



**AVALIAÇÃO FINANCEIRA E CUSTEIO POR ABSORÇÃO EM
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA**

PEDRO PEREIRA SANTOS

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA-UnB**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**AVALIAÇÃO FINANCEIRA E CUSTEIO POR ABSORÇÃO EM
SISTEMA E INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA**

PEDRO PEREIRA SANTOS

ORIENTADOR: Dr. ÁLVARO NOGUEIRA DE SOUZA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PUBLICAÇÃO: PPGEFL.DM-352/2020

BRASÍLIA – DF DEZEMBRO DE 2020

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**“AVALIAÇÃO FINANCEIRA E CUSTEIO POR ABSORÇÃO EM
SISTEMA DE E INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA
FLORESTA”**

PEDRO PEREIRA SANTOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTORA EM CIÊNCIAS FLORESTAIS.

APROVADA POR:

Prof. Dr. ÁLVARO NOGUEIRA DE SOUZA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB)
(Orientador)

Profa. Dra. MAÍSA SANTOS JOAQUIM (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV/UnB)
(Examinadora Externa ao PPG-EFL)

Prof. Dr. LEONARDO JOB BIALI (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB)
(Examinador Externo ao PPG-EFL)

Dra. MAISA ISABELA RODRIGUES (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB)
(Examinadora Externo ao PPG-EFL)

BRASÍLIA/DF, 15 DE DEZEMBRO DE 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília.

| | |
|----|--|
| Pa | Pereira Santos, Pedro Avaliação financeira e custeio por absorção em sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta / Pedro Pereira Santos; orientador Álvaro Nogueira de Souza. -- Brasília, 2020. 48 p. |
| | Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, 2020. |
| | 1. Cerrado. 2. Eucalipto. 3. Produção de Leite. 4. Sistema Experimental. 5. Soja. I. Nogueira de Souza, Álvaro, orient. II. Título. |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTOS, M. I. (2020). Avaliação financeira e custeio por absorção em sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM-352/2020. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 48 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Pedro Pereira Santos

TÍTULO: Avaliação financeira e custeio por absorção em sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta.

GRAU: Mestrado

ANO: 2020

É concedido à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora.

Pedro Pereira Santos
pedrope.caliandra@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar meu agradecimento especial as três mulheres que tiveram um papel central na minha vida, minha mãe, avó e tia. Bem como aos meus amigos que sempre estiveram caminhando junto e me apoiando em todos os momentos. Não menos importante ao Professor Álvaro que sempre de forma receptiva acolheu minhas ideias e propostas me dando todo o apoio necessário e compreendendo as situações. Agradeço ao conhecimento compartilhado e inspiração. E a pesquisadora Izabel da Embrapa CTZL por toda paciência, acolhimento, suporte prestado para a pesquisa, pela oportunidade e pela vivência proporcionada no acompanhamento das atividades.

Agradecimento especial a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa por todo suporte prestado para a coleta e análise dos dados assim como a oportunidade de desenvolver meu trabalho em um dos experimentos implementados em uma das suas áreas. É o segundo trabalho que desenvolvo em parceria e serei sempre muito grato aos caminhos, conhecimentos e vivências que ela me proporcionou.

A todos que de alguma forma fizeram parte da minha caminhada científica e que compartilharam experiências, momentos, ensinamentos e inspiração, desde ao primeiro estágio em laboratório aos colegas da economia florestal e da pós-graduação. Especialmente a Dra. Maísa Isabela Rodrigues pela ajuda com a dissertação.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| RESUMO | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| 1. INTRODUÇÃO | 3 |
| 2. OBJETIVO..... | 4 |
| 3. REFERÊNCIAL TEORICO | 4 |
| 2.1 SISTEMAS AGROFLORESTAIS..... | 4 |
| 2.2 ANÁLISE FINANCEIRA DE SAFS | 6 |
| 2.3 CUSTEIO POR ABSORÇÃO..... | 9 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 3.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA | 12 |
| 3.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA | 14 |
| 3.3 CUSTEIO POR ABSORÇÃO..... | 17 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 18 |
| 4.1 ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA | 18 |
| 4.2 ANÁLISE SENSIBILIDADE | 21 |
| 4.3 CUSTEIO POR ABSORÇÃO..... | 25 |
| 6. CONCLUSÃO | 28 |
| 7. REFERÊNCIAS..... | 29 |
| 8. APENDICE | 36 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Fluxo de caixa referente aos sistemas experimentais de ILPF e ILP, Embrapa - CTZL | 14 |
| Tabela 2. Preços de venda dos produtos para o sistema ILP e ILPF | 15 |
| Tabela 3. Base de dados utilizada para aplicação do método de custeio por absorção do sistema experimental ILPF, Embrapa CTZL..... | 18 |
| Tabela 4. Produtividade por hectare nos sistemas experimentais ILPF e ILP, Embrapa CTZL. | 19 |
| Tabela 5. Resultado e indicadores financeiros por hectare para os Sistemas experimentais ILPF e ILP com foco em produção leiteira, Embrapa CTZL..... | 19 |
| Tabela 6. Custo total e o custo por unidade por meio do rateio dos custos indiretos com base na ocupação do solo de sistema experimental ILPF, Embrapa CTZL. | 27 |
| Tabela 7. Coeficientes técnicos e custo ILPF, Embrapa CTZL. | 36 |
| Tabela 8. Coeficientes técnicos e custo ILP, Embrapa CTZL..... | 38 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Localização do experimento de ILPF e ILP, EMBRAPA - CTZL..... | 12 |
| Figura 2. Histórico de atividade sistema experimental do ILPF e ILP, Embrapa - CTZL. | 13 |
| Figura 3. Esquema de organização do pensamento da produção conjunta aplica ao sistema experimental ILPF, Embrapa CTZL..... | 17 |
| Figura 4. Comportamento do VPL a partir da variação da TMA para sistema experimental ILPF..... | 22 |
| Figura 5. Comportamento do VPL a partir da variação do preço da madeira para o sistema experimental ILPF, Embrapa CTZL..... | 22 |
| Figura 6. Comportamento do VPL a partir da variação do preço de venda do leite para o sistema experimental ILPF, Embrapa CTZL..... | 23 |
| Figura 7. Comportamento do VPL a partir da variação da TMA para sistema experimental ILP, Embrapa CTZL..... | 24 |
| Figura 8. Comportamento VPL a partir da variação do preço de venda do leite para o sistema experimental ILP, Embrapa CTZL..... | 24 |
| Figura 9. Porcentagem dos custos totais do sistema experimental ILPF divididas por produto e entre mão de obra, insumo e atividades mecanizadas..... | 25 |
| Figura 10. Porcentagem dos custos totais do sistema experimental ILP divididas por produto e entre mão de obra, insumo e atividades mecanizadas..... | 26 |

AVALIAÇÃO FINANCEIRA E CUSTEIO POR ABSORÇÃO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA

RESUMO

O aumento de demanda de alimentos frente à degradação ambiental e aquecimento global impõem desafios para a produção agropecuária. Como alternativa, os sistemas ILPF tem potencial para melhorar a qualidade ambiental em conjunto com o aumento da produção. A adoção e difusão desses sistemas tem de ser justificada em sua viabilidade econômica. O objetivo do trabalho foi atestar a viabilidade financeira de sistemas experimentais de Introdução Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) e Introdução Lavoura Pecuária (ILP), avaliar a sensibilidade frente às flutuações de preço de venda do leite e da madeira, Taxa Mínima de Atratividade (TMA), e aplicar método de custos por absorção. A avaliação financeira foi feita por meio dos indicadores financeiros Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa) Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), Relação Benefício Custo (B/C) e Tempo de Retorno do Capital (payback). A análise de sensibilidade testou a influência de variação da taxa de desconto de 3, 6, 9, 18, 27, 54, 63 e 72% a.a. e da flutuação de $\pm 25\%$ no preço de venda da madeira e do leite. O método custeio por absorção foi aplicado a partir da identificação dos custos indiretos para a produção dos coprodutos madeira e leite e cálculo dos custos de produção. Os sistemas ILPF e ILP apresentaram viabilidade financeira. Os experimentos possuem diferentes horizontes de planejamento, porém observando o indicador VPLa do ILP é mais atrativo financeiramente. O sistema ILPF possui maior sensibilidade ao preço do leite, entretanto demonstrou uma elevada sensibilidade com a variação da TMA. O sistema ILP apresenta baixa sensibilidade a variação da TMA. O maior custo de produção dos sistemas foi a nutrição animal, seguido pela mão de obra do leite e da madeira. O custo de produção da madeira superou o valor de venda praticado, o que demonstra a inviabilidade financeira do compartimento florestal do ILPF quando não se analisam as receitas do leite em conjunto. Concluímos que os sistemas apresentam potencial como alternativa de investimento, diante dos resultados apresentados pelos indicadores, e o método de custeio é promissor para contabilizar de forma racional os custos indiretos. Observamos maior desempenho financeiro para o ILP. Devido às características intrínsecas ao ILPF se apresentou como um sistema com considerável risco de investimento. O custeio por absorção confirma como gargalo o compartimento florestal.

Palavras-Chave: Cerrado, Eucalipto, Produção de leite, Sistema experimental, Soja.

FINANCIAL EVALUATION AND COST BY ABSORPTION IN SYSTEM OF INTEGRATION FOREST LIVESTOCK FARMING

ABSTRACT

The increased demand for food in the face of environmental degradation and global warming poses challenges for agricultural production. Alternatively, ILPF systems have the potential to improve environmental quality in conjunction with increased production. The dissemination and diffusion of the systems must be justified in their economic viability. The objective of the work was to certify the financial viability of experimental systems of Introduction to Forest Livestock (ILPF) and Introduction to Agricultural Livestock (ILP), to evaluate a sensitivity to fluctuations in the sale price of milk and wood, Minimum Attractiveness Rate (TMA), and apply the absorption cost method. The financial assessment was made using the financial indicators Net Present Value (NPV), Annualized Net Present Value (NPV) Modified Internal Rate of Return (TIRM), Cost Benefit Ratio (B / C) and Capital Return Time (payback). The sensitivity analysis tested the variation in the discount rate variation of 3, 6, 9, 18, 27, 54, 63 and 72% a.a. and the fluctuation of $\pm 25\%$ without selling price for wood and milk. The absorption costing method was applied based on the identification of indirect costs for the production of wood and milk by-products and the calculation of production costs. The ILPF and ILP systems economic financial viability. The experiments have different planning horizons, but observing the ILP NPV indicator is more financially attractive. The ILPF system has greater sensitivity to the price of milk, in addition to a high sensitivity to the variation of the TMA. The ILP system has low sensitivity to variation in TMA. The greatest cost of production of the systems was animal nutrition, followed by the labor of milk and wood. The cost of wood production exceeded the practical sale value, which demonstrates the financial unfeasibility of the ILPF forest district when milk revenues are not analyzed together. We conclude that the systems have potential as an investment alternative, in view of the results obtained by the indicators, and the costing method is promising to account for indirect costs in a rational manner. We observed greater financial performance for the ILP. The characteristics to the characteristics intrinsic to the ILPF are presented as a system with investment risk. The absorption cost confirmed as a bottleneck in the forest district.

Keywords: Cerrado, Eucalyptus, Milk production, Experimental system, Soy.

1. INTRODUÇÃO

A humanidade possui desafios frente a produção de fibras e alimentos. Até 2050 o mundo precisará aumentar em mais de 50% a quantidade de alimentos produzidos para suprir a demanda das 9,7 bilhões de pessoas (FAO, 2017). Em discrepância observamos que grande parte dos ambientes naturais dos trópicos se encontram em processo de degradação causada pela dinâmica de modificação do uso da terra, especialmente pela expansão de áreas agrícolas. Nesse contexto, o Brasil possui cerca de 50 milhões de hectares de pastagens degradadas.

