

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINE CRUZ DE MELLO

PROGNOSE DO CRESCIMENTO E DA PRODUÇÃO MADEIREIRA E AVALIAÇÃO
ECONÔMICA DE *Pinus taeda* EM MONOCULTIVO E EM ILPF

CURITIBA

2018

CAROLINE CRUZ DE MELLO

PROGNOSE DO CRESCIMENTO E DA PRODUÇÃO MADEIREIRA E AVALIAÇÃO
ECONÔMICA DE *Pinus taeda* EM MONOCULTIVO E EM ILPF

PROGNOSIS OF GROWTH AND WOOD PRODUCTION AND ECONOMIC
EVALUATION OF *Pinus taeda* IN MONOCULTURE AND ICLF

Trabalho apresentado ao curso de Pós-Graduação em MBA em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Batista de Oliveira

CURITIBA

2018

RESUMO

Este trabalho teve por objetivos estimar o crescimento e produção madeireira e avaliar a rentabilidade econômica de *Pinus taeda* em monocultivo e em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Foram simulados sete regimes de manejo por meio de *softwares* desenvolvidos pela Embrapa Florestas. Os regimes foram divididos em dois experimentos: o primeiro com quatro tratamentos (R1, R2, R3, R4) em ILPF delineados com espaçamento 3,0 m x 2,0 m e distância de 14 m entre os renques, diferenciando-se entre si pelo número de fileiras no renque (fileiras simples, dupla, tripla e quádrupla); e o segundo com três tratamentos (R5, R6, R7) em monocultivo com 1667 árvores por hectare. R1, R2, R3 e R4 tiveram corte final projetado para 20 anos, com desbaste seletivo de 50% da população aos 10 anos. R5 teve desbaste seletivo de 40% da população aos 10 e 15 anos, com corte final aos 20 anos. R6 teve desbaste seletivo de 50% da população aos 12 anos e corte final aos 20 anos. O tratamento R7 foi projetado sem desbastes e com corte final aos 16 anos. Em nossa simulação, as árvores propiciaram retorno econômico nos sete tratamentos avaliados, indicando que, além de diversificar a produção, a inserção da árvore na propriedade rural pode ser considerada uma atrativa fonte de renda. Com esses tratamentos, mostramos que os softwares para manejo e análise econômica de florestas podem auxiliar produtores na tomada de decisão para a implantação do componente florestal em suas propriedades.

Palavras-chave: Árvores. Produção Madeireira. Desbaste. Rentabilidade. Sortimento.

ABSTRACT

The aims of this work were to estimate growth and wood production, and evaluate the economic profitability of pine with monoculture and integrated crop-livestock-forest systems (ICLF). Seven management regimes were simulated by using softwares developed by the Embrapa Forestry. The regimes were divided into two experiments: one with four treatments (R1, R2, R3, R4) in ICLF designed for spacing 3.0 m x 2.0 m and at a distance of 14 m among the rows, differentiating each other from the number of lines per row (simple, double, triple, and quadruple lines); the second one with three treatments (R5, R6, R7) in monoculture with 1667 trees per hectare. R1, R2, R3, and R4 had final cutting projected for age 20, with selective thinning of 50% of the population at age 10. R5 had selective thinning of 40% of the population at age 10 and 15, with final cutting at age 20; R6 had selective thinning of 50% of the population at age 12 and final cutting at age 20. The treatment R7 was projected without thinning and with final cutting at age 16. In our simulation, the trees provided economic return on the seven evaluated treatments, suggesting that besides diversifying production the insertion of trees into the rural property may be regarded as an attractive source of income. The chosen system should match the grower criteria for assortment of wood and local market conditions. With these treatments, we showed that softwares for management and economic analysis of forests can help growers in decision-making to the implementation of the forest component on their properties.

