

Avaliação econômica do cultivo de *Pinus* sp. para um Sistema de Produção Modal nos estados do Paraná e Santa Catarina

ISSN 1980-3958
Dezembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 289

Avaliação econômica do cultivo de *Pinus* sp. para um Sistema de Produção Modal nos estados do Paraná e Santa Catarina

*José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira
Edilson Batista de Oliveira
Dieter Liebsch
Sandra Bos Mikich*

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2015

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,

83411-000, Colombo, PR - Brasil

Caixa Postal: 319

Fone/Fax: (41) 3675-5600

www.embrapa.br/florestas

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê Local de Publicações

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida

Membros: Elenice Fritzsos, Giselda Maia Rego, Ivar Wendling,

Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe,

Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Penteadó,

Valderes Aparecida de Sousa

Revisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos

Normalização bibliográfica: Francisca Rasche

Editoração eletrônica: Luciane Cristine Jaques

1ª edição - versão digital (2015)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Florestas

Avaliação econômica do cultivo de *Pinus* sp. para um Sistema de Produção Modal nos estados do Paraná e Santa Catarina [recurso eletrônico] / José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira ... [et al.].
Dados eletrônicos - Colombo : Embrapa Florestas, 2015.
(Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958 ; 289)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

Título da página da web (acesso em 30 dez. 2015).

1. Produção florestal. 2. *Pinus*. 3. Rentabilidade econômica. I.

Moreira, José Mauro Magalhães Ávila Paz. II. Oliveira, Edilson

Batista de. III. Liebsch, Dieter. IV. Mikich, Sandra Bos. V. Série.

CDD 634.6285 (21. ed.)

Autores

José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira

Engenheiro Florestal, Doutor em Economia Aplicada, Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Edilson Batista de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Engenharia Florestal, Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Dieter Liebsch

Biólogo, Mestre em Botânica, Doutorando em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

Sandra Bos Mikich

Bióloga, Doutora em Zoologia, Pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Apresentação

A avaliação de viabilidade econômica apresenta-se como uma ferramenta fundamental no processo de produção de todas as atividades econômicas. Isto não poderia ser diferente quando pensamos em sistemas de produção florestal. Culturas florestais convivem com horizontes de tempo longos quando comparadas a outras atividades agrícolas e, diferente de outras culturas permanentes, a atividade madeireira oferta a sua receita de maneira concentrada em poucos anos ao longo do ciclo de produção. Além disso, a retirada de receitas intermediárias (por meio dos desbastes) afetam a produção e a receita no futuro (corte raso).

Sendo assim, analisar qual o melhor conjunto de intervenções que podemos fazer em uma floresta (regime de manejo), variando as idades de desbaste e de corte raso, e a finalidade da produção, de maneira a obter o máximo de rentabilidade que o talhão florestal pode proporcionar, é uma tarefa de vital importância para a sustentabilidade econômica da atividade.

O objetivo desta publicação é comparar o retorno financeiro de diversos sistemas de manejo (com e sem desbaste), analisando o impacto que tais intervenções podem ter na rentabilidade da produção de pinus em um sistema de produção modal nos estados do Paraná e Santa Catarina, evidenciando a importância desta análise na sustentabilidade econômica da produção florestal.

Sergio Gaiad

Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento

Sumário

Introdução	9
Material e métodos	13
Metodologia de coleta de dados por painel de especialistas.....	13
Execução do painel de especialistas	13
Modal estabelecido.....	14
Regimes de manejo alternativos.....	17
Análise de viabilidade econômica.....	18
Taxa mínima de atratividade (T.M.A) e fluxo de caixa.....	18
Valor presente líquido (incluindo e não incluindo a terra).....	20
Valor futuro líquido (incluindo e não incluindo a terra)	21
Valor anual equivalente ou valor presente líquido anualizado (incluindo e não incluindo a terra)	21
Valor presente líquido infinito (incluindo o custo de terra) e valor esperado da terra (VET) (não incluindo o custo de terra)	23

Taxa interna de retorno (TIR).....	24
Taxa interna de retorno modificada (TIRM)	25
Relação benefício custo (B/C)	26
Custo médio de produção ou custo financeiro de produção (CFP)	26
Distribuição da apropriação das receitas do projeto.....	27
Resultados	28
Viabilidade econômica dos dois regimes de manejo modais	28
Análise de sensibilidade	31
Análise da viabilidade econômica dos regimes de manejo alternativos.....	33
Conclusões	36
Referências	38

Introdução

As plantações florestais representam um importante papel no mundo, sendo fonte sustentável de matéria-prima, gerando produtos florestais madeireiros (lenha, madeira em tora para serraria, laminação, celulose e outros usos) e não madeireiros (folhas, óleos essenciais, frutos, látex, resina e outros), divisas, emprego e renda. A área mundial de plantações florestais vem crescendo, passando de 171,3 milhões de ha em 1990 para 264 milhões de ha em 2010, um crescimento de 54% em vinte anos ou 2,18% ao ano (GLOBAL FOREST RESOURCE ASSEMENT, 2010).

O Brasil segue esta tendência de elevação da área com plantações florestais, ainda que com uma taxa um pouco inferior à média mundial (2,01% ao ano), passando de 4,98 milhões de ha em 1990 para 7,41 milhões de ha em 2010 (GLOBAL FOREST RESOURCE ASSEMENT, 2010). Embora a área plantada do Brasil tenha crescido 48,8% entre 1990 e 2010, a produção brasileira oriunda de plantações florestais cresceu a taxas superiores no mesmo período para lenha (111,5%), madeira em tora (146,1%) e carvão vegetal (87,56%). Este aumento da produção superior ao de área plantada indica ganhos de produtividade nas plantações florestais brasileiras, decorrente da substituição por espécies mais produtivas, do melhoramento genético e/ou da melhoria das técnicas silviculturais.

A área plantada com o gênero *Pinus* tem diminuído no Brasil na última década, passando de 1,89 milhões de ha em 2006 para 1,57 milhões ha em 2013, representando 20,65% da área de plantações florestais no país (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014). Não obstante, o país apresenta a maior produtividade de coníferas do mundo, com $31,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, valor esse 13,8% superior da Nova Zelândia ($27,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), 42,3% superior da África do Sul ($22,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), 73,9% superior a do Chile e da Indonésia ($18,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), 93,2% superior da Austrália ($16,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), e acima de 100% superior a dos Estados Unidos ($13,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$),

Suécia ($3,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e Finlândia ($2,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014).

O principal uso da madeira de pinus no Brasil, em 2013, foi madeira em tora para outras finalidades, seguido de madeira em tora para papel e celulose. A produção nacional de madeira de pinus em 2013 foi de 42,0 milhões de m^3 , representando 22,6% da produção de madeira de silvicultura no país e o valor bruto da produção pago ao produtor foi de R\$ 2,8 bilhões, representando 19,91% do valor bruto da produção de produtos florestais madeireiros pagos ao produtor em 2013 (IBGE, 2013). Este gênero ainda foi responsável pela produção de 73,46 ton de resina, com valor bruto da produção de R\$ 130,2 milhões em 2013. Os estados do Paraná e Santa Catarina responderam por 81,5% da produção nacional de madeira de pinus (lenha e madeira para celulose e papel e outros usos). Tais números evidenciam a importância do gênero *Pinus* para a silvicultura nacional.

A produção de pinus nestes dois estados foca a madeira de múltiplo uso, se destinando a laminadoras, serrarias, celulose ou energia, dependendo das dimensões da tora. Caso o objetivo da produção seja a obtenção de um volume maior de madeira com diâmetro elevado, o regime de manejo utilizado inclui desbastes nas suas operações silviculturais e apresenta duração um pouco mais longa (19 a 22 anos). As desramas também são incorporadas ao sistema de produção, caso haja intenção de se produzir madeira livre de nós para a obtenção de um produto de maior qualidade e que possa ser comercializado a preços mais elevados. Empresas com foco na produção de madeira para celulose ou chapas geralmente não realizam desbastes e trabalham com ciclos de produção um pouco mais curtos (14 a 16 anos).

