

## **Análise de viabilidade econômica para a renovação de equipamentos na produção da cana-de-açúcar: um estudo de caso nas operações de tratos culturais**

*Analysis of economic viability for replacement of equipment in sugarcane production: a case study in cultural treatment operations*

**Paulo Italo Jordão de Lucas<sup>1</sup>, David Ferreira Lopes Santos<sup>2</sup>, Omar Jorge Sabbag<sup>3</sup> e Timóteo Ramos Queiroz<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Brasil, Mestrado em Administração, e-mail: pauloitalo10@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Brasil, Doutorado em Administração, e-mail: david.lopes@unesp.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Brasil, Doutorado em Geografia, e-mail: omar.sabbag@unesp.br

<sup>4</sup> Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Brasil, Doutorado em Engenharia Produção, e-mail: timoteo.queiroz@unesp.br

Recebido em: 21/06/2021 - Revisado em: 10/07/2021 - Aprovado em: 20/08/2021 - Disponível em: 01/01/2022

### **Resumo**

A cultura canavieira é uma das principais commodities do Brasil posicionando o país como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. A dinâmica competitiva do setor é regida, predominantemente, pela redução de custos, dessa forma os avanços tecnológicos aumentam os desafios de gerenciamento, em especial, na análise da viabilidade econômica dos empreendimentos. Sendo assim, pela ótica do gerenciamento de portfólio a avaliação da viabilidade econômica dos projetos se torna um grande aliado para seleção e priorização dos investimentos. Nesse ponto, destaca-se que esse trabalho teve como objetivo desenvolver um estudo de viabilidade econômica em um projeto de renovação de equipamentos das operações de tratos culturais da cana-de-açúcar, visando a avaliação comparativa dentro do portfólio de projetos de uma empresa sucroenergética. Para isso, foi realizado um estudo de caso em um grupo do setor sucroenergético, que apresenta suas unidades de processamento de cana-de-açúcar no Noroeste do estado de São Paulo. Os resultados trazem uma forma diferenciada para construção do fluxo de caixa descontado, de modo a permitir a extração dos indicadores de viabilidade. Verificou-se que a renovação dos equipamentos é **viável economicamente, pois apresentou** VPL de R\$ 1.040.383, IL de 1,24 e TIR de 19,72%, e mesmo considerando a Simulação de Monte Carlo com 10.000 possibilidades a viabilidade foi identificada em 100% dos casos. Desta forma, este estudo traz novos *insights* para o processo de seleção de investimentos em portfólios e demonstra a necessidade de políticas de investimentos contínuas em novas tecnologias para o setor sucroenergético.

**Palavras-chave:** Viabilidade Econômica de Projetos; Máquinas Agrícolas; Simulação de Monte Carlo.

### **Abstract**

Sugarcane culture is one of Brazil's main commodities, positioning the country as the world's largest producer of sugarcane. The competitive dynamics of the sector is governed, predominantly, by cost

reduction, so technological advances increase management challenges, especially in the analysis of the economic viability of the projects. Therefore, from the perspective of portfolio management, the evaluation of the economic viability of projects becomes a great ally for selecting and prioritizing investments. At this point, it should be noted that this work aimed to develop an economic viability study, in a project to renovate equipment for sugarcane cultural treatment operations, aiming at comparative assessment within a company's project portfolio. To this end, a case study was carried out in a group in the sugar-energy sector, which presents its sugarcane processing units in the northwest of the State of São Paulo. The results provide a differentiated way to construct the discounted cash flow, in order to allow the extraction of viability indicators. It was found that the renewal of the equipment is economically viable, since it presented an NPV of R\$ 1,040,383, IL of 1.24 and an IRR of 19.72%, and even considering the Monte Carlo Simulation with 10,000 possibilities, the viability was identified in 100% of the cases. In this way, this study brings new insights to the portfolio investment selection process and demonstrates the need for ongoing investment policies in new technologies for the sugar-energy sector.

**Key-Words:** Economic Viability of Projects; Agricultural Machine; Monte Carlo Simulation.

---

## 1. Introdução

De acordo com a União da Indústria de Cana-de-Açúcar, UNICA (2019), o setor sucroenergético foi responsável por 5% do saldo da balança comercial brasileira entre os anos de 2012 e 2018, de modo que a cadeia produtiva da cana, considerando os segmentos de insumos, atividades primárias, indústria e serviços, representou cerca de 10% do PIB do agronegócio brasileiro. Segundo Neves et al (2014) o valor bruto movimentado pela cadeia sucroenergética, na Safra 2013/14 supera US\$ 100 bilhões, com um PIB de aproximadamente US\$ 40 bilhões, montante equivalente a cerca de 2% do PIB brasileiro.

No que se refere à competitividade do setor sucroenergético brasileiro, Barbieri; Carvalho e Sabbag (2016) destacam que **é um dos mais competitivos do mundo devido, principalmente, ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia nacional**, que contribuíram para a eficiência dos sistemas de produção de cana-de-açúcar, evolução dos processos industriais e uso dos resíduos na adubação dos canaviais e geração de energia elétrica.

Pelo fato de a cultura canavieira ter os seus principais produtos como commodities (açúcar, etanol e energia), ou seja, produzir bens com pouca diferenciação, a dinâmica competitiva do setor é regida, predominantemente, pela redução de custos. Além disso, considerando a notória evolução dessa cultura agrícola, Cortez et al. (2016) evidenciam a necessidade de constantes mudanças e melhoria ininterrupta em toda a sua cadeia produtiva. Guth e Fernandes (2015) ressaltam que em um contexto econômico competitivo e globalizado, as organizações precisam evoluir para acompanhar as mudanças impostas pelo ambiente.

Como evidência desse movimento, tem-se o aumento do **índice de mecanização**, que nas operações de colheita no Estado de São Paulo, saiu de 33% na Safra 2007/08 para 96,5% na Safra 2019/20 (CONAB, 2020). Com o aumento da mecanização e considerando que os gastos agrícolas representam em torno de 70% do custo agroindustrial total (NOVA CANA, 2019), destaca-se o impacto na estrutura de custos, tanto pelos investimentos, quanto pelo

custo operacional, o qual é reflexo do desempenho dos equipamentos. Ainda assim, estão expostos às taxas de deterioração, que segundo Perry et al (1990), variam entre os diversos equipamentos em detrimento da intensidade das operações que realizam.

Diante disso, Santos et al. (2016) apontam que os avanços tecnológicos na cultura canavieira aumentaram os desafios de gerenciamento, em especial, na análise da viabilidade econômica dos empreendimentos. Para Bonacim et al. (2013), este fato decorre da necessidade de os investimentos gerarem fluxos de caixa compatíveis com a dimensão do capital requerido.

Essa complexidade é **ainda maior quando** se trata de um portfólio de projetos, em que os empreendimentos competem entre si e há a necessidade de critérios claros para a comparação dos investimentos, pois os recursos são escassos e o negócio é complexo e abrangente. Ressalta-se que nesses casos de portfólio é comum projetos de diferentes áreas serem comparados, como por exemplo, a comparação entre projetos industriais e das áreas agrícolas.

Nesse ponto, destaca-se como objeto de estudo deste trabalho, a renovação de equipamentos das operações de tratos culturais da cana-de-açúcar, os quais **são projetos** que apresentam grande dificuldade para a construção dos fluxos de caixa, e por isso, na seleção e priorização de projetos no portfólio, são questionados e muitas vezes, pela falta de informação do retorno e, conseqüentemente, pela insegurança no investimento, a opção por outros projetos é considerada.