Keywords: Trees. Wood Production. Thinning Operation. Profitability. Assortment.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – REGIMES DE MANEJO DE <i>Pinus taeda</i> UTILIZADOS NO ESTUDO..	10
TABELA 2 – NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE, NO PLANTIO E APÓS DESBASTES.....	10
TABELA 3 – OPERAÇÕES E ATIVIDADES REALIZADAS EM TODOS OS REGIMES.....	11
TABELA 4 – PREÇO DA TORA DE <i>Pinus taeda</i> VENDIDA EM PÉ PELO PRODUTOR.....	11
TABELA 5 – SORTIMENTO E VOLUME DE <i>P. taeda</i> EM DIFERENTES REGIMES DE MANEJO.....	13
TABELA 6 – PERCENTAGEM DE PARTICIPAÇÃO E VALOR DOS CUSTOS DE <i>P. taeda</i>	14
TABELA 7 – RESULTADOS OBTIDOS COM OS SOFTWARES PlaninILPF_ <i>taeda</i> e Planin_ <i>taeda</i>	15
TABELA 8 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO (R\$) ÀS TAXAS DE ATRATIVIDADE (%) DE 2, 4, 6 e 8.....	16
TABELA 9 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO ANUALIZADO (R\$) ÀS TAXAS DE ATRATIVIDADE (%) DE 2, 4, 6 e 8.....	16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 OBJETIVOS	7
1.1.1 Objetivo geral	7
1.1.2 Objetivos específicos.....	7
1.2 JUSTIFICATIVA	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	9
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	13
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
4.1 Comentários e recomendações para trabalhos futuros.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1 INTRODUÇÃO

Segundo o último censo do IBGE, no Brasil, cerca de 350 milhões de hectares pertencem aos estabelecimentos agropecuários, sendo que destes, aproximadamente 45% são ocupados por pastagens, 29% por florestas, 18% para áreas de lavoura e 8% para outros fins. Os dados ainda apontaram que dos 159 milhões de hectares de pastagens, 70% são plantadas e 30% são naturais. As pesquisas mostraram que a área de pastagem plantada aumentou significativamente ao longo dos anos. O principal motivo é a alta produtividade da forragem, que possibilita a entrada de mais animais por unidade de área.

Diversos resultados de pesquisa comprovam a potencialidade dos sistemas integrados de produção como uma importante estratégia de desenvolvimento rural sustentável (RIBASKI. J. *et al.*, 2015). Outras pesquisas comparam as propriedades químicas e microbiológicas dos solos com a implantação do sistema e em condições de mata natural. Os respectivos resultados mostraram que solos sujeitos à ILPF possuem semelhança com solos de mata natural. Isto mostra que esta configuração pode ser uma alternativa de produção ecologicamente correta dentro da propriedade rural, gerando renda extra e garantindo condições sustentáveis para a agricultura e pecuária.

Um dos primeiros trabalhos de pesquisa consorciando pastagem com espécies florestais exóticas de rápido crescimento foi realizado pela Embrapa Florestas no município de Imbituva - PR, com a colaboração da empresa Fiat Lux. O ensaio consistiu na introdução de cinquenta bovinos em pasto natural sob um povoamento de *Pinus elliottii*, com três anos de idade, plantado no espaçamento de 3 m x 3 m, em uma área de 84 ha. Os resultados mostraram que a manutenção de bovinos em áreas florestais possibilitou uma produção de carne da ordem de 20 kg/ha/ano (40 kg/ha de peso vivo) e que o pastejo proporcionou uma sensível redução na altura da vegetação do sub-bosque. Isto contribuiu para reduzir os riscos de incêndio e os custos de manutenção do empreendimento florestal. Outra observação importante nesse estudo foi de que a compactação ocorrida no solo não prejudicou o desenvolvimento do Pinus. Por isso, para evitar a deterioração do pasto, estipulou-se um limite de meia cabeça por hectare no povoamento florestal e podas das árvores durante a permanência do gado, já que a pastagem necessita de

penetração de luz para que se tenha uma maior duração (BAGGIO & SCHREINER, 1988).

Hoje, no Paraná, dos 13,6 milhões de hectares formados por culturas agrícolas, pastagens cultivadas e agropecuária, 3,4 milhões de hectares têm potencial para a implantação do sistema ILPF e 130 mil hectares já possuem o sistema de ILPF implantado (BALBINO *et al*, 2011).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Auxiliar produtores rurais na tomada de decisão em relação à implantação do componente florestal na propriedade e facilitar a elaboração de projetos de curto, médio e longo prazo.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos traçados para este trabalho são:

- Simular produção, sortimento e análise econômica de *Pinus taeda* através dos softwares SisILPF_Ptaeda, SisPinus_taeda, PlaninILPF_taeda e Planin_taeda.
- Comparar produção, sortimento e rentabilidade do plantio de *Pinus taeda* entre monocultivo e diferentes espaçamentos em sistemas de ILPF.
- Realizar análise de sensibilidade para taxas mínimas de atratividade (TMA) de 2, 4, 6 e 8%.

