dias/mês de abate. A partir de dados históricos de outros equipamentos do mesmo porte e função, a empresa estima que o custo anual com manutenção da máquina seja em torno de R\$ 22.840,00. Vale ressaltar que nos primeiros anos esse valor tende a ser um pouco menor e com o passar dos anos aumenta, devido à necessidade de substituição de peças. Diante disso, considerou-se uma média do custo total com manutenção para o período de 10 anos.

Com base nesses dados foi possível projetar o FC projeto, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3: Fluxo de caixa do investimento

Descrição	Valor R\$ ao ano
Redução dos custos com mão de obra	348.000,00
Operador para a máquina	55.440,00
Custo com manutenção	22.840,00
Estimativa de aumento no custo de energia	8.244,00
Fluxo de caixa	255.576,00

Fonte: Elaborado pelos autores com dados fornecidos pela empresa

Foi utilizada como referência a TMA de 11,5% definida pela política da empresa e a alíquota de 24% para o Imposto de Renda (15%) mais a Contribuição Social sobre o Lucro líquido (9%) sobre a base tributável, segundo a legislação vigente. Para os dados do financiamento utilizou-se a linha de crédito PRODECOOP (Programa de desenvolvimento Cooperativo para agregação de valor à Produção Agropecuária), disponibilizada pelo BNDES para análise com recursos financiáveis.

4.2. Análise da viabilidade via MMIA

Com base nos dados obtidos na seção anterior, analisou-se a viabilidade econômica do projeto utilizando o aplicativo \$AV€II, por meio de um comparativo entre recursos próprios e de terceiros. Conforme rendimentos obtidos com os indicadores da MMIA, apresentados na Figura 2, a expectativa é que a organização recupere os investimentos necessários para automatização do processo (R\$ 722.000,00), tal como os benefícios se o capital tivesse sido aplicado no mercado financeiro a uma taxa de 11,5% ao ano.

Dimensão	Indicador	Rec. Próprios	Financiamento	Financiamento + TMA
Retorno	VPL	498.262,80	680.739,15	680.739,15
	VPLA	86.387,41	118.024,65	118.024,65
	IBC	1,6901	-	1,9429
	ROIA (%)	5,39	-	6,87
	Índice ROIA/TMA (%)	46,85	-	59,71
Riscos	<i>Payback</i>	5	-	-
	TIR (%)	33,82	-	40,51
	<i>PaybackFin</i>	-	6	-
	Índice <i>Payback</i> /N (%)	50,00	60	30,00
	Índice TMA/TIR (%)	43,37	-	34,81
Limites de Elasticidade	$\Delta\%$ TMA	130,55	-	187,28
	$\Delta\%$ FC ₀	69,01	-	94,29
	$\Delta\%$ FC _i	40,83	-	48,53

Figura 2: Indicadores de viabilidade do projeto de automação

Fonte: Elaborado pelos autores via aplicativo web \$AV€II (2017)

Se o projeto for executado com capital próprio, espera-se que esse desembolso gere benefícios na ordem de R\$ 498.262,80, ou seja, um retorno anual de R\$ 86.387,41. De acordo com Harzer (2015) e Lima (2017), a estimativa de rentabilidade por unidade monetária é medida pelo IBC. Neste contexto, para cada 1 real investido no projeto há a expectativa que retorne 1,6901 o que representa um ganho de 5,39% ao ano, além da TMA. Por outro lado, caso a empresa obtenha os recursos por meio do financiamento, sendo 90% do valor disponibilizado nesta modalidade (R\$ 649.800,00) e desembolso de 10% (R\$ 72.200,00) e partindo do princípio que a empresa irá investir o restante do capital no mercado financeiro a taxa de 11,5%. Neste cenário, estima-se o retorno líquido de R\$ 680.739,15, à cerca de R\$ 118.024,65 por período. Com expectativa de 1,9429 de ganho por unidade de capital investida, um ganho de 6,87% além do proporcionado pela TMA.

Segundo Harzer (2015), quanto menor o tempo necessário para recuperar o capital investido, menor é o risco de o projeto não se pagar. A expectativa de retorno (*Payback*) para o investimento com recursos próprios é de aproximadamente 5 anos, já para o financiamento a estimativa é de 6 anos para recuperação do investimento. Outra medida de risco sugerida por Souza e Clemente (2009) é a distância entre a TMA e TIR, (quanto maior a distância melhor), assim sendo, em quanto a TMA (11,5%) permanecer inferior a TIR (26,51% e 33,04%), ambas as modalidades de investimento apresentam maior expectativa de rentabilidade que o mercado financeiro.