Existem estratégias alternativas para a questão ambiental, como a adoção de sistemas mais sustentáveis para produção de alimentos. Um dos objetivos do Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono) é aumentar a adoção de sistemas Introdução Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) e Introdução Lavoura Pecuária (ILP) como forma de mitigação e adaptação às mudanças climáticas (MAPA, 2014). Conceitualmente, sistemas integrados utilizam da interação econômica e ecológica no espaço tempo de espécies arbóreas com culturas de ciclo curto e animais para aumentar a produtividade, produzir serviços ambientais e benefícios sociais (DAWSON et al., 2013).

Segundo Balbino et al. (2011), destacam-se como benefícios ambientais a redução da expansão de novas áreas produtivas, maior capacidade de mitigação do efeito estufa por meio do sequestro de carbono, intensificação da ciclagem de nutrientes, diminuição do uso de agroquímicos pela complementariedade e sinergia da integração, e melhoraria na utilização de recursos naturais. O sinergismo dos sistemas de lavoura-pecuária-floresta melhora as condições ambientais também para as vacas leiteiras, juntamente a produção de madeira, somado no aumento da produtividade e na melhoria da gestão financeira (TEIXEIRA et al., 2018).

Dos R\$ 2,9 bilhões disponibilizados pelo plano ABC para sistemas de baixo carbono, 63% foram utilizados. Desse valor, cerca de 7% foram destinados a implementação de ILPF, o que reflete uma resistência na adoção dos sistemas em função da falta de acesso a informações sobre os aspectos financeiros do investimento (OBSERVATÓRIO ABC, 2017). Devemos considerar todos os aspectos do sistema para justificar sua implantação em vista da expectativa de produção, benefícios, receita gerada e despesas com implantação e manejo. Os aspectos devem ser avaliados a partir de critérios e métodos de análise financeira que abordam comparações entre custos e receitas do sistema, e apontam os aspectos chaves do projeto (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

Um dos aspectos mais relevantes na tomada de decisão do produtor é disponibilidade de informação sobre os potenciais benefícios econômicos do sistema (CORTNER et al., 2019). Portanto, a análise financeira de empreendimentos agroflorestais é um importante instrumento para determinação da viabilidade ou capacidade do sistema para a geração de renda para o produtor e auxiliar na tomada de decisão frente a investimentos alternativos (MARTINELLI et al., 2019).

2. OBJETIVO

Diante dessas considerações, o trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade financeira de sistemas experimentais de ILPF e ILP com foco em produção de leite, bem como avaliar os custos de sistema ILPF por meio da metodologia de custeio por absorção.

3. REFERÊNCIAL TEORICO

2.1 Sistemas Agroflorestais

Explicar sistemas agroflorestais (SAFs) em um conceito mediante sua complexidade e história é uma tarefa desafiadora. De acordo com o Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF), sistemas agroflorestais são sistemas de manejo e produção que utilizam da combinação ecológica e econômica interativa de espécies arbóreas, agrônômicas e animais em determinado arranjo espacial e temporal (NAIR et al., 2010).

Os impactos de agroecossistemas sobre o meio biológico, físico e antrópico dos SAFs apresentam 62% menos externalidades negativas sobre o meio ambiente quando comparado a monocultura e pastagens (SANTOS et al., 2015). Desta maneira, os SAFs representam uma alternativa viável de sistema de produção, com melhor integração na paisagem, promovendo o desenvolvimento social e a oferta de serviços ecossistêmicos (JOSE, 2009).

Dependendo de fatores como características ambientais, sociais, e de manejo (estrutura, idade de rotação e manejo da biomassa), os SAFs possuem potencial de aumentar o estoque de carbono. O aumento ocorre em função do *input* de biomassa no sistema (solo, serapilheira e planta), do aporte de nutrientes no solo e da estabilização da

matéria orgânica (JARAMILLO-BOTERO et al., 2008; MONTAGININI; NAIR, 2014; GOMES et al., 2016).

Os SAFs podem assumir diversos papéis na propriedade rural, como conservação, suporte e produção, e estão associados a benefícios econômicos como serviços ambientais, produção de energia, alimentos e fibras. Desta maneira, estes sistemas são capazes de gerar benefícios econômicos ao produtor, especialmente quando se opta pela linha produtiva (MERCER et al., 2014).

A estrutura/arquitetura e manejo empregado define os SAFs, que podem assumir diversas formas de acordo com sua finalidade, indo de sistemas mais simples a sistemas com alta diversidade de espécies. Portanto, podemos separar os SAFs em: Concomitantes (Agrosilvipastoril e Silvipastoril, plantio em faixas e cerca viva); Quintais Agroflorestais; e Sucessionais (sequenciais e regenerativos) (COELHO, 2012).

Dentre os sistemas classificados como concomitantes, se encontram os sistemas ILPF. Eles utilizam da sinergia entre as coproduções existentes no sistema para aumentar a produção, a competitividade, a qualidade do produto e a qualidade ambiental. Assim, possuem capacidade de aliar desenvolvimento socioeconômico com ecoeficiência desde que ocorram incentivos do setor privado e do governo (BALBINO et al., 2011).

Especificamente sobre sistemas ILPF com foco em produção leiteira podemos elucidar algumas características. As condições do clima tropical com alta incidência solar e elevadas temperaturas contribuem para uma baixa produtividade de leite, pois aumenta o estresse térmico do animal, influenciando negativamente a fisiologia e diminuindo a produção. Todavia, os sistemas ILPF possuem potencial de confrontar as condições extremas do clima, principalmente frente a mudanças climáticas (CARNEVALLI et al., 2019).

Os sistemas ILPF levam conforto térmico para os animais e reduzem o efeito da sazonalidade climática da produção. Há aumento no valor nutricional das plantas forrageiras e maior uniformidade da quantidade de leite produzida. Isto traz um aumento na qualidade da produção animal e mais segurança financeira e alimentar para a propriedade a partir da diversificação e interação entres os componentes produtivos (CARNEVALLI et al., 2019).

As espécies do extrato inferior dos sistemas de integração são diretamente afetadas pela disponibilidade de luz, interferindo na produção e crescimento. Elas dependem, de forma geral, de quatro variáveis relacionadas ao manejo do sistema: densidade e diâmetro das copas; espaçamentos e arranjo do sistema; atividades de

desbaste e desrama; e tolerâncias ao sombreamento das plantas do extrato inferior (ANDRADE et al., 2001). Dessa maneira, o sucesso produtivo do extrato inferior depende do comportamento das espécies escolhidas, tanto para adaptação às condições de interceptação de luz, quanto para as condições do solo (VIANA et al., 2010).

Uma das fases mais críticas na implantação de sistemas ILPF é o crescimento inicial das árvores. O sucesso da produção depende do desenvolvimento adequado do componente florestal, da adaptação do componente forrageiro em relação ao sombreamento das árvores; da compatibilidade com o tipo de animal ao componente forrageiro e florestal, e da interação entre eles (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012). O caminho da sustentabilidade da produção em pequenas propriedades é a diversificação. Esse caminho traz um benefício geral a partir da interação aditiva e da relação de complementariedade entre os componentes do sistema (CARNEVALLI et al., 2019).

2.2 Análise financeira de SAFs

A análise prévia de custos, rendimentos e demandas de mão de obra é de fundamental importância para justificar a implantação de SAFs (ARCO-VERDE; AMARO, 2014). Por meio da análise financeira se examina o fluxo de caixa, relação entre custos e receitas ou benefícios em função dos preços de mercado, permitindo assim atestar sobre a viabilidade de implementação de um determinado empreendimento ou projeto de investimento (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

A partir do momento em que se escolhe fazer um investimento, o investidor faz a opção por uma alternativa em detrimento de outras. A análise financeira esclarece o efeito dos *trade-offs* sobre o projeto, auxiliando na redução de escolhas não ótimas frente a investimentos alternativos. A avaliação financeira pode auxiliar a disseminação dessas práticas bem como otimizar produtividade, renda, segurança alimentar e bem-estar (ATANGANA et al., 2013).

Segundo Arco-Verde e Amaro (2014), os principais critérios utilizados na análise financeira são: I) estabelecer critérios de decisão baseados na realidade do empreendimento como o tempo de retorno e os custos do investimento, para auxiliar na escolha do manejo, espécies e insumos; II) determinar a rentabilidade financeira do projeto para tomada de decisão frente a outros investimentos para a escolha do mais rentável; e III) estudar as opções de manejo para fazer o planejamento de contratação da mão de obra para atividades do sistema.

Os indicadores financeiros são as ferramentas tradicionais de análise financeira e econômica de investimento. As metodologias mais utilizadas para a análise de investimentos são Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), Benefício Custo (B/C) (ATANGANA et al., 2013, REZENDE; OLIVEIRA 2013).

Para Bruni et al. (1998), o VPL é a diferença entre os fluxos de caixa descontados pelo custo de oportunidade do capital para o valor presente e o investimento inicial. Ele indica a aceitação ou rejeição de algum investimento, sendo financeiramente atrativo quando $VPL > 0$, e inviável financeiramente quando $VPL < 0$ (SVIECH; MANTOVAN, 2013). Como vantagens, o VPL utiliza o fluxo de caixa ao invés do lucro líquido, analisa o capital ao longo do tempo, além de ser amplamente utilizado para auxiliar a tomada de decisões (EVANGELISTA, 2006).

O cálculo da TIR é mais complexo que o VPL, mas é uma técnica sofisticada e mais utilizada na avaliação de investimentos. A TIR é a taxa de desconto que iguala as entradas com as saídas do fluxo de caixa (EVANGELISTA, 2006), tornando $VPL = 0$. Dentre as principais vantagens da utilização da TIR, segundo Evangelista (2006), estão a facilidade de entendimento do método, resultado simples e de fácil compreensão e comparação, além de ser utilizada para auxiliar na tomada de decisão em relação a investimentos alternativos.

Como aspectos negativos, o VPL e a TIR podem apresentar resultados controversos dificultando a análise, especialmente pelas diferenças de grandezas de projeto e dos horizontes temporais diferentes dos investimentos (SVIECH; MANTOVAN, 2013). As deficiências e incertezas podem ser supridas utilizando várias técnicas para tornar os indicadores confiáveis e complementando a análise financeira com adaptações como o VPLa e a TIRM. Outro aspecto que ajuda a melhorar a robustez dos indicadores é considerar que, tão importante quanto utilizar os métodos é interpretar os resultados, caracterizando a situação em que foram utilizados e considerando as peculiaridades do investimento (SVIECH; MANTOVAN, 2013).

A utilização da análise financeira permite atestar que SAFs compostos por diferentes espécies e extratos são capazes de gerarem renda em um curto período, por meio da venda de cultivares de ciclo curto (SANTOS, 2000). Os SAFs representam, portanto, uma alternativa financeiramente viável para a recuperação ambiental e diversificação da renda do produtor rural, permitindo identificar os fatores que

influenciam na rentabilidade e os principais custo do sistema (BENTES-GAMA et al., 2005).

Os investimentos em SAFs, assim como outros sistemas de cultivo, apresentam riscos e incertezas dada a sua complexidade e a variabilidade do mercado (MERCER, 2004). A análise financeira sobre riscos e incertezas torna-se uma ferramenta importante tanto para formulações de políticas públicas quanto para tomada de decisão do produtor (JOAQUIM, 2015).

A introdução do componente florestal em pastagens possui elevado potencial de geração de receitas a baixo custo, especialmente quando a madeira é destinada a utilizações mais nobres como serraria (NETO et al., 2020). Além das receitas geradas pelos produtos, outra alternativa de rentabilizar esses sistemas é a valoração e comercialização dos serviços ambientais que estão associados, principalmente, a fixação de CO₂ e dos impactos positivos no conforto animal e na qualidade do produto (NETO et al., 2020).

Os principais desafios que os sistemas integrados enfrentam, segundo Balbino et al. (2019), são o tradicionalismo e resistência a novas tecnologias, a exigência de maior capacitação dos atores envolvidos, os retornos financeiros de médio a longo prazo, a necessidade de capital financeiro disponível para investimento ou acesso a crédito, as longas distâncias dos centros consumidores e de fornecedores de insumos, e a maior complexidade do sistema agregando riscos especialmente por influência do componente agrícola.

