



ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA MECANIZAÇÃO DA APANHA DE FRANGOS DE CORTE

ECONOMIC VIABILITY ANALYSIS OF MECHANIZATION IN BROILER CHICKEN HARVESTING

Autor: Fábio Mascarenhas Dutra

Filiação: Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

E-mail: fabiodutra@ufgd.edu.br

Autor: Rodrigo Garófallo Garcia

Filiação: Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

E-mail: rodrigogarofallo@ufgd.edu.br

Autor: Rafael Martins Noriller

Filiação: Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

E-mail: rafaelnoriller@ufgd.edu.br

Autor: Erlaine Binotto

Filiação: Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

E-mail: erlainebinotto@ufgd.edu.br

Grupo de Trabalho (GT): GT2. Governança e gestão do agronegócio

Resumo

Este estudo teve como objetivo analisar a viabilidade econômica para a implantação da apanha mecanizada de frangos de corte no Brasil onde o trabalho é realizado totalmente de forma manual. Os indicadores de viabilidade utilizados foram Valor Presente Líquido (VPL), Valor Futuro Líquido (VFL), Valor Uniforme Líquido (VUL), *Payback* Descontado (PBD) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Também foram realizadas análise de cenários, sensibilidade e simulação de Monte Carlo. Os resultados do estudo mostraram que o investimento inicial para o período analisado era de \$1.871.430,11. O preço médio pago pelo frigorífico às empresas terceirizadas de apanha manual era \$18,11 o milheiro, valor esse que foi convertido em receita no fluxo de caixa do projeto. O resultado do fluxo de caixa foi positivo em \$24.413,72 durante todo o período estudado considerando uma apanha diária de 144 mil aves. Os resultados da análise de viabilidade econômica foram: VPL de \$288.115,73, VFL de \$1.482.608,77, VUL de \$3.269,50, PBD de 10,96 anos, a TIR de 1,140% a.m. e a TIRM de 0,995% a.m. Estes valores mostraram a viabilidade econômica para implantação do projeto considerando as condições de mercado no momento da realização do estudo. A análise de cenários mostrou sensibilidade sobre a taxa de câmbio e ao preço dos combustíveis. A simulação de Monte Carlo evidenciou que o projeto possui 2,22% de chances do VPL ser menor que zero.

Palavras-chave: Avicultura, Simulação de Monte Carlo, Análise de Cenários, Análise de Sensibilidade, Manejo pré-abate

Abstract

This study aimed to analyze the economic viability of the implementation of a mechanized harvesting of broilers in Brazil where the activity is carried out entirely manually. The viability indicators used were net present value (NPV), net future value (NFV), net uniform value (NUV), discounted payback (DP), and internal rate of return (IRR). Scenario analysis, sensitivity, and Monte Carlo simulation were performed in the present study. The results show that the initial investment was US\$ 1,868,302.76. The average price paid by the slaughterhouse to third-party manual harvesting companies was US\$ 18.17 per thousand broilers, which was converted into revenue in the project's cash flow. The cash flow result was positive at US\$ 22,256.14 over the entire study period considering a daily catch of 144 thousand broilers. The results of the economic viability analysis were NPV of US\$ 64,786.23,



NFV of US\$ 333,382.11, NUV of US\$ 735.19, DP of 13.82 years, IRR of 0.965 monthly, and MIRR of 0.933 monthly. These values prove the economic viability of implementing the project considering the market conditions at the time of the study. The analysis of scenarios shows a great sensitivity over the exchange rate and the price of fuels. The Monte Carlo simulation shows that the project has a 30.80% chance of NPV being lower than zero.

Key words: Poultry raising, Monte Carlo Simulation, Scenario Analysis, Sensitivity Analysis, Pre-slaughter Management

1. Introdução

A etapa de apanha sempre se mostrou como uma atividade ineficiente e insalubre devido à falta de condições adequadas de trabalho e baixo nível de qualificação profissional. A combinação desses fatores tem gerado um alto custo à indústria avícola. Dessa forma, a atividade necessita de novos métodos e equipamentos para a realização da apanha, visando reduzir perdas com descarte de carcaças, novas técnicas de carregamento e transporte, reduzindo o estresse e o refugo de parte dos animais ou até mesmo animais inteiros (SOUZA et al., 2020; WOLFF et al., 2019b).

Uma alternativa para minimizar os efeitos desse gargalo, e que já vem sendo adotado por países desenvolvidos e com escassez de mão de obra como a Holanda e Estados Unidos, é a mecanização da apanha de frangos de corte. Estudos em outros setores do Agronegócio apresentam resultados positivos quanto a mecanização das atividades.

Duas grandes vantagens da apanha mecanizada de frangos de corte são a falta de contato dos animais com seres humanos e o transporte dos mesmos na posição horizontal durante a captura. Ambos os métodos reduzem o estresse para os animais. Além disso, são menores os riscos de lesões tanto nas aves como nos trabalhadores durante a apanha mecanizada quando comparados a apanha manual (MÖNCH et al., 2020b).

Diante desse cenário a questão que direciona esta pesquisa é: quais são os resultados da análise de viabilidade econômica na mecanização da apanha de frangos de corte com base em diferentes cenários e condições de mercado? Para responder à essa questão, realizou-se um estudo de viabilidade econômica a partir do levantamento de todos os custos diretos e indiretos, possibilidades para geração de receita e principais variáveis que recaiam sobre a atividade no período entre 2015 e 2019.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Sistema de apanha, transporte e desembarque mecanizado de frangos de corte

A fase da apanha é uma das etapas que mais demanda atenção e cuidado em se tratando de bem-estar animal, bem como causas de perdas econômicas tanto para a indústria como para os produtores. Essa etapa ocorre basicamente dentro dos aviários, tendo início a partir do jejum pré-abate e término com o embarque das caixas sobre o caminhão de transporte (BENINCASA et al., 2020).

Existem diversos métodos de apanha manual, sendo pelo dorso, pé, asa e pescoço do animal. Todos eles oferecem algum prejuízo ao bem-estar animal e qualidade do produto final (ABREU et al., 2015). A literatura destaca que dentre os atuais métodos manuais de apanha, o que provoca menor percentual de injúria é a apanha praticada pelo dorso, porém o processo se torna mais demorado e exige demasiado esforço físico dos trabalhadores (KITTELSEN et al., 2018). Esse cenário tem fomentado estudos para a mecanização da atividade há quase 40 anos em busca de soluções viáveis economicamente para minimizar as perdas, sem deixar de lado o bem-estar animal (DE KONING; GERRITS; MIGCHELS, 1987; KETTLEWELL; TURNER, 1985; MITCHELL; DE BOOM, 1986; NELSON, 1984).

Segundo Gropelli e Nikbakht (2009), a constante busca pelo lucro com uso de material e métodos de qualidade inferior e contração de mão de obra semiquificada e não-qualificada

pode temporariamente resultar em custos mais baixos no curto prazo. No entanto essa condição aliada a máquinas de baixa qualidade produzem maior número de rejeições (exemplo, injúria nas aves), a manutenção de máquinas e equipamentos torna-se mais frequente. Isso aumenta os custos e reduz a qualidade do produto ou serviço.

Nesse sentido, em 2002 uma empresa Holandesa (*Peer System*) em parceria com uma empresa Dinamarquesa (*JTT Conveying S/A*), desenvolveram um sistema automatizado de apanha. Esse sistema envolve todas as etapas do pré-abate, desde a apanha dos animais, embarque, passando pelo transporte, desembarque, até a lavagem e desinfecção dos trailers de transporte (ZEZULA, 2020). Essa última etapa não tem relação direta com as causas de injúria e mortalidade, mas está diretamente ligada a sanidade no transporte, fase importante para a manutenção da qualidade do produto final em se tratando de contaminação, por exemplo, por salmonela (SLADER et al., 2002).