Conforme proposto por Lima et al. (2015), para melhor percepção dos riscos associados ao investimento analisou-se os LEs tolerados, antes de tornar o projeto economicamente inviável. Neste sentido, admite-se uma variação de 130% e 187% da TMA, um acréscimo de até 69% ou 94% no investimento inicial, já o fluxo de caixa permite uma redução de até 40% ou 48%, para a modalidade de investimento com recursos próprios ou Financiamento + TMA, respectivamente.

A classificação de retorno e riscos do projeto de automação pode ser observado na Figura 3. Conforme a escala proposta por Lima et al. (2015), o investimento pode ser categorizado como retorno de grau médio, de acordo com o índice ROIA/TMA (47% e 60%) e risco de grau médio e baixo-médio de não se pagar, medido pelos índices *Payback/N* (50% e 40%) e TAM/TIR (43% e 35%).

CATEGORIA	ÍNDICE	BAIXO-MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO-ALTO	ALTO	Observação
-----------	--------	-------------	-------	------------	------	------------

RETORNO	ROIA/TMA		Rec. Próprios e Financiamento + TMA		-	
RISCOS	<i>Payback/N</i>	Financiamento + TMA	Rec. Próprios e		-	
	<i>TMA/TIR</i>	Financiamento + TMA	Rec. Próprios		-	
LIMITES DE ELASTICIDADE	$\Delta\%$ TMA		-	-	-	Excelente: Rec. Próprios e Financiamento + TMA
	$\Delta\%$ FC ₀		-	Excelente: Rec. Próprios	Financiamento + TMA	-
	$\Delta\%$ FC _j		Rec. Próprios e Financiamento + TMA	-	-	-
Escala proposta		20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%	> 100%

Figura 3: Confronto retorno esperado versus riscos estimados

Fonte: \$A\forall\epsilon\Pi\$ (2017)

Sob a ótica econômica, ambos os investimentos apresentam boa rentabilidade e risco médio e baixo-médio. No entanto, conforme recomendações de Aragón et al. (2013), Correia Neto (2009), Gentilini et al. (2011), Oliveira e Medeiros Neto (2012), Samanez e Costa (2008), aplicou-se a SMC para melhor subsidiar a decisão e verificar o desempenho do projeto diante de possíveis contingências.

Para determinar os parâmetros variáveis de entrada considerou-se um cenário pessimista, com as seguintes variações: aumento de 10% para o investimento inicial, a redução de 10% na economia com mão de obra proposta. A possibilidade de alteração nas bandeiras tarifárias de energia elétrica, após automação do processo e uma variação de 20% para mais ou para menos na TMA. A Tabela 4 apresenta as variáveis, a distribuição das probabilidades e os parâmetros utilizados para cada variável aleatória.

Tabela 4: Distribuição das probabilidades para análise estocástica

Descrição	Distribuição de probabilidades	Parâmetros
TMA	Triangular (Min, +Prov, Máx)	9%; 11,5%; 14%
Investimento Inicial	Uniforme (Min, Máx)	722.000,00; 794.200,00
Fluxo de caixa	Uniforme (Min, Máx)	212.570; 255.576,00

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando essas variáveis, 100.000 iterações foram simuladas utilizando o aplicativo web \$AVEII, para as duas modalidades de investimento em estudo. Como pode ser observado nas Figuras 4 (Recursos próprios) e 5 (financiamento + TMA) o projeto apresenta uma probabilidade de retorno financeiro entre R\$ 204.897,70 e R\$ 557.032,22 ou R\$ 450.084,77 e R\$ 685.172,43, respectivamente.