A maior complexidade do ILPF pode ser vista como desvantagens por impor desafios administrativos e gerenciais para as empresas. Os sistemas integrados apresentam vantagens pela diversificação da produção e da renda, bem como redução dos custos de produção, da utilização de insumos externos e dos impactos negativos da agricultura convencional, proporcionando ganhos financeiros indiretos e diretos (REIS et al., 2015).

Em alguns casos, a análise financeira é feita com base em sistemas experimentais os quais seguem algumas características. Essas características estão diretamente relacionadas com a contabilização dos custos do sistema, não sendo possível reconhecer a estrutura do capital existente por investimentos iniciais, como aquisição de equipamento e construções de benfeitorias. Nesses casos, o fluxo de caixa é operacional, que se caracteriza como movimentos de entrada e saída monetárias do sistema (PEREIRA et al., 2019a).

Para melhor compreensão a respeito dos retornos do sistema, é importante simular o desempenho dos sistemas frente a diferentes condições de preço, produtividade, taxa de atratividade e agregação de valor. Essa necessidade surge para confrontar a falta de estabilidade nos preços ao longo do tempo e a incorporação de benefícios econômicos do sistema, como agregação de valor (PEREIRA et al., 2019b).

Os mercados e a produção agropecuária possuem grande interesse na adoção de sistemas ILPF. A produção de múltiplos produtos se torna relevante, especialmente quando observamos as oscilações e riscos associados ao mercado, aos preços e ao clima nas atividades agropecuárias. Contudo, a rentabilidade de sistemas integrados depende diretamente das oportunidades de mercado, do suporte técnico disponível e do planejamento (OMETE et al., 2019).

2.3 Custeio por Absorção

Nos primórdios da revolução industrial no século XVIII a contabilidade comercial era feita a partir do levantamento dos estoques e da contabilização do valor pago, e a diferença dos estoques entre os períodos resultava no custo da mercadoria. A relação da soma desses valores com a receita líquida gerava o lucro bruto, que depois eram distribuídos entre os custos de financiamento e manutenção das atividades (MARTINS, 2003). A aplicação do método era fácil em escala comercial pequena. Entretanto, ao tentar adaptar esses critérios na indústria, o método não computava diversos valores referentes a juros, administração, honorários e salários. Os gastos eram vistos como despesas do período independente da venda das mercadorias (MARTINS, 2003).

Com a revolução industrial e o surgimento das indústrias, a contabilidade de custos começou a ganhar papel protagonista no gerenciamento das atividades, com o intuito de determinar os custos do produto (BORNIA, 2010). Uma contabilidade de custos consistente é de elevada importância para que uma empresa possa atingir seus objetivos, e o sistema de gerenciamento de custos deve cumprir um papel de planejamento e tomada de decisões estratégicas das empresas (CREPALDI, 2010).

A produção conjunta está presente em vários setores da atividade econômica e acontece quando se produz mais de um produto utilizando as mesmas matérias primas. De forma conceitual, a produção conjunta ocorre quando se obtém diversos produtos de um único conjunto de processos e matérias primas, que são comercializados como coprodutos ou subprodutos (BRUNI; FAMÁ, 2004). Os coprodutos representam os produtos principais que possuem maior contribuição no faturamento da empresa, e os

subprodutos possuem menor contribuição. Além disso, os subprodutos ocasionam a redução da produção dos produtos principais (MARTINS, 2003).

Cabe pontuar alguns conceitos relacionados a custos, como a diferenciação entre custos e despesas. Os custos são considerados como relativos ao processo de produção, enquanto as despesas são relativas a financiamentos, administração e vendas. Em uma aplicação prática acontecem problemas com a separação e a identificação da participação dessas despesas indiretas no custo, tornando o rateio arbitrário (MARTINS, 2003). Algumas regras podem ser seguidas na tentativa de simplificação. Como exemplos, os gastos irrelevantes das empresas não devem ser rateados, os valores relevantes e repetitivos devem ser computados do resultado integral e não rateado, e os valores de rateio extremamente arbitrários devem ser evitados (BORNIA, 2010).

Outra classificação importante é a de custos diretos e custos indiretos. Os custos diretos são aqueles que podem estar relacionados com a produção de determinado produto que possuem uma unidade de medida. Os custos indiretos não se conseguem atribuir diretamente uma medida precisa do produto, e são relacionados de forma arbitrária (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

A partir da natureza e do grau de absorção dos custos, podemos separá-los em duas técnicas de custeio, que Horngren et al., (2004) definiram como custeio variável e custeio por absorção. O custeio variável é mais simples, mas não considera alguns custos de produção, pois deixa de incorporar os custos fixos dos produtos. No entanto, em situações em que a separação de custos fixos e variáveis são complexas o custeio variável não apresenta tanto eficácia (SOUZA; CLEMENTE, 2007).

O custeio por absorção considera que o custo fixo e o custo variável devem fazer parte do custo do produto, e todos os gastos são distribuídos de acordo com o volume produzido (BORNIA, 2010). Os custos fixos são aqueles que não dependem do volume de produção, e o custo será o mesmo independentemente da quantidade produzida. Os custos variáveis são diretamente influenciados pelo volume de produção, e o aumento na quantidade produzida causa um aumento dos custos (BORNIA, 2010).

Contudo, de forma conceitual, o sistema de custeio por absorção integra todos os custos de produção. Independentemente de sua classificação, os custos são distribuídos em sua totalidade entre os produtos, podendo ser apropriados de forma direta ou indireta (CREPALDI, 2020). O método é adotado pela legislação fiscal e comercial do Brasil e a atribuição dos custos de cada produto, sempre que possível, é feita de forma direta (SILVA, 2014).

O custeio por absorção é baseado nos princípios da contabilidade e representa a apropriação de todos os custos de produção relacionados à produção dos bens. Segundo Martins (2003), em relação aos princípios, podemos citar:

- a) Princípio da realização da receita: o resultado da produção só é contabilizado a partir da transferência do produto para o comprador, principal diferença entre a contabilidade e a economia;
- b) Princípio das despesas: depois do reconhecimento das receitas, delas são deduzidos os valores que representam as despesas de produção;
- c) Princípio do custo histórico como base de valor: o valor dos ativos é contabilizado a partir do valor original de entrada com base no histórico;
- d) Consistência ou uniformidade: os critérios utilizados para contabilizar os períodos devem ser os mesmos;
- e) Conservadorismo: relacionado ao princípio de precaução, prezando por sempre contabilizar como despesas; e
- f) Materialidade ou relevância: esse princípio torna facultativa a contabilização de gastos menos relevantes.

As principais dificuldades são a escolha do critério de rateio dos custos indiretos, como consequência da subjetividade que envolve os custos indiretos (MEGLIORINI, 2001). Segundo Martins (2003), alguns critérios são utilizados para alocação dos custos conjuntos:

- a) Método de valor de mercado: aloca os custos de acordo com o valor do coproduto, e quanto maior o valor de mercado mais recurso será alocado;
- b) Método do volume produzido: os recursos são alocados de acordo com a quantidade produzida;
- c) Método igualdade do lucro bruto: os recursos são distribuídos de forma que os coprodutos tenham o mesmo lucro bruto por unidade; e
- d) Método das ponderações: os produtos são ponderados a partir do grau de dificuldade na elaboração, importância ou facilidade de venda.

A maioria dos conceitos são derivados da produção industrial, relacionando muitas vezes a produção agropecuária nas agroindústrias e indústrias de processamento e derivados de madeira. Segundo Pereira et al. (2019), recomenda-se que o rateio de custos em sistemas integrados seja feito proporcionalmente à participação da área de integração na área produtiva da propriedade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Histórico e Caracterização da Área

A área de estudo faz parte da Embrapa Cerrados – Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (CPAC), e pertence ao Centro de Transferência de Tecnologia de Raças Zebuínas com Aptidão Leiteira (CTZL). Está localizada no Núcleo Rural Ponte Alta Norte, às margens da rodovia DF 180, na cidade do Gama, Distrito Federal (Figura 1). A CTZL está inserida entre as coordenadas 15° 57' 24" S e 48° 08' 12" W a aproximadamente 998 m de altitude. O clima na região possui duas estações bem definidas, uma seca e fria entre maio e setembro e uma chuvosa e quente entre outubro e março, com precipitação média entre 1300 mm e 1600 mm, e temperatura média entre 20 °C e 22 °C (ALVARES et al., 2013). Os solos na região são predominantemente Latossolo Vermelho (REATTO et al., 2004).

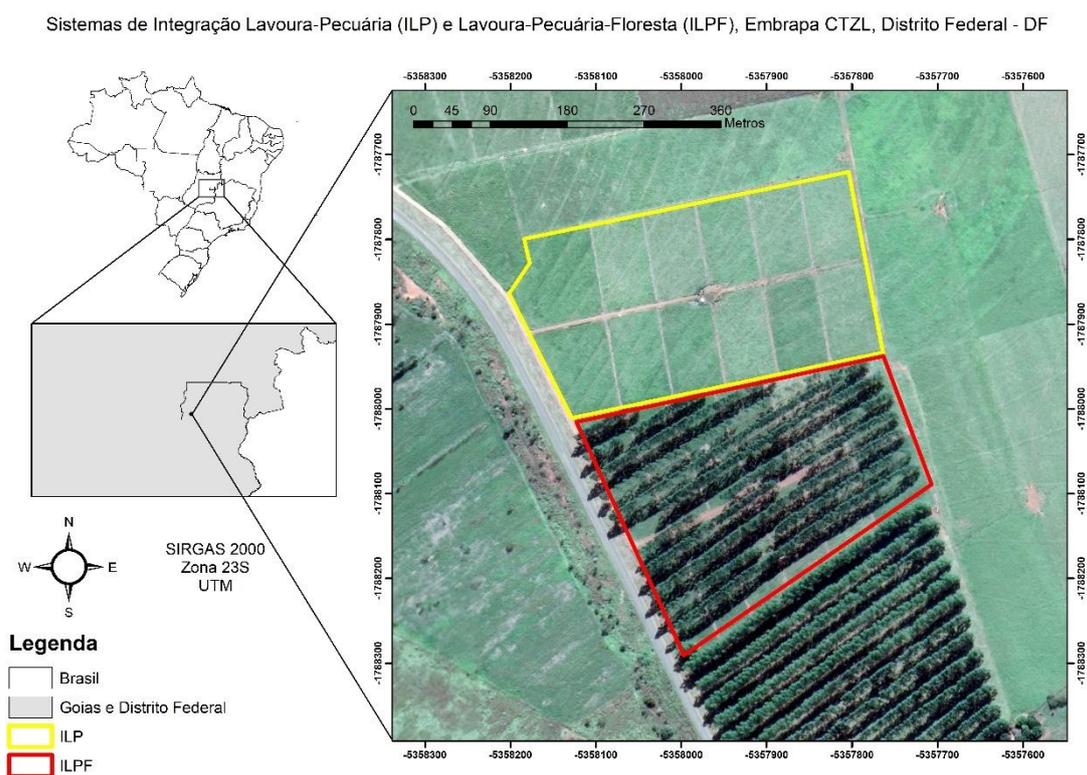


Figura 1. Localização do experimento de ILPF e ILP, EMBRAPA - CTZL.

Conforme apresentado na Figura 1, o experimento é composto por dois sistemas de produção de leite, sendo um sistema ILP com produção leiteira a pleno sol, e um

sistema ILPF com produção leiteira com sombreamento. A implantação dos sistemas está sendo apresentada na Figura 2.



Figura 2. Histórico de atividade sistema experimental do ILPF e ILP, Embrapa - CTZL.

O plantio de eucalipto do ILPF foi realizado em 2013, utilizando clones de *Eucalypto Urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, clone GG100). O arranjo espacial foi de 1,5 m entre plantas e 25 m entre renque, totalizando 8 ha com 11 fileiras e 267 árvores/ha, e replantio de cerca de 20% (313 mudas).

