

REUMAM, V. 5, N. 1, 2020, ISSN online 2595-9239

## INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NO SUDESTE DO PARÁ<sup>1</sup>

Jaqueline Fontel de Queiroz<sup>2</sup>  
Rosana Quaresma Maneschy<sup>3</sup>  
Gisalda Carvalho Filgueiras<sup>4</sup>  
Alfredo K. Oyama Homma<sup>5</sup>

**RESUMO:** A degradação de áreas de pastagem, no Brasil e especialmente na Amazônia, constitui um grave problema ambiental e econômico. Existem possibilidades econômicas e ambientais para recuperar tais áreas. A primeira diz respeito aos sistemas agroflorestais (SAFs), sendo estes capazes de gerar benefícios ao produtor, como o aumento do nível de renda, devido à diversificação destes sistemas. Do ponto de vista ambiental, podem melhorar a qualidade do solo, diminuir a erosão e promovem o sequestro de carbono. Neste estudo, selecionou-se as espécies adotadas em experiências exitosas do projeto "Proteção e uso sustentável de paisagens dos biomas brasileiros (PROJETO BIOMAS)", que têm parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Universidade Federal do Pará (UFPA). Assim, o objetivo deste trabalho foi o de simular e analisar 12 modelos distintos de SAFs, analisando a viabilidade econômica de cada um deles, por meio de indicadores: taxa interna de retorno (TIR), valor presente líquido (VPL), relação benefício-custo (Rb/c), payback e valor anual equivalente (VAE). Em todas as simulações foram adotadas as taxas de juros de 2,5% a.a., 6% a.a. 7% a.a, de acordo com as linhas de juros do PRONAF-Floresta, Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural – PRONAMP e MODERAGRO. O resultado confirmou a viabilidade de cada um dos modelos testados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agroflorestal, Pecuária, Amazônia.

## ECONOMIC VIABILITY INDICATORS FOR AGROFORESTRY LIVESTOCK SYSTEMS IN THE SOUTHEAST OF PARÁ

**ABSTRACT:** The degradation of pasture areas in Brazil and especially in the Amazon, is a serious environmental and economic problem. There are economic and environmental opportunities to recover such areas. The first relates to the agroforestry systems (SAFs), these being able to generate benefits to the producer, as the increase in the level of income, due to the diversification of these systems. From an environmental point of view, can improve the quality of the soil, reduce erosion and promote carbon sequestration. In this study, have chosen the species adopted on successful experiences of the project "protection and sustainable use of landscapes of the Brazilian biomes

<sup>1</sup>Trabalho apresentado no 57º Congresso da SOBER de 21 a 25/07/2019 em Ilhéus, UESC

<sup>2</sup>Economista, mestranda em Ciências Ambientais na Universidade do Estado do Pará (UEPA). E-mail: jaqueline.fontel07@gmail.com.

<sup>3</sup>Doutora em Ciências Agrárias, Núcleo de Meio Ambiente/ Universidade Federal do Pará (UFPA); E-mail: romaneschy@ufpa.br

<sup>4</sup>Doutora em Ciências Agrárias, Instituto de Ciências Sociais Aplicadas (UFPA). E-mail: gisaldaf@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Doutor em Economia Aplicada, Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: alfredo.homma@embrapa.br

(BIOME PROJECT)", which have partnered with the Confederation of agriculture and livestock (CNA), Brazil Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) and Federal University of Pará (UFPA). Thus, the objective of this work was to simulate and analyze 12 different models of SAFs, analyzing the economic feasibility of each of them, by means of indicators: internal rate of return (IRR), net present value (NPV), benefit/cost (Rb/c), Payback and equivalent annual value (VAE). In all simulations were adopted interest rates of 2.5%, 6% 7%, according to the lines of interest of PRONAF-forest, National Average Rural Producer support – PRONAMP and MODERAGRO. The result confirmed the feasibility of each of the tested models.

**KEYWORDS:** Agroforestry, Livestock, Amazon.

## INDICADORES DE VIABILIDAD ECONÓMICA PARA SISTEMAS AGRÍCOLAS GANADEROS EN EL SURESTE DE PARÁ

**RESUMEN:** La degradación de las áreas de pasto, en Brasil y especialmente en la Amazonía, constituye un grave problema ambiental y económico. Existen posibilidades económicas y ambientales para recuperar tales áreas. El primero se refiere a los sistemas agroforestales (SAF), que son capaces de generar beneficios al productor, como un aumento en el nivel de ingresos, debido a la diversificación de estos sistemas. Desde un punto de vista ambiental, pueden mejorar la calidad del suelo, disminuir la erosión y promover el secuestro de carbono. En este estudio, se seleccionaron las especies adoptadas en experiencias exitosas del proyecto "Protección y uso sostenible de paisajes de biomas brasileños (PROJETO BIOMAS)", que tienen una alianza con la Confederación de Agricultura y Ganadería de Brasil (CNA), Investigación Brasileña Empresa Agrícola (EMBRAPA) y Universidad Federal de Pará (UFPA). Así, el objetivo de este trabajo fue simular y analizar 12 modelos diferentes de SAF, analizando la viabilidad económica de cada uno, a través de indicadores: tasa interna de retorno (TIR), valor presente neto (VPN), relación beneficio costo (Rb / c), amortización y valor anual equivalente (VAE). En todas las simulaciones, las tasas de interés de 2.5% anual, 6% anual. 7% a.a, según las líneas de tasa de interés PRONAF-Floresta, Programa Nacional de Apoyo al Medio Productor Rural - PRONAMP y MODERAGRO. El resultado confirmó la viabilidad de cada uno de los modelos probados.