Apesar do grande avanço técnico em pesquisas sobre as operações de tratos culturais da cana-de-açúcar, e alguns estudos sobre avaliação de viabilidade econômica em **máquinas e equipamentos em** outras culturas, como a citricultura (VIDAL, 2018) e em outros processos da cana-de-açúcar, como a colheita (MANNARELLI Filho; DONADON e SANTOS, 2018), na literatura não foram identificados estudos sobre a avaliação da viabilidade econômica da renovação de equipamentos de tratos culturais da cana-de-açúcar.

Dessa forma, somado **às implicações gerenciais, propõe-se** o seguinte problema de pesquisa: como realizar um estudo de viabilidade econômica, em um projeto de renovação de equipamentos de tratos culturais da cana-de-açúcar, para avaliação em um portfólio de projetos?

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um estudo de viabilidade econômica, em um projeto de renovação de equipamentos das operações de tratos culturais da cana-de-açúcar, que possibilite a avaliação comparativa dentro do portfólio de projetos.

Para alcançar o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos: a) definir as variáveis que proporcionam ganho operacional e construir o fluxo de caixa do projeto; b) levantar as diretrizes do portfólio de projetos; c) calcular indicadores de viabilidade econômica; e d) inserir análise de risco para a avaliação de viabilidade econômica.

Os resultados do estudo de caso demonstram uma maneira de calcular a viabilidade econômica da renovação de equipamentos de tratos culturais da cana-de-açúcar, de forma que o fluxo de caixa seja representado de maneira fidedigna. Destaca-se que os indicadores de viabilidade econômica fornecem subsídios para o gerenciamento do portfólio de projetos, permitindo um processo de tomada de decisão mais estruturado, além de maior segurança na alocação dos recursos financeiros pela empresa.

Para a apresentação do presente trabalho, este artigo foi estruturado em mais quatro seções subseqüentes. Na **seção 2 é apresentada** a fundamentação teórica, que aborda sobre

o setor sucroenergético e suas operações de tratos culturais, o gerenciamento de portfólio de projetos e a avaliação de viabilidade econômica de projetos. Na seção 3 apresenta-se o método de pesquisa utilizado. Na seção 4 é desenvolvido o estudo de caso, assim como a discussão dos resultados. Por fim, na seção 5 **são tecidas as considerações finais**.

## 2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta a fundamentação teórica relacionada aos temas da pesquisa. Para isso, foi dividida em três subseções: a) o setor sucroenergético e suas operações de tratos culturais, que contextualiza sobre a cultura canavieira e as operações de tratos culturais da cana-de-açúcar; b) gerenciamento de portfólio de projetos, que aborda sobre o escopo do gerenciamento do portfólio de projetos e como a avaliação da viabilidade econômica contribui para os processos de gerenciamento; e c) avaliação de viabilidade econômica de projetos, que apresenta as técnicas e indicadores para avaliação da viabilidade econômica de projetos.

### 2.1. O Setor Sucroenergético e suas Operações de Tratos Culturais

A cultura canavieira é uma das principais commodities do Brasil, posicionando o país como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo produzido na safra 2019/20 642,7 milhões de toneladas em uma área de 8.442 mil hectares, sendo que 342,6 milhões de toneladas correspondem à produção do Estado de São Paulo (CONAB, 2020).

A cana-de-açúcar tem expressiva participação na economia, não só pela produção de açúcar e de etanol, como também pelo fornecimento de matéria-prima para a indústria química, subprodutos utilizados na alimentação animal, na produção de fertilizantes, tal como na grande capacidade de geração de energia elétrica (RODRIGUES, ABI SAAB e GANDOLFO, 2011).

Destaca-se que a cultura canavieira tem se modernizado, principalmente por meio da implantação de tecnologias nas seguintes vertentes: a) melhoramento genético das variedades; b) insumos; c) sistemas de manejo; e d) **máquinas e equipamentos (SHIKIDA, AZEVEDO e VIAN, 2011) (CASTRO, FRANCO e MUTTON, 2014)**. De acordo com Souza, Bagolin e Corona (2010), os inúmeros avanços tecnológicos relativos aos equipamentos e maquinários auxiliam a expansão da produção e aperfeiçoamento na renda e qualidade de vida dos agricultores, além de atrair para o campo potenciais investidores.

No que se refere às operações de tratos culturais da cana-de-açúcar, destacam-se: aplicação de herbicida; aplicação de composto; aplicação de corretivo; cultivo mineral; corte de soqueira; quebra-lombo; e aplicação de vinhaça localizada.

Destaca-se que as operações de tratos culturais são fatores críticos de sucesso na busca para melhora de produtividade dos canaviais (EMBRAPA, 2016). Isso porque as operações de tratos culturais apresentam como objetivos: a) controlar plantas daninhas, que competem por nutrientes com a cana; b) controlar pragas, que afetam o desenvolvimento do canavial; c) controlar doenças nos vegetais (cana-de-açúcar); e d) irrigar a cultura (SENAR, 2018).

## 2.2. Gerenciamento de Portfólio de Projetos

De acordo com o PMI (2008), um portfólio é um conjunto de projetos ou programas que são agrupados para facilitar a gestão eficaz do trabalho, de forma a atender aos objetivos estratégicos de negócios. Segundo Markowitz (1959), um bom portfólio é aquele que apresenta uma carteira balanceada de investimentos, que traz proteção e oportunidades com respeito a um amplo conjunto de contingências, de acordo com as preferências e necessidades do investidor.

Considerando os investimentos realizados ou previstos por uma organização, o gerenciamento de portfólio inclui os processos para identificar as prioridades organizacionais, tornando as decisões de investimento e alocação de recursos mais sistemáticas e organizadas. Destacam-se como principais objetivos da gestão de portfólio: a) manter o alinhamento da carteira com a estratégia da empresa; b) alocação de recursos financeiros; c) alocação de recursos humanos; d) mensuração da contribuição de cada programa ou projeto; e e) gerenciamento dos riscos da carteira (PMI, 2008).

De acordo com o PMI (2008), o gerenciamento do portfólio apresenta dez processos. Dentre eles destacam-se a **avaliação, seleção e priorização dos** componentes, que estão intimamente correlacionadas com a avaliação de viabilidade econômica.

Segundo Meredith e Mantel **Júnior** (1985), a avaliação e seleção de projetos é o processo de avaliar projetos individuais ou grupos de projetos, e escolher quais serão implementados, de forma que os objetivos estratégicos da organização sejam atingidos.

Para Vargas (2010), apesar da seleção de projetos ter como base os valores e as preferências do tomador de decisão, existem critérios objetivos que podem ser empregados na priorização dos projetos, de modo que entre eles estão os critérios financeiros.

## 2.3. Avaliação de Viabilidade Econômica de Projetos

Para Netto e Druciaki (2014), um empreendimento gerará custos que devem ser cobertos por suas receitas, sendo assim destacam a importância de um amplo estudo de viabilidade econômica para determinar de maneira técnica a atratividade do investimento.

De acordo com Rêgo et al. (2013), os projetos de investimentos podem ser classificados nas seguintes categorias: expansão; substituição; modernização e intangíveis. Destaca-se que nesse estudo é considerado um projeto que se enquadra na categoria de substituição, a qual é definida por projetos que visam substituir ativos obsoletos ou gastos pela elevada vida útil.

Segundo Bruni e Famá (2003), o processo de análise econômica e financeira contempla três aspectos principais: a) projeção de fluxo de caixa; b) cálculo do custo de capital; e c) aplicação de modelos de avaliação. No que se refere ao método mais utilizado para análise de investimento, Rêgo et al. (2013) destacam o fluxo de caixa descontado, o qual depende da projeção dos fluxos, da estimativa de valor residual e da determinação da taxa de desconto.