A escolha do melhor regime de manejo é imprescindível para que o produtor ou investidor florestal obtenha bons resultados. Tal escolha depende primeiramente do mercado ao qual o produtor/ investidor pretende ofertar a sua produção. Na sequência, diferentes

regimes podem ser analisados para verificar qual resulta no melhor desempenho financeiro. Vários trabalhos buscam contribuir com informações sobre a rentabilidade da cultura de pinus no Brasil e no mundo (ACERBI JUNIOR et al., 2002; ALEGRIA, 2011; DOSSA et al., 2002; FLORIANO et al., 2009; FOLMANN, 2011).

Acerbi Junior et al. (2002) avaliaram a rentabilidade da cultura de pinus sob diferentes regimes de manejo para múltiplo uso com produção de madeira livre de nós, utilizando um simulador de crescimento da floresta. Os autores chegaram à conclusão que regimes de manejo com a implantação de 833 a 1.111 árvores por ha, com a realização de um desbaste pré-comercial, dois desbastes comerciais e um corte raso, em ciclos com duração de 20 anos, apresentaram os melhores retornos econômicos.

Alegria (2011) simulou sete cenários de crescimento de *Pinus pinaster* Aiton, em Portugal, variando a densidade de plantio de 1.100 árvores (plantadas) por ha até o manejo da regeneração natural com 5.000 árvores por ha, com um ou dois desbastes pré-comerciais, até três desbastes comerciais seguidos do corte raso, com ciclos de produção variando de 40 a 50 anos, para três níveis de produtividade. A análise das simulações permitiu ao autor identificar quatro cenários com melhor produção de madeira para serraria e laminação e três cenários com melhor produção de madeira para celulose, além de encontrar os cenários de melhor retorno econômico para cada nível de produtividade.

Dossa et al. (2002) avaliaram a rentabilidade média da produção de pinus nas empresas florestais do Paraná e de Santa Catarina, com um regime de manejo com dois desbastes e corte raso aos 21 anos, chegando à conclusão que o cultivo é economicamente viável na conjuntura avaliada.

Floriano et al. (2009) analisaram a rentabilidade do cultivo de *Pinus elliottii* Yield, na Serra do Sudoeste no Rio Grande do Sul, com três

desramas, quatro desbastes e corte raso aos 26 anos para sete níveis diferentes de produtividade. Os autores avaliaram também o regime de manejo de máxima rentabilidade, com variação da duração do ciclo de produção (idade de corte raso) de 18, 22, 26 e 30 anos, e observaram que o ciclo de máximo retorno econômico foi com duração de 26 anos.

Folmann (2011) analisou 16 plantios de pinus em duas regiões do Paraná, manejados de acordo com três 3 regimes de manejo: produção com foco em madeira para celulose, sem desbastes e com corte raso aos 14 anos; um único desbaste aos sete 7 anos e corte raso aos 16 anos; e para múltiplo uso, com dois 2 desbastes (o primeiro com idade entre 8 e 10 anos e o segundo entre 12 e 14 anos) e o corte raso variando de 19 a 22 anos. Os regimes de maior rentabilidade foram os de múltiplo uso (com dois desbastes) seguido pelos regimes sem desbastes. Os regimes com um único desbaste, nas condições analisadas, não se mostraram economicamente viáveis nas duas mesorregiões analisadas.

Ao se verificar os procedimentos de análise de todos os autores citados anteriormente é possível perceber como o manejo da floresta afeta a sua rentabilidade e como a escolha do regime de manejo depende da intenção da produção e de uma análise de viabilidade financeira para auxiliar o tomador de decisão. Assim, o presente trabalho tem como objetivo comparar o retorno financeiro de diversos sistemas de manejo (com e sem desbaste), analisando o impacto que possíveis intervenções podem ter na rentabilidade da produção de pinus em um sistema de produção modal nos estados do Paraná e Santa Catarina, evidenciando a importância desta análise na sustentabilidade econômica da produção florestal.

Material e métodos

Metodologia de coleta de dados por painel de especialistas

Com o objetivo de se obter um sistema de produção de pinus que pudesse representar a realidade habitualmente praticada nos estados do Paraná e Santa Catarina, utilizou-se a metodologia de painel para a coleta dos dados silviculturais e econômicos. Segundo De Zen e Peres (2002), o painel é um dos instrumentos de coleta de dados que permite agilidade e um elevado grau de conhecimento; a elaboração dos custos e do fluxo de caixa ocorrem com base nas informações técnicas da região em estudo e os produtores participam da discussão, contribuindo com o seu conhecimento, retratando a realidade mais usualmente encontrada na região e sendo inserido como partícipe e corresponsável pelas informações.

Um painel é composto por um ou mais pesquisadores, um técnico da região e um grupo de cinco a sete produtores. Após a apresentação do sistema modal de produção, inicialmente proposto pelos pesquisadores, os atores envolvidos discutem o mesmo e modificam ou validam os coeficientes técnicos e as entradas e saídas do fluxo de caixa, buscando chegar a um consenso sobre o sistema de produção mais comumente utilizado na região de estudo.

Execução do painel de especialistas

O painel contou com a participação de oito especialistas, incluindo representantes de empresas produtoras de *Pinus* spp. dos estados do Paraná e Santa Catarina, pesquisadores da Embrapa Florestas e representantes da Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (APRE). O grupo se reuniu em abril de 2013 e delineou um sistema de produção modal para os dois estados, com foco em manejo para madeira de processo (celulose), sem desbastes ou desramas.

A produtividade e o índice de sítio modal foram estabelecidos no painel e a curva de crescimento foi simulada no *software* SisPinus

(OLIVEIRA, 2011, SIS Pinus, 2015), ajustando o índice de sítio de maneira a se obter a produtividade desejada no ciclo de produção modal, no regime sem desbastes.

Os preços dos produtos definidos no painel foram obtidos a posteriori¹, sendo fornecido o preço mais comum praticado nos vários polos de comercialização dos estados do Paraná e Santa Catarina. A forma de comercialização escolhida foi a madeira carregada na beira do talhão, não incluindo o custo de frete na análise. O fluxo de caixa foi elaborado com valores constantes, utilizando uma taxa mínima de atratividade (T.M.A.) real de 4% ao ano e uma taxa real de reinvestimento de 2% ao ano.

Após a execução do modal de especialistas para o sistema de produção sem desbastes, algumas empresas do setor que realizam desbastes foram contatadas para obtenção de informações adicionais para a formação do regime de manejo modal com desbastes (custos de desbaste e corte raso).

Modal estabelecido

O painel definiu um sistema modal de produção de pinus com as seguintes características: preparo do solo apenas com enleiramento dos resíduos (sem subsolagem/escarificação); plantio manual; sem adubação; os tratamentos culturais considerados foram o combate à formiga, as roçadas e as capinas químicas. A poda não foi incluída na presente análise, sendo o preço da madeira considerado, portanto, referente a toras não desramadas. A densidade de plantio foi de 1.600 árvores por ha (espaçamento 2,5 m x 2,5 m), com um índice de sítio modal de 22 e produtividade esperada de 36 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ aos 15 anos no povoamento sem a realização de desbastes.