**PALABRAS CLAVES:** Agroforestería, Ganadería, Amazonia.

## INTRODUÇÃO

A garantia da sustentabilidade nas unidades de produção familiares na região sudeste do Pará tem sido relacionada à necessidade de recomposição e/ou reabilitação das áreas de reserva legal (ARL) degradadas e/ou abandonadas, segundo expõem Michelotti e Rodrigues (2004). Por isso a recuperação das áreas de pastagem na propriedade assume real importância, sobretudo com a inclusão de espécies arbóreas de uso múltiplo que

podem fornecer diferentes produtos, como: madeira, forragem, estacas, postes, mourões, lenha e outros, diversificando a produção.

E, conforme Pezo e Ibrahim (1999), a utilização de leguminosas arbóreo-arbustivas permite a arborização dos pastos fornecendo sombra para o gado, além de favorecer a ciclagem de nutrientes que contribui para a melhoria da qualidade do solo. Adicionalmente, Ibrahim et al. (2012) apontam que na América Central tem ocorrido uma tendência crescente do uso de cobertura arbórea em pastagens nos últimos anos em diferentes ecossistemas e sistemas de produção de gado.

No Brasil, Ribaski et al (2001), aponta os sistemas agroflorestais (SAFs) como uma das alternativas para a implementação de árvores em pastagens, tendo em vista que os SAFs são de grande aplicabilidade em áreas com atividades agrícola e pecuária.

Aliás, estudos com lenhosas de uso múltiplo no bioma Amazônia ainda são escassos, e espécies arbóreas como a leucena (*Leucaena leucocephala*) e o bordão-de-velho (*Samanea saman*) podem ser uma alternativa promissora para auxiliar na alimentação animal da pecuária leiteira praticada pela agricultura familiar (MANESCHY et al, 2011), pois essas espécies podem fornecer alimento com mais qualidade do que as gramíneas comumente utilizadas na região, sobretudo durante o período seco do ano em que existe pouca oferta de forragem de gramíneas para os animais.

Porém, apesar do interesse dos agricultores, as agências de financiamento de crédito rural têm limitado o acesso ao crédito dos projetos agroflorestais, principalmente para a agricultura familiar, devido à ausência de coeficientes técnicos confiáveis. Na região amazônica poucos são os trabalhos que apostam na temática SAFs, e quando são realizados, abordam os aspectos técnicos, biológicos e sociais com mais ênfase, logo, o aspecto econômico ainda é pouco explorado.

Um dos estudos que foi em direção a análise de SAF e por isso tem sido referenciado, foi feito por Manesch, Santana e Viegas (2009), que analisaram a viabilidade econômica de sistemas silvipastoris no estado do Pará com espécies arbóreas para produção de madeira e, destacou que em geral os SAFs pecuários têm sido desenvolvidos em áreas de pastagem degradada por empresas madeireiras, que – por sua vez - tem por finalidade desenvolver reflorestamentos. Assim, a entrada dos animais é temporária, com o objetivo de limpeza do sub-bosque para diminuir os custos de manutenção do sistema.

Com a parceria entre CNA, EMBRAPA e UFPA teve-se a oportunidade, via experimentos implantados no sudeste Paraense, de avaliar financeiramente estes

sistemas SAFS, dado a relevância da recuperação dessas áreas degradadas para a continuidade da atividade agrícola, especialmente nas unidades de produção familiares, do interesse dos agricultores na adoção desses sistemas e das linhas de crédito disponíveis via Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar-PRONAF do Ministério do Desenvolvimento Agrário. Nesta direção, faz-se necessário compreender as dificuldades encontradas por estes frente às agências de financiamento, que têm limitado o acesso ao crédito de projetos com SAFs devido à carência de coeficientes técnicos confiáveis. Logo a pergunta que direcionou esta pesquisa foi: Os sistemas agroflorestais são economicamente viáveis? E, se comparados a modelos de cultivo tradicionais?

Desse modo, o objetivo geral deste trabalho foi o de modelar sistemas agroflorestais pecuários (SAFs) com espécies arbóreas forrageiras de ocorrência espontânea em pastagens do bioma Amazônia, de tal forma vir a subsidiar com informações a geração de políticas públicas adequadas a esses sistemas. Mais especificamente: Simular modelos econômicos em cenários distintos: SAF pecuário, pecuária, plantio florestal, integração lavoura -pecuária -floresta e cultivo agrícola; e, Realizar análise financeira dos modelos propostos com diferentes taxas de juros para torná-los elegíveis em instrumentos econômicos.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Para a fundamentação deste trabalho foi utilizada a teoria de El Serafy (1989), no qual este afirma que o ativo natural deverá ser convertido em uma corrente permanente de renda. De acordo com Feitosa (2003), El Serafy argumenta que o custo de um produto de natureza exaurível, deve ser calculado, de modo que o valor equivalente deve ser reinvestido em ativos que possibilitem a geração de renda futura.

O modelo El Serafy, portanto, é usado para realizar a valoração de recursos exauríveis. Para Young e Fausto (1997) a valoração, entre outros motivos, permite a identificação e ponderação dos diferentes incentivos econômicos que são capazes de interferir na decisão dos agentes em relação ao uso dos recursos naturais.

A extração de um recurso exaurível em um determinado período implica, necessariamente, a diminuição na disponibilidade do recurso e, conseqüentemente, do seu aproveitamento pelas gerações futuras (MOTTA; YOUNG, 1995 apud FEITOSA, 2003).

Carvajal (1996) aponta que a valoração desses recursos pode seguir a seguinte forma: seriam avaliadas áreas de florestas e bosques, de modo a calcular o valor de renda futura que estas áreas poderiam gerar e comparar com o período de exploração das mesmas.