Apesar de existirem outras máquinas de apanha no mundo, o *Peer System* foi o único sistema com representante comercial disponível no Brasil no momento do estudo. Ainda que nenhum sistema estivesse em operação comercial, foi escolhido para análise de viabilidade econômica do presente estudo. O sistema funciona de forma integrada, em que as etapas do pré-abate se complementam. Por exemplo, as caixas de transporte utilizadas no Brasil são ineficientes para acompanhar a velocidade da máquina de apanha, uma vez que suas portas de entrada são pequenas e apenas um animal deve ser inserido por vez. Sendo assim, são necessários outros dois equipamentos complementares à máquina de apanha, o *Shuttle* e o trailer de transporte que serão melhores explorados nos próximos tópicos deste artigo.

A primeira etapa do sistema é realizada pela máquina de apanha, que possui uma unidade de coleta frontal (Figura 8), contendo 3 cilindros rotativos, acionados hidraulicamente. A superfície dos cilindros é coberta com “dedos” de borracha longos e flexíveis, que conduzem as aves para uma correia transportadora e em seguida os acomoda em um *Shuttle* (segunda etapa do carregamento), que pode ser observado na Figura 9. Conforme características técnicas descritas pelo fabricante, a máquina de apanha tem capacidade para levantar 9.000 aves por hora, reduzindo os danos físicos e estresse nos animais. Além disso, exige apenas um operador que fará toda sua movimentação à distância por meio de um controle remoto (PEER SYSTEM, 2012).

Figura 1: Máquina utilizada para fazer a apanha automatizada das aves no interior do aviário



Fonte: *Peer System* (2012)

A máquina de apanha pesa 2.600kg, possui tração nas quatro rodas, mede 9,60 x 1,45 x 2,05 metros de comprimento, largura e altura respectivamente. O seu consumo é de 6 litros de diesel por hora e possui uma esteira telescópica de transporte que pode alcançar até 24 metros de varredura (PEER SYSTEM, 2012).

O *Shuttle* é o equipamento responsável pela segunda etapa do sistema, o qual recebe as aves já capturadas para em seguida fazer a condução e acondicionamento no trailer de transporte (Figura 10).

Figura 2: Shuttle – Equipamento utilizado para movimentação e carregamento das aves no trailer de transporte após ser apanhado pela máquina no interior do aviário



Fonte: *Peer System* (2012)

Cada *Shuttle* pesa 3.750kg, possui 6,00 x 2,20 x 1,50 de comprimento, largura e altura respectivamente. Sua capacidade de carga é de 900kg de aves por vez, onde são pesadas automaticamente. O sistema de elevação chega a 3,80 metros de altura e necessita de apenas um operador. Vale ressaltar que são necessários no mínimo dois *Shuttles* para cada máquina de apanha, evitando assim a interrupção do processo de apanha, ou seja, enquanto um recebe as aves da máquina de apanha o outro faz o carregamento no caminhão das aves recebidas anteriormente. Nesta configuração de dois *Shuttles* por máquina de apanha, cada trailer de transporte com capacidade de carga de 18 toneladas, leva cerca de uma hora para ser carregado completamente, respeitando o BEA.

O transporte das aves para o frigorífico é a terceira etapa do sistema (Figura 10). Composto por um trailer com capacidade de carga para 18 toneladas, pesa 15.060kg e possui 13,60 x 2,55 x 4,00 metros de comprimento, largura e altura respectivamente.

Figura 3: Trailer climatizado utilizado para o transporte de frangos de corte ao frigorífico após ser apanhado no aviário



Fonte: *Peer System* (2012)

No interior do trailer de transporte os animais são acomodados em camadas internas que proporcionam maior capacidade por veículo. Durante a viagem, as aves ficam calmas devido seu sistema de ventilação mecânica que controla o clima interno (humidade e temperatura).

A quarta etapa do processo consiste no desembarque das aves no frigorífico por meio de uma esteira rolante automatizada (Figura 11). Medindo 5,29 metros de altura, 4,00 metros de comprimento e 0,70 metros de largura, a esteira é movimentada por um motor elétrico a uma velocidade média de 0,25 metros por segundo e que pode ser ajustada à capacidade de abate diário do frigorífico, respeitando o BEA. Este processo exige a presença de um operador apenas para fazer o acompanhamento da descarga.

Figura 4: Equipamento utilizado para desembarque automático de aves após a chegada no frigorífico



Fonte: *Peer System* (2012)

Com este método de transporte utilizando o trailer, o frigorífico não precisa de máquinas para empilhar, desempilhar ou lavar as caixas e contêineres, uma vez que não se faz mais uso deste tipo de caixas. É necessária apenas a limpeza e desinfecção do caminhão por meio de um sistema desenvolvido para este fim.

A limpeza do trailer de transporte é a quinta e última etapa do sistema. Este processo é realizado duas vezes em cada caminhão por meio de uma torre de lavagem controlada hidraulicamente, medindo 6,01 x 0,41 x 5,00 metros de altura, largura e comprimento respectivamente (Figura 12).

Figura 5: Equipamento utilizado para a lavagem automática dos trailers de transporte



Fonte: *Peer System* (2012)

Este sistema garante a limpeza completa dos trailers de transporte, pois utiliza alta pressão e seu consumo médio é de 360 litros de água por minuto. O tempo total é de uma hora para a realização da lavagem completa, após esse período o trailer está pronto para novo carregamento.

3. Métodos de avaliação de investimento

Para Amaral (2011) toda organização, seja ela urbana ou rural deve estar preparada para enfrentar a competição global e os impactos no mercado em que atua, devendo investir em inovação de equipamentos, processos e tecnologia. Um projeto de investimento para ser viável, necessita que os benefícios gerados pela transformação dos insumos em produtos sejam maiores que os custos de transformação.

Segundo Bordeaux-Rêgo et al. (2013) os projetos de investimentos podem ser classificados nas seguintes categorias: expansão – quando se faz a aquisição de ativos imobilizados para aumentar a produção, participação no mercado ou área geográfica; substituição – quando se busca substituir ou renovar ativos obsoletos ou gastos pela elevada vida útil. Isso inclui a reposição ou atualização tecnológica; modernização – trata-se da reconstrução, recondicionamento ou adaptação de uma máquina ou das instalações para maior



eficiência; Intangíveis – são os gastos com propaganda, pesquisa e desenvolvimento, treinamento e serviços de consultoria à administração.

A fase de elaboração de um projeto é composta por etapas que vão desde a geração de propostas, passando pela elaboração e a avaliação, tomada de decisão, implementação e por fim o acompanhamento (AMARAL, 2011). Neste estudo desenvolve-se especificamente a etapa de elaboração e avaliação de um projeto de investimento que consistiu na reunião de informações coletadas e processadas com o objetivo de analisar uma decisão de investimento a partir da determinação dos fluxos de caixa projetados para um período de 180 meses.

Em se tratando de avaliação de investimento, o gestor faz uso de técnicas que fornecem informações necessárias para que se possa decidir em aceitar ou rejeitar determinado projeto. Rosa et al. (2020) utilizaram essas técnicas com o objetivo de avaliar economicamente o investimento em sistema de iluminação LED (*light emitting diode*) de aviários *dark house*, após a estabilização dos preços e da qualidade das lâmpadas LED disponíveis no mercado nacional.

Em outras áreas de estudo, também é possível encontrar trabalhos que avaliaram a viabilidade em seus projetos a partir das técnicas mencionadas anteriormente, como é o caso de Rodrigues e Abi Saab, (2007) que avaliaram a viabilidade econômica da utilização de colhedoras automotrizes de cana-de-açúcar sem queima em toletes, comparando com o custo da colheita manual da cana queimada. Marcomini e Ospina-Patino, (2020) analisaram a viabilidade econômica da mudança do sistema semimecanizado para o sistema mecanizado de colhedoras de batata.