O modal do sistema de produção com desbastes incluiu dois desbastes, caracterizado pelas seguintes operações adicionais: primeiro desbaste aos 8 anos, sistemático retirando a quinta linha

¹ Informação fornecida por especialistas na área de comercialização de madeira de pinus, nos estados de Santa Catarina e Paraná, em julho de 2013.

e o restante seletivo, deixando um remanescente de 800 árvores; segundo desbaste seletivo aos 12 anos, deixando um remanescente de 450 árvores, e corte raso aos 19 anos de idade do povoamento.

A produção esperada para estes dois regimes de manejo, estratificada por produtos e os seus respectivos preços, pode ser observada na Tabela 1.

Os custos de implantação totalizaram R\$ 1.788,00 ha⁻¹. Os custos de manutenção totalizaram R\$ 692,00 ha⁻¹ ao longo do primeiro ano e R\$ 467,00 ha⁻¹ ao longo do segundo ano (Tabela 2). O custo anual de arrendamento considerado foi de R\$ 400,00 ha⁻¹, sendo inserido no fluxo de caixa do ano 1 ao ano da idade de corte do regime de manejo em análise. Os custos anuais de administração (R\$ 26,00 ha⁻¹), proteção florestal (R\$ 126,00 ha⁻¹) e conservação e manutenção de estradas não associadas à colheita florestal (R\$ 48,00 ha⁻¹) também foram inseridos nestes mesmos períodos.

Tabela 1. Produção e preços por sortimentos dos regimes modais de produção de pinus para a região considerada com e sem desbastes.

Sortimento	Volume (m ³ ha ⁻¹)				Preço (R\$ m ⁻³)
	Regime sem desbastes	Regime com dois desbastes			
	Corte raso	1 ^o Desbaste	2 ^o Desbaste	Corte raso	
Total	540,00	80,5	94,0	392,2	
S4 - $\phi \geq 35$ cm	-	-	-	4,3	145,00
S3 - $25 \leq \phi < 35$ cm	18,30	-	0,2	203,1	110,00
S2 - $18 \leq \phi < 25$ cm	257,20	2,6	38,3	124,9	75,00
S1 - $08 \leq \phi < 18$ cm	240,50	61,5	51,0	51,6	50,00
Energia ($\phi < 8$ cm)	23,70	16,4	4,5	8,3	11,00
IMA (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	36,00			29,8	

Ø – Diâmetro da tora na base menor

Tabela 2. Custos silviculturais do plantio de pinus para a região considerada.

Operação	Fatores de produção ou atividade	Ano	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Preparo de solo – limpeza ¹	Enleiramento	0	350,00
Plantio ¹	Mão de obra, muda, equipamento	0	750,00
Combate à formiga (pré-plantio) ¹	Mão de obra, isca granulada	0	36,00
Replantio ¹	Mão de obra, mudas	0	70,00
Combate à formiga (pós-plantio) ¹	Mão de obra, isca granulada	0	72,00
Roçada de manutenção – manual ²	Mão de obra e motoroçadeira	0	60,00
Aplicação de herbicida ¹	Mão de obra e herbicida	0	450,00
Roçada de manutenção – mecanizada ³	Roçadeira	1	182,00
Roçada de manutenção – manual ²	Mão de obra e motoroçadeira	1	60,00
Aplicação de herbicida ¹	Mão de obra e herbicida	1	450,00
Roçada de manutenção – mecanizada ³	Roçadeira	2	182,00
Roçada de manutenção – manual ²	Mão de obra e motoroçadeira	2	60,00
Aplicação de herbicida ¹	Mão de obra e herbicida	2	225,00

1 – aplicação em 100% da área, 2 – aplicação em 30% da área, 3 – aplicação em 70% da área.

O custo de colheita, incluindo os gastos com as operações de corte, extração, carregamento, supervisão e manutenção de estradas associadas à colheita foi estabelecido em consenso durante a execução do painel em R\$ 29,00 m⁻³ para o corte raso no regime sem desbastes. As empresas consultadas que realizam desbastes relataram um custo modal de R\$ 39,00 m⁻³ para o primeiro desbaste, R\$ 35,00 m⁻³ para o segundo desbaste e de R\$ 26,00 m⁻³ para o corte raso no regime de manejo com dois desbastes.

A forma de comercialização utilizada foi a madeira no carreador, ficando o frete por conta do comprador da madeira.

Regimes de manejo alternativos

Visando verificar o impacto da alteração do regime de manejo na rentabilidade do talhão analisado, foram elaborados 32 regimes de manejo adicionais. Os custos de implantação, manutenção, desbastes e custo de oportunidade da terra, bem como os produtos e seus respectivos preços se mantiveram inalterados. Apenas o custo do corte raso do regime com um único desbaste foi alterado, sendo de R\$ 28,00 m⁻³. A produtividade foi estimada utilizando o SisPinus (OLIVEIRA, 2011, SIS Pinus, 2015) com os mesmos parâmetros de densidade de plantio (1.600 árvores por ha), índice de sítio (22), funções de crescimento e dimensão de produtos no *software*, variando apenas as intervenções no talhão.

As alternativas de manejo foram elaboradas para regimes sem desbastes, variando a idade de corte raso; com um desbaste sistemático (retirando-se a quinta linha) seguido de seletivo, deixando sempre 800 árvores, seguido do corte raso; regimes com dois desbastes, sendo o primeiro sistemático (retirando-se a quinta linha) seguido de seletivo, deixando 800 árvores e o segundo seletivo deixando 450 árvores, seguido do corte raso.

As idades das intervenções de cada regime de manejo alternativo, bem como o seu respectivo número de identificação podem ser observadas na Tabela 3. Os regimes de manejo modais são identificados em negrito, sendo os regimes número 3 (RSD) e o 29 (R2D).

A título de ilustração, no regime de manejo número 5 não foram realizados desbastes, e a sua idade de corte raso foi de 17 anos e no regime de manejo número 23 foi realizado um desbaste aos 10 anos e o corte raso aos 18 anos. O regime de manejo número 32 sofreu dois desbastes, o primeiro aos 8 anos, o segundo aos 14 e o corte raso aos 21 anos.

Tabela 3. Representação de todos os regimes de manejo avaliados.

Número do regime de manejo			Idade de corte raso (anos)								
Tipo	Idade 1ºdesb (anos)	Idade 2ºdesb (anos)	13	14	15	16	17	18	19	20	21
RSD			1	2	3	4	5	6			
	<u>8</u>		<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>			
R1D	9		13	14	15	16	17	18			
	10			19	20	21	22	23			
	11				24	25	26	27			
		12						28	29		30
R2D	8	14							31		32
	10	14							33		34

Observação: RSD – regimes de manejo sem desbastes, R1D – regimes de manejo com um desbaste, R2D – regimes de manejo com dois desbastes.

Análise de viabilidade econômica

Os dados foram organizados em uma planilha e realizou-se a análise de viabilidade econômica e financeira utilizando oito indicadores, além do detalhamento da apropriação do valor futuro da receita bruta para uma melhor visibilidade da remuneração dos fatores de produção utilizados no sistema produtivo. Alguns indicadores foram calculados duas vezes, uma considerando o custo de oportunidade da terra e outra não considerando tal custo. O objetivo de não considerar o custo da terra é avaliar qual o valor máximo a ser pago pela terra, sem comprometer a viabilidade econômica do projeto. A seguir são apresentados alguns conceitos fundamentais e os indicadores financeiros utilizados para a construção da análise.

Taxa mínima de atratividade (T.M.A) e fluxo de caixa

A taxa mínima de atratividade (TMA) é a taxa mínima a ser alcançada por determinado projeto para que o mesmo seja considerado viável (KASSAI et al., 2012). É utilizada também para descontar os valores do fluxo de caixa para calcular o indicador valor presente líquido (VPL) ou capitalizá-los para calcular o indicador valor futuro líquido (VFL). Serve

como parâmetro para comparação com a taxa interna de retorno (TIR) do projeto e representa o rendimento de uma segunda melhor alternativa de aplicação do capital para as mesmas condições de risco.