Para El Serafy (2002) apud Mota (2013), o cálculo da renda sustentável tem como requisitos poucas variáveis: estimativa das reservas em unidades físicas, extração do ano corrente (também deve ser contada em unidades físicas) e a taxa de juros que deve ser dada pelo mercado, assim seria apontada a renda que pode ser obtida pelo agente de extração se ele investiu parte da receita em outros ativos, a fim de gerar renda futura.

É possível ainda realizar uma previsão da expectativa de vida das reservas a partir da primeira e da segunda variáveis, indicado assim a sustentabilidade (durabilidade do recurso) se as práticas atuais apresentam continuidade, ou seja, se não houver nenhum tipo de alteração na taxa de extração. Na fórmula, verifica-se que o quanto da receita (R) pode ser considerado rendimento verdadeiro (X), dado o grau de extração. O restante é visto como elemento capital (R-X) e, por isso, necessita ser colocado e reinvestido a uma taxa de juros (r), por um período (n), para sustentar a renda futura no mesmo nível que o rendimento estimado (X) do corrente ano, desta forma tem-se que:

$$X = R \left( 1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right) \quad (1)$$

e;

$$R - X = \frac{R}{(1+r)^n} \quad (2)$$

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo é o resultado de uma ação do projeto “Proteção e uso sustentável de paisagens dos biomas brasileiros (Projeto Biomas)”, fruto de uma parceria entre a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com instituições parceiras como a Universidade Federal do Pará.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

No Bioma Amazônia, as atividades experimentais localizam-se no município de São Domingos do Araguaia – PA, na Fazenda Cristalina, na Rodovia BR-230 no km 75 (W 48:28:57,46 – S 05:36:21, 87).

No referido Bioma estão sendo desenvolvidos 17 subprojetos experimentais para subsidiar cientificamente o aprimoramento da legislação ambiental em assuntos relacionados à Área de Preservação Permanente (APP) e Área de Reserva Legal (ARL),

bem como propor alternativas para a reabilitação de Áreas de Sistemas Produtivos (ASP), conforme conta no Quadro 1. Destaca-se que nas áreas de pastagem degradada da Fazenda Cristalina foram instalados 13 experimentos.

Ademais, essa ação de pesquisa está inserida no “Subprojeto AM17: Avaliação de espécies arbóreas forrageiras inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares” coordenado pelo Núcleo de Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará. Nesses subprojetos foram simulados modelos econômicos de sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris com base nos coeficientes técnicos já gerados pelo projeto Biomas, comparando a sistemas monoculturais (pastagem e/ou de culturas anuais).

O experimento foi implementado n município de São Domingos do Araguaia, o qual pertence à mesorregião do Sudeste Paraense e à microrregião Marabá e, de acordo com o último Censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2013, o município contabilizou 24.012 mil habitantes e um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 115.886,00 no ano de 2011. Com tal valor, este município se encontra como septuagésimo oitavo município com maior PIB do Estado, sendo que a agropecuária é uma das principais atividades econômicas do município, correspondendo a R\$30.584,00 do valor do PIB; o setor de serviços, no entanto, ainda é o mais expressivo, contribuindo com R\$ 75.384 e a indústria é a menor parcela do PIB, equivalente a apenas R\$ 9.968 do valor total. O rendimento per capita de cada habitante na zona rural é de cerca de R\$204,00 enquanto o de domicílios urbanos é de R\$255,00. Por quanto, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) registra o valor de 0,594.

## **ANÁLISE FINANCEIRA**

As análises seguiram as metodologias propostas por Guiducci, Lima Filho e Mota (2011), Amaro (2010) e Arco-Verde (2008) utilizando-se a “Planilha para análise financeira AMAZONSAF” desenvolvida por Arco-Verde e Amaro (2014). Durante o processo de planejamento e elaboração da análise financeira, os indicadores financeiros do projeto permitiram comparar os resultados obtidos com outros projetos avaliados e demais investimentos existentes no mercado financeiro. Desta forma, foi possível verificar a rentabilidade e, conseqüentemente, a viabilidade do projeto (ARCO-VERDE; AMARO, 2014).

Nas modelagens utilizou-se os seguintes indicadores financeiros: valor presente líquido (VPL), relação benefício – custo (RB/C), valor anual equivalente (VAE), taxa

interna de retorno (TIR) e o tempo de retorno do investimento (TRI) ou payback. Abaixo, cada um desses indicadores, de forma discriminada:

O VPL de um projeto é definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado, ou seja, consiste na diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos do projeto (SILVA; FONTES, 2005). A equação para cálculo do VPL é:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (03)$$

Sendo:

$R_j$  = valor atual das receitas;

$C_j$  = valor atual dos custos;

$i$  = taxa de desconto (juros);

$j$  = período em que as receitas ou os custos ocorrem; e

$n$  = número de períodos ou duração do projeto.

Segundo Silva e Fontes (2005) um projeto que apresenta VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável, sendo considerado melhor aquele que apresentar o maior VPL.

Por sua vez, a relação benefício - custo (RB/C) é um indicador de eficiência econômico-financeira por sugerir o retorno dos investimentos a partir da relação entre a receita total e as despesas efetuadas para viabilizá-la, ou seja, indica quantas unidades de capital recebido como benefícios são obtidas para cada unidade de capital investido, logo, para o investimento ser considerado viável economicamente este indicador deve ser igual ou maior a uma unidade (DOSSA et al., 2000 apud RODRIGUES et al., 2007). Para o cálculo da RB/C a equação necessária é:

$$RB/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j}} \quad (04)$$

Em que:

$R_j$  = receitas no período  $j$ ;

$C_j$  = custos no período  $j$ ;

$i$  = taxa de desconto (juros);

$j$  = período em que as receitas ou os custos ocorrem; e

$n$  = número de períodos ou duração do projeto.