Conforme Ross et al. (2015), dentre as técnicas utilizadas para a análise de viabilidade econômica, a primeira é o período de *Payback*. Aplicação muito utilizada em análises de investimentos que traduz o tempo necessário para recuperar o valor do investimento realizado. Essa estimativa pode ser feita por meio do *Payback* Descontado, quando o valor do dinheiro é considerado no tempo e os fluxos de caixa são descontados a valor presente. O *Payback* Descontado é dado em uma unidade de tempo e é de fácil interpretação e visualização. Este indicador é comparado com o prazo máximo de recuperação do capital investido definido pelo investidor e se o *Payback* Descontado for menor que esse prazo, o projeto deve ser aceito, se for maior deve ser rejeitado e se caso o *Payback* Descontado for igual ao prazo estipulado pelo investidor, a decisão é indiferente e o investimento fica a critério do tomador de decisão.

Valor Presente Líquido (VPL) considera o valor do dinheiro no tempo e também o custo de oportunidade do capital, permitindo a comparação direta com alternativas deste, sendo o VPL a soma algébrica dos saldos do fluxo de caixa descontados à taxa de juros para determinada data (ROSS et al., 2015; WOILER; MATHIAS, 1996).

O cálculo do VPL é, de forma simplificada, a diferença entre as receitas totais geradas por um projeto e os seus custos totais, todos a valor presente. Significa que um projeto será viável ou não ao se deduzir do valor atual de uma série uniforme de capitais futuros, por meio do desconto de uma taxa de juros apropriada, o custo do investimento inicial. A equação utilizada para calcular o VPL é dada por:

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

FC_j é o fluxo (benefício) de caixa de cada período; k é o custo de capital ou TMA, representada pela rentabilidade mínima requerida; Inv é o investimento previsto no momento zero e o n é o número de períodos analisados (ROSS et al., 2015).

Para analisar o VPL pode-se ter receitas maiores que os custos, logo o VPL > 0, desta forma o investimento será recuperado e gerará lucro extra na data presente (t=0) (ASSAF NETO, 2010). Neste caso pode-se concluir que o projeto é economicamente viável e deve ser



implantado. Se o $VPL < 0$, os custos incorridos à vista superam as receitas geradas, logo o projeto é economicamente inviável e não deve ser executado. Por último, se o $VPL = 0$, o projeto é considerado neutro e assim há uma indiferença entre a implantação ou não do projeto.

Outra forma de avaliar a viabilidade do projeto é por meio do Valor Uniforme Líquido (VUL), também conhecido como Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE). O VUL consiste em achar, através da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), uma série uniforme anual equivalente ao fluxo de caixa do investimento, ou seja, os custos e os benefícios de um fluxo de caixa são transformados em valores anuais, uniformes e equivalentes, para que assim sejam comparados. Logo, se o $VUL > 0$, os benefícios serão maiores que os custos e por isso o projeto pode ser considerado viável. Quando os benefícios são menores que os custos, o VUL é negativo tornando assim o projeto inviável. Por último, quando custos e benefícios se igualam, o $VUL = 0$ é indiferente ao tomador de decisão realizar ou não o investimento.

A equação utilizada para calcular o VUL é a seguinte:

$$VUL = VPL \times \frac{[(1+i)^n \times i]}{[(1+i)^n - 1]} \quad (2)$$

VPL é o Valor Presente Líquido; i é a Taxa Mínima de Atratividade; n é o período de tempo analisado.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) ou Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR-M) é importante para analisar investimentos iniciais elevados e que contribuem para a produção por vários períodos de tempo, como por exemplo em empreendimentos agropecuários e industriais (MAYA, 2003). A TIR é a taxa de desconto que iguala, em determinado momento, as entradas com as saídas previstas em caixa. A equação utilizada para calcular a TIR é a seguinte:

$$TIR = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+k)^t} \quad (3)$$

I_0 é o montante de investimento no momento zero (início do projeto); I_t é o montante de investimento previsto em cada momento subsequente; k é a taxa de rentabilidade anual equivalente periódica.

Como critério de seleção de viabilidade do projeto é preciso comparar a TIR com uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), com uma taxa de juros mínima que o investidor pretende obter com o seu investimento, ou seja, é a taxa a partir da qual o investidor considera que está obtendo ganhos financeiros. Logo se TIR (ou TIRM) for maior que a TMA, o projeto é considerado economicamente viável e pode ser aceito; Se TIR (ou TIRM) for menor que a TMA, o projeto não é economicamente viável e deve ser rejeitado. Por último, se TIR (ou TIRM) for igual a TMA, é indiferente a realização do projeto uma vez que o retorno é nulo (CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 2010).

O método mais utilizado para o cálculo da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é o Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (CAPM) (*Capital Asset Pricing Model*) que apura para cada nível de risco assumido, uma determinada taxa de retorno (POVOA, 2007; ROSS et al., 2015). A equação para cálculo da TMA por meio do CAPM é apresentada a seguir:

$$E(R) = R_f + \beta(R_m - R_f) \quad (4)$$

$E(R)$ é o Retorno Mínimo Esperado calculado pelo modelo de precificação de ativos financeiros (CAPM); R_f é a Taxa livre de risco; β é o índice de Beta que indica o risco associado ao investimento; R_m é a Taxa de Retorno do mercado.



Souza, (2018) utilizou esse modelo para avaliar a viabilidade na substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas de led em aviários *dark house* e afirma ser esse o modelo mais utilizado para determinar o custo do capital próprio na maioria dos países desenvolvidos, e também se aplica ao cenário brasileiro. O método CAPM foi utilizado por Cerávolo e Hochheim, (2016) para determinar a taxa de retorno do acionista na análise de viabilidade econômica de um empreendimento imobiliário comercial, por Leal; Sampaio e Bessegato, (2018) para avaliar a viabilidade na produção de leite caprino e por Karpinski, (2017) para avaliar a viabilidade do confinamento de bovinos.

4. Análise de risco: análise de cenários e simulação de Monte Carlo

Em virtude de possíveis oscilações internas à empresa ou mercadológicas e que por sua vez causam alguma alteração nos custos do projeto, ocorrem fatores que afetam diretamente o fluxo de caixa projetado. Dessa forma, há risco em uma atividade sempre que ocorrerem mudanças no estado das variáveis relevantes, as quais afetarão o retorno esperado do investimento. Por isso, é necessário que se faça uma análise de risco para mensurar a amplitude dos seus efeitos. Há diversos métodos para se fazer esta análise, porém dois deles são os mais utilizados. O primeiro é a análise de cenários e o segundo, a simulação de Monte Carlo (AMARAL, 2011).

A análise de cenários estuda uma série de diferentes situações com que o projeto pode se deparar, considerando as relações entre as variáveis e suas mudanças simultâneas. Nessa técnica compara-se as circunstâncias favoráveis e desfavoráveis em relação a situação real encontrada (CORREIA NETO, 2009).

A análise de cenários é uma técnica que auxilia o tomador de decisão na avaliação dos efeitos dos riscos discretos inerentes a qualquer projeto, ou seja, permite examinar a viabilidade do investimento nos cenários pessimista, realista e otimista. A simulação oferece condições mais flexíveis na maneira de se examinar os efeitos dos riscos contínuos. Os valores de saída de uma simulação assumem a forma de uma distribuição dos valores simulados e de um valor esperado para as diferentes situações (DAMODARAN, 2009; ROSA et al., 2020).

Nas simulações, o cenário pessimista é encontrado diante de uma combinação desfavorável de variáveis componentes do fluxo de caixa que conduz a um resultado inferior ao realista, podendo, inclusive, ser negativo. O cenário otimista é uma possibilidade de ocorrência simultânea de uma série de comportamentos favoráveis de variáveis do fluxo de caixa. Seu resultado é mais interessante do que o resultado do cenário mais realista, conduzindo a um maior valor do projeto. A partir da elaboração dos dois cenários é possível encontrar os indicadores para análise de viabilidade e assim fazer uma comparação com o cenário realista (CORREIA NETO, 2009).

No entanto, a criação de cenários diversos é limitada em função de existirem muitas possibilidades e para auxiliar a criação e análise desses cenários se utiliza o Método de Monte Carlo (MMC).