1.2 JUSTIFICATIVA

A exigência por produtos sustentáveis no mercado, visando à manutenção do solo, da água, do microclima e de condições de bem-estar animal eleva fortemente a potencialidade de crescimento na adoção do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta por parte dos produtores rurais. Assim, é de suma importância que sejam realizadas pesquisas na área de sistemas agrosilvipastoris, bem como o fornecimento aos produtores rurais de tecnologias que contribuam para a diminuição das incertezas futuras e que auxiliem na tomada de decisão em projetos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram simulados sete regimes de manejo com a espécie *Pinus taeda*. Destes, quatro foram constituídos por sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e três pelo sistema convencional de produção florestal, em monocultivo. No primeiro experimento, utilizou-se espaçamento 3,0 m x 2,0 m e distância de 14 m entre os renques. Cada regime de manejo/tratamento se diferenciou pelo número de linhas de árvores no renque, sendo uma linha para R1, duas para R2, três para R3 e quatro linhas para R4. As densidades foram de 357, 588, 750 e 870 árvores por hectare, respectivamente. As produções madeireiras foram projetadas para corte final aos 20 anos, com desbaste seletivo de 50% das árvores aos 10 anos (TABELA 2).

Para determinar o número de árvores por hectare, foi utilizada a fórmula abaixo, desenvolvida pela Embrapa Florestas¹:

$$NA = \frac{10.000 \ nLR}{dA \times dR + dA \times nLR - dA \times dLR}, \quad (1)$$

em que NA é a densidade de árvores por hectare, dA é a distância entre árvores, dR é a distância entre renques, nLR é o número de linhas existentes no renque e dLR é a distância entre linhas no renque.

O segundo experimento, contendo os regimes R5, R6 e R7, caracterizou-se pela implantação de 1667 árvores por hectare. Os regimes R5 e R6 foram projetados para corte final aos 20 anos e o regime R7 aos 16 anos. As produções madeireiras para esse experimento incluíram desbastes que foram distribuídos conforme a Tabela 1. O número de árvores no plantio e remanescentes pós-desbastes, bem como a porcentagem de área ocupada no plantio, estão dispostos da Tabela 2.

As prognoses de crescimento e produção madeireira foram obtidas pelos softwares SisILPF_Ptaeda, e SisPinus_taeda e as análises econômicas foram baseadas nos softwares PlaninILPF_taeda e Planin_taeda, todos disponibilizados pela Embrapa Florestas ².

TABELA 1 - REGIMES DE MANEJO DE *Pinus taeda* UTILIZADOS NO ESTUDO

Regimes de manejo	Idade (anos)						
	0	10	12	15	16	18	20
R1		D1					CF
R2		D1					CF
R3		D1					CF
R4		D1					CF
R5		D2		D3			CF
R6			D1				CF
R7					CF		

Altura dominante aos 15 anos - 22 metros. D1: 1º desbaste (seletivo - 50% da população). D2: 1º desbaste (seletivo - 40% da população). D3: 2º desbaste (seletivo - 40% da população). CF: Corte Final. FONTE: O autor (2018).

TABELA 2 - NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE, NO PLANTIO E APÓS DESBASTES

<i>P. taeda</i> – ILPF			<i>P. taeda</i> – monocultivo					
Plantio	10 anos	20 anos	Plantio	10 anos	12 anos	15 anos	16 anos	20 anos
357	179	CF	1667	667		400		CF
588	294	CF	1667		834			CF
750	375	CF	1667				CF	
870	435	CF						

<i>P. taeda</i> – ILPF				<i>P. taeda</i> – monocultivo			
Árvores/ha/tratamento	357	588	750	870	1667	1667	1667
Área ocupada em %	14,3	29,4	40	47,8	100	100	100

FONTE: O autor (2018).