O preparo do solo foi feito de forma mecanizada com gradeamento duplo em área total, e aplicação de cerca de 300 g/planta de NPK 4-30-16 + Zn. O plantio e adubação das mudas foi feito manualmente, com equipe de três técnicos de campo para as atividades de plantio de mudas, adubação e fechamento das covas. No ano de plantio houve controle de formiga por três vezes, e nos períodos seguintes o controle foi anual. O produto foi aplicado de forma manual com utilização de bomba costal.

Em 2018 foi feito o desbaste de aproximadamente 50% das árvores. O produto do desbaste foi comercializado por R\$17,20/st após o corte e empilhamento. Para o desbaste e colheita das árvores, foram adotadas equipes compostas por três técnicos, e o corte foi realizado utilizando motosserra (processo semi-mecanizado).

Em 2016 houve o plantio da pastagem em conjunto com a lavoura de soja na densidade de 260 mil plantas/ha nas áreas de ILPF e ILP. A implantação da lavoura e pastagem foram feitas utilizando adubação de 450 kg/ha de NPK 0-20-20, e ureia a 220

kg/ha, utilizada na implantação e manutenção do pasto. Houve também a correção da acidez do solo com calcário dolomítico na concentração de 2 t/ha.

Para os dois experimentos analisados, a pastagem foi fracionada em 12 piquetes com aproximadamente 0,66 hectares. Utilizou-se forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Piatã com densidade de semeadura de 10 kg de sementes por ha. Anteriormente, a área era de pasto com mistura de forrageiras com predominância do capim Mombaça. A pastagem, portanto, é composta pela mistura dos dois capins. O rebanho leiteiro é composto por espécies Gir (*Bostaurus indico*, 100% pura) e Girolando (*Bostaurus torus*, 1/2, 3/4 e 5/8 de mistura) com lotação média para os três primeiros anos de 18 @/ha no experimento ILPF, e 20@/ha no experimento de ILP.

3.2 Análise de viabilidade financeira

Para a construção do fluxo de caixa (Tabela 1), foram utilizados coeficientes técnicos obtidos junto aos técnicos da Embrapa e a partir do método tomada de tempo (para ordenha e manejo animal). Para os valores dos insumos, realizamos pesquisas com fornecedores da Embrapa, e utilizamos valores de mercados pré-definidos (animal inseminado) e bases estaduais de informações agrícolas.

Tabela 1. Fluxo de caixa referente aos sistemas experimentais de ILPF e ILP, Embrapa - CTZL

| Período | ILPF | | ILP | |
|---------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | Custos (R\$/ha) | Receitas (R\$/ha) | Custos (R\$/ha) | Receitas (R\$/ha) |
| 1 | 1.505,55 | - | - | - |
| 2 | 110,36 | - | - | - |
| 3 | 27,08 | - | - | - |
| 4 | 4.345,84 | - | 4.569,50 | - |
| 5 | 12.944,55 | 7.495,40 | 13.682,73 | 9.548,26 |
| 6 | 5.863,17 | 12.719,24 | 4.070,35 | 10.921,29 |
| 7 | 6.682,50 | 13.650,20 | 4.252,32 | 13.025,45 |

O valor de mão de obra utilizado foi de R\$ 90,00 homem/dia. Como a mão de obra do sistema são funcionários da Embrapa, consideramos o tempo de realização das atividades relacionados a diária da região para chegar ao valor de mão de obra de acordo com a realidade praticada nas propriedades rurais. No caso da mecanização, foi considerado o valor R\$ 266,42 hora/máquina do aluguel incluindo o operador. Foi

utilizado o valor do aluguel, pois utilizando os tratores da Embrapa para o cálculo ficaria distante da realidade nas propriedades rurais.

Foram considerados os custos com o piqueteamento a R\$ 3.600/km de cerca, e a instalação hidráulica para o fornecimento de água para os animais com custo de R\$ 1.508,09 incluindo mão de obra, cano e bebedouro. O custo de implantação da soja foi considerado como valor único obtido por meio de técnicos da Embrapa que possuem atividade agropecuária (R\$ 2.400,00). Em 2019 houve leilão de bezerros, sendo vendidos 8 bezerros do ILPF e 10 bezerros do ILP ao preço de R\$ 2.400,00. Os preços considerados no sistema estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Preços de venda dos produtos para o sistema ILP e ILPF.

| | | Preços (R\$) | | | | | | |
|------------|-------------|--------------|------|------|------|----------|-------|-------|
| Componente | Unidade | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Madeira | m/est | - | - | - | - | - | 17.46 | 17.46 |
| Leite | L | - | - | - | - | 1.00 | 1.11 | 1.15 |
| Bezerro | cabeça | - | - | - | - | 1,420.00 | | |
| Soja | saca (60kg) | - | - | - | - | 55.37 | | |

A análise financeira fornece os resultados esperados do investimento considerando todos os custos e receitas. Portanto, utilizamos de indicadores financeiros de rentabilidade como VPL, VPLa, TIRM, B/C e payback conforme descritos por Rezende e Oliveira (2013). A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) utilizada para cálculo dos indicadores foi de 6% a.a., e o do preço de insumos, atividades e vendas foram deflacionados com base no IPCA.

O VPL (Equação 1) é a soma dos valores descontados do fluxo de caixa para o presente momento, e os projetos são considerados viáveis quando $VPL > 1$.

$$VPL = \sum_{i=1}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{i=1}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (1)$$

em que: VPL = Valor Presente Líquido; R_j = valor atual das receitas; C_j = valor atual dos custos; i = taxa de desconto; j = período em que as receitas ou os custos ocorrem; n = número de períodos ou duração do projeto.

O VPLa (Equação 2) é o VPL distribuído em função do horizonte de planejamento.

$$VPLA = \frac{VPL (1 + i)^t - 1}{1 - (1 + i)^{-nt}} \quad (2)$$

em que: VPLA = Valor Presente Líquido Anualizado; VPL = Valor Presente Líquido; i = taxa de desconto; n = duração do projeto; t = número de períodos de capitalização.

A TIRM (Equação 3) é a taxa de retorno do capital do investimento que iguala o valor atual dos custos com o valor atual de receitas, representando a taxa média de crescimento de determinado capital.

$$MTIR = \left[\left(\frac{\sum_{j=0}^n R_j (1 + i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j (1 + i)^j} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \times 100 \quad (3)$$

em que: MTIR = Taxa Interna de Retorno Modificada; R_j = receita ao final do período j; C_j = custo ao final do período j; i = taxa de desconto de reinvestimento; d = taxa de desconto do financiamento; j = período de capitalização referente ao valor futuro das receitas; k = período de desconto referente ao valor presente dos custos; n = número de períodos ou duração do projeto. A taxa de reinvestimento utilizada para esse cálculo foi de 6%.

A B/C (Equação 4) são relações entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos, representando a proporção de benefícios do investimento em relação aos custos.

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1 + i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j (1 + i)^{-j}} \quad (4)$$

em que: R_j = receitas no período j; C_j = custos no período j; i = taxa de desconto; j = período de ocorrência de R_j e C_j; n = duração do projeto em anos ou em períodos de tempo.

O *payback* (Equação 5) é um indicador do tempo de período de retorno do capital investido, conforme apresentado a seguir.

Periodo Payback

$$= \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Resultado fluxo de caixa com o ganho do investimento}} \quad (5)$$

A análise de sensibilidade foi realizada para o indicador VPL. Para a análise, foram adotadas flutuações de $\pm 25\%$ nos preços de venda da madeira e do leite. Também foram adotadas as TMAs, 3, 6, 8, 18, 27, 54, 63 e 72% a.a. Portanto, foram construídos novos fluxos de caixa para cada cenário financeiro simulado, sendo calculados diversos cenários de VPL para as áreas experimentais. Com a análise, foi possível compor um intervalo de confiança acerca dos retornos financeiros das áreas experimentais.

3.3 Custeio por Absorção

A partir da criação do esquema de produção conjunta (Figura 4), foi possível identificar as matérias primas e processos comuns aos dois compartimentos produtivos. Assim, foi possível apontar os custos indiretos comuns entre os coprodutos madeira e leite.

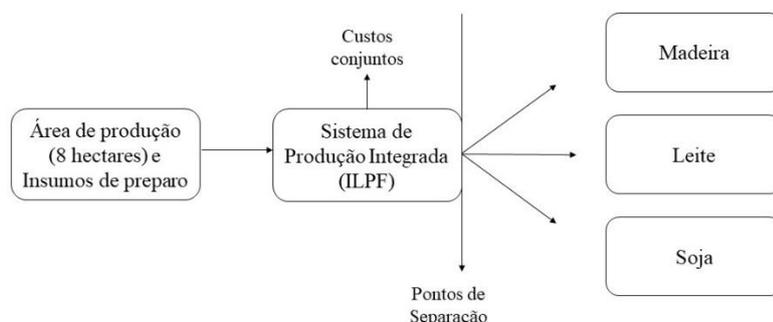


Figura 3. Esquema de organização do pensamento da produção conjunta aplicada ao sistema experimental ILPF, Embrapa CTZL.

O custeio por absorção foi calculado a partir do banco de dados de coeficientes técnicos e preços relacionados, obtendo os custos de atividades e insumos do sistema e posteriormente identificando os custos indiretos e diretos (Tabela 3). Foram identificados

os custos indiretos, e realizado rateio com base na ocupação do solo de cada compartimento entre os coprodutos madeira e leite, obtendo os custos por unidade de litros de leite e metros cúbicos de madeira produzidos (EYERKAUFER et al., 2007). A porcentagem de uso do solo considerada para rateio no método de custeio por absorção foi de 10% para o compartimento florestal, 80% para o compartimento do leite e 10% para o compartimento de lavoura.

Tabela 3. Base de dados utilizada para aplicação do método de custeio por absorção do sistema experimental ILPF, Embrapa CTZL.

| Período | Custos Diretos (R\$/ha) | Custos indiretos (R\$/ha) |
|----------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 5.572,77 | 6.471,62 |
| 2 | 882,87 | - |
| 3 | 216,63 | - |
| 4 | 34.766,70 | - |
| 5 | 93.487,57 | 10.393,58 |
| 6 | 49.544,36 | 1.835,06 |
| 7 | 56.212,67 | 1.914,15 |

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de viabilidade financeira

A produtividade de leite no sistema ILPF foi maior em comparação ao ILP, mesmo com menor taxa de lotação (Tabela 4). Dentre os fatores que contribuíram para o melhor desempenho do sistema ILPF está a redução da temperatura do ambiente, que influencia na fisiologia do animal e melhora a produção de leite (CARNEVALLI et al., 2019). A produção de soja foi maior no sistema ILP em comparação ao ILPF. Apesar do piqueteamento das áreas ser o mesmo, a área efetiva de pastagem é menor no ILPF devido ao componente florestal, o que ocasionou na diminuição das linhas de plantio de soja no sistema ILPF devido a ocupação das árvores.

Tabela 4. Produtividade por hectare nos sistemas experimentais ILPF e ILP, Embrapa CTZL.

| Sistema | Produto | Unidade | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---------|---------|----------------|------|------|------|------|----------|--------|--------|
| ILPF | Madeira | st | | | | | | 672 | 683,4 |
| | Madeira | m ³ | | | | | | 354 | 360 |
| | Leite | L | | | | | 6.591 | 11.019 | 10.150 |
| | Bezerro | cabeça | | | | | | | 8 |
| | Soja | kg | | | | | 12.411,2 | | |
| ILP | Leite | kg | | | | | 7345 | 9839 | 9783 |
| | Bezerro | cabeça | | | | | | | 10 |
| | Soja | kg | | | | | 19.099,9 | | |

Para o sistema ILPF, as receitas totais superaram os custos totais. Como consequência o VPL tem valor positivo, assim como o VPLa apresenta uma renda anual positiva (Tabela 5). Isso significa que o sistema experimental é viável financeiramente. O *payback* foi de 6 anos, e a relação benefício custo demonstrou que a cada R\$ 1,00 investido se tem retorno de R\$ 1,01. Assim como o ILPF, o ILP também apresentou viabilidade financeira pelos indicadores VPL e VPLa uma vez que o sistema apresentou receitas superiores aos custos. O *payback* é de 3 anos e a relação benefício custo demonstra que a cada R\$1,00 investidos obtém um retorno de R\$ 1,20.