O método de Monte Carlo (MMC) faz uso de ferramentas computacionais para simular cenários futuros, baseados em variáveis cujos valores são gerados aleatoriamente dentro de uma distribuição de probabilidade. Essas variáveis aleatórias são chamadas estocásticas (SOUZA; BRANDALISE, 2020).

Segundo Correia Neto, (2009), o VPL pode ser utilizado como uma variável estocástica, porém outras contas cujos comportamentos futuros são certos e previsíveis com mais assertividade, podem ser utilizadas sem o comportamento aleatório. As etapas para realizar uma simulação de Monte Carlo são:

1. Elaborar um fluxo de caixa e calcular o VPL do projeto;



2. Especificar a distribuição de probabilidades de cada variável estocástica do fluxo de caixa e especificar os valores das variáveis não estocásticas;
3. Por meio de um programa de computador atribuir aleatoriamente um valor para cada variável estocástica dentro da distribuição de probabilidade especificada para ela;
4. Os valores gerados para cada variável estocástica, juntamente com os demais valores, são empregados no modelo para determinar os fluxos de caixa líquidos para cada período e calcular um VPL;
5. As etapas 3 e 4 são repetidas n vezes, resultando em n VPLs, que comporão uma distribuição de probabilidades.

Ainda conforme Correia Neto, (2009, p.206),

“Com o MMC, a análise não poderá ser baseada em um VPL pontual, mas sobre a lista de VPLs gerados pela simulação, que será tratada como uma distribuição de probabilidades. Com esses valores, podem ser inferidos os resultados esperados do projeto. Além disso, utilizando as propriedades da distribuição, podem ser estimadas as probabilidades de ocorrência de determinadas faixas de valores. Em particular, pode ser estimada a probabilidade de o resultado do projeto ser negativo (VPL negativo ou TIR inferior à TMA)”.

A principal contribuição da Simulação de Monte Carlo é que o tomador de decisão tem a possibilidade de avaliar cenários por meio das diversas interações realizadas entre as variáveis mais importantes do projeto (ASSAF NETO, 2010; DAMODARAN, 2009; ROSS et al., 2015).

5. Material e métodos

Nesse estudo, o tempo analisado para o retorno do valor investido foi considerada a vida útil da máquina de apanha de 15 anos, sendo que no final deste período a máquina será vendida como sucata.

Desta forma, a metodologia utilizada foi o levantamento de todos os custos incorridos para implantação do projeto, seguido do cálculo para definir a receita operacional. A partir disso foi elaborado o Fluxo de Caixa e a aplicação das técnicas de análise de investimento como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR-M), *Payback* Descontado (PBD) e Valor Uniforme Líquido (VUL ou VAUE), e por último uma análise de cenários e análise de Monte Carlo.

As informações e dados necessários para os cálculos representam a realidade das empresas brasileiras no período entre janeiro de 2015 e dezembro de 2019. Optou-se por não utilizar dados de 2020 e 2021 devido à volatilidade causada pela pandemia do Corona Vírus (Covid-19). O que se deve levar em consideração são dois aspectos principais: o custo da apanha manual realizado por empresa terceirizada e o custo da apanha mecanizada a ser realizado pela própria empresa. Optou-se por não tomar como referência uma planta frigorífica específica, mas a capacidade de abate de 144 mil aves/dia, que é a capacidade máxima de uma máquina de apanha. Os cálculos consideram a implantação de um sistema *Peer System* completo. A partir desse cenário base, foi possível analisar possíveis cenários diante das possíveis variações de mercado e de produção diária.

As informações necessárias para a elaboração do fluxo de caixa e cálculo dos indicadores de viabilidade foram disponibilizadas por duas empresas do setor de apanha de aves situadas no estado de Santa Catarina. As empresas foram selecionadas por serem as únicas com disponibilidade em colaborar com a pesquisa. As entrevistas ocorreram entre junho e dezembro de 2020 via telefone com o objetivo de identificar a descrição e maiores detalhes sobre os equipamentos, mão-de-obra e os custos para implantação da apanha manual e mecanizada.



Considerou-se que o investimento inicial é totalmente financiado pela empresa e não foi necessário a contratação de empréstimos de terceiros. A receita bruta foi obtida a partir do valor economizado com mão-de-obra terceirizada e combustível gasto com os caminhões de transporte após a implantação do sistema.

A taxa de câmbio e o valor do combustível (Diesel S10) dizem respeito a cotação média do Euro e dos valores médios de mercado do combustível entre janeiro de 2015 e dezembro de 2019 (AGENCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, 2020; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2020).

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) foi calculada por meio do Modelo de Precificação de Ativos Financeiros, mais conhecido por CAPM, sigla em inglês para *Capital Asset Pricing Model*. Este modelo considera uma taxa livre de risco média (Taxa Selic: 9,26%), o índice Beta (20,15% ou 0,2015) e por último a taxa de remuneração do mercado (Ibovespa: 20,59%). As informações e dados necessários para os cálculos da TMA foram extraídos a partir de uma média encontrada no período entre janeiro de 2015 e dezembro de 2019. Neste caso o cálculo apresentou a uma TMA de 11,54% a.a.

6. Análise e discussão dos resultados

6.1 Investimento inicial

Para a elaboração do fluxo de caixa, o primeiro passo foi identificar o valor total do investimento inicial que consiste na aquisição de veículos, máquinas e equipamentos necessários para a mecanização da apanha de frangos de corte no Brasil. Dalzotto Artuzo et al. (2015) mostram a importância de se dimensionar as máquinas e equipamentos na quantidade correta para que não haja aumento dos custos finais de produção.

No Quadro 3 estão detalhados os itens e seus respectivos custo de aquisição para um sistema de apanha mecanizada começar a operar no Brasil. Como alguns dos equipamentos são importados da Holanda e seu preço é cotado em Euro, foi necessário encontrar a taxa de câmbio média referente ao período analisado para conversão em Dólar entre janeiro de 2015 e dezembro de 2019. Desta forma o valor médio de um Euro para o período analisado foi de U\$1,1295. O mesmo foi feito para os produtos adquiridos em Real convertidos a uma taxa de U\$0,28 para cada Real.

Conforme Ben e Aimi, (2017), a importação pode ser uma alternativa de redução de custos para as empresas, mas exige muita dedicação e conhecimento por parte de quem a executa. Para os autores é um processo complexo e atenção especial deve ser dada aos custos envolvidos para que a tomada de decisão seja realizada com eficiência e gere benefícios econômicos para a empresa.

Para a implantação de um sistema completo, faz necessário a aquisição de uma máquina de apanha, duas plataformas *Shuttle*, três trailers de transporte, uma estação de desembarque e uma estação de limpeza e desinfecção dos trailers de transporte, ainda é necessário a aquisição de uma carreta sider para o transporte dos equipamentos, quatro caminhões (cavalo mecânico Volkswagen *Constellation* 19.330 com tração 4x2) para a condução dos trailers e da carreta sider e por último um carro popular de cinco lugares que fará o transporte da equipe de apanha conforme Quadro 3.