De acordo com Silva e Fontes (2005), o VAE é a parcela periódica e constante necessária ao pagamento de uma quantia correspondente ao VPL da opção do investimento em análise ao longo de sua vida útil, ou seja, o VAE é responsável por transformar o VPL em um fluxo de receitas ou custos periódicos e contínuos, que seriam equivalentes ao valor atual, durante a vida útil do projeto. O VAE pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$VAE = \frac{VPL \cdot i}{1 - (1+i)^n} \quad (05)$$

Onde:

VPL = valor presente líquido;

i = taxa de desconto (juros); e

n = número de períodos ou duração do projeto.

O projeto será considerado economicamente viável se apresentar VAE positivo, indicando que os benefícios periódicos são maiores que os custos periódicos. Quanto à seleção de opções, deve ser escolhida a que apresentar maior VAE, para determinada taxa de desconto (REZENDE; OLIVEIRA, 2001 apud SILVA; FONTES, 2005).

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto, constituindo uma medida relativa que reflete o aumento no valor do investimento ao longo do tempo, com base nos recursos requeridos para produzir o fluxo de receitas. Se a TIR for maior do que a taxa de desconto exigida pelo investimento, conclui-se pela viabilidade do projeto (SILVA et al, 2002 apud BENTES-GAMA et al., 2005) A fórmula para cálculo da TIR é:

$$0 = \sum_{j=1}^n \frac{R_j - C_j}{(1+TIR)^j} - I \quad (06)$$

Em que:

$R_j$  = receitas no período j;

$C_j$  = custos no período j;

i = taxa de desconto (juros);

j = período em que as receitas ou os custos ocorrem;

n = número de períodos ou duração do projeto; e

I = investimento inicial.

O tempo de retorno do investimento (TRI) ou período de payback é o tempo necessário para retornar o capital investido, ou seja, é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala a esse valor, algebricamente (ARCO-VERDE; AMARO, 2014). O período de payback pode ser descrito como:

$$PR = T, \text{ quando } \sum_{j=0}^T R_j - C_j \quad (07)$$

Onde:

$R_j$  = receitas no período j;

$C_j$  = custos no período j;

j = período em que as receitas ou os custos ocorrem;

T = tempo para o fluxo de caixa igualar os investimentos; e

I = investimento inicial.

Feitas as descrições acima da metodologia, estas serão realizadas em simulações com os seguintes tipos de público-alvo:

a) Agricultura familiar:

A agricultura familiar (AF) é de grande importância para o desenvolvimento econômico brasileiro, além de auxiliar na diminuição do êxodo rural e fazer uso de práticas mais ecológicas na produção. De acordo com Schneider e Cassol (2013) nos últimos anos é verificado um avanço considerável rumo à compreensão, definição e características deste grupo social formado por pequenos proprietários de terra que trabalham mediante o uso da força de trabalho dos membros de suas famílias, produzindo tanto para seu autoconsumo como para a comercialização, e vivendo em pequenas comunidades ou povoados rurais.

Para este público-alvo o programa de fomento utilizado nas simulações será o PRONAF Floresta, que oferece crédito para investir em sistemas agroflorestais, exploração extrativista ecologicamente sustentável, recomposição e manutenção de áreas degradadas e plano de manejo florestal. Também estão incluídas o enriquecimento de áreas que já possuem cobertura florestal diversificada. Podem solicitar o crédito produtores familiares que apresentem a Declaração de Aptidão ao PRONAF (DAP), de acordo com o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES).

b) Médio Produtor Rural:

Considera-se médio produtor rural, proprietários rurais com renda bruta agropecuária anual (RBA) auferida, ou na falta dessa ou em casa da expansão da atividade, com receita estimada superior a R\$ 360 mil e até R\$ 1,6 milhão. Para esta categoria o programa de fomento mais indicado e que será utilizado nas simulações é o PRONAMP, dentre aquilo que é considerado financiável está o florestamento, reflorestamento e composição ou recuperação de áreas de pastagem (BNDES, 2018).

c) Agricultura Industrial:

A agricultura industrial é aquela que concentra sua produção massiva de modo a satisfazer as necessidades humanas. Para este cenário o programa de fomento adotado foi MODERAGRO, produtores rurais (pessoa física e jurídica) podem solicitar este tipo

de crédito, dentre os itens financiáveis está o apoio a recuperação de solos e áreas degradadas (BNDES, 2018).

O quadro a seguir apresenta as taxas de juros adotadas nas simulações para agricultor familiar, médio produtor e agricultura industrial.

Quadro 1 – Público-alvo, programa e taxa de juros adotados para simulação econômica.

PÚBLICO ALVO	PROGRAMA	TAXA DE JUROS
Agricultor Familiar	PRONAF Floresta	2,5%
Médio Produtor	PRONAMP	6%
Agricultura Industrial	MODERAGRO	7,0%

Fonte: BNDES (2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### APRESENTAÇÃO DE COMPONENTES QUE LEVAM AO CÁLCULO DE INDICADORES (PRÉ-FASE DOS MODELOS)

Já como resultados desta pesquisa, se apresenta, primeiramente, a caracterização dos modelos propostos e utilizados na simulação econômica. Mas, ressalte-se que as informações que estão sendo utilizadas para a simulação, no período máximo de 14 anos, nos modelos propostos para a análise financeira são oriundas do banco de dados do Projeto BIOMAS a partir dos experimentos implementados no campo. Os mesmos são avaliados mensalmente e todos os dados de custos de implantação, manutenção das plantas e desenvolvimento e produção das espécies, são catalogados nessa base. No Quadro 2 seguem os modelos propostos para a análise financeira deste estudo.