Para este trabalho, a estimativa dos custos foi baseada em dados referentes à mão de obra e aos insumos utilizados desde a implantação até a colheita (Tabela 3). Uma parte dos dados foi coletada de estudos realizados nos estados do Paraná e de Santa Catarina, por Moreira et al., 2015. Os custos com desbaste, colheita, arraste e transporte não foram contabilizados, haja vista que a comercialização da madeira deu-se pela venda da tora em pé ao produtor, tal que os custos são de responsabilidade do comprador.

Os preços da madeira utilizados para a análise foram os vigentes no estado do Paraná para tora de *Pinus taeda* em pé, referentes a outubro de 2017 (Tabela 4), segundo dados do DERAL/SEAB³.

Para as estimativas dos impactos econômicos, consideraram-se os seguintes métodos: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA), Relação Benefício/Custo (B/C) e Taxa Interna de Retorno (TIR), submetidos às taxas de atratividade de 2, 4, 6 e 8% a.a.

TABELA 3 - OPERAÇÕES E ATIVIDADES REALIZADAS EM TODOS OS REGIMES

Ano	Operação	Atividade
0	Preparo da área	Limpeza e Mão de obra
0	Adubação de estabelecimento	N, P, K, B e Zn
0	Adubação de manutenção	N, K e B
0	Plantio	Mudas e Mão de obra
0	Cerca elétrica	Cerca e Instalação
0	Combate à formiga	Isca e Mão de Obra
0	1ª roçada	Mão de obra
1	2ª roçada	Mão de obra
2	3ª roçada	Mão de obra
4	1ª poda	Mão de obra
8	2ª poda	Mão de obra

FONTE: O autor (2018).

TABELA 4 - PREÇO DA TORA DE *Pinus taeda* VENDIDA EM PÉ PELO PRODUTOR

PRODUTO	DIÂMETRO (cm)	DIÂMETRO MÍNIMO	COMPRIMENTO (m)	PREÇO (R\$/m ³)	% Evolução anual
Energia	< 8	0	0	25,54	6
Celulose	8 – 18	8	2,5	38,15	- 4
Serraria Tipo 2	18 – 25	18	2,5	66,14	- 1
Serraria Tipo 1	25 – 35	25	2,5	95,22	2
Laminação	> 35	35	2,5	119,96	1

FONTE: DERAL/SEAB. Outubro de 2017

Crítérios de Avaliação Econômica

Conforme Oliveira et al. (2011), os seguintes critérios para análise econômica foram utilizados:

1. Valor Presente Líquido (VPL) de um Fluxo Financeiro

O Valor Presente Líquido (VPL) é o valor determinado no instante considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado por uma série de receitas e despesas. É obtido pela somatória algébrica do valor presente de cada receita ou despesa do fluxo de caixa referente a uma alternativa j , avaliada com a taxa de juros i , nos n períodos considerados.

A expressão matemática do VPL é dada por

$$VPL_J = \sum_{n=0}^t F_n (1+i)^{-n}, \quad (2)$$

onde VPL_J é o Valor Presente Líquido de um Fluxo Financeiro da alternativa j , t é a idade de rotação, n é o número de períodos de capitalização envolvidos em cada elemento da série de Receitas ou Despesas do Fluxo de Caixa ($n = 0, 1, \dots, t$), F_n é cada um dos diversos valores envolvidos no Fluxo de Caixa da alternativa j que ocorrem nos distintos períodos n do horizonte de planejamento e i é a taxa de juros comparativa ou Taxa Mínima de Atratividade.

2. Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA)

Por esse critério, o Valor Presente Líquido de um fluxo financeiro à Taxa Mínima de Atratividade (i) é transformado em uma série uniforme anual equivalente através de sua multiplicação pelo termo:

$$\frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1}. \quad (3)$$

Tem-se no final de cada um dos períodos (anos) uma parcela uniforme, cuja somatória dos valores descontados resulta no Valor Presente Líquido do Fluxo Financeiro.

3. Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de juros que torna nulo o Valor Presente Líquido de um empreendimento. Nesta taxa, a somatória das Receitas descontadas é igual à somatória dos Custos descontáveis. Logo, a Taxa Interna de Retorno é dada pelo valor de i^* em que:

$$\sum_{n=0}^t F_n (1+i^*)^{-n} = 0. \quad (4)$$

Um investimento é considerado financeiramente aceitável se a diferença entre Taxa Interna de Retorno (i^*) e a Taxa Mínima de Atratividade do mercado (i) for maior ou igual a zero ($i^* - i_r \geq 0$).