ATMA pode ser nominal ou real. A nominal é aquela efetivamente solicitada pelo dono do capital para empregá-lo em um projeto, sendo, segundo Gitman (2010), composta por três elementos: a taxa real de valorização do capital, a expectativa inflacionária para manutenção do poder de compra da moeda e um prêmio pago pelo risco adicional que o projeto oferece em relação a outros investimentos de baixo risco que remunerem o capital à taxa real de valorização.

Segundo Kassai et al. (2012), o fluxo de caixa utilizado para representar as entradas e saídas do projeto podem ser de três tipos: fluxos de caixa nominais, onde as entradas e saídas encontram-se em valores correntes na época da sua realização; fluxos de caixa constantes, onde os fluxos de caixa são apresentados em um mesmo padrão monetário, significando que os valores apresentados possuem o mesmo poder de compra em um ano de referência, sendo retirada a influência da inflação do mesmo; fluxos de caixa descontados, onde todos os valores encontram-se descontados para o presente, por meio de uma taxa de desconto definida para o investimento, que é a TMA.

A conciliação correta entre o tipo de TMA utilizada e o tipo de fluxo de caixa analisado é fundamental para que a análise financeira possibilite conclusões não viesadas. Um fluxo de caixa nominal deve ser analisado utilizando uma TMA nominal, enquanto que um fluxo de caixa a preços constantes deve ser analisado utilizando uma TMA real, de maneira que o fluxo de caixa descontado resultante dos dois métodos será o mesmo se a taxa de inflação utilizada para compor a TMA nominal for a mesma aplicada nas entradas e saídas do fluxo de caixa (KLEMPERER, 1996).

Segundo Klemperer (1996), as análises *ex ante* de projetos florestais, devido à sua longa duração e dificuldade de se prever preços nominais no futuro, geralmente são realizadas utilizando fluxos de caixa a preços constantes, devendo ser descontados por uma TMA real. Não é raro encontrar na literatura trabalhos que constroem fluxos de caixa a preços constantes, mas referenciam taxas de juros nominais, como a poupança ou a Selic, para atribuir valores a TMA sem descontar o efeito da inflação. Este procedimento resulta em um sobre desconto dos valores do fluxo de caixa ou na imposição de um pressuposto pouco provável de que os preços de serviços, terra e produtos não sofreram nenhum reajuste ao longo do tempo. Ambos os casos viesam o resultado da avaliação financeira de projetos florestais para baixo, devido ao maior impacto deste sobre descontos nas receitas (que ocorrem ao final do ciclo) do que nas despesas (concentradas no começo do ciclo). A adequação do tipo de TMA utilizado ao fluxo de caixa construído é um passo fundamental para uma correta avaliação da atratividade financeira do empreendimento florestal.

Valor presente líquido (VPL) (incluindo e não incluindo a terra)

O VPL é um indicador financeiro muito utilizado na avaliação econômica de projetos, sendo definido pela soma algébrica das entradas e saídas do fluxo de caixa do projeto, descontadas para o presente a uma determinada taxa de juros (REZENDE; OLIVEIRA, 2001). O seu cálculo é definido pela equação 1.

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

Onde: R_j – receita ou entrada no ano j ; C_j – custo ou saída no ano j ; i – taxa de juros ou TMA utilizada para o projeto; n – duração do projeto.

Caso o VPL seja maior ou igual a zero, conclui-se que o projeto em questão remunera todos os fatores de produção (terra, trabalho e capital) utilizados, sendo viável do ponto de vista econômico. Valores de VPL menores do que zero indicam que as receitas obtidas pelo projeto não são suficientes para remunerar os fatores de produção utilizados, sendo o mesmo considerado não viável. Neste caso, a aplicação dos fatores de produção em projetos alternativos, recebendo a remuneração dada pelos seus custos de oportunidade, aumentaria mais a riqueza do investidor do que a aplicação destes recursos no projeto em análise.

Valor futuro líquido (VFL) (incluindo e não incluindo a terra)

O VFL é definido pela soma algébrica das entradas e saídas do fluxo de caixa do projeto, capitalizadas para o ano do final da duração do projeto a uma determinada taxa de juros (REZENDE; OLIVEIRA, 2001). O seu cálculo é definido pela equação 2.

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

eq. 2

A interpretação do VFL é semelhante à do VPL e a sua magnitude de valor se dá pela consideração da remuneração do VPL para o final do horizonte de planejamento do projeto, pela taxa de desconto selecionada.

Valor anual equivalente (VAE) ou valor presente líquido anualizado (VPLA) (incluindo e não incluindo a terra)

O VAE ou VPLA é a representação de uma série de pagamentos anuais do mesmo valor ao longo de toda a duração do projeto, cujo VPL é exatamente igual ao VPL do projeto original. Ao converter o resultado líquido do projeto (VPL ou VFL) em uma série anual de pagamentos, é possível comparar de projetos com horizontes de duração diferentes em uma mesma base temporal (um ano) (RODRIGUEZ, 2006). Para

que a comparação entre projetos possa ser realizada de maneira válida por este indicador, o pressuposto de que os projetos sejam repetidos ao longo do tempo deve ser atendido. O indicador pode ser calculado por meio das equações 3 ou 4.

$$VPLA = VPL \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad \text{eq. 3}$$

$$VPLA = VFL \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad \text{eq. 4}$$

A interpretação do VPLA é semelhante à do VPL e a sua magnitude de valor se dá pela anualização do retorno obtido pelo VPL ou VFL. A interpretação deste indicador, considerando ou não o custo de oportunidade da terra no fluxo de caixa, é muito útil ao gestor florestal e pode auxiliá-lo em diferentes decisões.

Ao considerarmos o custo de oportunidade da terra no fluxo de caixa, todos os fatores de produção (terra, trabalho e capital) utilizados pelo projeto foram remunerados, sendo o valor do VPLA equivalente ao aumento de riqueza (excedente) anualizado gerado pelo projeto, que pode ser comparado com outros projetos (que também tenham remunerado todos os fatores de produção utilizados) para fins de classificação e escolha, inclusive de duração distinta.

Quando o fluxo de caixa é calculado sem a inserção do custo de oportunidade (ou custo de arrendamento) da terra, o VPLA representa a parcela anual equivalente da riqueza gerada após a remuneração de todos os fatores de produção utilizados no projeto, com exceção da terra. Desta forma, representa o valor máximo que poderia ser retirado anualmente do projeto para remunerar este fator de produção, sem comprometer a viabilidade do projeto. Seu valor pode ser comparado com o custo de arrendamento da terra em questão, para verificar se o valor em negociação excede o valor máximo que o projeto tem condições de remunerar.

Desta maneira, o projeto será considerado viável se o valor do $VPLA_{(com\ terra)}$ for maior ou igual a zero e se o valor do $VPLA_{(sem\ terra)}$ for maior ou igual ao custo de arrendamento anual da terra onde o projeto será executado.

Valor presente líquido infinito (incluindo o custo de terra) e valor esperado da terra (VET) (não incluindo o custo de terra)

O valor presente líquido infinito é dado pelo VPL de uma sucessão infinita do projeto analisado sob as mesmas condições técnicas e econômicas, sendo que a construção do fluxo de caixa do projeto remunera todos os fatores de produção. Pode ser calculado pela equação 5.

$$VPL_{\infty} = \frac{VPLA_{(com\ terra)}}{i} = \frac{VFL_{(com\ terra)}}{(1+i)^n - 1} \quad eq. 5$$

A interpretação do VPL_{∞} é semelhante ao VPL, sendo o projeto viável se o valor do mesmo for maior ou igual a zero. É um indicador utilizado para se comparar projetos alternativos, com horizontes de duração diferentes, e indica a riqueza esperada caso o projeto analisado seja repetido infinitamente sob as mesmas condições.