Na sequência, para se levantar e calcular os indicadores, fez-se necessários elaborar os levantamentos de custos dos modelos propostos.

O levantamento de custos, prévio, de cada fase é um dos instrumentos mais importantes para selecionar os modelos agroflorestais viáveis economicamente, permitindo a comparação entre os SAFs e demais sistemas (ARCO–VERDE; AMARO, 2014). Alguns componentes estão entre os principais custos para implementação de SAFs, despesas com mão-de-obra: de todas as despesas em pequenas propriedades a mão-de-obra apresenta lugar de destaque, uma vez que de acordo com Marques; Maneschy; Queiroz (2015) os agricultores utilizam de poucos insumos durante o ciclo do projeto e custos com insumos: o emprego de fertilizantes, sementes, sacos, adubos, ferramentas e etc., são contabilizados neste elemento.

Quadro 2 – Modelos propostos para análise financeira.

MODELOS	COMPONENTES
Cultura agrícola	Milho ( <i>Zea mays</i> )
Plantio Florestal 1	Eucalipto ( <i>Eucalyptus spp</i> )
Plantio Florestal 2	Paricá ( <i>Schizolobium amazonicum</i> )
Pecuária	Pastagem ( <i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i> ) x Bovino ( <i>Bos taurus</i> )
Sistema Silvopastoril 1	Pastagem ( <i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i> ) x Bovino ( <i>Bos taurus</i> ) x Gliricídia em faixas ( <i>Gliricidia sepium</i> )
Sistema Silvopastoril 2	Pastagem ( <i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i> ) x Bovino ( <i>Bos taurus</i> ) x Bordão de velho em faixas ( <i>Samanea tubulosa</i> )
Sistema Silvopastoril 3	Pastagem ( <i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i> ) x Bovino ( <i>Bos taurus</i> ) x Leucena em faixas ( <i>Leucaena leucocephala</i> )
Sistema Silvopastoril 4	Pastagem ( <i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i> ) x Bovino ( <i>Bos taurus</i> ) x Leucena banco forrageiro ( <i>Leucaena leucocephala</i> )
Sistema Silvopastoril 5	Pastagem ( <i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i> ) x Bovino ( <i>Bos taurus</i> ) x Mutamba preta banco forrageiro ( <i>Guzuma ulmifolia</i> )
Sistema Silvopastoril 6	Pastagem ( <i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i> ) x Bovino ( <i>Bos taurus</i> ) x Mutamba preta em faixas ( <i>Guzuma ulmifolia</i> )
ILPF1(*)	Milho ( <i>Zea mays</i> ) x Eucalipto ( <i>Eucalyptus spp</i> ) x Pastagem ( <i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i> ) x Bovino ( <i>Bos taurus</i> )
ILPF2	Milho ( <i>Zea mays</i> ) x Eucalipto ( <i>Eucalyptus spp</i> ) x Pastagem ( <i>Brachiaria brizantha cv. Marandu</i> ) x Bovino ( <i>Bos taurus</i> ) x Leucena banco forrageiro ( <i>Leucaena leucocephala</i> )

Fonte: Elaboração da autora (2018)

Onde: ILPF = Integração Lavoura-pecuária –floresta, sistema 1 e 2; SSPS = Ssistemas silvapastoris.

Na Tabela 1 são apresentados os custos unitários para a implementação dos modelos propostos.

Tabela 1 – Parâmetros utilizados na simulação dos modelos.

Parâmetros	Especificação	Unidade	Valor
Preço de Venda dos produtos	Bovino (corte)	Kg	R\$3,80
	Eucalipto (madeira)	m <sup>3</sup>	R\$ 120,00
	Eucalipto (carvão)	m <sup>3</sup>	R\$ 50,00
	Paricá (madeira)	m <sup>3</sup>	R\$ 140,00
	Milho	Saca	R\$30,00
Gerais	Hora trator com tratorista	Hora	R\$120
	Valor da mão de Obra	Diária	R\$ 50, 00
Insumos: Plantio de milho	Sementes	Saca	R\$ 200
	NPK 10 –28 –20	Kg	R\$1,84
	NPK 20 – 00 – 20	Kg	R\$1,60
	Ureia (Cobertura)	Kg	R\$1,86
	Grafite	Kg	R\$5,20
	Herbicida pré-emergente	L	R\$15,00
	Herbicida pós-emergente	L	R\$16,00
	Inseticida	L	R\$150,00
	Espalhante adesivo	L	R\$13,00
Insumos: Plantio Pastagem	Semente	Kg	R\$12,00
	NPK 10 –28 –20	Kg	R\$1,84
	Arame liso	Rolo (1000 m)	R\$350,00
	Grampo de cerca	Kg	R\$8,00
	Moirão	Unidade	R\$20,00
	Herbicida	L	R\$16,00