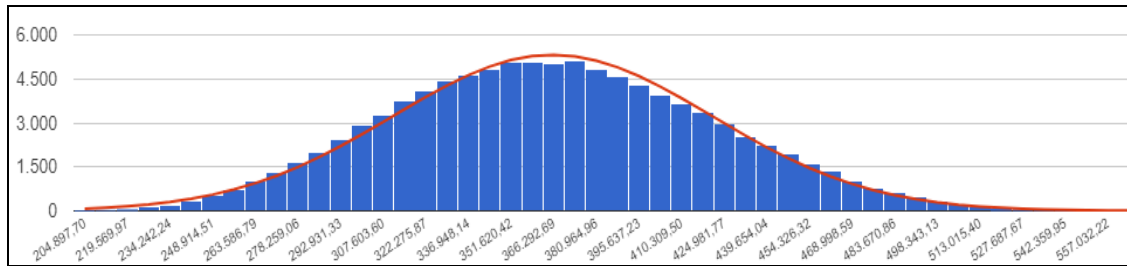


Figura 4: Distribuição de Probabilidades do VPL Recursos Próprios
 Fonte: \$AVEII (2017)

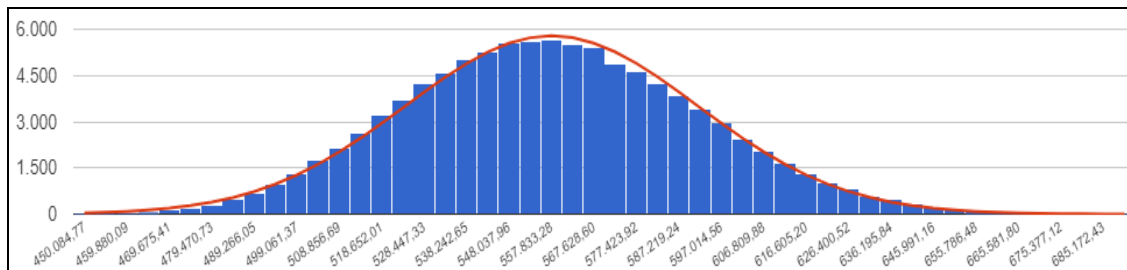


Figura 5: Distribuição de Probabilidades do VPL Financiamento + TMA
 Fonte: \$AVEII (2017)

Considerando a média da distribuição das probabilidades, como sendo o retorno esperado, comparando-se os valores obtidos na SMC (Figura 6) com os valores gerados pelos indicados determinísticos (Figura 2), observa-se que o VPL permanece próximo da média estimada, mesmo em uma situação de incertezas.

Modalidade	Recursos Próprios		Financiamento + TMA	
	VPL	TIR	VPL	TIR
Estatísticas Descritivas				
Média	369.594,50	22,34%	560.331,27	28,79%
Desvio-padrão	55.035,26	1,02%	33.760,71	1,33%

Figura 6: Estatísticas descritivas obtidas com a SMC
 Fonte: \$AVEII (2017)

A dispersão medida pelo desvio-padrão indica a amplitude dos resultados, o que pode ser considerado uma medida de risco, segundo Oliveira e Medeiros Neto (2012). Entretanto, de acordo com Lima (2017), não é fácil enquadrar o investimento em uma escala de risco por meio dessa informação e propõe a análise do *VaR* (os piores casos 1% e 5%) e *CVaR* (a média dos piores casos de 1% do *VaR*), como medida dos riscos. Assim, conforme exposto na Figura 7, pode-se verificar que mesmo para os piores cenários propostos o investimento apresenta viabilidade econômica.

Modalidade	Recursos Próprios		Financiamento + TMA		
	Nível (α)	VaR (R\$)	CVaR (R\$)	VaR (R\$)	CVaR (R\$)
1%		241.563,34	231.029,72	481.739,62	473.777,21
5%		279.069,80	261.724,25	504.830,23	495.368,13

Figura 7: Value at Risk (VaR) e Conditional Value at Risk (CVaR) (Lima e Southier, 2017)

Fonte: SAVÉII (2017)

Comparando os indicadores da MMIA e as probabilidades de retorno obtidas na SMC, conclui-se que o investimento para automatização do setor é viável, pois apresentam boa rentabilidade e baixo risco de não se pagar mesmo que os dados de entrada sofram possíveis variações, tanto para execução com recursos próprios ou de terceiros. No entanto, a opção financiamento apresenta melhores perspectivas de retorno, nas duas análises, sendo a opção recomendada.

5. Considerações Finais

O presente estudo objetivou analisar a viabilidade econômica da automação do processo de embalar e selar cortes de frango, em determinado setor de uma cooperativa avícola. A viabilidade do projeto foi testada comparando-se duas opções de investimento. Para isso, utilizou-se os indicadores de retorno e riscos da MMIA e da SMC, para complementar a avaliação dos riscos de desempenho do projeto em cenários de incertezas.