O VET é dado pelo VPL de uma sucessão infinita do projeto analisado sob as mesmas condições técnicas e econômicas do projeto original, sendo que a construção do fluxo de caixa do projeto remunera todos os fatores de produção exceto a terra. Desta maneira, o valor calculado pelo VET representa o valor máximo que se pode pagar pela aquisição da terra onde será executado o projeto em questão. O indicador é calculado pela equação 6.

$$VET = \frac{VPLA_{(sem\ terra)}}{i} = \frac{VFL_{(sem\ terra)}}{(1+i)^n - 1} \quad eq. 6$$

A interpretação do VPL_{∞} e do VET se assemelha à interpretação do $VPLA_{(com\ terra)}$ e do $VPLA_{(sem\ terra)}$, respectivamente. Com a diferença de que o projeto será considerado viável se o VPL_{∞} for maior ou igual a zero ou se o VET for maior ou igual ao custo de aquisição da terra.

Taxa interna de retorno (TIR)

Segundo Kassai et al. (2012), a TIR representa a taxa de desconto que iguala, em um único momento, o valor das receitas com o valor dos custos do projeto, sendo a taxa de juros que iguala o VPL do projeto a zero.

$$0 = \sum_{j=0}^n \frac{R_j}{(1+TIR)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+TIR)^j} \quad eq. 7$$

O projeto será considerado viável se o valor calculado para a TIR for maior ou igual à taxa mínima de atratividade do capital. Embora a TIR apresente uma facilidade de entendimento, alguns cuidados são necessários para a sua interpretação.

Durante o cálculo da TIR, utiliza-se o pressuposto de que as despesas inseridas no fluxo de caixa são remuneradas pela TIR, assim como os reinvestimentos feitos com as receitas do projeto. Caso a TIR seja muito diferente das taxas praticadas no mercado, a sua interpretação como taxa de retorno do projeto não é verdadeira (KASSAI et al., 2012). Os fluxos de caixa de projetos florestais normalmente são tidos como não convencionais, uma vez que sofrem mais de uma inversão de sinal ao longo do fluxo de caixa. Nestes casos, a resolução da equação 7 para cálculo da TIR pode apresentar múltiplas soluções (várias taxas internas de retorno), uma única solução ou simplesmente não haver solução, devendo o analista financeiro ficar atento caso ocorra a primeira ou terceira situação no seu projeto. Para maiores detalhes sobre esta circunstância, os interessados podem consultar Kassai et al. (2012).

Taxa interna de retorno modificada (TIRM)

Segundo Kassai et al. (2012), o método de cálculo da TIR foi modificado com o objetivo de eliminar os problemas de financiamento de capital, reinvestimento dos lucros, assim como a possibilidade de existirem mais de uma solução única ou nenhuma solução para o cálculo da TIR, sendo então proposto o método da taxa interna de retorno modificada (TIRM).

O método consiste em trazer para valor presente todas as saídas (custos) do fluxo de caixa, descontando-os à uma taxa de juros compatível com a taxa de juros de captação do mercado, chamada de taxa de financiamento. Em seguida, deve-se capitalizar as entradas (receitas) do fluxo de caixa até o ano final da sua duração por uma taxa de juros compatível com o que o capitalista receberia ao se reinvestir o seu capital no mercado financeiro, chamada de taxa de reinvestimento. Com o fluxo de caixa representado por uma única saída no ano zero e uma única entrada ao final da sua duração, calcula-se a taxa de juros que iguala o VPL deste fluxo de caixa a zero, sendo esta a taxa interna de retorno modificada (TIRM). O seu cálculo é representado pela equação 8.

$$0 = \frac{\sum_{j=0}^n R_j(1+i_r)^{(n-j)}}{(1+TIRM)^n} - \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i_f)^j} \quad \text{eq. 8}$$

Onde i_r representa a taxa de reinvestimento, i_f a taxa de financiamento do mercado e a $TIRM$ a taxa interna de retorno modificada do projeto.

Segundo Kassai et al. (2012), a $TIRM^2$ permite avaliar qual a taxa adicional que o projeto irá remunerar o capital além da taxa mínima de atratividade, sendo este valor dado pela equação 9.

$$t_{ad} = \frac{(1+TIRM)}{(1+TMA)} - 1 \quad \text{eq. 9}$$

² Maiores informações sobre a TIRM, suas implicações e interpretações, podem ser obtidas na obra de Kassai et al. (2012, p. 75-81).

Relação benefício custo (B/C)

A relação benefício/custo (B/C) é um indicador financeiro que apresenta a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos do projeto (CONTADOR, 2000) e pode ser calculada pela equação 10.

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{R_j}{(1+i)^j}}{\sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}} \quad \text{eq. 10}$$

Projetos que apresentem B/C maior ou igual a um são considerados viáveis. Este indicador também serve para expressar quantas unidade monetárias, a valor presente, serão obtidas por cada unidade monetária, a valor presente, investidas no projeto.

Custo médio de produção ou custo financeiro de produção (CFP)

O custo financeiro de produção compara o valor presente da produção florestal resultante do projeto com o valor presente do somatório dos custos do projeto, resultando em um custo médio de produção por unidade de produto a valor presente. Este indicador serve como parâmetro para determinação de um preço mínimo de venda do produto florestal, para que o projeto seja considerado viável, ou seja, tenha condições de remunerar todos os fatores de produção utilizados no projeto. O cálculo do indicador pode ser efetuado pela equação 11.

$$CMP = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}}{\sum_{j=0}^n \frac{V_j}{(1+i)^j}} \quad \text{eq. 11}$$

Onde V_j é a produção do produto florestal no ano j .

Segundo Rodriguez (2006), caso o projeto em questão produza mais de um produto, deve-se escolher um para compor o cálculo da produção no CFP e os demais produtos devem ter a sua receita subtraída dos custos do projeto, sendo encarados como custos negativos. O valor indica o custo médio de produção do produto florestal em questão, considerando o valor do capital no tempo pela construção do fluxo de caixa, e serve como parâmetro para comparação com o preço de venda do produto. Caso o preço de venda do produto seja menor que o CFP, o projeto não gerará receita suficiente para remunerar todos os fatores de produção considerados no projeto, resultando em um VPL menor do que zero, uma TIR inferior à TMA, um $VPLA_{(sem\ terra)}$ menor do que o custo de arrendamento da terra e uma relação benefício custo inferior à unidade.

Distribuição da apropriação das receitas do projeto

Como os projetos florestais acumulam custos ao longo de vários anos e a receita se dá de maneira concentrada em alguns anos, às vezes fica difícil para pessoas não familiarizadas com a matemática financeira compreender como uma receita tão elevada gera um indicador de valor reduzido em alguns projetos. Esta compreensão se complica quando alguns custos (como terra e capital) são custos de oportunidade de fatores de produção pertencentes ao produtor, não havendo desembolso da remuneração dos mesmos ao longo do projeto.

Com o objetivo de facilitar tal compreensão, tomou-se a iniciativa de decompor a apropriação das receitas brutas, capitalizadas para o final da duração do projeto, para cada um dos grupos de fatores de produção (terra, capital) ou grupos de custo (desembolsos). O seu valor foi decomposto em desembolsos, arrendamento, pagamento de juros sobre o capital e a remuneração adicional ao investidor, dada pelo valor futuro líquido incluindo a terra.