	Inseticida	L	R\$39,00
	Mudas	Unidade	R\$0,15
	Termofosfato	Kg	R\$1,88
Insumos: Plantio Eucalipto	Hidrogel	Kg	R\$50,00
	NPK 10-28-20 (cobertura)	Kg	R\$1,84
	Ureia	Kg	R\$1,86
	Cloreto de potássio	Kg	R\$1,68
	Borogram FTE	Kg	R\$2,60
		Aquisição de animais	Kg
Insumos: Bovinos	Aquisição de bebedouro	Unidade	R\$600,00
	Aquisição de cocho	Unidade	R\$600,00
	Sal mineral	Saco	R\$28,00
	Vacina, vermifugação e medicamentos		R\$15,00
	Manutenção de cercas	0,4 km	R\$600,00
	Mudas	Unidade	R\$7,90
Insumos: Paricá	NPK 10 -28 -20	Kg	R\$1,84
	Inseticida	L	R\$39,00
	Fungicida	Kg	R\$80,00
	Herbicida	L	R\$16,00
	Cloreto de potássio	Kg	R\$1,68
	Borogram FTE	Kg	R\$2,60
	Ureia	Kg	R\$1,86
		Sementes	Saca
Insumos: Leucena	NPK 10 -28 -20	Kg	R\$1,84
	NPK 20 - 00 - 20	Kg	R\$1,84
	Ureia	Kg	R\$1,86
	Cloreto de potássio	Kg	R\$1,68
Insumos: Gliricídia	Muda de estaca enraizada de 70 cm	Unidade	R\$15,00
	NPK 10 -28 -20	Kg	R\$1,84
Insumos: Bordão de velho	Muda	Unidade	R\$10,00
	NPK 10 -28 -20	Kg	R\$1,84
Insumos: Mutamba Preta	Muda	Unidade	R\$3,00
	NPK 10 -28 -20	Kg	R\$1,84

## RESULTADOS DOS CÁLCULOS DOS INDICADORES

Os Sistemas Silviapastoris (SSPS) apresentaram VPL e períodos de payback menores em todas as taxas de desconto (2,5%, 6% e 7%). De acordo com o panorama da viabilidade econômica o SPP3 foi o mais eficiente dentre as demais simulações (Tabela 2).

Todos os modelos analisados apresentaram VPL positivo e de acordo com o panorama da viabilidade econômica todos os modelos propostos foram viáveis economicamente, uma vez que ao final dos seus respectivos períodos de simulação conseguem gerar receitas líquidas atualizadas

Tabela 2 – Valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), relação benefício custo (Rb/C), valor anual equivalente (VAE) e payback nos modelos simulados.

Modelo	Período de simulação (anos)	Taxa de juros (% a.a.)	VPL (R\$)	TIR (%)	Rb/C (R\$)	VAE (R\$)	Payback (anos)
Cultura agrícola*	02	2,5	360,01	43,66	1,1	41,13	2
Plantio Florestal 1	14	2,5	32.904,70	95,29	81,6	2.110,74	7
Plantio Florestal 2	12	2,5	14.824,29	42,67	8,3	950,94	4
Pecuária	10	2,5	36.723,44	61,14	4,2	4.195,88	3
SSP1	10	2,5	29.045,04	39,75	2,5	3.318,65	4
SSP2	10	2,5	39.239,84	59,14	3,4	3.918,37	3
SSP3	10	2,5	48.331,54	435,70	9,0	5.522,30	1
SSP4	10	2,5	32.975,46	265,86	6,6	3.765,68	1
SSP5	10	2,5	45.503,37	231,36	6,1	5.199,16	2
SSP6	10	2,5	45.453,49	230,95	6,1	4.193,46	2
ILPF1	14	2,5	24.095,12	11,36	1,6	1.545,63	9
ILPF2	14	2,5	84.029,88	92,81	6,4	5.390,28	3
Cultura agrícola*	02	6	314,68	43,66	1,1	42,76	2
Plantio Florestal 1	14	6	23.254,11	95,29	70,9	2.027,40	7
Plantio Florestal 2	12	6	10.653,83	42,67	6,5	928,85	4
Pecuária	10	6	29.037,87	61,14	3,7	3.945,42	3
SSP1	10	6	22.226,53	39,75	2,3	3.019,87	4
SSP2	10	6	26.998,87	59,14	3,1	3.688,28	3
SSP3	10	6	40.175,07	435,70	8,3	5.458,50	1
SSP4	10	6	27.260,92	265,86	6,0	3.703,89	1
SSP5	10	6	37.434,00	231,36	5,5	5.086,08	2
SSP6	10	6	37.392,05	230,95	5,5	5.080,38	2
ILPF1	14	6	11.590,90	11,36	1,3	1.010,55	9
ILPF2	14	6	62.319,26	92,81	5,5	5.433,28	3
Cultura agrícola*	02	7	302,45	43,66	1,1	43,06	2
Plantio Florestal 1	14	7	21.122,09	95,29	67,8	1.993,78	7
Plantio Florestal 2	12	7	9.709,29	42,67	6,1	916,49	4
Pecuária	10	7	27.194,36	61,14	3,6	3.871,75	3
SSP1	10	7	20.595,90	39,75	2,2	2.932,39	4
SSP2	10	7	25.251,36	59,14	3,0	3.595,23	3
SSP3	10	7	38.206,07	435,70	8,1	5.439,65	1
SSP4	10	7	25.886,48	265,86	5,9	3.685,60	1
SSP5	10	7	35.489,10	231,36	5,4	5.052,85	2
SSP6	10	7	35.449,06	239,95	5,3	5.047,15	2
ILPF1	14	7	8.859,14	11,36	1,2	836,24	9
ILPF2	14	7	57.429,02	92,81	5,3	5.420,89	3

Fonte: Elaboração da autora (2018). Onde: \* em seguida área entra em pousio.

A viabilidade econômica de um projeto também pode ser medida pela TIR, dessa forma verificou-se que em comparação aos demais sistemas, o SSP3 apresentou TIR superior no valor de 435,70%, independente da taxa de juros adotada nas simulações. Vale observar que a adoção do componente arbóreo no sistema ILPF2 também propiciou um aumento na TIR do modelo.