Tabela 5. Resultado e indicadores financeiros por hectare para os Sistemas experimentais ILPF e ILP com foco em produção leiteira, Embrapa CTZL.

| Indicadores | ILPF | ILP |
|--------------------------|-----------|-----------|
| Custos (R\$/ha) | 31.479,05 | 26.574,90 |
| Receitas (R\$/ha) | 33.864,84 | 33.495,00 |
| TMA (%) | 6 | 6 |
| VPL (R\$/ha) | 436,36 | 4.710,81 |
| VPLa (R\$/ha) | 78,17 | 1.359,50 |
| TIRM (%) | 7 | 15 |
| Payback (anos) | 6,00 | 3,00 |
| B/C | 1,02 | 1,20 |

O VPL calculado para o sistema ILPF é inferior aos valores encontrados na literatura para sistemas experimentais de produção de leite. Faria et al. (2015) apresentou VPL de R\$ 3.222,35 (TMA 7%) e Muller et al. (2019) VPL de R\$ 1.743,18 e R\$ 2.005,54 (TMA 10%). O comportamento também se confirma quando comparamos a TIR dos estudos citados, em que Faria et al. (2015) encontrou 14,03%, e Muller et al. (2019)

15,81% e 14,84%. O custo do ILPF em estudo é similar aos custos apresentados por Faria et al. (2015), equivalente a R\$ 33.397,71. Observamos maior discrepância nas receitas, em que o autor encontrou R\$ 44.667,00, o que justifica a diferença entre os indicadores dos demais trabalhos.

Quando comparamos o B/C do ILPF com os valores apresentados pela literatura, observamos que o valor está abaixo de outros trabalhos de ILPF com pecuária de corte que são de 6,27 e 2,52 (PEREIRA et al., 2019b), 1,52 (REIS et al., 2018), 2,48 (PEREIRA et al., 2019c), 2,26 (SANTOS; GRZEBIELUCKAS, 2014) e 1,52 (WRUCK et al., 2019). O B/C do ILP é também inferior aos valores encontrados por Muniz et al. (2007), que simulou cenários que apresentaram valores entre 1,47 e 1,23, e Pereira et al. (2019b) apresentou B/C de 11,16.

A TIRM do ILP superou o ILPF reforçando o maior retorno de capital do ILP. No estudo de Pereira et al. (2019b), o ILP teve um melhor desempenho financeiro em relação ao ILPF, seguindo o comportamento que encontramos para este estudo. Quanto maior a TIR, mais atrativo será o investimento frente a opções alternativas. A TIRM obtida na análise mostra que o ILP e o ILPF são atrativos para o investimento, já que estão acima da TMA utilizada, e as receitas obtidas foram suficientes para cobrir os custos do sistema. Quando comparamos a TIRM com a média da caderneta de poupança em 2018 (6,37% e 7,45%) (PORTAL BRASIL, 2018) observamos que, especialmente o ILP, é considerado um investimento vantajoso a longo prazo e sua adoção é recomendada (NETO et al., 2019).

A TIRM do ILPF é inferior aos valores observados em outros estudos de sistemas integrados de produção leiteira. Faria et al. (2015) encontrou TIR de 14,03%, e Reis et al. (2018) de 10,73%. A TIRM também ficou abaixo dos valores encontrados para ILPF com pecuária de corte, com valores de 19,55% (SANTOS; GRZEBIELUCKAS, 2014) e 21% (PEREIRA et al., 2019). A TIRM do ILP é superior aos estudos com produção de leite, que apresentaram valores de -16% (FARIA et al., 2015) e 11,37% (REIS et al., 2018).

Os sistemas possuem horizonte de planejamento diferentes. O ILPF foi implementado em 2013 e o ILP em 2017, o que dificulta a comparação do retorno financeiro dos investimentos pelo VPL e TIRM. Para possibilitar a comparação, utilizamos o indicador VPLa. O VPLa do ILP foi superior ao ILPF, o que mostra que o primeiro tem um maior retorno financeiro com o capital investido e uma maior renda distribuída durante horizonte de planejamento.

No estudo de Faria et al. (2015) com sistemas experimentais de produção de leite, o ILPF apresentou resultados superiores ao ILP para os indicadores VPL e VPLa, e a diferença entre os dois sistemas foi superior que a encontrada no presente estudo. No trabalho citado, os sistemas têm o mesmo período de duração, e nesse cenário o VPL foi positivo para o ILPF (R\$ 3,222.35) e negativos para o ILP (R\$ -2.602,73). O VPLa do ILPF em estudo também ficou abaixo dos valores referentes a sistemas de pecuária de corte, conforme apresentados por Reis et al. (2018), de R\$ 300,54, Pereira et al. (2019b), de R\$ 865,89 e 374,53 e Pereira et al. (2019c), de R\$ 719,73. O VPLa do ILP (R\$ 1,359.50) supera os estudos anteriormente citados para ILPF e também supera o ILP de Pereira et al. (2019b), de R\$ 946,85.

As diferenças observadas entre os indicadores calculados no estudo e os valores encontrados na literatura são justificadas pelas diferenças de estruturação. As distinções podem ser observadas nos produtos ofertados, no sistema de custos e receitas, nas produtividades do sistema, assim como nas condições edafoclimáticas, biológicas e de manejo. Nesse caso específico, as dimensões do experimento, o arranjo espacial do componente florestal em poucas linhas, a idade de corte e o valor agregado da madeira do sistema contribuíram para o baixo desempenho financeiro em relação a outros trabalhos. No sistema apresentado por Faria et al. (2015), a maior receita do compartimento florestal era da venda pra serraria, diferente desse estudo, cuja madeira possui menor valor agregado, sendo comercializada para carvão de fornos de padarias e pizzarias.

4.2 Análise Sensibilidade

Ao projetar cenários de ILPF em função da TMA, observamos que a TMA maior ou igual a 9% inviabiliza financeiramente o sistema, tornando o VPL negativo (Figura 4).

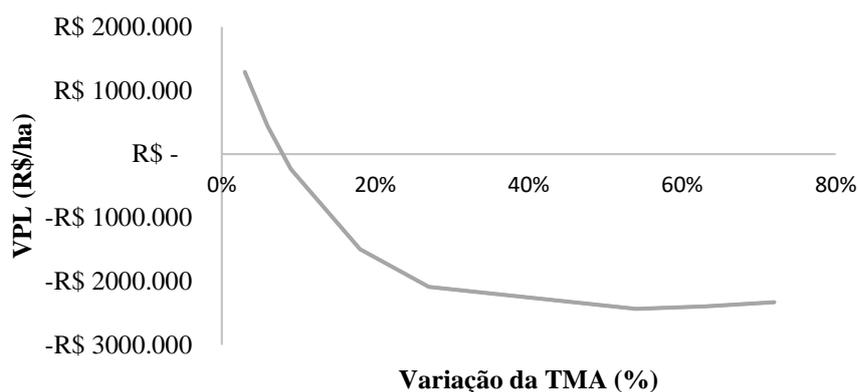


Figura 4. Comportamento do VPL a partir da variação da TMA para sistema experimental ILPF.

Como o VPL do sistema está abaixo do encontrado em outros estudos (FARIA et al., 2015; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2019), esse comportamento nos leva a pensar que as variações na TMA são um fator de risco para o investimento. O risco aumenta com o aumento na taxa, o que pode influenciar negativamente a competitividade do ILPF frente a outras opções de investimento. Outros estudos, como Faria et al. (2015) e Oliveira Junior et al. (2019), demonstram um comportamento inverso do observado, em que o ILPF é uma boa alternativa para diminuição dos riscos do investimento.

O ILPF se torna inviável financeiramente a partir de uma redução de 20% na receita gerada com a comercialização do componente florestal (Figura 5).

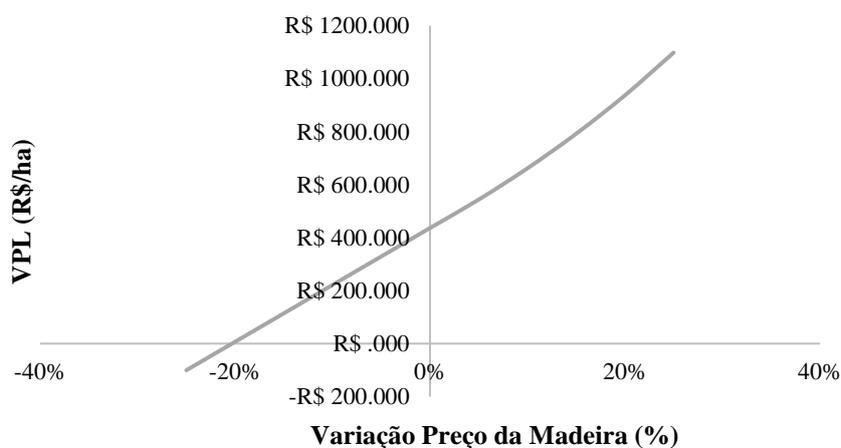


Figura 5. Comportamento do VPL a partir da variação do preço da madeira para o sistema experimental ILPF, Embrapa CTZL.

Observando o comportamento do VPL frente as variações do preço do leite, têm-se que a partir de uma redução de 2% o sistema ILPF se torna inviável financeiramente (Figura 6).

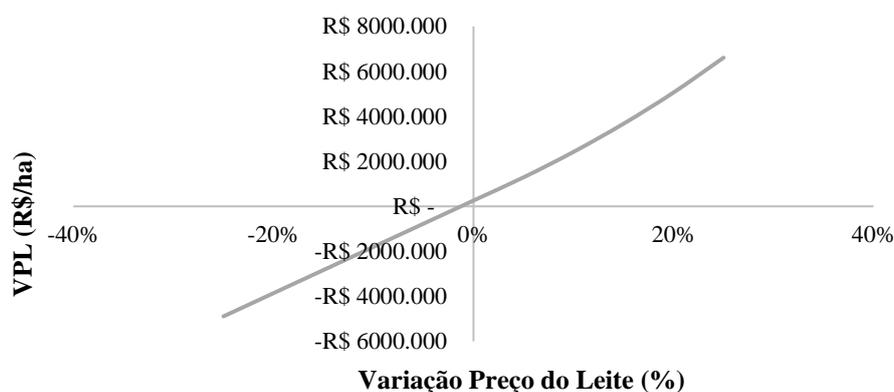


Figura 6. Comportamento do VPL a partir da variação do preço de venda do leite para o sistema experimental ILPF, Embrapa CTZL.

O sistema ILPF possui maior sensibilidade às variações do preço do leite, e menor sensibilidade às variações do preço da madeira. Esse comportamento é confirmado no estudo de Faria et al. (2015), em que o sistema ILPF possui maior sensibilidade na variação dos preços do leite, mas o sistema não é inviabilizado mesmo com redução de 11%. A maior sensibilidade às variações do preço do leite está relacionada oferta do produto, que apresenta receita anual constante com a comercialização ao longo das atividades. Com o aumento do valor agregado da madeira, o sistema aumenta o potencial de competitividade face às outras alternativas de investimento.

O comportamento dos investimentos frente as incertezas e alta volatilidade na produção madeireira devido as condições de manejo, oferta, demanda e distância de transporte é importante para a tomada de decisão dos investimentos (ALMEIDA et al., 2009; VALVERDE et al., 2004). Diferenças da sensibilidade entre os produtos leite e madeira confirmam que a diversificação da produção em sistemas ILPF é uma alternativa viável para diminuir os riscos e amortecer a variação de preços relacionados a produção agropecuária (REIS et al., 2018).

A análise de sensibilidade, especialmente para a variação do preço da madeira, demonstra não somente uma maior rentabilidade do compartimento leite, mas ressalta uma interação positiva entre os compartimentos. Ou seja, enquanto o compartimento

florestal melhora a qualidade do ambiente e a da produção animal, o maior rendimento do leite garante a viabilidade financeira do sistema ILPF em face das flutuações de mercado.