Os resultados indicam a viabilidade econômica do investimento para ambas as modalidades de investimento, nas análises realizadas. Considerando satisfatórios os indicadores de retorno e riscos obtidos na análise determinística, assim como as probabilidades geradas na SMC, para as possíveis variações do ambiente que podem impactar o desempenho do projeto. A incorporação de componentes probabilísticos foi essencial, pois permite concluir que mesmo diante das incertezas propostas o projeto indica recuperação do capital investido pela cooperativa.

Diante disso, recomenda-se a aquisição do sistema para automatizar o setor de embalagem, utilizando capital de terceiros, pois essa modalidade apresentou melhores índices de rentabilidade (grau médio) e risco baixo-médio de não se pagar. Entretanto, é preciso monitorar os custos (investimento inicial) e receitas (Fluxo de caixa), para que, se estes sofrerem variações significativas, o projeto seja revisto de acordo com as novas projeções.

Além disso, com a execução do projeto algumas vantagens (não mensuráveis) podem ser consideradas, sendo: agilidade na entrega dos insumos, pois com o novo processo a empresa irá adquirir blocos de filme, não será mais necessário o fornecedor recortar os pacotes. Outro fator é o índice de absenteísmo do setor 3,5% ao mês, segundo dados fornecidos pela área de Recursos Humanos. Assim, com a automação do processo o cumprimento da produção não seria prejudicado por falta de mão de obra. Neste contexto, outro aspecto a ser considerado são os fatores ergonômicos, pois com a automação do processo espera-se melhores condições de saúde, segurança e conforto, portanto a diminuição dos riscos e doenças ocupacionais.

Para trabalhos futuros sugere-se um estudo para comparar o projetado versus o realizado.

6. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. *Relatório anual 2016*. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2016>> Acesso em: maio 2017.

ABREU, V. M. N. ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Minas Gerais, v.40, p. 1-14, 2011.

ALBANO, J. C. da S. Estudo de viabilidade econômica da expansão e automatização do setor de embalagem em agroindústria avícola. 2014. 20 f. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

ARAGÓN, C. S.; PAMPLONA, E; MEDINA, J. C. V. Identificação de investimentos em eficiência energética e sua avaliação de risco. *Revista Gestão e Produção*, São Paulo v. 20, n. 3, p. 525-536, 2013.

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. *Financiamentos: máquinas*. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/>>. Acesso em: maio 2017.

BELUSSO, D. HESPANHOL, A. N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. *Revista Percorso*, Maringá, v. 2, n. 1, p. 25-51, 2010.

BIALOSKORSKI NETO, N. Cooperativismo é Economia Social: um ensaio para o caso Brasileiro. In: III SEMINÁRIO TENDÊNCIAS DO COOPERATIVISMO CONTEMPORÂNEO – CD, Brasília: OCB, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Carnes*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br> >. Acesso em: maio 2017.

CORREIA NETO, J.F. *Elaboração e avaliação de projetos de investimentos: considerando o risco*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

DELARMELINA, N.; SALLES, A. O. T. Um estudo sobre a comercialização da produção de cooperativas agropecuárias sob a ótica da Teoria dos Custos de Transação. *Custos e @gronegocio on line*, v. 12, n. 4 – out/dez 2016. Disponível em: <www.custoseagronegocioonline.com.br>. Acesso em: maio 2017.

FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Food outlook: biannual report on global food markets*. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: maio 2017.

GENTILINI, M. M.; STROIKE, R. E.; WERNER, L. Utilização da Simulação de Monte Carlo em estudos de viabilidade econômico-financeira para a implementação de uma indústria de detergentes. XVIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. *Anais... XVIII SIMPEP*, 2011 Bauru, SP.

HARZER, J.H. Indicadores de riscos em projetos de investimentos: uma contribuição à Metodologia Multi-índice. 2015. 244f. *Tese* (Doutorado em Administração) Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba. 2015.

LIMA, C. L. de. Avaliação dos investimentos em empresa avícola. 2012. 24f. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012.

LIMA, José Donizetti de; SCHEIT, L., C.; BOSCHI, T. D. F.; SILVA, N. J. DA.; MEIRA, A. A. DE.; DIAS, G. H. Propostas de ajuste no cálculo do payback de projetos de investimentos financiados. *Custos e @gronegocio on line*, v. 9, n. 4 – 162-180, 2013.