Para Assaf Neto (2014), o fluxo de caixa representa as entradas e saídas de recursos financeiros do negócio, proporcionando uma visão da realidade das movimentações financeiras provenientes do investimento inicial e da fase de operação do projeto, de modo a facilitar o processo de decisões que envolvam a análise de investimento.

Damodaran (2004) destaca que, para uma análise robusta dos investimentos, existem algumas técnicas baseadas no fluxo de caixa descontado, o qual considera a avaliação dos fluxos de caixa de natureza operacional e o risco do investimento, a partir do valor presente com base na taxa de desconto. Nesse ponto, destaca-se que o presente trabalho se utilizou do VPL, da TIR, do IL e do Payback descontado, como técnicas para análise do investimento.

O Valor Presente Líquido (VPL) é um método de orçamento de capital sofisticado que estima a viabilidade de um projeto de investimento por meio do desconto dos fluxos de caixas futuros a uma taxa de atratividade de investimento especificada, ou seja, subtraindo-se o investimento inicial de um projeto do valor presente de suas entradas de caixa, descontadas à taxa de custo de capital da empresa (GITMAN, 2010).

A análise e decisão utilizando o método do VPL consistem, basicamente, em observar se o valor obtido no cálculo foi positivo ou negativo, sendo recomendada a aceitação do projeto no primeiro caso (MONDHER, 2002; DAMODARAN, 2004). No caso de VPL positivo, pode-se considerar que o capital investido é recuperado; a remuneração do investimento supera a taxa de atratividade da empresa; o projeto gera um ganho de riqueza que, na data zero, a valor presente, é representado pelo VPL (REGÔ et al, 2013). A Fórmula 1 ilustra o cálculo do VPL.

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1 + TMA)^j} - \text{Investimento Inicial}$$

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é entendida como a taxa que iguala o VPL a zero, ou seja, a taxa de juros que atualiza uma série de rendimentos futuros de um projeto e a iguala ao valor do investimento inicial (CASAROTTO Filho e KOPITTKKE, 2000).

A TIR é utilizada para comparar alternativas de investimentos em projetos, normalmente feita com uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que é uma taxa que o investidor considera como o mínimo de retorno que ele pretende com determinado investimento (SOUZA JUNIOR, BALDISSERA e BERTOLINI, 2019).

Segundo Regô et al. (2013) quando a TIR for maior que a TMA, recomenda-se que o projeto deve ser aceito e, quando for igual ou menor, que o projeto deve ser rejeitado, de modo que a vantagem de sua utilização está relacionada ao resultado ser uma taxa de juros que pode ser comparada com o custo de capital da empresa. A Fórmula 2 ilustra o cálculo da TIR.

$$\sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i} - \text{Investimento inicial} = 0$$

O índice de lucratividade é uma medida relativa entre o valor presente dos fluxos de caixa e o investimento inicial, sendo o valor do investimento colocado em módulo.

Quando o IL é maior que 1, significa que o investimento será recuperado, remunerado ao menos à taxa exigida e haverá ainda um aumento de riqueza. Já quando o IL é menor

que 1, significa que o investimento não será recuperado, ou seja, não será remunerado à taxa exigida, e haverá destruição de valor (REGÔ et al, 2013). A fórmula 3 ilustra o cálculo do IL

$$IL_t = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}}{I_0}$$

Por fim, o *payback* descontado é um modelo que leva em conta o tempo de retorno do capital investido, considerando o fluxo de caixa descontado a valor presente, no período inicial, pela taxa de desconto. Assim a recuperação ocorre no período em que a soma dos fluxos de caixa futuros (descontados) é igual ao investimento inicial (REGÔ et al, 2013).

De acordo com Gitman (2010), o *payback* descontado é entendido como o período necessário para recuperar o capital investido, isto é, o tempo necessário para que os seus benefícios advindos do investimento possam cobrir os custos a uma TMA adequada.

### 3. Metodologia

O método utilizado foi o estudo de caso, o qual permite descrever a situação do fluxo de caixa do projeto de renovação de equipamentos de tratamentos culturais, realizar os estudos de viabilidade econômica e elencar seus benefícios. A abordagem utilizada foi predominantemente qualitativa e a escolha de um único caso objetivou a profundidade do estudo.

O estudo de caso investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto são claros. Este método baseia-se em várias fontes de evidências e beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados (YIN, 2014).

A escolha desse método de pesquisa foi motivada pelo fato do estudo de caso apresentar vantagens em relação à outras estratégias de pesquisa, destacando sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências, o que é fundamental para realizar um estudo de viabilidade econômica. De acordo com Ganga (2012), para o seu desenvolvimento devem ser definidos: a) propósito do estudo; b) coleta de dados; c) horizonte de pesquisa; e d) análise de dados.

No que se refere ao propósito, destaca-se que este estudo apresenta características descritivas, a qual segundo Vergara (2004), expõe características de determinado fenômeno, podendo também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza, de modo que serve de base para explicar os fenômenos que descreve. Gil (2007) complementa que, neste tipo de investigação, os pesquisadores têm preocupação prática.

Em relação à coleta de dados, Voss; Tsiriktsis e Frohlich (2002) afirmam que no método de estudo de caso utiliza-se de uma combinação de diferentes instrumentos para estudar um mesmo fenômeno a citar: a observação direta do pesquisador, sondagens através de questionamentos e interpretação dos dados operacionais e análises de documentos.

Neste trabalho, os instrumentos de pesquisa utilizados foram: entrevistas e análises de documentos.

As entrevistas foram realizadas com: a) os gerentes agrícolas para identificação dos equipamentos do plano de renovação; b) engenheiros e analistas de tratos culturais, da manutenção e do setor de controle de custos, para a transformação dos índices de desempenho em valores monetários; c) gerente do escritório de projetos para identificar as diretrizes para estudos de viabilidade técnica e econômica do portfólio de projetos.

Além disso, para a construção do fluxo de caixa, foram analisados: a) os registros de desempenho dos equipamentos, no que se refere à indisponibilidade mecânica e aos gastos com manutenção; e b) o plano de renovação de equipamentos.

Destaca-se que a coleta de dados foi realizada de forma interativa, de modo que as informações coletadas retroalimentavam o processo de coleta, proporcionando maior profundidade ao estudo. No que tange ao horizonte de tempo, o estudo de caso desenvolvido foi classificado como *cross-section* ou transversal, sendo realizado em três semanas.

Por fim, a análise de dados foi dividida entre: a) construção do fluxo de caixa do projeto; b) estudo de viabilidade econômica; e c) estudo de viabilidade econômica com análise de risco.

## 4. Estudo de Caso e Resultados

Esta seção apresenta o estudo de caso realizado, para isso foi dividida em quatro subseções: a) apresentação da empresa, que descreve a empresa onde o estudo foi realizado, o cenário atual dos projetos de aquisição de equipamentos de Tratos Culturais e o escopo da análise do investimento; b) definição do fluxo de caixa, que aborda como foi o processo de construção do fluxo de caixa; c) estudo de viabilidade, que apresenta as premissas e o cálculo dos indicadores de avaliação econômica e financeira; e d) estudo de viabilidade com análise de risco, que considera a identificação dos riscos que podem afetar o estudo, e a abordagem probabilística, a partir de simulação, para o cálculo dos indicadores de avaliação econômica.

### 4.1. Apresentação da Empresa

O presente estudo foi realizado em um grupo do setor sucroenergético, que apresenta suas unidades de processamento no Noroeste do estado de São Paulo. Por motivos de confidencialidade, seu nome não será identificado e será tratada apenas como empresa. As unidades são responsáveis pelo processamento industrial, além da produção e manejo agrícola da cana-de-açúcar. Além disso, a empresa apresenta áreas corporativas, como é o caso do escritório de projetos, responsável pela avaliação e monitoramento do seu portfólio de projetos.