Quadro 1: Relação de veículos, máquinas e equipamentos necessários para a mecanização da apanha por meio de um sistema com capacidade de 144 mil aves/dia

DESCRIÇÃO	Valor Unit.	Valor Total	Frete + Impostos = 30%	Taxa de importação	Total Geral Real
01 Máquina de Apanha	\$ 97.137,00	\$ 97.137,00	\$ 29.141,10		\$ 126.278,10



02 Plataforma Shuttle	\$ 112.950,00	\$ 225.900,00	\$ 67.770,00		\$ 293.670,00
03 Trailer de Transporte*	\$ 248.490,00	\$ 745.470,00	\$ 223.641,00	\$ 89.456,40	\$ 1.058.567,40
01 Estação de Desembarque	\$ 62.122,50	\$ 62.122,50	\$ 18.636,75		\$ 80.759,25
01 Torre de Lavação	\$ 33.885,00	\$ 33.885,00	\$ 10.165,50		\$ 44.050,50
01 Carreta Sider	\$ 38.786,03	\$ 38.786,03			\$ 38.786,03
04 Caminhão**	\$ 107.581,68	\$ 430.326,71			\$ 430.326,71
01 Carro popular	\$ 11.324,39	\$ 11.324,39			\$ 11.324,39
04 Venda do Caminhões***	\$ 42.466,45	\$ 169.865,81			-\$ 169.865,81
2.500 Caixas de Transporte	\$ 16,99	\$ 42.466,45			-\$ 42.466,45
*Além dos 30% de frete e impostos, o trailer de transporte ainda possui 12% de taxa de importação. **Caminhão Volkswagen Constellation 19.330 com tração 4x2. Capacidade para composição de até 45 toneladas de peso bruto total combinado. ***Caminhão Volkswagen Constellation 24.250 4º eixo.					\$ 1.871.430,11

Fonte: Dados da pesquisa

Finalizando os itens de investimento inicial, há a necessidade de venda dos caminhões e caixas de transporte utilizados até o momento da implantação do novo sistema de apanha mecanizada de aves. Os trailers de transporte do novo sistema de apanha e transporte substituirão quatro caminhões Volkswagen Constellation 4º eixo cotados no valor de \$42.466,45 cada e 2.500 caixas de transporte ao valor de \$16,99 cada, totalizando \$212.332,26 que serão utilizados como fonte de capital para investimento inicial.

Além do valor unitário dos equipamentos, ainda fazem parte do cálculo os custos com frete, impostos e taxas. Vale ressaltar que o único item com taxa de importação é o trailer de transporte (12%) somado aos 30% das demais taxas entre frete e impostos.

Um projeto de investimento pode ser financiado por meio do capital próprio ou capital de terceiros por meio de financiamento bancário, empréstimos, entre outros (HASTINGS, 2017). Nesse estudo, foi estabelecido que o investimento seria realizado com aporte apenas de capital próprio.

6.2 Custo fixo e custo variável

No Quadro 4 são apresentados os custos fixos estimados para a implantação de um sistema de apanha mecanizada. De acordo com Dalzotto Artuzo et al. (2015) os custos fixos permitem ao investidor realizar a quantificação da participação do capital imobilizado, no longo prazo, em sua atividade, porém se comparado à outros projetos, pode haver considerável variação em função da sua atuação.

Para o cálculo do custo fixo considerou-se a realização de dois turnos diários de trabalho onde são necessários quatro operadores de apanha, um funcionário extra para cobrir as férias de toda a equipe e um supervisor. Neste formato a empresa terá um custo fixo mensal de \$6.934,99 já inclusos salários, encargos trabalhistas, décimo terceiro salário, férias e alimentação diária, gerando um custo fixo anual de \$83.219,86 conforme Quadro 4.

Quadro 2: Descrição e cálculo do custo fixo para implantação de um sistema de apanha mecanizada com capacidade de 144 mil aves/dia

Descrição	Salário Mensal	13º	Férias + 1/3	FGTS	INSS	Total Unitário	Total Geral
-----------	----------------	-----	--------------	------	------	----------------	-------------



04 Operadores Técnico em Apanha	\$ 707,77	\$ 58,98	\$ 78,62	\$ 67,63	\$ 226,56	\$ 1.139,56	\$ 4.558,25
01 Funcionário extra	\$ 574,96	\$ 47,91	\$ 63,87	\$ 54,94	\$ 184,05	\$ 925,73	\$ 925,73
01 Supervisor	\$ 707,77	\$ 58,98	\$ 78,62	\$ 67,63	\$ 226,56	\$ 1.139,56	\$ 1.139,56
05 Refeições x 22 dias	\$ 2,83					\$ 14,15	\$ 311,42
					Custo Fixo Mensal	\$ 6.934,99	
					Custo Fixo Anual	\$ 83.219,86	

Fonte: Dados da pesquisa

No cálculo dos custos variáveis são considerados três itens: energia elétrica utilizada pela estação de desembarque e torre de lavagem, o combustível utilizado pela máquina de apanha, *Shtuttles*, caminhões de transporte e carro de apoio e o custo de manutenção das máquinas e equipamentos. Considerou-se que os motores elétricos de 400V 16A trabalham durante dois turnos de oito horas cada. A quilometragem diária média percorrida pelos caminhões é de 1900 km com autonomia de 2,8 km/L e o valor médio do óleo diesel entre 2015 e 2019 foi de \$0,94. O custo variável médio da empresa é de \$22.787,28 ao mês, considerando o preço médio da energia em KW/h de \$0,18, o preço médio do combustível e o custo médio de manutenção de 1% ao ano sobre o valor das máquinas, veículos e equipamentos.

6.3 Fluxo de caixa

Na elaboração do fluxo de caixa foi considerada uma linha temporal produtiva de 180 meses, equivalente aos quinze anos de vida útil da máquina de apanha.

Para as fontes de receita utilizou-se o cálculo de quanto a indústria economizaria deixando de pagar pelo trabalho de empresas terceirizadas que atualmente realizam a apanha manual das aves. Em um prévio levantamento dos últimos cinco anos, chegou-se ao valor médio de \$18,11 por milheiro de ave. Em condição semelhante de análise, Rosa et al. (2020) consideraram como entradas para o fluxo de caixa de seu projeto a economia de energia gerada após a substituição de lâmpadas fluorescentes compactas por lâmpadas de led.

Também foram considerados como receita os custos de um funcionário que a empresa deixa de remunerar a partir do momento em que não é mais necessário se fazer a lavagem das caixas de transporte. Semelhante ao trabalho de Zaroni et al. (2019), a diferença no custo com combustível, sendo que o número de viagens diminui considerando que o trailer de transporte tem capacidade para 6.668 aves e um caminhão 4 eixos tem capacidade para 5.555 aves. Sendo assim, com a mecanização da apanha, uma planta frigorífica que abate 144 mil aves/dia economiza ao mês \$60.772,46 que entra no fluxo de caixa como receita bruta (Quadro 5).

Quadro 3: Fluxo de Caixa simulado com base na apanha e abate diário de 144 mil aves

Contas	Jan/2021	Fev/2021 a Nov/2036	Dez/2036
Receita Bruta de Vendas		\$ 60.772,46	\$ 60.772,46
(-) Custos e Despesas Variáveis Totais		\$ 22.787,28	\$ 22.787,28
(=) Margem de Contribuição		\$ 37.985,18	\$ 37.985,18
(-) Custos e Despesas Fixas Totais		\$ 6.934,99	\$ 6.934,99
(-) Depreciação		\$ 11.531,17	\$ 11.531,17
(=) Lucro Antes do Imposto de Renda		\$ 19.519,02	\$ 19.519,02
(-) IR e contribuição social (34%)		\$ 6.636,47	\$ 6.636,47
(=) Lucro Operacional Líquido		\$ 12.882,56	\$ 12.882,56
(+) Depreciação		\$ 11.531,17	\$ 11.531,17
(=) Fluxo de Caixa Operacional		\$ 24.413,72	\$ 24.413,72
(+) Investimento Fixo	-\$1.871.430,11		
(+) Capital de Giro			



(=) Fluxo de Caixa Livre	-\$1.871.430,11	\$ 24.413,72	\$ 24.413,72
--------------------------	-----------------	--------------	--------------

Fonte: Dados da pesquisa

O fluxo de caixa descrito no Quadro 5 apresenta os valores relativos ao investimento inicial no ano zero e demais previsões para os meses seguintes até o décimo quinto ano do projeto.

6.4 Indicadores de viabilidade econômica

Após aplicar as técnicas de avaliação de investimento sobre os valores demonstrados pelo fluxo de caixa, os indicadores de viabilidade econômica são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1: Indicadores de viabilidade econômico-financeira para abate diário de 144 mil aves

Indicadores	Resultado
Valor Presente Líquido (VPL)	\$ 288.115,73
Valor Futuro Líquido (VFL)	\$ 1.482.608,77
Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)	\$ 3.269,50
Payback Descontado (PD)	10,96 anos
Taxa Interna de Retorno (TIR)	1,140% a.m.
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	0,995% a.m.