A determinação de TIR geralmente é realizada através de processos iterativos.

4. Razão Benefício/Custo (B/C)

Razão Benefício/Custo (B/C) de um projeto indica quantas unidades de capital recebido com benefícios (B) são obtidas para cada unidade de capital investido (C):

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{n=0}^t R_n (1+i)^{-n}}{\sum_{n=0}^t C_n (1+i)^{-n}}. \quad (5)$$

Sua finalidade é possibilitar a verificação da viabilidade de um projeto. Valores de B/C superiores a 1 indicam que o projeto é rentável (ou viável economicamente). Valores menores que 1 indicam que o projeto é inviável. Se B/C for igual a 1, significa que as receitas foram iguais aos custos.

Para a comparação de projetos, deve-se pressupor a repetibilidade dos ciclos dos Fluxos de Caixa calculando-se o Mínimo Múltiplo Comum ou utilizar o Valor Uniforme Líquido.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados das simulações do crescimento e da produção do componente arbóreo em sistemas de ILPF e em monocultivo com *Pinus taeda*, compreendendo todos os tratamentos estudados, estão representados na Tabela 5.

TABELA 5 - SORTIMENTO E VOLUME DE *P. taeda* EM DIFERENTES REGIMES DE MANEJO

Regimes de manejo	Volume Total (m ³ /ha)	Volume (m ³ /ha)				
		Laminação	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
R1.D1	38,8	0,0	0,0	12,7	23,5	2,6
R1.CF	202,7	69,3	70,9	42,7	16,5	3,1
Total	241,5	69,3	70,9	55,4	40,0	5,7
R2.D1	43,7	0,0	0,0	4,6	32,1	6,8
R2.CF	221,7	16,0	95,1	77,8	28,3	4,3
Total	265,4	16,0	95,1	82,4	60,4	11,1
R3.D1	45,2	0,0	0,0	2,0	34,8	8,3
R3.CF	232,5	2,5	79,5	104,4	39,9	6,2
Total	277,7	2,5	79,5	106,4	74,7	14,5
R4.D1	46,9	0,0	0,0	1,1	35,6	10,2
R4.CF	241,5	0,0	68,2	113,2	51,7	8,0
Total	288,4	0,0	68,2	114,3	87,3	18,2
R5.D2	132,9	0,0	0,0	9,8	108,3	14,8

R5.D3	99,1	0,0	3,3	58,8	33,8	3,0
R5.CF	345,4	14,1	181,9	106,0	37,5	5,9
Total	577,4	14,1	185,2	174,6	179,6	23,7
R6.D1	136,2	0,0	0,0	18,0	107,8	10,5
R6.CF	522,2	1,6	171,6	240,9	95,2	12,7
Total	658,4	1,6	171,6	258,9	203,0	23,2
R7.CF	551,7	0,0	55,4	247,7	222,1	26,5
Total	551,7	0,0	55,4	247,7	222,1	26,5

FONTE: O autor (2018).

O regime de manejo com maior volume (m^3/ha) total de madeira colhida ao longo do período estabelecido foi o R6, com desbaste seletivo de 50% das árvores aos 12 anos e colheita final aos 20 anos. Já o regime com menor volume foi o R1, em sistema de ILPF com linhas simples entre renques e desbaste de 50% das árvores aos 10 anos e colheita final aos 20 anos. Em contrapartida, R1 foi o regime que produziu o maior volume de madeira destinada à laminação, com $69,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ colhidos no vigésimo ano. Para serraria I, destacou-se R5, único regime contendo dois desbastes, totalizando $185,2 \text{ m}^3/\text{ha}$ de madeira colhida para esse fim. O maior volume referente ao sortimento serraria II foi observado em R6, regime com maior volume total, como dito anteriormente. Com relação aos sortimentos energia e celulose, o regime de manejo que proporcionou os melhores resultados foi o R7, com nenhum desbaste e colheita final aos 16 anos, produzindo 26,5 e 222,1 m^3/ha para energia e celulose, respectivamente.