O portfólio de projetos é dividido por classes de investimentos, em que algumas classes exigem estudos de viabilidade técnica e econômica, e outras que não exigem esse tipo de avaliação, por interpretarem que são projetos para a manutenção dos ativos

operacionais. Grande parte desse portfólio de projetos é composto por investimentos de renovação de frotas agrícolas, os quais se enquadram nas classes de manutenção de ativos, que por critério do gerenciamento de portfólio, não é praticada a realização de estudos de viabilidade econômica.

Destaca-se que, por exceção, apenas para algumas classes de equipamentos que são diretamente relacionadas à eficiência da colheita, tais como colhedoras e caminhões canavieiros, são realizados estudos de viabilidade para determinar o ponto ótimo de renovação, ou seja, a quantidade de safras que o equipamento deve trabalhar até ser substituído.

No que se refere aos outros tipos de equipamentos, essa definição de substituição é **dada em um plano de renovação**, com horizonte de tempo de cinco anos, e que é revisado anualmente. Considera-se nesse plano, avaliações subjetivas a partir da condição, desempenho e gasto com manutenção de cada equipamento.

Os equipamentos das operações de tratos culturais se encaixam nesse tipo de avaliação, e por consequência, **são questionados e** muitas vezes descartados frente a outros investimentos no momento de definição do portfólio de projetos da safra. Sendo assim, a falta de estudo de viabilidade da renovação desses equipamentos, proporcionando poucas informações para tomada de decisão, reflete na priorização de outros projetos e no envelhecimento dos equipamentos das operações de tratos culturais.

O envelhecimento dos equipamentos gera menor desempenho das operações de tratos culturais, que reflete no caixa da empresa por meio dos maiores gastos com manutenção e pela necessidade de terceirização das operações para conseguir atingir o plano de produção.

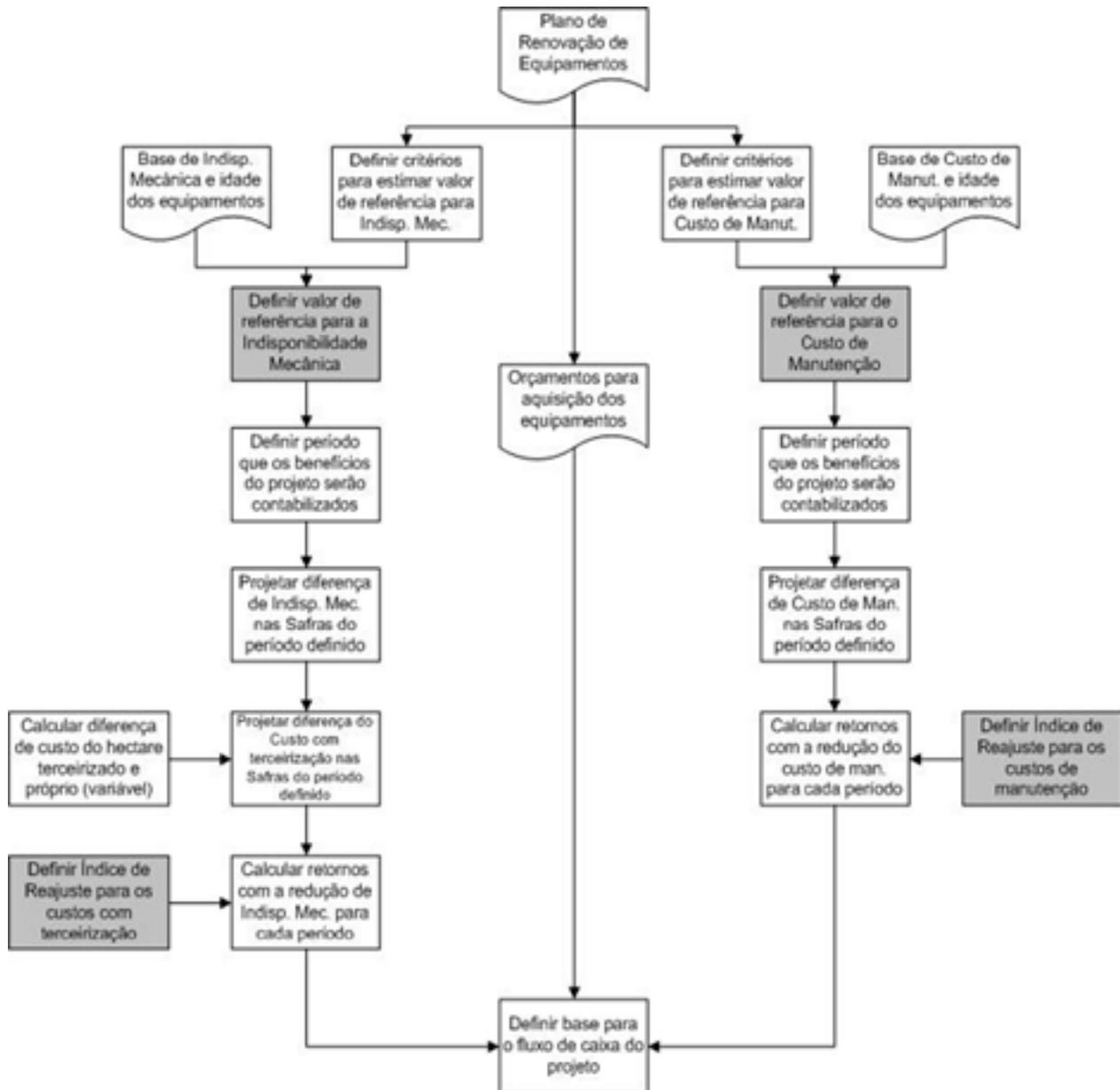
O escopo do estudo contemplou o plano de renovação dos equipamentos de tratos culturais, de 50% das unidades da empresa, para Safra 2020/2021. Os equipamentos com substituição prevista no plano de renovação representam um investimento de R\$ 4.300.000,00 e são: dois Aplicadores de Herbicida Autopropelido; quatro Caminhões Distribuidores de Torta; seis Tratores Leves; três Implementos Aplicadores de Herbicida; um Implemento Pulverizador.

## 4.2. Construção do Fluxo de Caixa

Para a construção do fluxo de caixa, identificou-se como alavanca para os benefícios do projeto, a melhora no desempenho operacional dos equipamentos, no que tange a redução do índice de falhas. Com a redução de quebras, o fluxo de caixa é impactado a partir da: a) redução dos gastos com manutenção; e b) redução da indisponibilidade mecânica dos equipamentos, que influencia diretamente na quantidade de área terceirizada das operações realizadas por esses equipamentos, e conseqüentemente no gasto com terceirização.

Destaca-se que, para o estudo de viabilidade técnica e econômica, foi assumido como premissa que os novos equipamentos apresentam as mesmas funcionalidades e especificações daqueles que serão substituídos, ou seja, o projeto não contempla inovação tecnologia, mas somente manutenção das funcionalidades e da capacidade produtiva. A Figura 1 apresenta o processo utilizado para a construção do fluxo de caixa do projeto.

Figura 1: Processo para Construção do Fluxo de Caixa



Fonte: Próprio Autor.

A identificação dos equipamentos a serem renovados foi realizada a partir do plano de renovação dos equipamentos, como já mencionado no tópico anterior. Assim como o valor do investimento, que foi identificado a partir de propostas comerciais dos fornecedores de equipamentos e dos históricos de aquisições da própria empresa.

No que se refere aos benefícios do projeto, o primeiro passo para o cálculo foi definir os valores de referência, de indisponibilidade mecânica e gasto de manutenção, para cada equipamento do plano de renovação, ou seja, qual o nível de desempenho de indisponibilidade mecânica e gasto de manutenção dos equipamentos novos.