Resultados

Viabilidade econômica dos dois regimes de manejo modais

Os indicadores de viabilidade econômica calculados para regime de manejo sem desbastes (RSD) e para o regime de manejo com dois desbastes (R2D) constam na Tabela 4. O regime RSD mostrou-se viável economicamente, uma vez que gera renda suficiente para remunerar todos os fatores de produção utilizados (terra, trabalho e capital) durante os 15 anos de execução do projeto e ainda sobra R\$ 398,99 por ha a valores atuais para aumentar a riqueza do investidor, o que equivale a uma parcela anual de R\$ 35,89 por ha.

O regime em questão poderia pagar no máximo 4,43% como taxa mínima de atratividade real sobre o capital, sem comprometer a viabilidade financeira do projeto, ou um valor de arrendamento anual de R\$ 435,89 por ha. O capital aplicado no mesmo recebe uma remuneração 0,28% superior do que se fosse aplicado à taxa mínima de atratividade. O valor máximo que poderia ser pago pela terra sem comprometer a viabilidade do projeto seria de R\$ 10.897,13 por ha e, na conjuntura analisada, cada real investido neste projeto aumenta a riqueza do investidor em R\$ 0,0219 a valores atuais. A madeira poderia ser comercializada até pelo preço médio de R\$ 60,87 por m³ carregado na borda do talhão, ou R\$ 31,87 m⁻³ em pé, e ainda remuneraria todos os fatores de produção utilizados. Destaca-se que o custo de colheita representa 47,64% do custo da madeira empilhada na borda do talhão.

Tabela 4. Indicadores de viabilidade financeira para os regimes de manejo analisados.

Indicador	Regime de manejo sem desbastes		Regime de manejo com dois desbastes	
	com a terra	sem a terra	com a terra	sem a terra
VPL (R\$ ha ⁻¹)	398,99	4.846,34	2.612,29	7.865,87
VFL (R\$ ha ⁻¹)	718,55	8.727,99	5.503,71	16.572,20
VPLA (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	35,89	435,89	198,90	598,90
VPLI (R\$ ha ⁻¹)	897,13		4.972,41	
VET (R\$ ha ⁻¹)		10.897,13		14.972,41
B/C	1,0219		1,1309	
TIR (%)	4,43		5,94	
TIRM (%)	4,29		5,24	
CMP (R\$ m ⁻³)	60,87		65,71	

O regime R2D também se mostrou viável do ponto de vista econômico, gerando renda suficiente para remunerar todos os fatores de produção empregados (terra, trabalho e capital) pelo seu custo de oportunidade ao longo dos seus 19 anos de execução, com um excedente de riqueza de R\$ 2.612,29 por ha em valores atuais, equivalente à uma parcela anual de R\$ 198,90 por ha. O R2D pode remunerar terras com valor de arrendamento anual de até R\$ 598,90 por ha ou adquirir terra por até R\$ 14.972,41 o ha para implantação do projeto, sem comprometer a sua viabilidade econômica. Cada real investido neste projeto aumenta a riqueza do investidor em R\$ 0,1309 em valores atuais. O regime poderia pagar um valor máximo de 5,94% ao ano para o capital e o remunera a uma taxa 1,19% superior à taxa mínima de atratividade. O custo financeiro de produção ficou em R\$ 65,71 m⁻³ da madeira empilhada na borda do talhão, sendo este o preço mínimo de venda da madeira para não comprometer a viabilidade econômica do projeto.

Algumas vezes é difícil compreender estes indicadores aplicados a empreendimentos florestais, devido à sua característica de longo prazo, receitas concentradas ao final do investimento e uma parcela significativa da receita bruta sendo utilizada para pagar os custos de oportunidade sobre a terra e o capital, principalmente se estes fatores pertencerem ao investidor, o que implica no não desembolso dos valores correspondentes à sua remuneração ao longo do projeto.

Neste caso, o que sobra no bolso do investidor ao final do ciclo é a soma do resultado líquido do empreendimento (VFL) mais os custos de oportunidade dos fatores de produção que pertencem a ele. Com o objetivo de facilitar esta compreensão, a apropriação das receitas brutas nos dois regimes de manejo analisados foi decomposta e pode ser observada na Figura 1.

Vale lembrar que este gráfico não deve ser utilizado como ferramenta de auxílio para tomada de decisão entre os dois regimes de manejo, uma vez que ilustra o indicador valor futuro líquido, o qual não pode ser utilizado para comparar projetos com horizontes de duração diferentes, servindo apenas para observarmos como se dá a apropriação da receita obtida ao longo de cada um dos projetos pelos fatores de produção utilizados.

O regime R2D (mais longo) teve um aumento nos desembolsos de todos os custos, com exceção das despesas silviculturais (que independe da duração do projeto), mas teve um pequeno aumento no volume total de madeira e, principalmente, uma alteração da produção, reduzindo o volume em sortimentos de menor preço (menor diâmetro) e aumentando o volume em sortimentos mais caros, resultando em um aumento significativo da receita bruta.

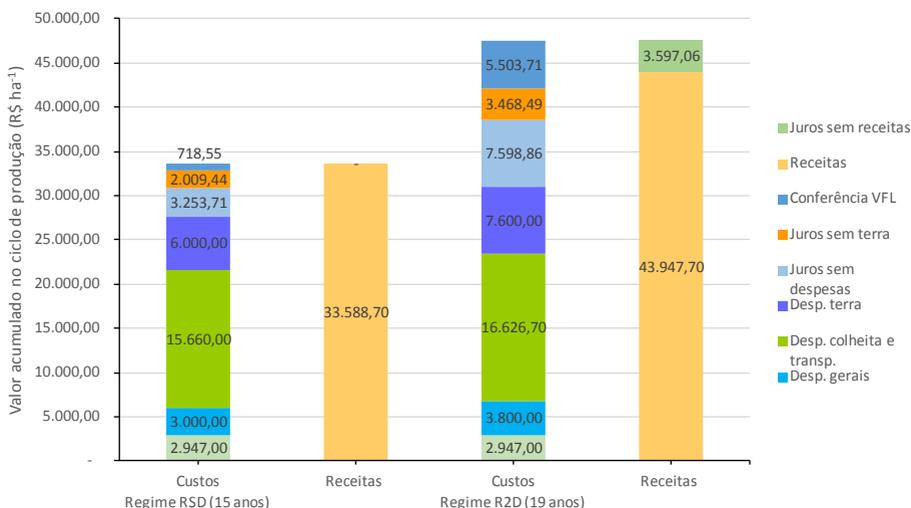


Figura 1. Apropriação das receitas pelos fatores de produção utilizados.

Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade permite verificar como a rentabilidade de um empreendimento se comporta frente a alterações no cenário técnico e econômico estabelecido para a análise da sua viabilidade financeira. A análise de sensibilidade verificou o impacto da taxa mínima de atratividade no valor máximo que o projeto poderia pagar anualmente pelo arrendamento da terra, sem comprometer a sua viabilidade financeira (Figura 2).

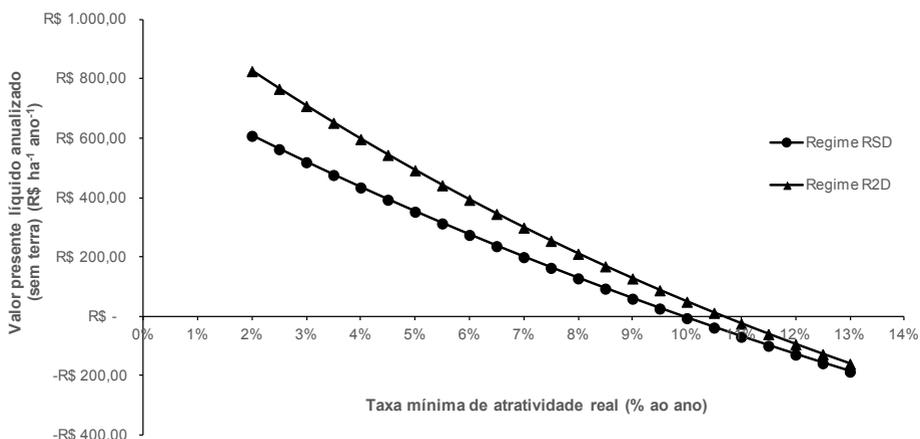


Figura 2. Alteração do $VPLA_{(sem\ terra)}$ em função da TMA real aplicada aos projetos florestais.