TABELA 6 - PERCENTAGEM DE PARTICIPAÇÃO E VALOR DOS CUSTOS EM POVOAMENTO DE *Pinus taeda*

	ILPF				Monocultivo
	357 árv./ha	588 árv./ha	750 árv./ha	870 árv./ha	1667 árv./ha
Custos e percentual de participação					
Custo de Implantação	1938,06	1933,52	1931,57	1930,26	3289,22
Participação insumos (%)	39,73	41,26	42,32	43,1	33,07
Participação mão-de-obra (%)	55,72	58,74	57,68	56,9	66,93
Custo de manutenção	329,42	334,86	338,67	341,49	1386,11
Participação insumos (%)	2,55	4,13	5,21	6,0	2,83
Participação mão-de-obra (%)	97,45	95,87	94,79	94,0	97,17

FONTE: O autor (2018).

De acordo com a Tabela 6, observa-se que os custos referentes ao sistema de ILPF são relativamente semelhantes entre si, independentemente da densidade de plantio. Isso se deve à relação de proporcionalidade inversa entre quantidade de mudas por renque e metro corrido de cerca elétrica para evitar o pisoteio das mudas.

Ou seja, à medida que se aumenta o número de árvores por renque, diminuiu-se a quantidade de cerca elétrica utilizada por hectare.

Os custos do estudo com *Pinus taeda* em monocultivo foram iguais nos três regimes de manejo, visto que R5, R6 e R7 tiveram a mesma densidade de árvores por hectare no plantio e, como a comercialização se deu por venda da tora no pé, os custos com desbaste, colheita e transporte não fizeram parte do fluxo de caixa.

Ainda, em relação aos custos encontrados, verificou-se que o percentual de gastos com a implantação dos povoamentos é mais significativo do que os gastos com a manutenção. Oliveira et al, 2008 verificaram a mesma tendência em plantios silvipastoris contendo *P. elliotti* e *E. grandis*.

No estudo atual, os gastos com implantação representaram cinco vezes mais no caso de sistemas de plantio em ILPF e mais de duas vezes o custo com manutenção no caso dos regimes R5, R6 e R7.

TABELA 7 - RESULTADOS ECONÔMICOS OBTIDOS PELOS SOFTWARES PLANIN_ILPF_TAEDA E PLANIN_TAEDA

	R1 20	R2 20	R3 20	R4 20	R5 20	R6 20	R7 16
Receita Total	R\$ 20.400,06	R\$ 19.012,47	R\$ 18.127,32	R\$ 17.849,13	R\$ 38.331,26	R\$ 41.992,31	R\$ 30.807,99
Receita Total Líquida	R\$ 18.132,58	R\$ 16.744,09	R\$ 15.857,08	R\$ 15.577,38	R\$ 34.152,21	R\$ 37.813,26	R\$ 26.628,94
Receita Total Média	R\$ 1.020,00	R\$ 950,62	R\$ 906,37	R\$ 892,46	R\$ 1.916,56	R\$ 2.099,62	R\$ 1.925,50
Custo Total	R\$ 2.267,48	R\$ 2.268,38	R\$ 2.270,24	R\$ 2.271,75	R\$ 4.179,05	R\$ 4.179,05	R\$ 4.179,05
Custo Total Médio	R\$ 113,37	R\$ 113,42	R\$ 113,51	R\$ 113,59	R\$ 208,95	R\$ 208,95	R\$ 261,19
Receita Líquida Média	R\$ 906,63	R\$ 837,20	R\$ 792,85	R\$ 778,87	R\$ 1.707,61	R\$ 1.890,66	R\$ 1.664,31
Valor Presente da Receita	R\$ 9.705,48	R\$ 9.050,20	R\$ 8.639,51	R\$ 8.516,83	R\$ 19.175,05	R\$ 20.101,89	R\$ 16.448,64
Valor Presente dos Custo	R\$ 2.220,57	R\$ 2.221,47	R\$ 2.223,33	R\$ 2.224,84	R\$ 3.965,54	R\$ 3.965,54	R\$ 3.965,54
Valor Presente Líquido	R\$ 7.484,91	R\$ 6.828,73	R\$ 6.416,18	R\$ 6.291,99	R\$ 15.209,50	R\$ 16.136,34	R\$ 12.483,09
Valor Pres. Liq. Anualizado	R\$ 550,75	R\$ 502,47	R\$ 472,11	R\$ 462,98	R\$ 1.119,14	R\$ 1.187,34	R\$ 1.071,30
Razão Benefício/Custo	4,37	4,07	3,89	3,83	4,84	5,07	4,15
Valor Esperado da Terra	R\$ 13.768,82	R\$ 12.561,75	R\$ 11.802,85	R\$ 11.574,39	R\$ 27.978,54	R\$ 29.683,51	R\$ 26.782,48
Taxa Interna de Retorno	12,99%	12,54%	12,26%	12,18%	15,15%	14,38%	14,37%

FONTE: O autor (2018).