Para a definição dos valores de referência da indisponibilidade mecânica, foram utilizados dados históricos de equipamentos nas primeiras safras de operação, que apresentavam semelhanças e podiam ser comparados aos do plano de renovação. Os critérios adotados para estimar os valores de referência, sofreram influência da quantidade

e dispersão do desempenho dos equipamentos semelhantes no histórico, sendo utilizados, entre eles, a média e mediana dos equipamentos das primeiras, segundas e terceiras safras.

Os valores de referência dos gastos de manutenção foram estimados a partir de um processo semelhante ao da indisponibilidade mecânica, ou seja, considerando o histórico de equipamentos semelhantes e com idade inferior. Destaca-se que todos os valores de referência, tanto de indisponibilidade mecânica quanto de gasto de manutenção, foram validados com membros da equipe técnica das operações de tratos culturais.

Para a definição do tempo que a empresa desfrutaria dos benefícios do projeto, foi considerado um cenário conservador de cinco anos, para que a diferença de desempenho entre o equipamento novo e o substituído seja consumida. Essa avaliação, para a quantidade de períodos no fluxo de caixa do projeto, foi embasada nas avaliações de ponto ótimo de renovação em outras classes de equipamentos, como as colhedoras.

Após a definição dos períodos considerados no fluxo de caixa e dos valores de referência para indisponibilidade mecânica e gasto com manutenção de cada equipamento, foi projetado, considerando a redução linear, os valores de desempenho, de indisponibilidade mecânica e gasto com manutenção, para cada safra, de modo que na primeira safra considerou-se o valor de referência e na quinta safra o valor da última safra do equipamento substituído.

Nesse ponto, destaca-se que os gastos com manutenção já são representados em unidades monetárias e a diferença entre o gasto atual e as projeções, representam a redução do gasto com manutenção. No entanto, as indisponibilidades mecânicas são representadas em percentual do tempo gerenciável dos equipamentos e precisam ser monetizadas.

Para fazer essa transformação, foi calculada a quantidade de área que o equipamento conseguiria produzir, com o ganho de indisponibilidade mecânica em cada período. Além disso, foi calculada a diferença entre o custo do hectare terceirizado e os custos variáveis da operação própria (combustível e manutenção), para cada classe operacional. Com essas informações, foi realizada a transformação de indisponibilidade mecânica para hectare produzido, e de acréscimo de hectare produzido com estrutura própria para redução de gastos com terceirização.

A Quadro 1 apresenta os benefícios projetados no fluxo de caixa do projeto, ou seja, os ganhos com a renovação dos equipamentos do plano. Nota-se que o retorno é estratificado na redução da indisponibilidade mecânica e na redução dos gastos com manutenção.

**Quadro 1: Projeção de Caixa do Projeto (Sem Reajuste)**

Período Safra	Ano 1 20/21	Ano 2 21/22	Ano 3 22/23	Ano 4 23/24	Ano 5 24/25
Retorno - redução de manutenção	R\$ 335.975	R\$ 268.780	R\$ 201.585	R\$ 134.390	R\$ 67.195
Retorno - redução indispon. mec/ terceirização	R\$ 1.527.703	R\$ 1.304.263	R\$ 1.080.822	R\$ 857.382	R\$ 633.942
Retorno escopo	R\$ 1.863.678	R\$ 1.573.042	R\$ 1.282.407	R\$ 991.772	R\$ 701.137

**Fonte: Próprio Autor.**

Destaca-se que ambas alavancas que contabilizam os ganhos do projeto sofrem variações com o tempo. Os serviços de terceirização são reajustados anualmente e os gastos com manutenção são expostos aos reajustes dos valores das peças e serviços de manutenção.

Considerando a importância de um fluxo de caixa fidedigno, esses reajustes foram considerados, da seguinte forma: a) o retorno a partir do gasto de manutenção foi reajustado pelo IGP – M acumulado dos últimos 12 meses, o qual era de 3,16% no período do estudo; b)

o retorno com a redução da terceirização foi reajustado de acordo com a média do reajuste dos prestadores de serviço nos últimos dois anos, que representa 4,52%.

Dessa forma, a base dos benefícios para o fluxo de caixa é **representada** na Quadro 2.

**Quadro 2: Projeção de Caixa do Projeto**

Período	Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4		Ano 5	
Safra	20/21		21/22		22/23		23/24		24/25	
Retorno - redução de manutenção	R\$ 346.591	R\$ 286.035	R\$ 221.305	R\$ 152.199	R\$ 78.504					
Retorno - redução indisp. mec/terceirização	R\$ 1.596.811	R\$ 1.424.931	R\$ 1.234.234	R\$ 1.023.369	R\$ 790.900					
Retorno escopo	R\$ 1.943.402	R\$ 1.710.966	R\$ 1.455.540	R\$ 1.175.568	R\$ 869.404					

Fonte: Próprio Autor.

A partir dessa projeção de caixa do projeto, foi possível calcular o fluxo de caixa, presente na Quadro 3. No entanto, ainda foi necessário definir algumas informações para esse cálculo, tais como a depreciação dos equipamentos e a alíquota do imposto de renda.

No que se refere a depreciação, foi utilizada como base a Instrução Normativa RFB nº 1700, publicada em março de 2017, que define a vida útil de 10 anos para máquinas agrícolas, sendo sua taxa anual de depreciação igual a 10%.

**Quadro 3: Fluxo de Caixa do Projeto**

FLUXO DE CAIXA GLOBAL (R\$)	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
	Safra 19/20	Safra 20/21	Safra 21/22	Safra 22/23	Safra 23/24	Safra 24/25
<b>Fluxo de caixa operacional</b>						
(+) Benefícios mensurados		1.943.402	1.710.966	1.455.540	1.175.568	869.404
(-) Custos exceto depreciação		0	0	0	0	0
(-) Depreciação		430.000	430.000	430.000	430.000	430.000
(=) Lucro tributável		1.513.402	1.280.966	1.025.540	745.568	439.404
(-) IR		0	435.529	348.684	253.493	149.397
(=) Lucro líquido		1.513.402	845.438	676.856	492.075	290.007
(+) Depreciação		430.000	430.000	430.000	430.000	430.000
(-) FCO		1.943.402	1.275.438	1.106.856	922.075	720.007
<b>Fluxos líquidos de capital</b>						
(+) Receita de venda	0	0	0	0	0	584.213
(-) IR de venda	0	0	0	0	0	0
(-) Investimentos em ativos fixos	-4.300.000	0	0	0	0	0
(=) FLC	-4.300.000	0	0	0	0	584.213
<b>Fluxo de capital de giro líquido</b>						
(+) Recuperação de CGL	0	0	0	0	0	0
(-) Investimento em CGL	0	0	0	0	0	0
(-) FCGL	0	0	0	0	0	0
<b>FCG = FCO + FLC + FCGL</b>	<b>-4.300.000</b>	<b>1.943.402</b>	<b>1.275.438</b>	<b>1.106.856</b>	<b>922.075</b>	<b>1.704.220</b>

Fonte: Próprio Autor.

No que tange ao imposto de renda (IR), dado o regime tributário adotado pela empresa, foi considerada a alíquota de 34%. Nesse ponto, observa-se no fluxo de caixa que o valor da dedução do IR da Safra 20/21 está nulo. Destaca-se que, pela avaliação do portfólio ser comparativa e necessitar das mesmas premissas, essa medida foi uma diretriz do escritório de projetos, abordando todo o portfólio, considerando a projeção de resultado negativo para a safra.