A situação descrita acima ocorre porque segundo Micollis et al. (2010) apud Pereira (2018), a diversificação produtiva gerada pelo uso de um número maior de espécies é capaz de reduzir o risco econômico, uma vez que o sistema torna-se menos sensível as variações de preço e mudanças climáticas, além de diversificar a renda do produto, auxilia na distribuição da mão-de-obra de modo a deixá-la mais regular ao longo do

ciclo do projeto. Para Maia et al. (2006) os SAFs também são capazes de aliviar a sazonalidade, fenômeno muito comum na atividade agropecuária.

Ainda de acordo com Micollis et al. (2010) apud Pereira (2018) quando se volta o olhar para a agricultura familiar a adoção de sistemas agroflorestais pecuários é capaz de promover soberania, segurança alimentar e nutricional, além de fortalecer a organização social e a união, contribuindo com a formação de laços comunitários.

A análise da relação benefício-custo (RB/C) apresentou resultados satisfatórios em todos os sistemas, independente da taxa de juros usada, ou seja, a cada R\$1,00 investido haverá retorno financeiro.

O VAE, equivalente a renda anual propiciada pelos sistemas, apresentou valores positivos em todos os sistemas, o que indica a viabilidade econômica deles. Entretanto, ao se realizar a comparação entre o VAE do cultivo agrícola, em qualquer uma das taxas de juros adotadas e se comparar com os modelos, apresentam maior nível de diversificação produtiva, e ainda se verifica resultados melhores advindos da diversificação dos sistemas.

É importante ressaltar que quando a diversificação produtiva ocorre com a incorporação de espécies arbóreas e/ou arbustivas, como leucena ou gliricídia, estas potencializam os efeitos dos SAFs, tendo em vista que são capazes de produzir forragem de qualidade superior as comumente utilizadas pelos agricultores, o que geraria redução de custos para o agricultor. Para Franco, Resende e Campello (2003) estas espécies possuem características protetoras capazes de beneficiar o produtor como a sua atuação no combate a erosão e favorecer o aumento e a qualidade do estoque de água na propriedade.

O payback nos SSP3 e SSP4 apresentou o melhor resultado, indicando que a partir do primeiro ano da adoção dos sistemas, as receitas serão maiores que as despesas. Quando comparamos o mesmo indicador como sistema pecuário e plantio florestal 1, plantio florestal 2 e sistema pecuário, estes começaram a apresentar receitas maiores que as despesas somente no sétimo, quarto e terceiro ano, respectivamente.

Apesar de todos os sistemas apresentarem viabilidade econômica, os sistemas agroflorestais pecuários, ainda constituem melhor opção tendo em vista que segundo Ribaski (2009) são capazes de associar a produção agropecuária serviços ambientais como o sequestro de carbono, aumento do estoque e da qualidade da água, conservação

do solo e diminuição da erosão, além do aumento da biodiversidade nos sistemas. Assim a adoção de SAFs constitui uma escolha viável do ponto de vista ambiental e econômico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas análises econômicas realizadas nesta pesquisa com as simulações realizadas para públicos alvos distintos e adoção de diferentes espécies arbóreas, foi possível provar que há viabilidade econômica, dentro do horizonte de tempo previsto e levando em conta as taxas de desconto adotadas nos modelos, de 2,5 % a.a., 6% a.a., e 7% a.a. Foram levantados os custos considerando os preços do mercado local, o que determina sua relação com os indicadores econômicos, o que possibilitou verificar a viabilidade econômica dos sistemas simulados, em especial dos sistemas agroflorestais pecuários.

Quando comparado a modelos tradicionais como o cultivo agrícola e o sistema pecuário, a comparação econômica realizada neste trabalho comprovou que o ganho econômico–financeiro produzido pelos SAFs é verídico e independente da taxa de juros adotada resulta na elevação do nível de renda do produtor.

Com relação a agricultura familiar, verificou-se que um dos principais benefícios gerados pela adoção dos SAFs, é a soberania alimentar e nutricional, além das fontes de renda diversificadas que o tornam os produtores menos vulnerável as oscilações do mercado e a fatores ambientais como as mudanças climáticas, por exemplo.

Um fator importante a ser destacado é que a incorporação de espécies arbóreas propicia níveis mais elevados de renda. Outro ponto importante a ser considerado é que quanto mais adequada for à escolha da espécie melhor será a rentabilidade do sistema.

É importante destacar que os SAFs são um modelo que tornam possível calcular o valor existente nos recursos exauríveis, direcionando uma forma para classificar os recursos naturais e permitindo que haja uma inclusão desses recursos nas contas nacionais e, dessa forma, o modelo econômico de El Serafy é colocado em prática.