A Tabela 7 mostra os resultados econômicos obtidos pelos softwares. Nesta tabela, observa-se que a TIR será em torno de 12,0 % nos regimes do sistema de ILPF. Isso significa que 12,0 % seria a taxa em que o investimento apenas pagaria a si mesmo, ou seja, ele não apresentaria retorno ou prejuízo gerando um VPL = 0. Já o valor do VPL é o quanto o empreendedor terá de retorno acima do que teria pela TA de 4,0 % a.a.

Nota-se que todos os regimes são viáveis nesse cenário, já que as TIR estão acima da TMA e os VPLs (Tabela 8) são positivos.

TABELA 8 - VALOR PRESENTE LÍQUIDO (R\$) ÀS TAXAS DE ATRATIVIDADE (%) DE 2, 4, 6 E 8

VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)							
TAXA DE ATRATIVIDADE (%)	R1 20	R2 20	R3 20	R4 20	R5 20	R6 20	R7 16
2	11.751,77	10.802,27	10.200,22	10.014,37	22.880,33	24.837,47	18.376,20
4	7.484,91	6.828,73	6.416,18	6.291,99	15.209,50	16.136,34	12.483,09
6	4.604,43	4.146,12	3.860,71	3.777,27	9.934,62	10.248,55	8.251,00
8	2.641,60	2.318,03	2.118,65	2.062,30	6.270,31	6.229,64	5.195,70

FONTE: O autor (2018).

Como o R7 possui menor duração que os demais regimes, para comparar a sua rentabilidade econômica com os demais, o VPL teria que ser ajustado para que todos os regimes de manejo tivessem o mesmo horizonte de planejamento. Assim, optou-se por utilizar o VPLA (Tabela 9), cujos resultados mostram que o R6 (desbaste 50% aos 12 anos e CF aos 20 anos) é o que dará maior retorno econômico por possuir maior VPLA. O cenário de menor retorno é o R4 (ILPF de 4 linhas por renque, desbaste aos 10 anos e CF aos 20 anos), pois se pode observar que o VPLA é o menor diante de todos os outros regimes.

TABELA 9 - VALOR PRESENTE LÍQUIDO ANUALIZADO (R\$) ÀS TAXAS DE ATRATIVIDADE (%) DE 2, 4, 6 E 8

VALOR PRESENTE LÍQUIDO ANUALIZADO (VPLA)							
TAXA DE ATRATIVIDADE (%)	R1 20	R2 20	R3 20	R4 20	R5 20	R6 20	R7 16
2	718,70	660,63	623,81	612,45	1399,29	1518,98	1353,41
4	550,75	502,47	472,11	462,98	1119,14	1187,34	1071,30
6	401,44	361,48	336,59	329,32	866,15	893,52	816,45
8	269,05	236,10	215,79	210,05	638,64	634,50	586,99

FONTE: O autor (2018).

Note-se que sob as taxas de juros de 2, 4, 6 e 8%, pode-se observar, nas Tabelas 8 e 9, que quanto maior é a taxa de juros, menor é o retorno (em R\$).

Considerando-se que a renda fixa tem como base a TAXA CDI, cujo valor anual atual é de 6,39 %, e que os melhores títulos de renda fixa para longo prazo podem remunerar em até 125 % do CDI, o que corresponde a um rendimento anual de 7,99 %, para que os regimes de manejo avaliados sejam vantajosos frente à renda fixa, eles devem ter um Valor Presente Líquido positivo a uma taxa de 8,00% a.a. Nesse caso, analisando-se novamente a Tabela 9, pode-se observar que a uma

taxa de 8,00%, o regime de manejo com maior retorno de capital é o R5 (desbaste de 40% aos 10 e 15 anos com CF aos 20 anos). Já sob as taxas de 2% e 6%, assim como à taxa de 4%, continua prevalecendo o R6 (desbaste de 50% aos 12 anos e CF aos 20 anos).