Fonte: Dados da pesquisa

A TMA obtida no trabalho considerou como taxa livre de risco a média dos títulos do tesouro entre os anos de 2015 e 2019 e o beta do CAPM foi atribuído a partir do retorno obtido pela JBS S.A. (i. e. JBBS3) e o retorno de mercado (i. e. Ibovespa). Os dados da JBS S.A. foram adotados na pesquisa por ser o maior representante entre as indústrias processadoras de carne do mundo (JBS, 2019). Portanto a TMA foi calculada considerando o retorno livre de risco de 9,26% a.a. + o prêmio de 2,27% a.a. que totalizou 11,54% a.a.

Considerando uma TMA de 11,54% ao ano, ou seja, 0,914% ao mês, o Valor Presente Líquido (VPL) encontrado foi de \$288.115,73, o Valor Futuro Líquido (VFL) de \$1.482.608,77 e Valor Uniforme Equivalente (VAUE) de \$3.269,50. Considerando que todos os indicadores foram positivos nas atuais condições de mercado e de produção, o projeto de investimento é considerado economicamente viável.

Além desses três indicadores ainda se utiliza outra técnica de avaliação para se certificar do resultado, esse método recebe o nome de Taxa Interna de Retorno (TIR), e de acordo com os cálculos foi obtida uma TIR de 1,140% a.m., superior a TMA de 0,914% a.m. Isso indica que o projeto deve ser aceito, pois produzirá valores positivos ao investidor.

Além da TIR, há a TIRM (Taxa Interna de Retorno Modificada) que é um método de análise que consiste em trazer os fluxos de caixa negativos para valor presente e levar os fluxos de caixa positivos para valor futuro. Essa técnica resulta em um novo fluxo de caixa que elimina alguns dos problemas da TIR, quando estimada na sua maneira tradicional. Conforme o dado apresentado a TIRM foi de 0,995% a.m., ainda superior a TMA de 0,914% a.m., isso reforça que o projeto deve ser aceito pelo investidor nas condições de mercado apresentadas.

Com relação ao período para retorno do investimento, o tempo necessário para que a soma das receitas líquidas se igualasse ao valor do investimento inicial em um período de quinze anos foi de 10,96 anos. O número de anos em que a soma do fluxo de caixa, descontado o custo de capital no tempo a partir do investimento se torna nulo (Payback Descontado – PBD), foi suficiente para alcançar o valor investido dentro do período analisado. Esse indicador é de fácil interpretação, e fornece uma informação importante ao tomador de decisão. Da Silva et al.



(2019), reforçam que quanto menor o tempo necessário para recuperar o capital investido, menor é o risco de o projeto não se pagar.

6.5 Análise de possíveis resultados com base em diferentes cenários

Buscando avaliar os riscos da sensibilidade do projeto, conforme Zaroni et al. (2019), optou-se por simular diferentes cenários em relação ao número de aves abatidas por dia de acordo com a capacidade de apanha por máquina. A partir disso, foram avaliadas em quais condições o projeto apresenta viabilidade econômica para realização do investimento. Os resultados destas simulações podem ser apreciados nas Tabela 3.

Tabela 2: Simulação e resultados de possíveis cenários com base no número de máquinas e sua respectiva capacidade de apanha por dia

Nº de máquinas	AVES/DIA x 1000	VPL	VFL	VAUE	PBD	TIR	TIRM
1	144	\$ 288.115,73	\$ 1.482.608,77	\$ 3.269,50	10,96	1,140	0,995
2	288	\$ 568.235,74	\$ 2.924.072,58	\$ 6.448,26	11,04	1,133	0,993
3	432	\$ 837.414,68	\$ 4.309.234,95	\$ 9.502,87	11,10	1,129	0,991
4	576	\$ 1.522.064,57	\$ 7.832.360,68	\$ 17.272,18	10,00	1,221	1,022
5	720	\$ 1.842.203,25	\$ 9.479.755,72	\$ 20.905,07	10,13	1,209	1,018
6	864	\$ 2.100.222,64	\$ 10.807.492,36	\$ 23.833,04	10,32	1,192	1,013
7	1008	\$ 2.784.872,52	\$ 14.330.618,10	\$ 31.602,36	9,83	1,237	1,028
8	1152	\$ 3.054.051,46	\$ 15.715.780,46	\$ 34.656,96	10,00	1,221	1,022
9	1296	\$ 3.385.131,22	\$ 17.419.476,95	\$ 38.414,01	10,06	1,216	1,021
10	1440	\$ 4.058.840,03	\$ 20.886.301,24	\$ 46.059,17	9,75	1,245	1,030

Legenda: Nº de máquinas é a quantidade de máquinas de apanha por cenário analisado; Aves/Dia é o número de aves abatidas por dia no frigorífico multiplicado por mil; VPL: Valor Presente Líquido; VFL: Valor Futuro Líquido; VAUE: Valor Anual Uniforme Equivalente; PBD: *Payback* Descontado; TIR: Taxa Interna de Retorno; TIRM: Taxa Interna de Retorno Modificada.

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme mencionado anteriormente, na análise dos indicadores de viabilidade econômica, o primeiro cenário mostra que é viável a aquisição de um sistema de apanha mecanizada com capacidade para 144 mil aves/dia nas condições de mercado descritas nesse estudo, pois há uma evolução crescente do VPL desde o primeiro cenário analisado, ou seja, conforme o número de aves apanhadas por dia aumenta, o VPL também aumenta.

O cenário 10 (conjunto de 10 sistemas completos – Tabela 3) foi o que apresentou menor tempo de retorno dos investimentos apesar do investimento ser maior apresentando um *payback* descontado de 9,75 anos. Sua capacidade de apanha é de mais de um milhão e quatrocentas mil aves por dia e a TIR ficou 36% a cima da TMA.

Mesmo que esse volume diário de abate não seja realizado em uma única planta frigorífica, esse número pode ser alcançado quando somadas as capacidades de duas ou mais unidades de um mesmo grupo, podendo assim o sistema ser distribuído e atender à demanda diária de aves apanhadas.

6.6 Simulação de Monte Carlo sobre o VPL

Dentre as diversas técnicas que permitem a análise de viabilidade econômica, Pazzini et al. (2015) sugerem o Método de Monte Carlo para auxiliar nos cálculos e análises por meio de planilhas eletrônicas do Microsoft Office Excel. O método proporciona a criação de vários cenários além do otimista, pessimista e o realista.

A primeira etapa para realizar a Análise de Monte Carlo é selecionar variáveis de entrada que causam algum tipo de alteração nos parâmetros de saída. Foi feita uma análise de



sensibilidade que auxilia na identificação das variáveis que afetam mais levemente ou drasticamente o VPL do projeto (ZARONI et al., 2019).

Considerando o cenário base (144 mil aves/dia) foram avaliadas as variações entre os valores mínimos e máximos encontrados entre 2015 e 2019 tanto na taxa de câmbio quanto no preço do combustível. Neste sentido, consideramos essas variações mínimas e máximas como os cenários pessimista e otimista em relação ao cenário realista. Ben e Aimi, (2017) destacam a importância de monitorar a cotação do câmbio, uma vez que essa variável pode inviabilizar a operação de importação, quando a mesma apresentar valores altos para a moeda estrangeira que encareçam demasiadamente o custo de aquisição. Os resultados constam na Tabela 4.