Ainda, no fluxo de caixa operacional, destaca-se que a linha dos custos está com valores nulos, pois a projeção de caixa do projeto (Quadro 2) considerou o saldo da renovação dos equipamentos, ou seja, a diferença dos fluxos considerando os equipamentos novos e sem considerar a renovação.

No que se refere ao fluxo líquido de capital, foram considerados: a) o investimento de R\$ 4.300.000,00 no Ano 0, ou Safra 19/20; e b) uma receita de venda dos equipamentos de

R\$ 984.213,00, que reflete de forma conservadora, os fluxos proporcionados pelo ativo após os 5 anos. Destaca-se que esse valor **é referente ao benefício** fiscal relacionado à depreciação do Ano 6 ao Ano 10, e o valor de revenda de 10% (de acordo com o histórico da empresa), todos calculados a Valor Presente no Ano 5, ou Safra 24/25.

Dessa forma, o fluxo de caixa global do projeto é calculado na linha cinza da Quadro 3, que conforme exposto por Assaf Neto (2014) refletem as movimentações financeiras do projeto e sua operação. Sendo assim, esse fluxo serve de base para calcular os indicadores de análise econômica do projeto, que são abordados na próxima subseção.

### 4.3. Estudo de Viabilidade

A partir do fluxo de caixa global do projeto de renovação de equipamentos de tratamentos culturais, foi possível calcular os indicadores para avaliação de viabilidade econômica do projeto. Para isso, foi necessário definir a taxa de desconto, que por se tratar de uma avaliação do portfólio, utilizou-se a mesma taxa adotada na avaliação dos outros projetos, ou seja, aquela considerada pelas diretrizes do escritório de projetos, que nesse caso foi de 10%.

Destaca-se que essa taxa, adotada nas diretrizes do escritório de projetos, considera o custo de capital próprio e de terceiros e é repassada pelo setor financeiro da empresa. A Quadro 4 demonstra o fluxo de caixa global do projeto descontado a partir da taxa de desconto de 10%. Nota-se que na Safra 19/20 tem-se o investimento de R\$ 4.300.000,00 para a aquisição dos equipamentos, e que seu fluxo descontado à valor presente em uma taxa de 10% é de R\$ 1.766.729,00, na Safra 20/21; R\$ 1.054.081,00, na Safra 21/22; R\$ 831.597,00, na Safra 22/23; R\$ 629.789,00, na Safra 23/24; e R\$ 1.058.186,00, na Safra 24/25.

**Quadro 4: Fluxo de Caixa Descontado**

FLUXO DE CAIXA GLOBAL (R\$)	ANO 0 Safra 19/20	ANO 1 Safra 20/21	ANO 2 Safra 21/22	ANO 3 Safra 22/23	ANO 4 Safra 23/24	ANO 5 Safra 24/25
FCG = FCO - FLC - FCGL	-4.300.000	1.943.492	1.275.438	1.106.866	922.078	1.704.220
Fluxo de Caixa Descontado	-4.300.000	1.766.729	1.054.081	831.597	629.789	1.058.186

Fonte: Próprio Autor.

Ainda, com o fluxo de caixa global e a taxa de desconto, foram calculados os indicadores para a avaliação de viabilidade econômica, que são apresentados na Quadro 5. Observa-se que o projeto tem um VPL de R\$ 1.040.383,00; a TIR de 19,72%; o Índice de Lucratividade de 1,24; e o Pay Back descontado de 4 anos.

**Quadro 5: Indicadores - Estudo de Viabilidade Econômica**

Indicador	Unidade de medida	Resultado
Valor Presente Líquido - VPL	R\$	R\$ 1.040.383
Taxa Interna de Retorno - TIR	%	19,72%
Índice de Lucratividade - IL		1,24
Payback Descontado	Anos	4,0

Fonte: Próprio Autor.

A partir dos resultados dos indicadores, pode-se concluir que, individualmente, o projeto de renovação de equipamentos de tratamentos culturais apresenta viabilidade econômica e proporciona um retorno financeiro para a empresa, considerando que o VPL é positivo (MONDHER, 2002; DAMODARAN, 2004; REGÔ et al., 2013), a TIR é maior que a taxa

mínima de atratividade (REGÔ et al., 2013; SOUZA JUNIOR, BALDISSERA e BERTOLINI, 2019) e o índice de lucratividade é maior que 1 (REGÔ et al., 2013). No entanto, por se tratar de uma avaliação dentro do portfólio, deve-se realizar a comparação com outros projetos (MEREDITH e MANTEL Junior, 1985; PMI, 2008; VARGAS, 2010).

Destaca-se que os cálculos foram realizados de forma determinística, o que pode ocorrer alguns desvios pela variação das premissas. Dessa forma, para maior confiabilidade com os resultados do estudo, fez-se na próxima subseção, o estudo de viabilidade econômica considerando a análise de risco.

#### 4.4. Estudo de Viabilidade com Análise de Risco

Para realizar o estudo de viabilidade com análise de risco, foi necessário identificar os pontos que a avaliação está exposta a variações. Nesse ponto, destacam-se que as premissas adotadas, a partir das diretrizes do escritório de projetos para a avaliação do portfólio, não foram alteradas, considerando que os resultados devem ser avaliados de forma comparativa dentro do portfólio de projetos.

Dessa forma, as fontes de risco identificadas foram as que estão destacadas de cinza no fluxo para definição do fluxo de caixa (Figura 1) e são listadas na Quadro 6, junto com o critério de variação identificado, a distribuição e os parâmetros adotados para a simulação dos cálculos dos indicadores para avaliação econômica.

Para o índice de reajuste de terceiros, foi considerado o reajuste dos últimos dois anos e identificada a distribuição triangular como a mais adequada, de modo que o menor e maior valor foram considerados, respectivamente, como o mínimo e máximo, e o valor médio foi considerado como o valor intermediário. Já para o índice de reajuste de manutenção, foram considerados a média e o desvio padrão dos seis últimos meses do IGP-M acumulado 12 meses, para simular a partir da distribuição normal.

**Quadro 6: Identificação e Quantificação de Riscos**

Identificação de Riscos	Critério de variação	Distribuição	Parâmetros
Índice reajuste terceiros (% a.a.)	Reajuste das últimas 2 safras	Triangular	Mínimo: 3,25% Médio: 4,52% Máximo: 5,97%
Índice reajuste manutenção (% a.a.)	Desvio padrão IGP-M (12 meses) dos últimos 6 meses (jun/19 - nov/19)	Normal	Média: 3,16% Desvio padrão: 1,35%
Redução de Manutenção	Desvio padrão relativo do gasto de manutenção de equipamentos similares (colhedoras 4º ano)	Normal	Desvio padrão relativo: 7,85%
Redução de Terceirização (Índice)	Desvio padrão relativo da indisponibilidade de equipamentos similares (colhedoras 4º ano)	Normal	Desvio padrão relativo: 5,53%

**Fonte: Próprio Autor.**

No que se refere à redução de manutenção e redução de terceirização, destaca-se que foram avaliados de formas similares. A avaliação partiu da premissa que equipamentos similares, da mesma idade e expostos à mesma operação, podem sofrer variação de gasto com manutenção e indisponibilidade mecânica. Dessa forma, foram identificados equipamentos semelhantes, nesse caso as colhedoras que estavam na quarta safra, e calculado o desvio padrão relativo das indisponibilidades mecânicas e gastos com manutenção dos

equipamentos. Posteriormente, o desvio padrão relativo foi projetado nos ganhos estimados em cada período, considerando uma distribuição normal, como fonte de variação dos ganhos do projeto.