Percebe-se que, caso a TMA real fosse elevada de 4% para 5,5% ao ano, o regime RSD poderia remunerar o arrendamento anual da terra no máximo a R\$ 314,80 ha⁻¹ sem comprometer a sua viabilidade financeira. O regime R2D remuneraria o arrendamento aos atuais R\$ 400,00 ha⁻¹, o capital a 5,5% ao ano e ainda restaria o equivalente a uma parcela anual de R\$ 43,34 ao investidor. Outra informação relevante é que o regime R2D foi mais rentável do que o regime RSD para todos os valores alternativos de TMA considerados.

A Figura 3 apresenta o impacto da TMA real na apropriação das receitas do regime R2D ao final da duração do projeto. Os desembolsos (custos silviculturais, despesas gerais, arrendamento e custo de colheita) permanecem os mesmos, independente da TMA aplicada, assim como as receitas obtidas pela venda da madeira nos debastes e no corte raso. O que varia são os juros pagos pelo capital utilizados nos desembolsos e recebidos pelas receitas intermediárias obtidas ao longo do projeto (debastes).

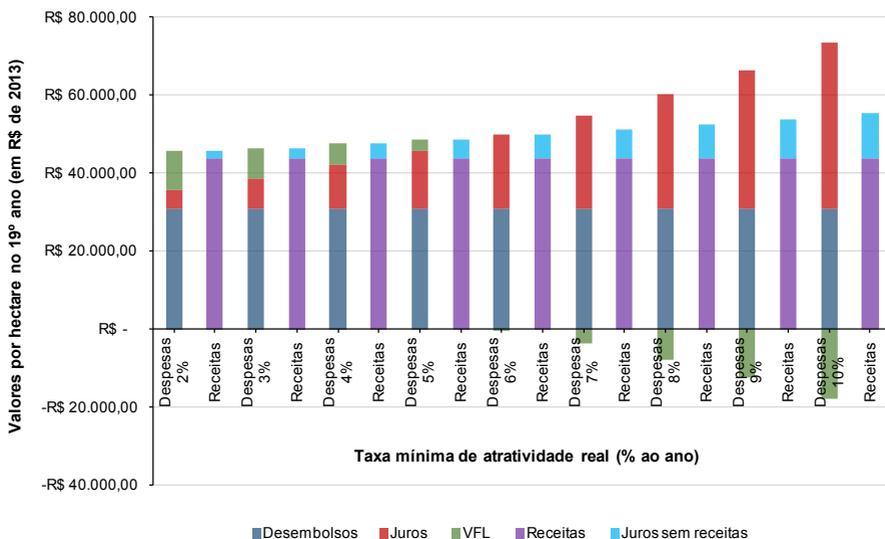


Figura 3. Apropriação da receita do regime R2D sob diferentes TMA's reais.

Observa-se que o total das receitas (receitas e juros sobre receitas intermediárias) superam o total dos custos (desembolsos e juros sobre desembolsos) até uma TMA de 5% ao ano, resultando em um VFL positivo para o regime de manejo. Os totais praticamente se igualam a uma TMA de 6% ao ano, sendo esta aproximadamente igual a TIR do regime de manejo.

Nos cenários analisados, para uma TMA superior a 6% ao ano, mesmo com um pequeno aumento nos juros pagos sobre a receita obtida com os debastes, o total das receitas é inferior ao total dos custos, resultando em um VFL negativo. Ou seja, o projeto não gera renda suficiente para remunerar todos os fatores de produção.

Outro ponto a destacar é que o custo do capital praticamente iguala ao valor dos desembolsos (neste projeto) a partir de uma TMA de 8% ao ano, superando-o para TMA maiores. Devido a este impacto é que o setor afirma que a atividade florestal, principalmente de ciclos mais longos, não é compatível com elevados custos de oportunidade do capital (elevadas taxas de juros).

Análise da viabilidade econômica dos regimes de manejo alternativos

A Tabela 5 apresenta o resultado dos indicadores valor presente líquido anualizado (incluindo o custo de arrendamento da terra), taxa interna de retorno e custo financeiro de produção para os trinta e quatro regimes de manejo analisados.

Tabela 5. Indicadores de viabilidade econômica dos regimes de manejo alternativos.

Indicador	Tipo	Idade 1ºdesb (anos)	Idade 2ºdesb (anos)	Idade de corte (anos)										
				13	14	15	16	17	18	19	20	21		
VPLA (inc. terra) (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	RSD			-66,52	-7,02	35,89	143,71	170,66	185,41					
	R1D	8		-145,78	-59,61	0,11	115,29	163,46	187,16					
		9		-135,90	-54,28	22,03	119,75	165,81	206,28					
		10			-63,19	17,84	110,01	152,41	194,80					
		11				19,12	109,25	152,03	206,82					
	R2D	8	12					131,81		198,90		237,57		
		10	14							194,16		240,19		
	TIR (% ao ano)	RSD			3,04	3,91	4,43	5,55	5,72	5,77				
		R1D	8		1,73	3,18	4,00	5,28	5,68	5,81				
			9		1,87	3,24	4,28	5,35	5,74	6,01				
10					3,10	4,23	5,26	5,62	5,93					
11						4,24	5,26	5,63	6,05					
R2D		8	12					5,46		5,94		6,09		
		10	14							5,89		6,11		
CFP (R\$ m ⁻³)		RSD			61,50	61,01	60,87	61,01	61,38	61,95				
		R1D	8		66,31	65,53	65,01	64,72	64,61	64,65				
			9		65,32	64,62	64,16	63,90	63,82	63,87				
	10				63,94	63,52	63,30	63,23	63,29					
	11					63,10	62,89	62,84	62,92					
	R2D	8	12					65,67		65,71		66,10		
		10	14							65,41		65,77		
			10	14						64,04		64,37		

Nos regimes de manejo sem desbastes (RSD), a idade de corte que possibilitou um maior aumento de riqueza para o produtor (dado pelo VPLA) foi aos 18 anos, sendo esta também a idade de corte que possibilitaria uma maior remuneração do capital. Entretanto, 15 anos foi a idade de corte que minimiza o custo financeiro ou custo médio de produção do volume total (dado pelo CFP), sendo esta a idade comumente praticada pelas empresas com foco na produção de biomassa para celulose ou chapas de fibras.

Caso a opção seja trabalhar com um desbaste (R1D), o regime que proporcionou um maior aumento da riqueza do produtor foi o de realizar um desbaste aos 11 anos e o corte raso aos 18 anos, sendo este também o regime que possibilitou uma maior remuneração do capital investido. Se o foco do produtor for obter madeira a um menor custo médio ou financeiro de produção, a sua opção seria pelo regime com um desbaste aos 11 anos e o corte raso aos 17 anos. Os regimes de manejo com desbaste aos 9 anos foram os que apresentaram os melhores resultados econômicos nas idades de corte de 13 a 17 anos, sendo inferior aos regimes com desbaste aos 11 anos apenas com a realização do corte raso aos 18 anos. Entretanto, a realização do desbaste aos 9 anos permite a obtenção de uma madeira de melhor qualidade (maior diâmetro médio) no corte raso, com uma redução da rentabilidade no desbaste. Caso o produtor queira estabelecer uma estratégia de obtenção de madeira de melhor qualidade no corte raso para fins de alcançar nichos específicos de mercado ou ter um diferencial na liquidez da sua produção, pode-se optar pela realização do desbaste aos 9 anos, sendo pequena a diferença na perda de rentabilidade (para o cenário analisado), que pode ser compensada pelo aumento da liquidez da produção para produtores de menor porte.