Tabela 3: Simulações de variação da taxa de câmbio e do preço do combustível para o período entre 2015 e 2019 com apanha de 144 mil aves/dia

Índices	VPL	VFL	VAUE	PBD	TIR	TIRM
Realista	\$ 288.115,73	\$ 1.482.608,77	\$ 3.269,50	10,96	1,140	0,995
Câmbio a \$1,02	\$ 419.029,50	\$ 2.156.275,24	\$ 4.755,09	9,55	1,265	1,037
Câmbio a \$1,25	\$ 131.917,97	\$ 678.833,99	\$ 1.496,99	12,94	1,010	0,949
Combustível a \$0,84	\$ 390.577,98	\$ 2.008.410,34	\$ 4.429,01	10,04	1,217	1,021
Combustível a \$1,04	\$ 183.462,70	\$ 944.076,95	\$ 2.081,91	12,11	1,060	0,967

Fonte: Dados da pesquisa

O menor valor da taxa de câmbio encontrado no período analisado foi de \$1,02 e caso esse fosse o valor do Euro em relação às demais condições de mercado, o projeto teria uma viabilidade ainda mais expressiva diante do cenário realista para abate de 144 mil aves/dia. O PBD neste cenário é de 9,55 anos, período de tempo em que o investidor levaria para recuperar o capital investido.

Nesse mesmo sentido, apesar de haver uma queda significativa dos indicadores de viabilidade, o mesmo ocorre com o Euro custando \$1,25, que foi o maior valor encontrado entre 2015 e 2019. Neste cenário, apesar da taxa de câmbio ter aumentado, o projeto ainda é considerado viável uma vez que todos os indicadores analisados ficaram positivos. Essas duas análises mostraram o quanto o projeto pode ser influenciado e é sensível à taxa de câmbio. Isso tem maior relevância pelo fato de que a maior parte das máquinas são importadas da Holanda e sua aquisição é negociada em Euro.

Uma variável que aparentemente não tem influência sobre a viabilidade do projeto é o combustível utilizado pela máquina de apanha, *Shuttle* e os caminhões dos trailers de transporte. Porém, em uma análise feita a partir do valor do óleo diesel no mesmo período, foi possível observar que existe a necessidade de se atentar à essa variável. Como é possível observar na Tabela 4, caso o preço do litro do óleo diesel custasse \$0,84 (menor valor médio encontrado no período) o VPL seria de \$390.577,98. Em contrapartida, se o valor do combustível subir para \$1,04, maior valor médio encontrado no período analisado, o VPL seria de apenas \$183.462,70, ou seja, um aumento de 24,0% no preço do combustível causa uma queda de 53,0% no VPL. Esse cenário não torna o projeto inviável, porém chama a atenção para uma variável muito sensível que pode impactar diretamente no resultado final.

Após identificar que a sensibilidade se aplica ao câmbio e ao preço do combustível, realizou-se a Análise de Monte Carlo com o propósito de verificar como o VPL e o Índice de Lucratividade (IL) se comportam quando ocorrem variações no preço do diesel, na taxa de câmbio e no aumento no número de aves abatidas por dia. Os resultados podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 4: Simulação de Monte Carlo sobre o VPL em dez possíveis cenários diferentes

Cenários	Nº de Aves/dia	VPL Médio	Desvio Padrão	VPL<0	IL	Dif
----------	----------------	-----------	---------------	-------	----	-----



01	144	\$ 255.192,79	\$ 134.222,48	2,86%	1,15	-1
02	288	\$ 512.150,50	\$ 272.705,05	3,02%	1,15	-1
03	432	\$ 747.988,57	\$ 412.556,72	3,49%	1,15	-1
04	576	\$ 1.401.636,38	\$ 519.749,36	0,35%	1,21	-2
05	720	\$ 1.711.143,14	\$ 646.041,20	0,40%	1,20	-3
06	864	\$ 1.902.736,41	\$ 788.972,46	0,79%	1,19	-3
07	1008	\$ 2.562.630,04	\$ 901.236,88	0,22%	1,22	-4
08	1152	\$ 2.829.337,19	\$ 1.042.411,22	0,33%	1,21	-4
09	1296	\$ 3.106.691,12	\$ 1.176.187,98	0,41%	1,21	-5
10	1440	\$ 3.756.082,74	\$ 1.272.676,65	0,16%	1,23	-6

Legenda: **Nº de Aves/dia**: número de aves apanhadas pela máquina por dia multiplicado por mil; **VPL Médio**: Valor Presente Líquido Médio; **VPL<0**: Probabilidade de o Valor Presente Líquido ser menor que zero; **IL**: Índice de Lucratividade; **Dif**: Diferença no número de trailers de transporte e caminhões 4 eixos após a mecanização.

Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 5 apresenta os resultados de doze mil simulações de Monte Carlo realizadas em cada cenário. A mecanização da apanha se mostrou viável em todas as simulações, porém é importante que sejam avaliadas algumas das diferenças observadas entre cenários.

No caso da aquisição de uma máquina (cenário 1), existe viabilidade econômica e a probabilidade do VPL médio ser negativo é de 2,86%. Quando a análise é feita considerando dois conjuntos de máquinas (cenário 2), o número de aves apanhadas por dia dobra, porém, o IL se mantém (1,15) e o VPL médio ficou positivo (\$512,150,50) com a probabilidade desse resultado ser negativo em 3,02% das vezes.

Já no terceiro cenário, temos a implantação de três conjuntos de máquinas para apanha de 432 mil aves/dia. O VPL desse cenário ficou positivo e o IL se manteve o mesmo em comparação ao segundo cenário, porém, a probabilidade do VPL ser menor que zero subiu para 3,49% das vezes.

Há uma considerável queda nas chances do VPL médio ser menor que zero a partir do cenário 4 (0,35%). Essa variação ocorre em função da diminuição do número de caminhões que por sua vez gera considerável queda no gasto com combustível após a mecanização, ou seja, a economia com combustível (que nesse estudo entra como receita no fluxo de caixa) após a mecanização do sistema aumentou, impactando diretamente o fluxo de caixa.

7. Conclusões

O presente estudo contribui para a evolução da ciência avícola de várias maneiras. Ampliando a compreensão do processo de apanha mecanizada de frangos de corte. Auxiliando na identificação e descrição de máquinas e equipamentos utilizados para esse fim. Disponibiliza informações relevantes para a elaboração de planejamento estratégico relacionado a apanha de frangos de corte no Brasil.

O estudo fornece evidências de que o lucro líquido atribuído a mecanização da apanha é flexível em relação às variações na taxa de câmbio e do combustível utilizado no processo. O investidor precisa estar atento no ato da compra das máquinas e equipamentos, uma vez que este é o principal custo do negócio, afetando direta e significativamente a viabilidade econômica do projeto. Além do preço pago pelos equipamentos é essencial que se faça o correto planejamento do transporte das aves, já que se essa etapa for subestimada, se os caminhões consumirem combustível além dos limites diários necessários, irá influenciar negativamente os custos da apanha e conseqüentemente a viabilidade econômica do projeto.

O potencial para implantação do projeto não se restringe apenas aos grandes frigoríficos, mas também aos que possuem capacidade de abate diário a partir de 140 mil aves. O investidor precisa estar atento às condições de mercado, sobretudo em constante observação às variáveis mais sensíveis, e quando forem semelhantes às deste estudo optar pela mecanização da apanha.



O estudo mostrou que para as condições de mercado descritas na avicultura brasileira, há viabilidade econômica na implantação da apanha mecanizada de frangos de corte, porém, também foi possível identificar o quanto a atividade é sensível em relação aos custos de investimento e de execução.

Este trabalho possui algumas limitações que podem ser melhores exploradas em pesquisas futuras. Neste estudo não foram considerados os casos de empresas que necessitam tomar empréstimos por meio de financiamento para a realização do projeto e que pode influenciar diretamente o período de retorno dos investimentos e até mesmo a viabilidade econômica. O estudo foi realizado considerando a substituição de um sistema de apanha manual por um sistema de apanha mecanizada. Não foi avaliada a viabilidade econômica para a implantação do sistema em uma indústria que está iniciando suas operações.