O ILP tornou-se inviável a partir de uma TMA de 36% (Figura 7). Esse comportamento torna o ILP competitivo quando comparado a outras alternativas de investimento, pois a pouca sensibilidade as variações na TMA caracterizam baixo risco de investimento. Quando comparado ao ILP estudado por Oliveira Junior et al. (2019), observamos que o sistema em estudo é mais sensível as variações da TMA.

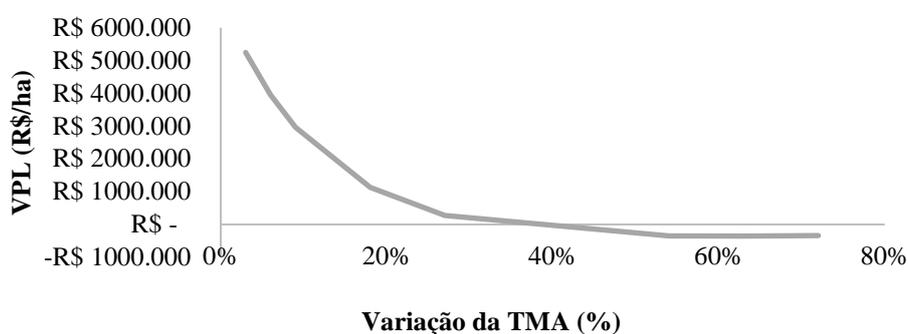


Figura 7. Comportamento do VPL a partir da variação da TMA para sistema experimental ILP, Embrapa CTZL.

O sistema ILP não foi inviabilizado como redução em 25% no preço do leite (Figura 8), apesar de ter sua receita quase exclusivamente da produção leiteira. Isso demonstra um baixo risco da produção leiteira para os retornos do investimento, e elevada competitividade face a outras alternativas de investimento.

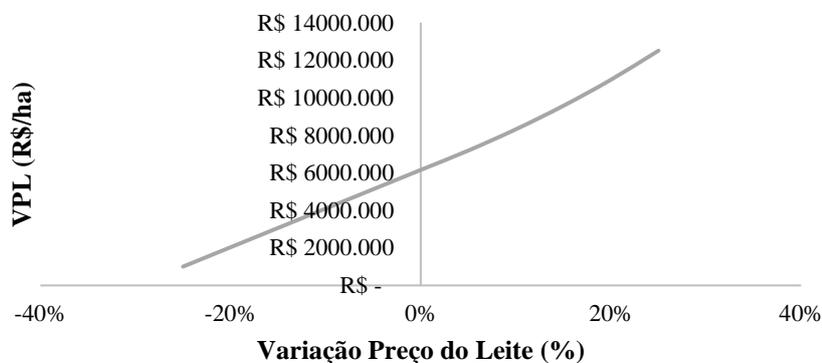


Figura 8. Comportamento VPL a partir da variação do preço de venda do leite para o sistema experimental ILP, Embrapa CTZL.

Como no sistema ILPF, observou-se no ILP a elevada importância do componente leite para rentabilidade do investimento. O comportamento apresentado se deve as características da produção leiteira, que ocorre continuamente ao longo do horizonte de planejamento. Com isso as receitas são geradas continuamente, o que consiste em uma segurança financeira para o investido.

4.3 Custeio por absorção

O maior custo do sistema ILPF (Figura 9) se refere aos insumos da produção de leite, especificamente da nutrição ligada ao consumo de silagem e concentrado para suprir a necessidade animal. Em segundo está a mão de obra relacionada a madeira, justificado pelo plantio das mudas manual e o desbaste/corte semimecanizado. Em terceiro lugar está a mão de obra da produção de leite devido ao manejo diário do animal.

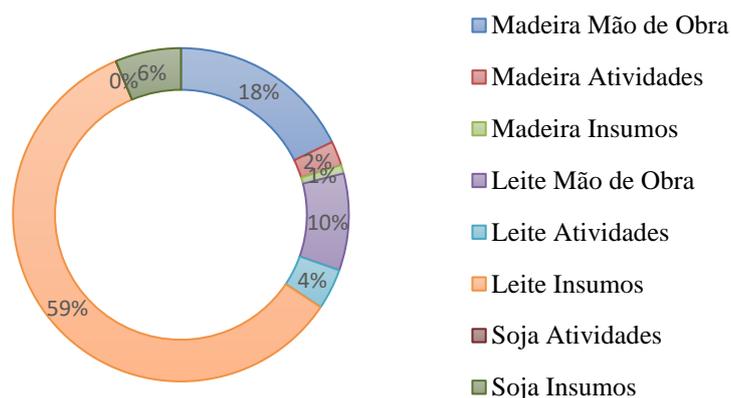


Figura 9. Porcentagem dos custos totais do sistema experimental ILPF divididas por produto e entre mão de obra, insumo e atividades mecanizadas.

A distribuição dos custos no sistema ILP (Figura 10) seguiu padrão similar ao ILPF. Apesar das diferenças, o maior custo foi referente aos insumos, especialmente os relacionados a nutrição animal da atividade leiteira, seguido pela mão de obra da atividade leiteira, que é composta principalmente pelo manejo animal constante e diário.

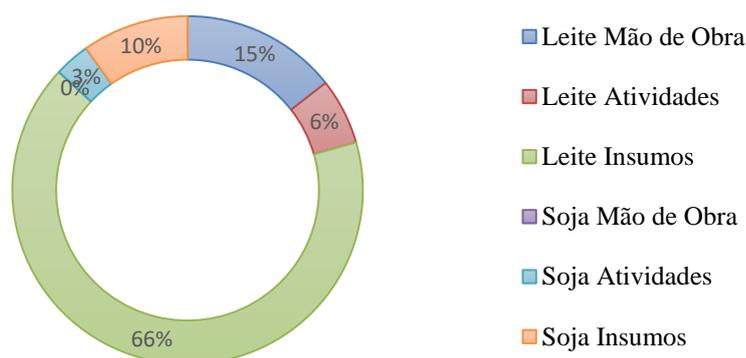


Figura 10. Porcentagem dos custos totais do sistema experimental ILP divididas por produto e entre mão de obra, insumo e atividades mecanizadas.

O padrão de distribuição de custos em ILPF, com nutrição animal apresentando maior proporção dos custos é corroborado pelos estudos com sistemas integrados de Faria et al. (2015), e sistemas convencionais de Morozini e Correia (2020). O manejo racional da nutrição animal pode otimizar os benefícios econômicos da atividade leiteira, reduzir os custos de produção e aumentar a rentabilidade (MOROZINI; CORREIA, 2020).

Os principais custos indiretos são as atividades e insumos relacionados ao preparo e manutenção do solo, como gradeamento e adubação da área. O critério foi escolhido considerando que não é possível, por exemplo, adubar a área de ocupação de um componente do sistema sem influenciar a dinâmica do solo do outro componente. A partir daí se fez o rateio dos custos indiretos com a porcentagem de ocupação do solo do compartimento florestal e animal dentro do sistema. Assim, 10% dos custos indiretos foram agregados ao custo da madeira, 80% ao custo do leite e 10% para lavoura.

Com os custos indiretos rateados e somados ao custo direto de produção da madeira e do leite, chegamos ao custo de produção e ao custo de produção por unidade. Portanto, observamos com a análise do custeio por absorção que o custo de produção de 1 m³ de madeira é de R\$ 67,92 e de 1L de leite é de R\$ 0,79 (Tabela 6). A avaliação permite subsidiar a gerência em tomada de decisões e alocação de custeio entre os coprodutos.

Tabela 6. Custo total e o custo por unidade por meio do rateio dos custos indiretos com base na ocupação do solo de sistema experimental ILPF, Embrapa CTZL.

| Custos | Madeira | Leite | Soja |
|--------------------------------|----------------|--------------|-------------|
| Custo direto (R\$/ha) | 46.435,07 | 178.315,22 | 15.933,29 |
| Custo indireto (R\$/ha) | | 20.614,40 | |
| % de rateio (%) | 10 | 80 | 10 |
| Custo rateado (R\$/ha) | 2.061,44 | 16.491,52 | 2.061,44 |
| Custo total (R\$/ha) | 48.496,51 | 194.806,74 | 17.994,73 |
| Custo por unidade (R\$) | 67,92 | 0,95 | 0,94 |

O Custo de produção da madeira supera o valor de venda praticado pela empresa (R\$ 17,42) enquanto que a produção de leite apresenta-se lucrativa. Essa informação reforça o papel da interação positiva entre os compartimentos do sistema ILPF, que está viabilizando financeiramente o compartimento florestal, pois influencia no aumento da produtividade de leite e na qualidade ambiental do sistema ILPF. Uma alternativa possível para melhor rentabilidade do componente florestal é a venda da madeira em pé, evitando o custo de colheita e desbaste, pois as atividades representam elevado custo.

O custo de colheita é responsável por cerca de 50% dos custos de produção da madeira (MACHADO; LOPES, 2016). Entretanto, ao observar os estudos de produção leiteira (FARIA et al., 2015; MULLER et al., 2019), encontramos custos de produção similares, o que nos leva a pensar que a justificativa da inviabilidade do compartimento florestal do presente estudo é o baixo valor agregado da madeira devido ao desbaste tardio, a colheita antecipada e ao arranjo do sistema. Dessa forma, a venda da madeira em pé é uma alternativa para viabilizar a produção, pois o preço mínimo da madeira é um importante fator para a tomada de decisão do produtor e viabilidade do projeto (FREITAS et al., 2018).

Existem indícios que o arranjo espacial do compartimento florestal de ILPF, como a largura entre renques, influencia diretamente na viabilidade financeira dos sistemas no bioma Cerrado. Estudos indicam que a largura entre renques deve ser superior a 30 m para minimiza os prejuízos no desempenho dos sistemas. Entretanto, pelo aspecto financeiro, a influência do arranjo não se resume ao espaçamento entre renques, mas na proporção entre a largura da área do compartimento florestal e a largura da área do compartimento de lavoura/pecuária (KINPARA, 2019).

O custo de produção da soja superou seu valor de venda, reafirmando a importância das receitas vindas do leite para a viabilidade do sistema. O custo de

produção do litro do leite é próximo ao valor médio de venda do leite no sistema em estudo. De maneira abrangente, a produção leiteira utiliza poucos insumos e em pequenas quantidades, porém o capital imobilizado na produção é considerável, gerando um custo operacional elevado e uma margem líquida baixa na venda do leite (OLINI et al., 2020). Apesar da margem de ganho por litro ser pequena, a produção anual constante impacta diretamente da geração constante de receitas.

6. CONCLUSÕES

A partir da análise financeira, os sistemas ILPF e ILP são viáveis financeiramente, com as receitas dos sistemas superando os custos. Assim, os investimentos apresentaram $VPL < 1$ e TIRM acima da TMA, sendo alternativas viáveis para o investimento de capital.

O sistema ILPF apresentou alta sensibilidade as flutuações de mercado como TMA e variações nos preços da madeira e do leite, apresentando um alto risco para investimento de capital. O resultado aponta para a importância do planejamento do ILPF, especialmente observando os produtos comercializados no mercado consumidor, o manejo escolhido para condução do sistema e o arranjo em que será implementado o compartimento florestal. Ao contrário do sistema ILPF, o ILP apresentou baixo risco face às flutuações de mercado como TMA e preço do leite, com elevada rentabilidade. Assim o ILP é uma alternativa competitiva frente a outros investimentos agropecuários.