Dentro dos sistemas de ILPF (R1, R2, R3 e R4), o regime de maior retorno em todas as taxas de juros analisadas é o R1 (uma linha por renque). Apesar de possuir menos árvores por hectare em comparação aos outros sistemas de ILPF estudados, ao longo dos 20 anos são produzidas madeiras com diâmetros maiores, possibilitando a venda para o mercado de laminação, gerando um produto de maior valor comercial.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na prognose via software realizada neste trabalho, as árvores propiciaram retorno econômico nos sete tratamentos avaliados, indicando que a inserção da árvore na propriedade rural, além de diversificar a produção, pode ser considerada uma atrativa fonte de renda.

Os softwares para manejo de precisão e análise econômica de florestas plantadas podem auxiliar produtores rurais na tomada de decisão em relação à implantação do componente florestal na propriedade, pois, além de gratuitos, podem ser manuseados sem dificuldades. Com a quantificação da madeira produzida por tipo de utilização industrial, o produtor poderá manejar suas florestas para a produção de madeira direcionada ao uso mais rentável, atendendo às suas pretensões e às condições do mercado local.

4.1 Comentários e Recomendações para trabalhos futuros

Diante dos resultados, deve-se ressaltar que nos sistemas de ILPF estudados, apenas o estrato florestal foi contabilizado. Entretanto, o empreendedor de ILPF não possui apenas o componente florestal compondo a rentabilidade total. Assim, apesar de os regimes R1, R2, R3 e R4 apresentarem VPL, TIR e razão B/C menores do que os regimes R5, R6 e R7, eles também proporcionam retorno econômico. Além disso, o produtor que trabalha com produção diversificada acaba

tendo uma maior segurança econômica, haja vista que diante das oscilações de preço da madeira, ele ainda tem como garantia a pecuária e/ou a agricultura.

Para trabalhos futuros, seria importante avaliar as dificuldades que os produtores têm para implantar sistemas integrados de produção e por quais motivos não se considerou esta possibilidade. Inclusive, a apresentação de prognoses realizadas via software pode levar o produtor a avaliar as possíveis vantagens financeiras da adoção de sistemas de ILPF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹ EMBRAPA FLORESTAS. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/315896/planejamento-do-numero-de-arvores-na-composicao-de-sistemas-de-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf>>

Acesso em: fevereiro de 2018

² EMBRAPA FLORESTAS. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/software-florestais>>

Acesso em: janeiro de 2018

³ DERAL/SEAB. Disponível em:

<<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=129>>

Acesso em: fevereiro de 2018

BAGGIO, A.J.; SCHREINER, H.G. **Análise de um sistema silvipastoril com *Pinus elliotti* e gado de corte**. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, n. 16, p. 19 - 29, 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Brasília, DF, 2010. In: BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**, Brasília – DF, p. 64. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920504/marco-referencial-integracao-lavoura-pecuaria-floresta>>. Acesso em: 17 set. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), **Censo agropecuário**, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html> Acesso em: 21 out. 2018.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; OLIVEIRA, E. B. de; LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B.. **Avaliação econômica do cultivo de *Pinus* sp. para um Sistema de Produção Modal nos estados do Paraná e Santa Catarina**. Documentos/Embrapa Florestas, 2015.

OLIVEIRA, E. B. de; RIBASKI, J.; ZANETTI, E. A.; PENTEADO JUNIOR, J. F. **Produção, carbono e rentabilidade econômica de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n. 57, p. 45-56, jul./dez. 2008.

OLIVEIRA, E. B.; NAKAJIMA, N. ; CHANG, M. ; HALISKI, M.. **Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal**. Embrapa Florestas. Documentos, v. 220, p. 1-37, 2011.

OLIVEIRA, P. de.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J.; RIBEIRO, A. A.; CORDEIRO, L. A. M.; TEIXEIRA, L. P.; MELO, R. A. de C. e.; VILELA, L.; BALBINO, L. C., **Evolução de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) : estudo de caso da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013.

RIBASKI, J.; RIBASKI, S. A. G. **Sistemas agroflorestais na região no Sul do Brasil.** In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. de (Ed.). **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável.** Brasília, DF: Embrapa, 2015.