Por fim, todos os objetivos dessa pesquisa foram todos alcançados, haja vista que com as informações geradas, fica viável para o agricultor, investir em sistemas agroflorestais, sobretudo do tipo agropecuário, minimizando os impactos da atividade agropecuária, auxiliando na recuperação de áreas degradadas e buscando a garantia de sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- AMARO, G.C. **Modelagem e Simulação Econômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira**. Dissertação (Pós-Graduação em Economia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010. 117 f
- ARCO-VERDE, M.F. **Sustentabilidade Biofísica e Socioeconômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira**. Tese. (Pós-graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2008. 188 f
- ARCO-VERDE, M. F, AMARO George. **Análise financeira de sistemas produtivos integrados**. Embrapa Colombo- PR, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1014392/analise-financeira-de-sistemas-produtivos-integrados>> Acesso em 02/12/2015.
- BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO (BNDES). 2018. **PRONAMP**. Disponível em: <[www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronamp/-investimento](http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronamp/-investimento)>. Acesso em 07 setembro 2018.
- BENTES-GAMA, Michelliny de Matos et al. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia ocidental, Machadinho d'Oeste- RO. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 401-411, Junho 2005. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010067622005000300007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010067622005000300007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 01 Julho 2018.
- CARVAJAL, R. et al. **Corrección de la contabilidad nacional, por efectos ambientales, según la metodología de Salah El Serafy: el caso del petróleo Ecuatoriano**. 1996. Dissertação de Mestrado. [sl] FLACSO sede Ecuador.
- EL SERAFY, J. The proper calculation of income from depletable natural resources. In: AHMAD, Y.; EL SERAFY, S.; LUTZ, E. (eds). **Environmental and natural resource accounting and their relevance to the measurement of sustainable development**. Washington, D.C., World Bank/UNEP, 1989. p.10-18.
- FEITOSA, Terezinha Cavalcante. **Análise da Sustentabilidade na Produção Familiar no Sudeste Paraense: O caso dos produtores de leite do município de Rio Maria**. Dissertação do Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal do Pará (UFPA). 2003.
- FRANCO, A.A.; RESENDE A.S. de; CAMPELLO, E.F.C. Importância das Leguminosas Arbóreas na Recuperação de Áreas Degradadas e na Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande, MS. **Palestras...**

Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 24 f. 1 CD ROM.

GUIDUCCI, R.C.N.; LIMA FILHO, J.R.; MOTA, M.M. **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários**: metodologia e estudos de caso. Brasília: SGE. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados Econômicos de São Domingos do Araguaia**. Diversos anos. Disponível: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Data de acesso: maio/2018

IBRAHIM, M.; VILLANUEVA, C.; CASASOLA, F.; SEPULVEDA, C.; TOBAR, D. Potencial de producción sostenible de madera del sistema silvopastoril árboles dispersos en potreros en América Central. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7, 2012, Belém. **Anais...** Sistemas silvipastoris, o caminho para a economia verde na pecuária mundial. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, CIRAD, CATIE, CBPS, CIPAV, UFPA, UFSJ, FAO, MAPA, 2012. 1 CD-ROM.

MAIA, Stoécio Malta Ferreira et al. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 837-848, Oct. 2006. Available from [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010067622006000500018&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010067622006000500018&lng=en&nrm=iso). Acesso em 17 Nov. 2018.

MANESCHY, Rosana Quaresma. **Potencial e viabilidade econômica dos sistemas silvipastoris no Estado do Pará**. / Rosana Quaresma Maneschky – Belém, 2008. 152 f.: il. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2008.

MANESCHY, R. Q.; SANTANA, A. C.; VEIGA, J. B. Viabilidade Econômica de Sistemas Silvipastoris com *Schizolobium parabyba* var. amazonicum e *Tectona grandis* no Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 49-56, 2009.

MANESCHY, R. Q.; OLIVEIRA, I. K. de S.; GUIMARÃES, T. P.; OLIVEIRA, P. D.; CASTRO, A. A. Manejo da regeneração natural de espécies arbóreas na pastagem como alternativa silvipastoril para a sustentabilidade da agricultura familiar no sudeste do Pará. In: HENTZ, A. de M.; MANESCHY, R. Q. (Org.). **Práticas Agroecológicas**: Soluções sustentáveis para a agricultura familiar na região sudeste do Pará. Jundiaí: Paco Editorial, 2011, p. 289-306.

MARQUES, M. C.; MANESCHY, R. Q.; QUEIROZ, J. F. Modelagem econômica de sistema agroflorestal para agricultores familiares no sudeste do Pará. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2015.

MOTA, K. J. A. da J. **Viabilidade Econômico Financeira e Renda Sustentável da Produção Familiar Paraense de Dendê**. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém. 2013.

MICHELOTTI, F.; RODRIGUES, F. N. C. de V. Desafios para a sustentabilidade ecológica integrada a trajetórias de estabilização da agricultura familiar na região de Marabá. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 2., 2004, Indaiatuba, SP. **Anais...** Indaiatuba. SP: ANPPAS, 2004. p. 1 - 20.

PEREIRA, Lucas Toledo. **Sistemas agroflorestais: os benefícios para a agricultura familiar**. Belém: World Agroforestry Centre, 2010.

PEREIRA, Lucas Toledo. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 2, p. 50-59, 2018.

PEZO, D.; IBRAHIM, M. **Sistemas Silvopastoriles**. 2 ed. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1999. 276 p.

RIBASKI, Jorge; MONTOYA VILCAHUAMAN, Luciano Javier; RODIGHERI, Honorino Roque. **Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos**. Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2001

RIBASKI, J. **As vantagens dos sistemas agroflorestais**. Embrapa Florestas-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2009.

RODRIGUES, Elizangela Ronconi et al. Avaliação Econômica de Sistemas Agroflorestais Implantados para a Recuperação de Reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **R. Árvore**, p. 941-948, 2007.

SCHNEIDER, Sergio; CASSOL, Abel. **A agricultura familiar no Brasil**. Porto Alegre, Relatório de pesquisa. FIDA/RIMISP, 2013.

SILVA, Márcio Lopes da.; FONTES, Alessandro Albino. Discussão sobre os Critérios de Avaliação Econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.931-936, 2005.

YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann; FAUSTO, José Ricardo Brun. Valoração de recursos naturais como instrumento de análise da expansão da fronteira agrícola na Amazônia. **Texto para Discussão**, n. 490. IPEA – Instituto de Pesquisa Economia Aplicada. Rio de Janeiro, junho de 1997.