Estudos futuros podem ser desenvolvidos com o objetivo de explorar a viabilidade econômica utilizando dados de outros sistemas de apanha mecanizada, a fim de comparar qual seria mais atrativa para o investidor sem deixar de considerar a qualidade de carcaça, qualidade de vida dos trabalhadores e o bem-estar animal. Também é necessário um estudo mercadológico complementar a esse que avalie a percepção dos consumidores brasileiros em relação aos atuais e potenciais métodos de apanha de frangos de corte. Há ainda a necessidade de estudos futuros sobre a aplicação da apanha mecanizada na estrutura das instalações avícolas brasileiras.

Referências

- ABREU, P. et al. **Métodos de apanha de frangos**. Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE). **Anais** em: FACTA. Campinas, SP: 2015. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1033523/1/final7790.pdf>>. Acesso em: 31 maio. 2020
- AGENCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Sistema de levantamento de preços**. Disponível em: <http://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Mensal_Index.asp>. Acesso em: 21 dez. 2020.
- AMARAL, I. DE C. Viabilidade de plantio de café na Zona da Mata mineira. 2011.
- ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas E Valor**. 5. ed. São Paulo: ATLAS, 2010.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Cotações e boletins**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes>>. Acesso em: 21 dez. 2020.
- BEN, F.; AIMI, M. J. Análise dos custos no processo de importação: Viabilidade de compra de matéria-prima no mercado externo para uma indústria de plásticos da serra gaúcha. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC**, v. 0, n. 0, 14 nov. 2017.
- BENINCASA, N. C. et al. Animal welfare: impacts of pre-slaughter operations on the current poultry industry. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 8, n. 2, p. 104–110, 2020.
- BORDEAUX-RÊGO, R. et al. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. 4. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2013.
- CAMPBELL, H. F.; BROWN, R. P. C. **Benefit-Cost Analysis: Financial and Economic Appraisal Using Spreadsheets**. [s.l.] Cambridge University Press, 2003.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- CERÁVOLO, E. F.; HOCHHEIM, N. Simulação de Monte Carlo Considerando dependência entre variáveis em análise de investimentos imobiliários. **XII Simpósio da Sociedade Brasileira de Engenharia de Avaliações**. Teresina-PI, 2016.
- CORREIA NETO, J. F. **Elaboração e Avaliação de Projetos de Investimento**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.



- DA SILVA, K. P. et al. Analysis of the economic viability of process automation: a case study in an agroindustrial poultry cooperative. **CEP**, v. 85, p. 390, 2019.
- DALZOTTO ARTUZO, F. et al. Decision making from the economic feasibility analysis: A case study in the sizing of agricultural machinery. v. 11, p. 183–205, 1 jul. 2015.
- DAMODARAN, A. **Gestão Estratégica do Risco**. [s.l.] Bookman, 2009.
- DE KONING, K.; GERRITS, A. R.; MIGCHELS, A. Mechanized harvesting and transport of broilers. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 38, n. 2, p. 105–111, 1 out. 1987.
- GROPPELLI, A. A.; NIKBAKHT, E. **Administração Financeira**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2009. v. |
- HASTINGS, D. F. **Análise Financeira de Projetos de Investimento de Capital**. [s.l.] Saraiva Educação S.A., 2017.
- JBS. **Nossa História** JBS - Alimentando o mundo com o que há de melhor, 28 jun. 2019. Disponível em: <<https://jbs.com.br/sobre/nossa-historia/>>. Acesso em: 1 mar. 2021
- KARPINSKI, R. Viabilidade do confinamento de bovinos utilizando alto grão, cenário 2016. **Revista da FAE**, v. 20, n. 2, p. 35–54, 2017.
- KETTLEWELL, P. J.; TURNER, M. J. B. A review of broiler chicken catching and transport systems. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 31, n. 2, p. 93–114, fev. 1985.
- KITTELSEN, K. E. et al. An Evaluation of Two Different Broiler Catching Methods. **Animals**, v. 8, n. 8, p. 141, 15 ago. 2018.
- LANNA, G. B. M.; REIS, R. P. Influência da mecanização da colheita na viabilidade econômico-financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais. maio 2012.
- LEAL, G.; SAMPAIO, D.; BESSEGATO, L. F. Avaliação econômico-financeira de produção de leite caprino na zona da mata mineira. **Revista Vianna Sapiens**, v. 9, n. 1, p. 24–24, 10 ago. 2018.
- MARCOMINI, G.; OSPINA-PATINO, M. Viabilidade econômica da colheita mecanizada de batata no Estado de São Paulo. **Boletim Técnico**, v. 3, n. 1, 30 abr. 2020.
- MAYA, F. L. A. **Produtividade e viabilidade econômica da recria e engorda de bovinos em pastagens adubadas intensivamente com e sem o uso da irrigação**. text—[s.l.] Universidade de São Paulo, 4 jul. 2003.
- MISHAN, E. J.; QUAH, E. **Cost-Benefit Analysis**. [s.l.] Routledge, 2007.
- MITCHELL, J. R.; DE BOOM, H. P. A. Traumatic Avulsion of the proximal femoral articular cartilage as a cause of hip dislocation in broiler chickens. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 57, n. 3, p. 133–137, 1986.
- MÖNCH, J. et al. The welfare impacts of mechanical and manual broiler catching and of circumstances at loading under field conditions. **Poultry Science**, v. 99, n. 11, p. 5233–5251, 1 nov. 2020.
- NELSON, G. S. A Mechanized System for Harvesting Broilers. **Transactions of the ASAE**, v. 27, n. 1, p. 41–44, 1984.
- PAZZINI, H. S. et al. Viabilidade econômica e simulação de monte carlo da produção de biodiesel de resíduos de soja. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 6, n. 1, p. 76–91, 14 out. 2015.
- PEER SYSTEM. **Leaflets**. Disponível em: <<http://www.peersystem.nl/en/news/folders-en>>. Acesso em: 25 jan. 2021.
- POVOA, A. **Valuation Como Precificar Acoes**. 2. ed. São Paulo: Globo, 2007.
- RIPOLI, T.; MIALHE, L. Custos de colheita da cana-de-açúcar no estado de São Paulo, 1981/82. **Álcool & Açúcar**, p. 18–26, 1982.
- RODRIGUES, E. B.; ABI SAAB, O. J. G. Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) na região de Bandeirantes – Pr. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 4, p. 581, 30 ago. 2007.



- ROSA, C. O. DA et al. Avaliação de projetos de investimento na avicultura de corte após consolidação de preços do LED. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 10, n. 0, p. 01–20, 14 jan. 2020.
- ROSS, S. A. et al. **Administração Financeira**. 10. ed. [s.l.] AMGH Editora, 2015.
- SLADER, J. et al. Impact of Transport Crate Reuse and of Catching and Processing on Campylobacter and Salmonella Contamination of Broiler Chickens. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, n. 2, p. 713–719, fev. 2002.
- SOUZA, C. S. et al. Tecnologia e sustentabilidade na cadeia avícola brasileira. Em: **X SIMBRAS - Simpósio brasileiro de agropecuária sustentável**. Viçosa - MG: [s.n.]. p. 240–267.
- SOUZA, D. P. DE. A Vulnerabilidade da cafeicultura: uma análise da rentabilidade econômica. 18 abr. 2018.
- SOUZA, V. M. A.; BRANDALISE, N. Analysis of economic-financial viability, by the monte carlo method, in service provider of non-destructible tests: case study. **Independent Journal of Management & Production**, v. 11, n. 4, p. 1454, 1 ago. 2020.
- WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos - Planejamento, Elaboração e Análise**. [s.l.] Atlas, 1996.
- WOLFF, I. et al. Harvesting-induced stress in broilers: Comparison of a manual and a mechanical harvesting method under field conditions. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 221, p. 104877, dez. 2019.
- ZARONI, H. et al. Monte Carlo Simulation approach for economic risk analysis of an emergency energy generation system. **Energy**, v. 172, p. 498–508, abr. 2019.
- ZEZULA, L. **Efeitos da introdução de um sistema PEER para a captura de aves**. České Budejovice: Universidade da Boémia do Sul, 2020.