A partir da identificação dos riscos e suas variações, foram realizados os cálculos dos indicadores de avaliação econômica. Destaca-se que, para o cálculo probabilístico dos indicadores, foram realizadas 10.000 simulações, com apoio do software ModelRisk, considerando como entrada os riscos identificados e como saída os indicadores para avaliação de viabilidade econômica do projeto. O resultado da simulação é apresentado na Quadro 7.

**Quadro 7: Resultado do Estudo de Viabilidade com Análise de Riscos**

Nome da Variável	PAYBACK (desc.)	Valor Presente Líquido (VPL)	Taxa Interna de Retorno (TIR)	Índice de Lucratividade (IL)
Tipo da Variável	Output	Output	Output	Output
<b>Localização</b>				
Média	3,99	R\$ 1.046.421	19,78%	1,24
Mínimo	3,38	R\$ 527.626	14,83%	1,12
Máximo	4,49	R\$ 1.459.985	23,85%	1,34
<b>Percentis</b>				
1%	3,62	R\$ 778.169	17,19%	1,18
3%	3,69	R\$ 827.174	17,68%	1,19
5%	3,73	R\$ 855.819	17,93%	1,20
8%	3,78	R\$ 884.714	18,21%	1,21
10%	3,80	R\$ 898.510	18,35%	1,21
15%	3,84	R\$ 926.756	18,61%	1,22
20%	3,88	R\$ 949.099	18,83%	1,22
25%	3,91	R\$ 968.146	19,02%	1,23
30%	3,93	R\$ 985.451	19,19%	1,23
35%	3,96	R\$ 1.002.588	19,35%	1,23
40%	3,98	R\$ 1.018.669	19,51%	1,24
45%	4,00	R\$ 1.032.313	19,65%	1,24
50%	4,01	R\$ 1.046.260	19,77%	1,24
55%	4,02	R\$ 1.060.148	19,91%	1,25
60%	4,04	R\$ 1.074.580	20,05%	1,25
65%	4,05	R\$ 1.089.889	20,20%	1,25
70%	4,07	R\$ 1.105.930	20,35%	1,26
75%	4,08	R\$ 1.122.441	20,51%	1,26
80%	4,10	R\$ 1.142.943	20,70%	1,27
85%	4,12	R\$ 1.166.536	20,94%	1,27
90%	4,15	R\$ 1.194.546	21,22%	1,28
92%	4,16	R\$ 1.209.389	21,37%	1,28
95%	4,19	R\$ 1.237.664	21,65%	1,29
97%	4,21	R\$ 1.266.328	21,92%	1,29
99%	4,26	R\$ 1.326.856	22,46%	1,31

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota-se, no resultado das simulações, que o Pay Back descontado apresentou uma média próxima aos 4 anos; o menor valor encontrado foi de, aproximadamente, 3 anos e 5 meses; o maior valor foi de, aproximadamente, 4 anos e 6 meses; e que considerando um intervalo de confiança de 90%, o Pay Back descontado fica entre 3 anos e 9 meses, e 4 anos e 2 meses.

No que se refere à TIR, tem-se com a simulação que a média foi de 19,78%; o menor valor foi de 14,83%; o maior valor foi de 23,85%; e que considerando um intervalo de confiança de 90%, a TIR fica entre 17,93% e 21,65%. O resultado da simulação do Índice de Lucratividade teve como média 1,24; o menor valor foi 1,12; o maior foi 1,34; e considerando um intervalo de confiança de 90%, o IL do projeto fica entre 1,20 e 1,29. Por fim, no que se refere ao Valor Presente Líquido, a simulação teve como média R\$ 1.046.421; o menor valor foi de R\$ 527.626; o maior valor foi de R\$ 1.459.985; e considerando um intervalo de confiança de 90% o VPL fica entre R\$ 855.819 e R\$ 1.237.664. Além da avaliação probabilística dos indicadores, a análise de riscos a partir da simulação, permite realizar uma avaliação do impacto de cada risco mapeado nos indicadores de avaliação da viabilidade econômica.

A utilização da Simulação de Monte Carlo para absorver as variações provenientes dos riscos em torno do projeto, possibilita a avaliação de uma abordagem probabilística e aumenta a confiabilidade nos resultados, dado que se avalia um intervalo de resultados e não apenas um valor. Dessa forma, a partir dos resultados da simulação, pode-se concluir que os indicadores de avaliação da viabilidade econômica apresentam bons resultados, considerando que todas as simulações apresentaram VPL positivo, TIR maior que a TMA, e IL maior que 1.

Destaca-se ainda que, em termos gerenciais, essa avaliação fornece informações importantes para a tomada de decisão do investimento, e proporciona um nível de segurança maior em investir nesse projeto. Em conformidade com Oliveira (2012), a utilização da Simulação de Monte Carlo na avaliação dos indicadores econômicos incorpora ao modelo o risco de que cada uma das variáveis estimadas assumam um valor diferente do planejado.

## 5. Considerações Finais

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um estudo de viabilidade econômica, em um projeto de renovação de equipamentos das operações de tratos culturais da cana-de-açúcar, visando a avaliação comparativa dentro do portfólio de projetos de uma empresa sucroenergética. Para isso, foi realizado um estudo de caso que contemplou a construção do fluxo de caixa do projeto, adequação às diretrizes do portfólio e cálculo determinístico e probabilístico dos indicadores para avaliação de viabilidade econômica.

A construção do fluxo de caixa foi baseada na melhora do desempenho operacional dos equipamentos, no que tange a redução do índice de falhas, considerando como benefícios do projeto a redução com gasto de manutenção e a redução da indisponibilidade mecânica dos equipamentos, que impacta conseqüentemente no gasto com terceirização das operações.

A partir do fluxo de caixa e das diretrizes do portfólio foi possível realizar o cálculo dos indicadores, que confirmaram a viabilidade econômica do projeto, considerando que o VPL foi positivo (R\$ 1.040.383,00), a TIR maior que a TMA (19,72%) e o IL maior que 1 (1,24).

Além do cálculo determinístico, foram inseridas fontes de variação no cálculo dos indicadores, as quais consideravam as incertezas em relação às taxas de reajuste de terceirização e manutenção; os ganhos de indisponibilidade; e os ganhos com a redução da manutenção. Essa tratativa possibilitou uma avaliação probabilística dos indicadores, de modo que foi possível verificar em um intervalo para cada um deles, dado o intervalo de confiança desejado. Destaca-se o fato de avaliar um intervalo gerar maior confiança nos valores dos indicadores, de modo que fornece maior segurança para a tomada de decisão.

Nesse ponto é importante ressaltar que apesar dos estudos de viabilidade, tanto determinístico quanto probabilístico, indicarem a viabilidade econômica do projeto, este deve ser avaliado no contexto do portfólio, em que outras regras devem ser consideradas, dado que há restrição de recursos financeiros e operacionais, além das diretrizes estratégicas que devem nortear as decisões de seleção e priorização de projetos no portfólio.

Contudo, a avaliação de viabilidade econômica realizada nesse estudo proporciona informações valiosas para a tomada de decisão no portfólio, e permite concluir que a renovação de equipamentos de tratos culturais não é somente um gasto que existe em virtude da necessidade de manutenção dos ativos, mas sim que é um investimento com

potencial de fluxos de caixa futuros, a partir da redução dos gastos de manutenção e da terceirização das operações.

No que tange às limitações do estudo, destacam-se: a) a utilização das diretrizes do portfólio da empresa estudada; e b) a realização do estudo em um conjunto de equipamentos.

Em relação às **diretrizes do portfólio, destacam-se a taxa de desconto e a dedução do imposto de renda no primeiro período do projeto** (Safra 21/22), que foram determinadas exclusivamente pelo escritório de projetos, que refletem condições específicas da empresa estudada, e em caso de replicação do estudo deve-se considerar a revisão desses pontos.