Com o custeio por absorção, observamos que os custos indiretos do sistema ILPF apresentam pouca participação no custo final dos componentes madeira e leite. Observamos que o valor de produção por unidade do leite é próximo ao valor de comercialização, resultando em uma margem de lucro líquido estreita. A análise de sensibilidade e a metodologia de custeio por absorção nos mostrou que o ILPF está sendo viabilizando pela produção leiteira, pois o sistema possui maior sensibilidade as variações do preço do leite e o custo de produção da madeira está acima do valor de venda praticado.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. N.; SILVA, J. C. G. L.; ÂNGELO, H.; BITTENCOURT, A. M.; NUNES, B. E. C. Mercado paranaense de madeira em tora procedente de silvicultura entre 1999 e 2005. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 4, p. 869-875, 2009.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G. Fatores limitantes ao crescimento do Capim-Tanzânia em um Sistema de Agrossilvipastoril com Eucalipto na Região dos Cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p.1178-1185, 2001.
- ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. Cálculo de indicadores financeiros para Sistemas Agroflorestais. **Embrapa Florestas - RO**, 37p., 2014.
- ATANGANA, A.; KHASA, D.; CHANG S.; DEGRANDE, A. Economics in Agroforestry In: ATANGANA, A.; KHASA, D.; CHANG S.; DEGRANDE, A. Tropical agroforestry. **Springer**, 379 p., 2014.
- BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D.J.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração: conceitos, considerações contribuições e desafios. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V.A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. ILPF, inovação com integração lavoura pecuária e floresta. **Embrapa**, p. 31-48, 2019.
- BENTES-GAMA, M. M.; SILVA, M. L.; VILCAHUAMÁN, L. J. M.; LOCATELLI, M. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D'Oeste – RO. **Revista Árvore**. v. 29, n. 3, p. 401-411, 2005.
- BORNIA, A. C. Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas. **Atlas**, 2010.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. Gestão de custos e formação de preços com aplicações na calculadora HP 12C e Excel. **Atlas**, 535 p., 2004.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R.; SIQUEIRA, J. O. Análise do risco na avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do método de Monte Carlo. **Caderno de pesquisas em Administração**. São Paulo, v.1, n.6, 1998.

CARNEVALLI, R. A.; COLETI, A. J.; TONINI, H.; SILVA, A. B.; GIUSTINA, C. D.; LULU, J. Princípios da pecuária leiteira em sistemas ILPF. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V.A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. ILPF, inovação com integração lavoura pecuária e floresta. **Embrapa**, p. 225-281, 2019.

CREPALDI, S. A. Curso básico de contabilidade de custos. **Atlas**, 2010.

COELHO, G. C. Sistemas agroflorestais. **Rima**, 184p, 2012.

CORTNER, O.; GARRETT, R. D.; VALENTIM, J. F.; FERREIRA, J.; NILES, M. T.; REIS, J.; GIL, J. Perceptions of integrated crop-livestock systems for sustainable intensification in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 82, p. 841–853, 2019.

DAWSON, I. K.; GUARIGUATA, M. R.; LOO, J.; WEBER, J. C.; LENGKEEK, A.; BUSH, D.; CORNELIUS, J.; GUARINO, L.; KINDT, R.; ORWA, C.; RUSSELL, J.; JAMNADASS, R. What is the relevance of smallholders' agroforestry systems for conserving tropical tree species and a genetic diversity in *circa situm*, *in situ* and *ex situ* settings? A review. **Biodiversity and conservation**, v. 22, n. 2, p. 301-324, 2013.

EYERKAUFER, M. L.; COSTA, A.; FARIA, A. C. Métodos de custeio por absorção e variável na ovinocultura de corte: estudo de caso em uma cabanha. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 9, n. 2, p. 202-215, 2007.

FAO, (Food and agriculture organization of the United States). **Strategic work of FAO for Sustainable Food and Agriculture**, 28p, 2017.

FARIA, C. M. A.; SILVA, M. L.; FERREIRA L. R.; NETO, S. N. O.; SALLES, T.T. Análise econômica de sistemas de recuperação e manutenção de pastagens com gado de leite. **Reflexões Econômicas**, v. 1, p. 85-105, 2015.

FREITAS, L; C.; PRADO, W. B.; VIRGENS, A. P.; LUZ, D. S.; MOREIRA, A. C. D.; Preço mínimo de venda da madeira de eucalipto para os segmentos de carvão e serraria. **Nativa**, v. 6, p. 526-531, 2018.

GOMES, L. C.; MARIA, C.I.; SÁ, M. E.; ALVES, F. R. B.; SCHIAVON, L. V.; SENA, O. T. Trees modify the dynamics of soil CO₂ efflux in coffee agroforestry systems. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 224, p. 30-39, 2016.

JARAMILLO-BOTERO, C.; SANTOS, R. H. S.; FARDIM, M. P.; PONTES, T. M.; SARMIENTO, F. Litter production and potential nutrient input of native tree species in an agroforestry system at zona da mata, MG, Brazil. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 869-877, 2008.

JOAQUIM, M. S.; SOUZA, A. N.; SOUZA, S. N.; PEREIRA, R.S.; ANGELO, H. Aplicação da teoria das opções reais na análise de investimentos em sistemas agroflorestais. **Revista Cerne**. v. 21 n. 3. p. 439-447. 2015

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 1, p. 1-10, 2009.

LUEDELING, E.; SMETHURST, P. J.; BAUDRON, F.; BAYALA, J.; HUTH, N.I.; van NOORDWIJK, M.; ONG, C. K.; MULIA, R.; LUSIANA, B.; MUTHURI, C.; SINCLAIR, F. L. Field-scale modelling of tree-crop interactions: Challenges and development. **Agricultural Systems**, v. 142, p. 51-69, 2016.

KINPARA, D. I. Análise econômica de áreas experimentais de ILPF na Embrapa Cerrados. In: PEREIRA, M. A. Avaliação econômica de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: as experiências da Embrapa. **Embrapa Gado de Corte**, p. 41-45, 2019.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custos da colheita e transporte florestal. **Cerne**, v. 6, p. 124-129, 2016.

MAGCALE-MACANDOG, D. B. Agroforestry models for promoting effective risk management and building sustainable communities. In: KANEKO, N.; YOSHIURA, S.; KOBAYASHI, M. (eds). Sustainable Living with environmental risks. **Springer**, p. 57-71, 2014.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>>. Acesso em: 19 de Abril de 2019.

- MARTINELLI, G. C.; SCHLINDWEIN M. M.; PADOVAN M. P.; GIMENES R. M. T. Decreasing uncertainties and reversing paradigms on the economic performance of agroforestry systems in Brazil. **Land Use Policy**, v. 80, p. 274-286, 2019.
- MARTINS, E. Contabilidade de Custos. São Paulo: **Atlas**, 2003. p.162-167
- MERCER, D. E. Adoption of agroforestry innovations in the tropics: A review. **Agroforestry Systems**, p. 311-328, 2004.
- MEGLIORINI, E. Custos. **Makron Books**, 2001
- MERCER, D. E.; FREY, G. E.; CUBBAGE, F. W. Economics of Agroforestry. In: KANT, S.; ALAVALAPATI, J. R. R. Handbook of Forest Economics. **Erathscan from Routledge**, p. 188-209, 2014.
- MONTAGININI, F.; NAIR, P. K. R. Carbon sequestration: Na underexploited environmental benefit of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, p. 281-295, 2004.
- MOROZINI, J. F.; CORREA, C. P. Análise dos custos na nutrição animal pela capacidade dinâmica na pecuária leiteira famílias. **Custos e @agronegócio online**, v. 16, n.1, p, 482-509, 2020.
- MULLER, M. D.; RUSTICHELLI, S. T.; CALSAVARA, L. H. F.; MARTINS, C. E. M. Avaliação econômica da produção de leite em propriedade adotante do sistema de ILPF no Campo das Vertentes – MG. In: PEREIRA, M. A. Avaliação econômica de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: as experiências da Embrapa. **Embrapa Gado de Corte**, p. 41-45, 2019.
- MUNIZ, L. C.; FIGUEIREDO, R. S.; MAGNABOSCO, C. U.; WANDER, A. E.; JÚNIOR, B. M. Análise econômica da integração lavoura e pecuária com a utilização do System Dynamics. **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 2007.
- NAIR, R. P. K; NAIR, V. D.; KUMAR, B. M; HAILE, S. G. Soil carbon sequestration in tropical agroforestry systems: a feasibility appraisal. **Environmental Science & Policy**, p. 1099-1111, 2009.

NAIR, P. K. R.; NAIR, V.D.; MOHAN-KUMAR, B.; SHOWALTER, J. M. Carbon sequestration in agroforestry systems in: **Advances in Agronomy**, Chapter 5, p. 237 – 307, 2010.

NETO, M. M. G.; RESENDE, A. V. de; BORGHI, E.; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. C. da; SIMÃO, E. P.; GIEHL, J. ABREU, S. C.; ALVARENGA, R. C. Intensificação agropecuária no Cerrado: coeficientes técnicos e análise financeira de Sistemas ILPF com diferentes níveis de investimento tecnológico. **Embrapa**, 37 p., 2020.

OBSERVATORIO ABC. Análise dos Recursos do Programa ABC Safra 2016/2017. Acesso em 17 de outubro de 2020.

OLINI, L. M. G.; DONADIA, A. B.; SILVA, H.M.; ALESSI, K.C.; ABREU, D. C.; OLIVEIRA, A. S. Fatores que afetam a rentabilidade da pecuária de leite. **Nativa, Sinop**, v.8, n.2, p. 295-301, 2020.

OLIVEIRA JUNIOR, O. L. de; MONTEIRO, R. A. C.; REIS, J. C. dos; PERES, A. A. de C. Viabilidade econômica e financeira da implantação de sistemas integrados de produção de leite. In: FARIAS NETO, A. L. de; NASCIMENTO, A. F. do; ROSSONI, A. L.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ITUASSU, D. R.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; IKEDA, F. S.; FERNANDES JUNIOR, F.; FARIA, G. R.; ISERNHAGEN, I.; VENDRUSCULO, L. G.; MORALES, M. M.; CARNEVALLI, R. A. (Ed.). **Embrapa**, cap. 33, p. 360-364, 2019.

PAUL, C.; WEBER, M.; KNOKE, T. Agroforestry versus farm mosaic systems – Comparing land-use efficiency, economic returns and risks under climate change effects. **Science of the Total Environment**, 14p, 2017.

PEREIRA, M. A. Avaliação econômica de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: as experiências da Embrapa. **Embrapa Gado de Corte**, 90p, 2019.

PEREIRA, M. A.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; Análises econômicas de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária e Lavoura-Pecuária-Floresta, em Campo Grande. In: PEREIRA, M. A. Avaliação econômica de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: as experiências da Embrapa. **Embrapa Gado de Corte**, p. 62-64, 2019b.

PEREIRA, M. A.; de OLIVEIRA; P. S.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F. V. Viabilidade econômica de um sistema silvipastoril: contribuição do protocolo carne carbono neutro.

Anais de congresso In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 2019c.

PORFIRIO-DA-SILVA, W.; MORAES, A.; MOLLETA, J. L.; PONTES, L. S.; OLIVEIRA, E. B.; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. F. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 70, p.183-192, 2012.

MSREATTO, A.; MARTINS, E. S.; FARIAS, M. F. R.; SILVA, A.V.; CARVALHO Jr, O. A. Mapa pedológico digital – SIG atualizado do Distrito Federal escala 1:100000 e uma síntese do texto explicativo. **Embrapa Cerrados**, n. 120, 31 p., 2004.

REIS, J. C.; PEREIRA, M. A.; RICHETTI, A.; AMARO, G. C.; ARCO-VERDE, M. F. Análise econômico-financeira da estratégia de integração lavoura-pecuária-floresta. **Embrapa**, 2015.

REIS, J. C.; KAMOI, M. Y. T.; MICHETTI, M.; WRUCK, F. J. Análise dos benefícios econômicos da diversificação da produção em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **56º Congresso SOBER (Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural)**, 20 p., 2018.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. Análise econômica e social de projetos florestais. **Editora UFV**, v. 325, 389p, 2013.

SANTOS, J. C. dos; CAMPOS, R. T. **Metodologia para análise de rentabilidade e riscos de sistemas agroflorestais**. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 16p, 2000.

SANTOS, W. M.; SILVA, F. B.; SOUZA, M. G. C.; CONCEIÇÃO, A. K. R. Comparativo de impactos ambientais entre manejo de culturas: sistema agroflorestal e monoculturas. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 5p, 2015.