LIMA, J. D. de; TRENTIN, M. G.; OLIVEIRA, G. A.; BATISTUS, D. R.; SETTI, D.. *A systematic approach for the analysis of the economic viability of investment projects*. *Int. J.*

Engineering Management and Economics. v.5, n.1/2. 2015. p. 19-34. Disponível em: <<http://www.inderscience.com/offer.php?id=69887>> . Acesso em: maio 2017.

LIMA, J. D. de. Engenharia Econômica. Material didático ou instrucional (apostila). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Câmpus Pato Branco). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS). 2017.

LOCATELLI, M. P. Análise de viabilidade econômica e financeira de um investimento de tecnologias em uma indústria metalúrgica. 2015. 51 p. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Especialização) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015.

NOGUEIRA, E. *Análise de Investimentos*. In. BATALHA, M.O. (coord.). *Gestão Agroindustrial*. 5. ed. v.2. São Paulo: Atlas, 2009.

OLIVEIRA, D. G. de; SOUZA J. S. de; ETGES A. P. B. da S. Análise de viabilidade econômica usando a Simulação de Monte Carlo para substituição de equipamento: Estudo de caso em uma indústria do ramo químico. *Espacios*, v. 37, n. 9, 2016. p. 23. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a16v37n09/16370923.html>>. Acesso em: maio 2017.

OLIVEIRA, M. R. G; MEDEIROS NETO, L. B. Simulação de Monte Carlo e *valuation*: uma abordagem estocástica. *REGE*, São Paulo v. 19, n. 3. p. 493-512, jul./set. 2012. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>>. Acesso em: maio. 2017.

OLIVO, F. de O. Análise da viabilidade econômica-financeira para aquisição de um equipamento em uma empresa de beneficiamento de arroz da região sul de Santa Catarina. 2016. 46f. *Trabalho de conclusão de Curso* (Especialização) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

RABELO, L. N; RABELO, L. N; GURGEL, J. L. M.; PAIVA, I. V. L de; ARRUDA, V. S. de A. Análise da viabilidade econômico e financeira de um processo de automação: estudo de caso em uma empresa salineira. In: *Anais... XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, Fortaleza, 2015.

RASOTO, A. et. al. *Gestão Financeira: enfoque em inovação*. 1. ed. Curitiba: Aymarará, 2012. v. 6. 140p. (Série UTFInova).

RODRIGUES, K. F. C. Sistematização e Análise da Avaliação Econômica de Projetos de Desenvolvimento de Produtos e Serviços. 2014. 347f. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

SANTAMARIA, S. G.; MENDEZ, O. F. J.; VELANDIA, L. F. M.; MORENO, C. A. Q. *Comparison of methods for estimating the uncertainty of value at risk. Studies in Economics and Finance*. v. 33, n. 4, p. 595 – 624, 2016. Disponível em:< <https://doi.org/10.1108/SEF-03-2016-0055>>. Acesso em: jun. 2017.

SANTINI, G. A. Dinâmica tecnológica da cadeia de frango de corte no Brasil: análise dos segmentos de insumos e processamento. 2006. 272f. *Tese* (Doutorado em Engenharia de

Produção) - Universidade Federal de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2016.

SAMANEZ, C. P.; COSTA, L. A. Análise de projetos usando a teoria das opções reais, Simulação de Monte Carlo e processos estocásticos de reversão à média: uma aplicação em projetos do setor petroquímico. In: *Anais... XV SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*. Anais XV SIMPEP. 2008, São Paulo, SP.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. – 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

STRACHOSKI, P. *Análise de viabilidade econômica de um projeto de investimento em uma indústria de artefatos de cimentos*. 2011. 60f. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Especialização) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. *Decisões Financeiras e Análises de Investimentos: Conceitos, técnicas e aplicações*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TELES JUNIOR, C. G. de S. Análise de imagem na avaliação do comportamento ingestivo e ganho de massa corporal de frangos de corte em fase inicial, submetidos a diferentes ambientes térmicos. 2016. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Universidade de Viçosa, Minas Gerais, 2016.

WEISE, A. D. *Apostila de engenharia econômica*. Santa Maria: Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Santa Maria – RS, 2011.

YAO, H.; LI, Z.; LAI, Y. Mean-CVaR portfolio selection: A nonparametric estimation framework. *Computers & Operations Research*. v. 40, n. 4 p. 1014–1022, abril 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: jun. 2017.

\$\Delta\$VEPI Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento. Disponível de forma livre em: <<http://pb.utfpr.edu.br/savepi>>. Acesso em: jul. 2017.