Já no que se refere ao conjunto de equipamentos, destaca-se que foram avaliadas a renovação de 16 equipamentos como se fossem um único projeto. No entanto, sabe-se que cada equipamento tem um desempenho; são de operações diferentes; e exigem investimentos diferentes. Assim sua contribuição para o fluxo de caixa e, conseqüentemente, para os indicadores é diferente para cada um desses equipamentos.

Nesse ponto, destaca-se que apesar dessas limitações o fluxo para construção do fluxo de caixa, presente na Figura 1, pode ser replicado para os demais equipamentos, inclusive para outras operações.

Por fim, como sugestão de trabalhos futuros, ressalta-se: a) realizar o estudo individual para cada tipo de equipamento; b) inserir os impactos da inovação tecnológica no desempenho dos equipamentos e criar opções de investimento; c) calcular a taxa de desconto a partir da metodologia WACC (*Weighted Average Capital Cost*) e identificar se a taxa mínima de atratividade utilizada pelo portfólio de projetos está adequada à estrutura de capital da empresa.

## Referências

- ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- BARBIERI, R. S.; CARVALHO, J. B. D.; SABBAG, O. J. Análise de viabilidade econômica de um confinamento de bovinos de corte. **Interações**, v. 17, n. 3, 2016, p. 357-369.
- BONACIM, C. A. G. et al. Projetos de investimentos em agronegócios: análise custo-volume-lucro considerando incerteza e risco. **Custos e Agronegócio Online**, v. 9, n. 3, 2013, p. 27-48.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **As Decisões de Investimentos** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- CASAROTTO Filho, N.; KOPITTKKE, B. H. **Análise de investimentos**. 9ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- CASTRO, S. G. Q. D.; FRANCO, H. C. J.; MUTTON, M. Â. Harvest managements and cultural practices in sugarcane. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, 2014, p.299-306.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento 2020. **Observatório agrícola. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. V. 6. Safra 2019/20. N. 4. Abril 2020. Disponível em <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>, acesso em 26 ago. 2020.

- CORTEZ, J. W. et al. Quality of sugarcane mechanized planting. **Journal of the Brazilian Association of Agricultural**, v. 36, n. 6, 2016, p. 1136-1144.
- DAMODARAN, A. **Finanças corporativas: teoria e prática**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tratos culturais melhoram produtividade da cana-de-açúcar**. 2016. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/13174920/tratos-culturais-melhoram-produtividade-da-cana-de-acucar>>, acesso em 26 ago. 2020.
- GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na Engenharia de Produção**. São Paulo: Atlas S.A., 2012.
- GIL, A. C.. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira** 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- GUTH, S. C.; FERNANDES, A. J. Bases da construção de um indicador de grau de investimento corporativo. **Revista Capital Científico**, v. 13, n. 1, 2015.
- MANNARELLI Filho, T.; DONADON, F. A. B.; SANTOS, D. F. L. Economic feasibility of harvesting in the sector sugar-energy: a case study. **Journal of Agrarian Sciences**, v.46, n.4, 2018.
- MARKOWITZ, H.. **Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments**. Wiley, New York, 1959.
- MEREDITH, J. R.; MANTEL JUNIOR., S. J. **Project Management: A Managerial Approach**. Estados Unidos da América: John Wiley & Sons, 1985.
- MONDHER, B. **Extended DCF analysis and real options analysis within Information uncertainty: applications for project valuation and R&D**. In Proceedings of The International Annual Conference On Real Options (cd-rom). Paphos: Real Options Group, 2002.
- MOROZINI, JF; MARTIN, DML; CARDOSO, CE. **Teoria de opções reais para análise de risco e determinação dos preços de entrada e saída em uma lavoura de café no Brasil**. Revista Custos e agronegocio online, 2012, pg. 970.
- NETTO, F. F.; DRUCIANKI, F. P. As perspectivas sócio-ambientais e econômicas da produção de biodiesel utilizando óleo de fritura residual. **Revista Capital Científico**, v. 12, n. 2, 2014.
- NEVES, M. et al. **Mapeamento e quantificação da cadeia sucroenergética na safra 2013/2014**. Mimeo, 2014.
- NOVA CANA. Portal Nova Cana. Setor sucroenergético enfrenta custos mais altos de produção na temporada 2018/19. 2019. Disponível em < <https://www.novacana.com/n/cana/safra/crescecusto-producao-cana-de-acucar-safra-2018-19-290119>>, acesso em 24 jul. 2019.

- OLIVEIRA, M. R. G. Simulação de Monte Carlo e Valuation: uma abordagem estocástica. **Revista de Gestão**, v. 19, p. 493-511, 2012.
- PERRY, G. M.; BAYANER, A.; NIXON, C. J.. The effect of usage and size on tractor depreciation. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 72, p. 317-325, 1990.
- PMI. **The Standard for Portfolio Management** –2. ed. Newtown Square: Project Management Institute (PMI), 2008.
- REGÔ, R. B, et al. **Viabilidade Econômico-Financeira de Projetos**. 4<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2013.
- RFB - Receita Federal do Brasil. **Instrução Normativa Secretaria da Receita Federal nº 1700**, de 14 de março de 2017. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 mar. 2017. Disponível em: <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?visao=anotado&idAto=81268> . Acesso em: 21 ago. 2020.
- RODRIGUES, E. B.; ABI SAAB, O. J. G.; GANDOLFO, M. A.. Cana-de-açúcar: avaliação da taxa de aplicação e deposição do herbicida glifosato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.15 no.1 Campina Grande, 2011.
- SANTOS, D. F. L. et al. Viabilidade econômica e financeira na produção de cana-de-açúcar em pequenas propriedades rurais. **Custos e Agronegócio Online**, v.12, n.4, 2016, p.222-254.
- SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Goiás. **Cultivo e produção de cana-de-açúcar**. Disponível em < [http://ead.senar.org.br/lms/webroot/uploads/senar/conteudos/247/assets/docs/20181024\\_SenarGO\\_PPV\\_CultProdCana.pdf](http://ead.senar.org.br/lms/webroot/uploads/senar/conteudos/247/assets/docs/20181024_SenarGO_PPV_CultProdCana.pdf)>, acesso em 26 ago. 2020.
- SHIKIDA, P. F. A.; AZEVEDO, P. F. D.; VIAN, C. E. D. F. Desafios da Agroindústria Canavieira no Brasil Pós-desregulamentação: uma análise das capacidades tecnológicas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 3, 2011, p. 599-628.
- SOUZA, O. T. D.; BAGOLIN, I. P.; CORONA, H. M. P. A publicização do campo: políticas agrícolas e de desenvolvimento frente às múltiplas funções do espaço rural. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 18, n. 1, 2010, p. 193-219.
- SOUZA JUNIOR, W. D.; BALDISSERA, J. F.; BERTOLINI, G. R. F.. Análise de opções reais aplicada na diversificação da produção rural no estado do Paraná. **Rev. Econ. Sociol. Rural** [online]. 2019, vol.57, n.2, pp.253-269, 2019.
- UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Balanco de Atividades 2012/13 a 2018/19**. 2019. Disponível em: < <https://www.unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Relatorio-Atividades-201213-a-201819.pdf>>, acesso em 27 ago. 2020.
- VARGAS, R. V. **Utilizando a programação Multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio**. PMI Global Congress 2010 – North America. Washington –DC – EUA- 2010.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5ed. São Paulo: Atlas, 2004.

VIDAL, D. O. **Metodologia de avaliação econômica para decisão entre renovação ou reforma de tratores agrícolas**. Tese de Doutorado. UNESP. Jaboticabal. 2018.

VOSS, C; TSIKRIKTSIS, N; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.2, p.195-219, 2002.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.