SANTOS, S. B.; GRZEBIELUCKAS, C. Sistema silvipastoril com eucalipto e pecuária de corte: uma análise de viabilidade econômica em uma propriedade rural em Mato Grosso/Brasil. **Custos e @agronegócio**, v. 10, n. 3, p. 317-333, 2014.

SCHROTH, G.; HARVEY, C. A.; VICENT, G. Complex agroforests: their structure, diversity, and potential role in landscape conservation. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**, p. 227-260, 2004.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. Gestão de custos. **Atlas**, 2007.

SVIECH, V.; MANTOVAN, E. A. Análise de investimento: controvérsias na utilização da TIR e VPL na comparação de projetos. **Percorso**, v. 1, n. 13, p. 270-298, 2013.

TEIXEIRA, S. R.; CALSAVARA, L. H. F.; MULLER, M. D.; MARTINS, C. E. Estudo de caso em propriedade leiteira avaliando sinergismo com integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Embrapa**, Circular técnica 117, 2018.

WRUCK, F. J.; MICHETTI, M.; OLIVEIRA, S. S. OYOLA, A. M. V.; BALDAN, A. Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas para Embrapa: Sistema Gravataí. **Embrapa**, 2020.

VALVERDE, S. R. O comportamento do mercado da madeira de eucalipto no Brasil. **Viçosa**, 2004.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; LARA, J. F. R.; GUIMARÃES, C. G.; MACÊDO, G. A. R.; NETO, M. M. G.; TEIXEIRA, M. F. F. Características agronômicas do milho cultivado para silagem no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: **Congresso Nacional de milho e sorgo; Simpósio Brasileiro sobre a lagarta do cartucho, Potencialidades, desafios e sustentabilidade**, 2010.

8. APRENDICE

ILPF

Tabela 7. Coeficientes técnicos e custo ILPF, Embrapa CTZL.

| Mão de Obra | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Custo R\$ |
|-----------------------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| Plantio mudas (floresta) | homem/dia | 16 | | | | | | | R\$ 1,007.97 |
| Fertilização e Correção | homem/dia | 8 | | | | | | | R\$ 503.99 |
| Inseticida (Fipronil) | homem/dia | 16 | | | | | | | R\$ 1,007.97 |
| Controle de formiga | homem/dia | 7.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | R\$ 1,655.85 |
| Adubação de cobertura | homem/dia | 9.75 | 4.75 | | | | | | R\$ 932.65 |
| Replante mudas (floresta) | homem/dia | 9.6 | | | | | | | R\$ 604.78 |
| Desrama | homem/dia | | 5.5 | | | 5.5 | | | R\$ 815.20 |
| Desbaste | homem/dia | | | | | | 196.8 | | R\$ 16,575.71 |
| Corte | homem/dia | | | | | | | 247.8 | R\$ 21,770.79 |
| Instalação Piquetes | homem/km | | | | | 2.23 | | | R\$ 3,620.71 |
| Instalação hidráulica (bebedouro) | homem/dia | | | | | 4 | | | R\$ 324.73 |
| Fornecimento Nutrição Animal | homem/dia | | | | | 87.31 | 87.31 | 87.31 | R\$ 884.48 |
| Ordenha | homem/dia | | | | | 69.12 | 69.12 | 69.12 | R\$ 17,505.33 |
| Inseminação | homem/vaca | | | | | 18.40 | 18.40 | 18.40 | R\$ 1,553.35 |
| Manejo sanitário (animal) | homem/dia | | | | | 0.45 | 0.45 | 0.45 | R\$ 113.27 |
| Manutenção Pastagem | hora/maquina | | | | | 7.36 | 7.36 | 7.36 | R\$ 1,587.70 |
| Atividades Mecanizadas | | | | | | | | | |
| Preparo solo (floresta) | h/maquina | 32 | | | | | | | R\$ 5,967.63 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--------------|
| Plantio Pastagem | hora/máquina | | | | | | | | | 3.68 | R\$ 884.36 |
| Correção e Fert. Solo | hora/máquina | | | | | | | | | 7.36 | R\$ 1,768.73 |
| Preparo solo (pasto) | hora/máquina | | | | | | | | | 7.36 | R\$ 1,768.73 |

Insumos

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|-------|----|----|----|----|----|----|----|--------|--------------|---------|---------------|
| Mudas (floresta) | unid | 1563 | | | | | | | | | R\$ 984.66 | | |
| Fertilizante (floresta) | kg | 300 | | | | | | | | | R\$ 524.98 | | |
| Inseticida | g | 180 | | | | | | | | | R\$ 79.38 | | |
| Inseticida (Fipronil) | g | 180 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | | R\$ 278.18 | | |
| Mudas (Replante) | unid | 312.6 | | | | | | | | | R\$ 196.93 | | |
| Semente (forrageira) | kg | | | | | | | | | 13.5 | R\$ 232.10 | | |
| Fertilizante pasto/lavoura NPK 0-20-20 | kg | | | | | | | | | 2400 | R\$ 4,979.15 | | |
| Correção solo | t | | | | | | | | | 2 | R\$ 108.24 | | |
| Instalação Piquete | km | | | | | | | | | 2.23 | R\$ 3,620.71 | | |
| Manutenção Pastagem (uréia) | kg | | | | | | | | | 1766.4 | 1766.4 | 1766.4 | R\$ 13,918.06 |
| Silagem | kg | | | | | | | | | 99360 | 99360 | 99360 | R\$ 40,542.55 |
| Bebedouro | unid | | | | | | | | | 1 | | | R\$ 721.62 |
| Concentrado | kg | | | | | | | | | 15841 | 16096.5 | 17118.5 | R\$ 2,413.73 |
| Sal | kg | | | | | | | | | 671.6 | 671.6 | 671.6 | R\$ 4,913.78 |
| Ectoparasita | ml | | | | | | | | | 2760 | 2760 | 2760 | R\$ 108.73 |
| Vermífugo | ml | | | | | | | | | 184 | 184 | 184 | R\$ 157.92 |
| Inseminação | p/vaca | | | | | | | | | 20 | 20 | 20 | R\$ 2,814.05 |
| Vacina (raiva) | dose | | | | | | | | | 18.4 | 18.4 | 18.4 | R\$ 56.96 |
| Vacina (aftosa) | dose | | | | | | | | | 36.8 | 36.8 | 36.8 | R\$ 93.20 |
| Pré-dip | ml | | | | | | | | | 91250 | 91250 | 91250 | R\$ 3,466.56 |
| Pós-dip | ml | | | | | | | | | 91250 | 91250 | 91250 | R\$ 3,466.56 |
| Sanitizante ácido | ml | | | | | | | | | 31200 | 31200 | 31200 | R\$ 1,229.18 |
| Sanitizante alcalino | ml | | | | | | | | | 109500 | 109500 | 109500 | R\$ 3,383.36 |
| Papel Toalha | folha | | | | | | | | | 53728 | 53728 | 53728 | R\$ 1,814.32 |
| Cano | m | | | | | | | | | 170 | | | R\$ 383.36 |

| | | | | | | |
|-----------------------|-------|---------|---------|-------|-------|---------------|
| Feno/Silagem bezerro | kg | 220960 | 220960 | | | R\$ 56,971.91 |
| Concentrado bezerro | kg | 42053.2 | 42053.2 | | | R\$ 10,842.92 |
| Ectoparasita bezerro | ml | 36.8 | 36.8 | | | R\$ 0.92 |
| Vermifugo bezerro | ml | 323.84 | 323.84 | | | R\$ 175.63 |
| Vacina aftosa bezerro | dose | 36 | 36 | | | R\$ 70.42 |
| Vacina raiva bezerro | dose | 18.4 | 18.4 | | | R\$ 29.45 |
| Antibiótico bezerro | dose | 75 | 75 | | | R\$ 2,000.47 |
| Ocitocina | ml | | 1.656 | 1.656 | 1.656 | R\$ 0.56 |
| Plantio completo soja | \$/há | | 7.36 | | | R\$ 15,933.29 |

ILP

Tabela 8. Coeficientes técnicos e custo ILP, Embrapa CTZL.

| Mão de Obra | | 1 (2016) | 2 | 3 | 4 | Custo R\$ |
|-------------------------------|--------------|----------|-------|-------|-------|---------------|
| Instalação Piquetes | homem/km | | 2.23 | | | R\$ 3,620.71 |
| Fornecimento Mineral/Silagem | homem/dia | | 94.9 | 94.9 | 94.9 | R\$ 961.39 |
| Ordenha | homem/dia | | 75.13 | 75.13 | 75.13 | R\$ 19,027.54 |
| Inseminação | homem/vaca | | 20.00 | 20.00 | 20.00 | R\$ 1,688.43 |
| Manejo sanitário | homem/dia | | 0.49 | 0.49 | 0.49 | R\$ 123.11 |
| Atividades mecanizadas | | | | | | |
| Plantio Pastagem | hora/maquina | | 4 | | | R\$ 961.27 |
| Fertilização e correção | hora/maquina | | 8 | | | R\$ 1,922.53 |
| Manutenção Pastagem | hora/maquina | | 8 | 8 | 8 | R\$ 5,997.75 |
| Preparo solo (Gradagem) | hora/maquina | | 8 | | | R\$ 1,922.53 |
| Insumos | | | | | | |

| | | | | | | |
|-------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------------|
| Semente | kg | | 13.5 | | | R\$ 232.10 |
| Fertilizante | kg | | 2400 | | | R\$ 4,979.15 |
| Instalação Piquete | km | | 2.23 | | | R\$ 3,620.71 |
| Correção solo | t | | 2 | | | R\$ 108.24 |
| Manutenção Pastagem | kg | | 1920 | 1920 | 1920 | R\$ 15,128.32 |
| Silagem | kg | | 108000 | 108000 | 108000 | R\$ 44,067.99 |
| Bebedouro | unid | | 1 | | | R\$ 721.62 |
| Concentrado | kg | | 15841 | 16096.5 | 17118.5 | R\$ 2,413.73 |
| Sal | kg | | 730 | 730 | 730 | R\$ 5,341.06 |
| Ectoparasita | ml | | 3000 | 3000 | 3000 | R\$ 118.19 |
| Vermifugo | ml | | 200 | 200 | 200 | R\$ 171.66 |
| Inseminação | p/vaca | | 20 | 20 | 20 | R\$ 2,814.05 |
| Vacina raiva | dose | | 20 | 20 | 20 | R\$ 61.91 |
| Vacina aftosa | dose | | 40 | 40 | 40 | R\$ 101.31 |
| Pré-dip | ml | | 109500 | 109500 | 109500 | R\$ 4,159.87 |
| Pós-dip | ml | | 109500 | 109500 | 109500 | R\$ 4,159.87 |
| Sanitizante ácido | ml | | 31200 | 31200 | 31200 | R\$ 1,229.18 |
| Sanitizante alcalino | ml | | 109500 | 109500 | 109500 | R\$ 3,383.36 |
| Papel Toalha | folha | | 58400 | 58400 | 58400 | R\$ 1,972.08 |
| Cano | m | | 150 | | | R\$ 338.26 |
| Feno/Silagem bezerro | kg | 233100 | 233100 | | | R\$ 60,102.06 |
| Concentrado bezerro | kg | 45710 | 45710 | | | R\$ 11,785.78 |
| Ectoparasita bezerro | ml | 40 | 40 | | | R\$ 1.00 |
| Vermifugo bezerro | ml | 352 | 352 | | | R\$ 190.91 |
| Vacina bezerro (aftosa) | dose | 40 | 40 | | | R\$ 78.24 |
| Vacina bezerro (raiva) | dose | 20 | 20 | | | R\$ 32.01 |
| Antibiótico bezerro | dose | 75 | 75 | | | R\$ 2,000.47 |
| Ocitocina | ml | | 1.8 | 1.8 | 1.8 | R\$ 0.61 |
| Plantio completo | \$/há | | 8 | | | R\$ 17,318.79 |