Dentre os sete regimes de manejo com dois desbastes (R2D) analisados, realizar o primeiro desbaste aos 8 anos, o segundo aos 14 anos e o corte raso aos 21 anos de idade permitiria ao produtor maximizar a sua riqueza, mas postergar o primeiro desbaste para os 10 anos de idade permitiria maximizar o retorno do capital investido

no projeto. Entretanto, a opção de manejo que minimiza o custo médio de produção seria realizar os dois desbastes aos 10 e 14 anos de idade, e o corte raso aos 19 anos.

Outro ponto a ser observado é que os regimes de manejo modais analisados não foram aqueles que permitiram maximizar a renda dos produtores na mesma conjuntura econômica. Para o regime sem desbastes, postergar a idade de corte raso de 15 para 18 anos possibilitaria um aumento de riqueza equivalente anual de R\$ 149,52, representando um crescimento adicional de 417%. O adiamento de dois anos para o segundo desbaste e para o corte raso no regime de manejo com dois desbastes permitiria um aumento de riqueza anual equivalente de R\$ 41,29, o que representa uma remuneração 20,76% superior.

Esta análise é válida para produtores de madeira em tora comercializadas no carreador do talhão. Empresas verticalizadas, como empresas de celulose ou chapas de madeira, podem adotar um modal diferente do que o melhor aqui calculado, devido a outras variáveis ou restrições que não foram incorporadas nesta análise, como utilizar a madeira como um insumo na sua produção e a sua renda principal advir do produto industrializado, o atendimento a contratos estabelecidos ou aproveitar bons momentos do mercado de celulose ou de chapas de fibra, por exemplo. Tais variáveis podem afetar a análise e modificar a recomendação do regime de manejo que possibilita o maior retorno econômico. Esta recomendação também pode ser alterada para os produtores de madeira, caso uma ou mais variáveis (rendimentos operacionais e preços de fatores de produção e produtos) se alterem.

Outro ponto que merece destaque é que o regime de manejo de melhor retorno econômico pode ser diferente, dependendo do indicador de viabilidade financeira adotado, devendo o gestor ou produtor florestal adequar o indicador utilizado ao seu objetivo no momento de tomar a sua decisão. Caso seja maximizar a riqueza

oriunda da floresta, o indicador seria, o valor presente líquido anualizado, a taxa interna de retorno apresenta a maximização da remuneração do capital e o custo financeiro de produção o custo médio para a produção da madeira. Os regimes de manejo que apresentam os melhores resultados para estes três indicadores não necessariamente coincidem para uma mesma conjuntura analisada, como ficou demonstrado nesta análise.

Conclusões

O plantio de pinus mostrou-se economicamente viável na região Sul do país para a maioria dos regimes de manejo avaliados nas condições analisadas, remunerando todos os fatores de produção utilizados no empreendimento e aumentando a riqueza dos empreendedores.

Os regimes sem desbastes, mais utilizados pelos os produtores ou empresas florestais com foco na produção de madeira para celulose, mostraram-se viáveis a partir do corte raso aos 15 anos, sendo que adiá-lo até o 18° ano aumentaria ainda mais a sua rentabilidade na condição analisada. Entretanto, se o objetivo for obter madeira ao menor custo, a idade de corte recomendada para esta conjuntura seria aos 15 anos, idade normalmente praticada pelas empresas de celulose ou chapas atualmente.

Os regimes com um desbaste mostraram-se viáveis para todas as idades de desbaste, desde que a idade de corte raso seja igual ou superior a 15 anos. Na conjuntura analisada, a rentabilidade dos regimes de manejo com o primeiro desbaste aos 9 e aos 11 anos é muito próxima, e em ambas postergar a idade de corte raso aumenta a rentabilidade da plantação florestal. Entretanto, iniciar o desbaste mais cedo reduz a renda do desbaste, mas melhora a qualidade da madeira no corte raso. Caso haja variações na conjuntura, a obtenção de madeira de melhor qualidade pode facilitar a comercialização

do produto e possibilitar a negociação de preços melhores, principalmente para pequenos produtores que tenham acesso a nichos de mercado que valorizam estes produtos.

Os regimes com dois desbastes mostraram-se mais rentáveis apenas em ciclos mais longos (21 anos), onde se dá o tempo necessário para que a floresta recupere seu volume. A realização do primeiro desbaste mais cedo (aos 8 anos) possibilitou melhores resultados econômicos. Tais regimes proporcionam a obtenção de madeira de maior diâmetro, qualidade e valor agregado, aumentando a proporção dos sortimentos de maior valor no volume total produzido no corte raso. No entanto, exigem um aporte maior de investimento (principalmente no primeiro desbaste) e a condição do produtor esperar mais tempo para a obtenção das receitas, especialmente no corte raso.

Referências

ACERBI JUNIOR, F. W.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de; MAESTRI, R. Modelo para prognose do crescimento e da produção e análise econômica de regimes de manejo para *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 666-713, 2002. DOI: 10.1590/S0100-67622002000600007.

ALEGRIA, C. Simulation of silvicultural scenarios and economic efficiency for maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) wood-oriented management in centre inland of Portugal. **Forest Systems**, v. 20, n. 3, p. 361-378, 2011.

CONTADOR, C. R. **Projetos sociais: avaliação e prática**. 4. ed. ampl. São Paulo: Atlas, 2000. 375 p.

DE ZEN, S.; PERES, F. C. Painel agrícola como instrumento de comunicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Passo Fundo. **Anais**. Brasília, DF: SOBER, 2002.

DOSSA, D.; SILVA, H. D. da; BELLOTE, A. F. J.; RODIGUERI, H. R. **Produção e rentabilidade de pinus em empresas florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 6 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 82).

FLORIANO, E. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; FLEIG, F. D. Análise econômica da produção de *Pinus elliottii* na serra do sudeste, Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 19, n. 4, p. 393-406, out./dez. 2009.

FOLMANN, W. T. **Viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* L. em duas mesorregiões do estado do Paraná.** 2011. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira.** 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 775 p.

GLOBAL FOREST RESOURCE ASSESSEMENT. **Global tables:** 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>>. Acesso em: 07 maio 2015.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura:** tabelas completas. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2014/default_xls.shtm>. Acesso em: 15 maio 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2014.** Disponível em: <http://www.iba.org/images/shared/iba_2014_pt.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2015.

KASSAI, J. R.; CASANOVA, S. P. de C.; SANTOS, A. dos; ASSAF NETO, A. **Retorno de Investimento:** abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 277 p.

KLEMPERER, W. D. **Forest resource economics and finance.** New York: McGraw-Hill, 1996. 551 p.

OLIVERIA, E. B. de. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais.** Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 68 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 216). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39886/1/Doc216.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2015.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais.** Viçosa: Ed. da UFV, 2001. 389 p.

RODRIGUEZ, L. C. E. **Matemática financeira na gestão florestal:** avaliação de Projetos (Técnicas de Matemática Financeira). Piracicaba: Esalq/USP, 2006. 47 p. Apostila da disciplina LCF685 – Economia de Recursos Florestais.

SIS Pinus: simulador de crescimento e produção de pinus. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/1485/sis-pinus---simulador-de-crescimento-e-producao-de-pinus>>. Acesso em: 4 dez. 2015.

Embrapa

Florestas

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA