

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JAMUR HELIO TURRA

PLANEJAMENTO OTIMIZADO DE UMA EMPRESA FLORESTAL VISANDO
MAXIMIZAÇÃO DOS LUCROS

CURITIBA

2017

JAMUR HELIO TURRA

PLANEJAMENTO OTIMIZADO DE UMA EMPRESA FLORESTAL VISANDO
MAXIMIZAÇÃO DOS LUCROS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista. Orientador (a): Prof. Dr. Julio Eduardo Arce.

CURITIBA

2017

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Especialização em Manejo Florestal de Precisão, da Universidade Federal do Paraná, na pessoa de seu coordenador Prof. Carlos Roberto Sanquetta, PhD., pelo apoio recebido.

Aos colegas de turma, por estarem sempre prontos a ajudar nos momentos difíceis.

A minha esposa Stefani Rodrigues pelo apoio e compreensão em todos os momentos.

A empresa Granflor Gestão de Empreendimentos Florestais Ltda. que disponibilizou os dados e ferramentas para elaboração deste trabalho.

Aos colegas de trabalho pelo apoio e compreensão durante o curso e a elaboração deste trabalho.

O agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. Julio Eduardo Arce que sempre esteve presente no processo de elaboração deste trabalho, nos bons e maus momentos.

A todos que contribuíram de alguma forma.

Muito obrigado!

RESUMO

Este estudo foi realizado nas áreas de florestamento gerenciadas pela empresa Granflor Gestão de Empreendimentos Florestais Ltda., localizada na região de Rosário do Sul, Centro-Sul do Rio Grande do Sul, com o objetivo foi avaliar a melhor opção de planejamento otimizado para longo prazo visando maximizar os lucros, garantindo uma produção mínima e máxima de madeira por ano. Os dados utilizados foram advindos de 44 projetos da empresa de florestamento e foi utilizado o Software OpTimber-LP para estimar o volume de madeira desses projetos para quatro sortimentos, submetidos a 2 diferentes regimes de manejo e para um horizonte de planejamento de 30 anos. O regime de manejo 1 consiste em quatro desbastes seletivos e corte raso. O regime de manejo 2 consiste em três desbastes seletivos e corte raso. Para os primeiros anos do horizonte de planejamento foram criados manejos com mais flexibilidade na idade dos desbastes, para ambos os regimes, pois havia uma diferença grande de área entre as idades de plantio. Percebe-se que para os sortimentos menores houve pequena diferença entre os regimes de manejo, já para o maior sortimento a diferença foi significativa sendo maior no manejo 1. A distribuição dos volumes ao longo dos anos também se mostrou melhor no manejo 1, assim como o VPL que foi 15% maior que no manejo 2. Sendo assim conclui-se que o melhor regime de manejo para floresta de eucalipto sp. visando obtenção de madeira de alto valor agregado é o regime de manejo 1.

Palavras chaves: Planejamento Florestal, Manejo Florestal, VPL, Programação Linear.

ABSTRACT

This study was carried out in the areas of enterprise management of Granflor Gestão de Empreendimentos Florestais Ltda., Located in the region of Rosário do Sul, Center-South of Rio Grande do Sul, in order to evaluate an optimal planning option optimized for long term Aiming to maximize profits, guaranteeing a minimum and maximum production of wood per year. The data were applied to 44 projects of the development company and were used by the OpTimber-LP Software to estimate the volume of wood and projects for four assortments, submitted to 2 different management regimes and planning of 30 years. Management regime 1 consists of four selective thinning and shallow cutting. The management regime 2 consists of three selective thinning and shallow cutting. In order for planning plans to be created more flexibly at the age of deviations, for both regimes there are large differences between planning areas. Article 1 It is noticed that for the assortments the minors are the ones that distinguish between the management regimes, the NPV that was 15% greater than no management 2. Therefore, it is concluded that the best forest management regime of Eucalyptus sp. Aiming to obtain high added value wood to the management regime 1.

Keywords: Forest Planning, Forest Management, NPV, Linear Programming.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do município de Rosário do Sul (em vermelho).....	20
Figura 2 – Estimativa de volume (m ³) total, para o regime de manejo 1.	29
Figura 3 – Estimativa de volume (m ³) total, para o regime de manejo 2.	30
Figura 4 – Fluxo de caixa para o regime de manejo 1.	31
Figura 5 – Fluxo de caixa regime de manejo 2.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios por idade utilizados no processamento e soma da área.....	22
Tabela 2 – Regimes de manejo utilizados no estudo.....	24
Tabela 3 – Sortimentos utilizados e suas dimensões.....	24
Tabela 4 – Custos de produção de madeira, sem taxas de administração e impostos.....	25
Tabela 5 – Volumes mínimo e máximo de colheita global por ano do horizonte de planejamento.....	27

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVOS.....	14
1.1.1	GERAL.....	14
1.1.2	ESPECÍFICOS.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	MANEJO FLORESTAL	15
2.2	PLANEJAMENTO FLORESTAL OTIMIZADO.....	17
2.2.1	Planejamento florestal estratégico.....	17
2.2.2	Planejamento florestal tático.....	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20
3.1.1	Localização.....	20
3.1.2	Clima.....	21
3.1.3	Geomorfologia e Solos	21
3.1.4	Vegetação.....	21
3.2	OBTENÇÃO DOS DADOS.....	22
3.3	ANÁLISE DOS DADOS	22
3.3.1	Prognose do Volume para <i>Eucalyptus</i> sp. utilizando Regimes de Manejo para produção de madeira de alto valor agregado.....	22
3.3.2	Análise Econômica	25
3.3.3	Modelo de Programação Linear.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
4.1	Volumes de Produção de <i>Eucalyptus</i>	29
4.2	Valor Presente Líquido (VPL).....	31
5	CONCLUSÕES.....	33
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

A demanda por produtos madeireiros de qualidade vem crescendo com o passar dos anos e com a crescente escassez de madeira de espécies nativas, que são exploradas desconsiderando a sustentabilidade, sem respeitar o desenvolvimento da floresta, sendo assim manejadas de forma inadequada na maioria das vezes.

Desta forma as florestas plantadas se apresentam como uma alternativa para obter produtos madeireiros de qualidade em menor espaço de tempo e diminuindo a pressão sobre as florestas nativas.

O eucalipto apresenta grande flexibilidade de usos, principalmente por sua elevada diversidade de espécies. Em 1904 o eucalipto foi introduzido no Brasil para fins comerciais por Edmundo Navarro de Andrade. O propósito inicial dos plantios era produção de dormentes, postes e lenha.

Atualmente a madeira de eucalipto tem demonstrado sua versatilidade com os diversos usos como energia (lenha e carvão vegetal), postes e mourões, construção civil (pontaletes, madeiramento para telhados e pisos), bem como para chapas de fibras, celulose e até moveis finos.

Diversas empresas investem em florestamento com eucalipto para ciclo curto e produção de madeira para processos, mas poucas investem em plantios para obtenção de madeira com grandes diâmetros e alto valor agregado, que possui um ciclo três a quatro vezes maior. Para este objetivo é necessário a realização de manejo adequado buscando um melhor aproveitamento dos plantios.

Empresas tem como objetivo buscar o maior retorno econômico possível com os produtos obtido de seus plantios, sendo assim um planejamento coerente buscando a obtenção de múltiplos produtos e maximização dos lucros é extremamente necessário.

Para chegar no planejamento ótimo, existem ferramentas que combinam métodos biométricos, com enfoque na projeção de crescimento e da produção da floresta, métodos de avaliação econômica e planejamento e otimização, aliados a programação matemática e nos permitem analisar as informações e as tomadas de decisões em função de mercado ou demanda da própria empresa (OLIVEIRA, 1995).

Por serem poucas as empresas que investem em produção de eucalipto para obtenção de madeira de alto valor agregado, tem se pouca informação sobre os regimes manejos aplicados e em qual é obtido os melhores resultados.

Um dos manejos que vem sendo utilizados pelas empresas atualmente são baseados em manejos utilizados na África do Sul para produção de madeira para serraria e laminação, que originalmente a rotação varia entre 13 e 30 anos com densidade de plantio de 2,7 x 2,7 m (aprox. 1370 plantas por hectare), os desbastes são moderados e frequentes a partir de idades mais jovens quando há objetivo de obter madeira de melhor qualidade podas vivas são realizadas (SCOLFORO e MAESTRI, 1998).

O manejo utilizado pela empresa alvo do estudo também tem como base o manejo utilizado na África do Sul, sendo a principal diferença a densidade de plantio que é 5 x 2,5 m (aprox. 800 plantas por hectare) com o objetivo de chegar com 200 a 250 plantas por hectare no final do ciclo, para isso são realizados três desbastes seletivos. Atualmente em alguns projetos com 10 anos já tiveram o terceiro desbaste realizado, em função do alto volume gerado no corte raso o mesmo será realizado dos 14 aos 18 anos.

Acompanhando o desenvolvimento dos plantios é possível perceber que a resposta de crescimento após a realização de cada desbaste é significativa, o que nos faz pensar se os povoamentos não teriam estrutura para um quarto desbaste? Além disso o intervalo entre o terceiro desbaste e o corte raso em alguns casos chegará a 8 anos. Em teoria o quarto desbaste já teria um volume considerável de madeira com grandes diâmetros gerando uma renda melhor em função do produto oferecido e também proporcionaria a entrada do produto no mercado de forma mais lenta, dando tempo para que as indústrias se adequem melhor para receber este produto de alta qualidade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 GERAL

Avaliar a melhor opção de planejamento para longo prazo em florestas de *Eucalyptus* sp manejadas para madeira de alto valor agregado visando maximizar os lucros e garantindo uma produção mínima e máxima anual.

1.1.2 ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Estimar o volume de sortimento proveniente de desbastes e do corte raso, para os dois regimes de manejo selecionados;
- Identificar a melhor opção de manejo florestal para cada projeto da empresa que maximize o lucro total e que mantenha uma produção mínima e máxima de volume anual.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MANEJO FLORESTAL

O crescimento das árvores em uma floresta depende de fatores inerentes a sua estrutura, sendo estes exercidos pelo genótipo e, de fatores ambientais como luz, temperatura, água, nutrientes, gás carbônico e clorofila (FINGER e SCHNIDER, 1999).

A disponibilidade em diferentes locais, em quantidades distintas de fatores ambientais e climáticos, caracterizam os sítios florestais. Sendo que estes representam a interação entre fatores como: a) climáticos: temperatura, precipitação, vento e insolação; b) solo: através de suas características físicas, químicas e biológicas, c) topográficos: representados pela inclinação do terreno, altitude e exposição; d) competição: os quais representam a influência de outras árvores, vegetação de menor porte e de animais (HUSCH, 1982, apud FINGER e SCHNIDER, 1999). As interações entre estes fatores formam um ambiente amplamente variável propício ao desenvolvimento de uma espécie, no entanto este mesmo local pode ser inadequado à sobrevivência de outras.

É possível mudar as quantidades de alguns destes fatores com certos limites, utilizando práticas mais ou menos impactantes, como a adubação, rompimento de camadas profundas do solo, drenagem, entre outras.

No entanto também há a possibilidade de modificar as condições ambientais, após o estabelecimento de uma floresta fazendo uso de práticas de manejo como a poda ou desrama, que consiste na retirada de galhos secos e aqueles que não contribuem mais com o crescimento. Outra prática é o desbaste, o qual é realizado para aumentar o espaço de crescimento das árvores remanescentes, com melhor qualidade e maiores dimensões, que proporcionará o aumento de seu valor comercial e, conseqüentemente, da renda do produtor (FINGER e SCHNIDER, 1999).

Deste modo, os tratamentos silviculturais talvez sejam os investimentos que menos oneram e que trazem o maior retorno na forma de qualidade da produção de madeira e de renda da floresta.

Para BUONGIORNO e GILLESS (1987), o manejo florestal é a ciência para tomada de decisões onde são considerados a organização, o uso e a conservação das florestas. Sendo assim, essas decisões podem envolver um horizonte de planejamento de atividades diárias a longo prazo, sistemas florestais complexos ou simples partes destes sistemas e a área geográfica de interesse pode ser um simples talhão do povoamento, uma região ou um país inteiro.

De maneira geral, é possível conceituar enfoque do manejo florestal na utilização dos recursos florestais de forma sensata e sustentada. Sendo assim, o manejo florestal é uma prática onde o objetivo principal é aumentar a qualidade do produto final, sua dimensão e se possível sua quantidade, levando em consideração em todas as fases de seu processo produtivo a viabilidade socioeconômica e ambiental ou então como um processo de tomada de decisão. Neste caso, cabe ao responsável pelo manejo ter uma visão ampla e global de planejamento florestal, fazendo uso de modelos matemáticos que possibilitem a previsão da produção e de como gerenciar todas essas informações visando à otimização do processo (SCOLFORO, 1998).

Segundo ARCE (1997) os critérios em que se baseia o manejo florestal são densidade, incrementos corrente e médio, valor econômico e outros inerentes à floresta, no entanto quando o objetivo é maximizar a produção não deve-se desconsiderar o ciclo completo que a matéria-prima florestal percorre (plantio, crescimento, podas e/ou desbastes, corte final, transporte e industrialização).

As árvores são definidas pelo seu comprimento útil e por uma função de forma ou afilamento que descreve a redução no diâmetro da base ao topo do fuste. Já as toras são definidas pelo seu comprimento, diâmetro mínimo e diâmetro máximo.

Segundo SCOLFORO e MAESTRI (1997), a obtenção desses diversos produtos também depende da série de operações realizadas na floresta.

2.2 PLANEJAMENTO FLORESTAL OTIMIZADO

O planejamento da produção pode ser considerado como a organização estrutural das atividades de produção de madeira e de outros benefícios oriundos da floresta por meio de técnicas que têm como objetivo indicar opções de manejo para que atendam da melhor forma os objetivos do empreendimento (SANQUETTA, 1996).

De acordo com OLIVEIRA (1995), a base do planejamento florestal está na determinação dos regimes de manejo, ou seja, da idade de ocorrência das intervenções na floresta e do corte final, visando uma maior rentabilidade. Sendo assim, planejar a produção significa definir os objetivos e prever a produção total, incluindo todas as intervenções a serem realizadas no povoamento, tais como: desbastes, podas e corte final.

Para obtenção de produtos de qualidade para abastecimento das fábricas é de extrema importância que o povoamento passe por tratamentos silviculturais adequados visando obter o(s) produto(s) final(ias) desejado(s) (GOMES, 1999).

BUONGIORNO e GILLES (1987) ressaltam que o planejamento florestal envolve variáveis biológicas, econômicas e sociais que podem estar ou não inter-relacionadas.

Todas essas variáveis e as relações entre elas constituem um sistema complexo onde decisões particulares não são facilmente tomadas. Sendo assim, os modelos matemáticos podem ajudar os responsáveis pela tomada de decisões a prever as consequências de suas ações.

2.2.1 Planejamento florestal estratégico

O planejamento florestal estratégico pode ser considerado a essência da ciência florestal tradicional, iniciada na Europa no século XIX. Os profissionais responsáveis pela produção já apresentavam uma preocupação com a regulação da produção florestal (MARTELL; GUN; WEINTRAUB, 1998).

De acordo com Bateman e Snell (1998), o planejamento estratégico pode ser definido como a tomada de decisões sobre as estratégias e objetivos a longo prazo. Sendo os objetivos alvos principais ou resultados finais, os quais se referem ao valor e ao crescimento da organização. Já a estratégia se refere aos meios para atingir os objetivos como padrão de ações e alocação de recursos destinados, implicando na tentativa de equilibrar atividades e recursos com as oportunidades encontradas no ambiente externo.

O planejamento florestal estratégico consiste em traçar um plano de manejo sob um horizonte de longo prazo, usualmente 2 a 3 rotações para plantações florestais no Brasil e América do Sul. Diferentes cenários são elaborados com base em critérios técnico-econômicos, nos quais são apresentadas as alternativas de manejo, os volumes a serem gerados e os talhões disponíveis para cada operação florestal em cada ano do horizonte (BANHARA, 2009).

2.2.2 Planejamento florestal tático

Neste nível de planejamento, são focadas as principais ações a serem empreendidas por cada unidade da empresa, para que sejam realizadas suas respectivas partes no plano estratégico. O nível tático de planejamento tem como base os objetivos e resultados obtidos durante o planejamento estratégico, porém considerando uma escala menor de tempo (BATEMAN; SNELL, 1998).

O horizonte considerado no planejamento tático situa-se, normalmente, entre um a cinco anos. Nesse período, os objetivos estratégicos são traduzidos em metas mensais ou anuais, onde são decididas as medidas que devem ser realizadas, bem como os meios a serem utilizados para atingir estes objetivos (BANHARA, 2009).

Segundo Machado e Lopes (2008), no planejamento tático as principais definições abordadas referem-se ao sequenciamento das operações de colheita, ao dimensionamento de equipamentos e recursos a serem utilizados, com base em custos e rendimentos. Refere-se ainda à identificação de áreas com restrição para a operação de colheita e ao estabelecimento de melhorias da malha viária necessárias para o escoamento da produção.

Aspectos espaciais do planejamento florestal estão ganhando atenção ao longo dos anos, principalmente no que se refere as interações entre a vizinhança das unidades de manejo (GOMIDE, 2009). A inclusão de restrições espaciais no planejamento tático se deve aos possíveis impactos ambientais gerados pela colheita de extensas áreas contíguas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Localização

O presente estudo foi realizado em áreas geridas por uma empresa florestadora, com áreas de plantio no entorno do município de Rosário do Sul, região sul do Rio Grande do Sul, distando cerca de 140 Km de Santa Maria e 390 Km de Porto Alegre, sendo os principais acessos ao município realizados pelas rodovias BR-290 e BR-158 (Figura 1).

O estudo foi realizado em povoamentos de *Eucalyptus* sp. de 44 projetos situados entre as coordenadas geográficas 29°45'52,30" e 30°26'22,76" lat. Sul e 54°40'59,53" e 55° 0'5,59" long. Oeste.

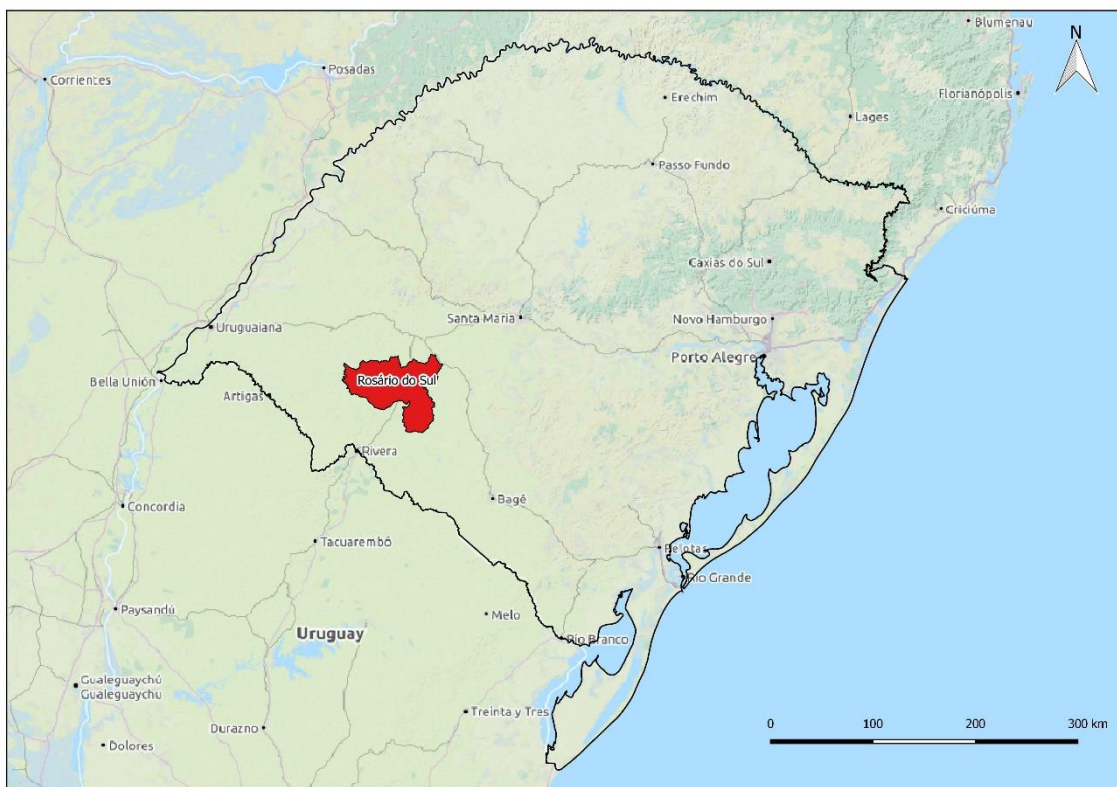


Figura 1 – Localização do município de Rosário do Sul (em vermelho).

3.1.2 Clima

De acordo com MORENO, 1961 o clima da região é Cfa na classificação de Köppen e Geiger, sendo assim caracterizado como quente e temperado com uma pluviosidade significativa ao longo do ano. Na região a temperatura anual média é 18,8 °C. com uma pluviosidade média anual de 1538 mm.

3.1.3 Geomorfologia e Solos

A região geomorfológica do planalto da Campanha, a maior extensão de campos do Rio Grande do Sul, é a porção mais avançada para oeste e para o sul do domínio morfoestrutural das bacias e coberturas sedimentares as quais receberão grande parte dos investimentos em silvicultura. São solos, em geral, de baixa fertilidade natural e bastante suscetíveis à erosão (Bioma Pampa – Instituto Brasileiro de Florestas – IBF – 2011).

3.1.4 Vegetação

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (Pampa - Conhecimentos e Descobertas), as paisagens naturais do Pampa se caracterizam pelo predomínio dos campos nativos, mas há também a presença de matas ciliares, matas de encosta, matas de pau-ferro, formações arbustivas, butiazais, banhados, afloramentos rochosos, etc. Por ser um conjunto de ecossistemas muito antigos, o Pampa apresenta flora e fauna próprias e grande biodiversidade, ainda não completamente descrita pela ciência. Estimativas indicam valores em torno de 3000 espécies de plantas, com notável diversidade de gramíneas, são mais de 450 espécies (campim-forquilha, grama-tapete, flechilhas, brabas-de-bode, cabelos de-porco, dentre outras). Nas áreas de campo natural, também se destacam as espécies de compostas e de leguminosas (150 espécies) como a babosa-do-campo, o amendoim-nativo e o trevo-nativo. Nas áreas de afloramentos rochosos podem ser encontradas muitas espécies de cactáceas. Entre as várias espécies vegetais típicas do Pampa vale destacar o Algarrobo (*Prosopis algorobilla*) e o Nhandavaí (*Acacia farnesiana*) arbusto cujos remanescentes podem ser encontrados apenas no Parque Estadual do Espinilho, no município de Barra do Quaraí.

Ainda de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (Pampa - Conhecimentos e Descobertas), a estrutura da vegetação dos campos – se comparada à das florestas e das savanas – é mais simples e menos exuberante, mas não menos relevante do ponto de vista da biodiversidade e dos serviços ambientais. Ao contrário: os campos têm uma importante contribuição no sequestro de carbono e no controle da erosão, além de serem fonte de variabilidade genética para diversas espécies que estão na base de nossa cadeia alimentar.

3.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

Os dados utilizados neste estudo foram fornecidos pela empresa de florestamento, sendo estes uma regional composta por 42 projetos com plantio de *Eucalyptus* sp. em diferentes idades, com diferentes índices de sitio e diferentes áreas, e também 2 projetos sem plantio onde será simulado o plantio nos moldes da empresa, totalizando assim 44 projetos. Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios por idade de algumas variáveis utilizadas no processamento e soma da área em hectares

Tabela 1 – Valores médios por idade utilizados no processamento e soma da área.

Idade (anos)	G (m ² /ha)	N/ha	DG	Área (ha)
0	0	0	0	398
1	1,7	703	5,6	360
2	5,5	694	10,1	3.698
3	10,6	553	15,7	4.317
4	17,0	590	19,2	1.177

G/ha: área basal (m²/ha); N/ha: número de árvores por hectare; Dg: Diâmetro quadrático; ha: hectare.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

3.3.1 Prognose do Volume para *Eucaliptus* sp. utilizando Regimes de Manejo para produção de madeira de alto valor agregado

Para gerar as prognoses de volume os dados referentes aos plantios, como área, idade, área basal, número de árvore de por hectare, diâmetro quadrático e número de desbastes já realizados, foram carregados no software de planejamento florestal Optimber LP, o qual possui um simulador florestal para estimar a produção volumétrica dos plantios ao longo do horizonte de planejamento levando em consideração os manejos, restrições e função objetivo cadastrados previamente.

Neste estudo foram avaliados dois regimes de manejo um utilizado pela empresa e outro alternativo, o manejo 2 é o utilizado pela empresa o qual estima que através de desbastes mais intensos consiga-se obter um grande volume do produto final esperado para o corte raso, o manejo 1 é o alternativo proposto pelo estudo que estima que aumentando o número de desbastes e diminuindo a intensidade de árvores retidas em cada um, além de atingir um grande volume de produto final esperado irá gerar uma renda extra e o aquecimento do mercado com o produto de grande diâmetro antes do corte raso. O manejo 1 é composto por quatro desbastes seletivos e corte raso, o primeiro desbaste realizado aos 2 anos (pré-comercial) retirando 25%, este não gera volume para venda da madeira, o segundo será realizado aos 5 anos, retirando 30% das árvores, o terceiro realizado aos 8 anos, retirando 30%, o quarto realizado aos 11 anos, retirando 30% e o corte raso das árvores remanescentes realizado dos 14 a 16 anos. O manejo 2 é composto por três desbastes seletivos e corte raso, o primeiro desbaste realizado aos 2 anos (pré-comercial) retirando 25%, esta não gera volume para venda da madeira, o segundo será realizado aos 5 anos, retirando 40% das árvores, o terceiro realizado aos 8 anos, retirando 35% e o corte raso das árvores remanescentes realizado dos 14 a 16 anos.

Tendo em vista a grande diferença de área por idade buscou-se equalizar as áreas manejadas por ano do horizonte de planejamento através da flexibilização das idades em que cada desbaste será realizado até o 6º ano do horizonte de planejamento, esta medida foi tomada para ambos regimes de manejo, os intervalos utilizados em cada regime de manejo estão apresentados na Tabela 2. Para o restante dos anos do horizonte de planejamento foram utilizadas as idades citadas no parágrafo anterior.

Tabela 2 – Regimes de manejo utilizados no estudo

Regime de Manejo	Anos do Hp	1º	2º	3º	4º	Corte Raso
		Desbaste Idade	Desbaste Idade	Desbaste Idade	Desbaste Idade	Idade
1	0-6	2	5-7	8-10	11-13	14-20
1	7-30	2	5	8	11	14-16
2	0-6	2	5-7	8-10	-	13-20
2	7-30	2	5	8	-	14-16

Hp = Horizonte de planejamento

Para a obtenção dos valores de volume foram considerados, além das informações anteriormente descritas, os sortimentos informados na Tabela 3, que são sortimentos padrões utilizados nas avaliações internas na empresa.

Tabela 3 – Sortimentos utilizados e suas dimensões.

Produto	Código	DPF (cm)	Comp. (m)
Energia	S1	8-18	2,6
Celulose	S2	18-25	2,6
Serraria	S3	25-35	2,6
Laminação	S4	>35	2,6

DPF = Diâmetro na ponta fina; Comp. = Comprimento.

A prognose foi realizada para o período de 2017 (primeiro ano do hp) até 2046, tendo assim um horizonte de planejamento de 30 anos que contemplara dois ciclos, as informações sobre os plantios foram obtidas no ano de 2010, no entanto para fins de estudo vamos considerar que os dados sejam do ano de 2016. A condição atual de cada projeto foi considerada e logo após a data de corte raso destes foi, então, simulado um novo plantio levando-se em conta as condições iniciais de povoamento utilizadas na empresa, de plantios estabelecidos com espaçamento 5 x 2,5 m entre linhas e entre plantas respectivamente, totalizando 800 árvores por hectare.

Desta forma, obteve-se os valores de volume total (m³) e volume por sortimento (m³) para os dois regimes de manejo.

3.3.2 Análise Econômica

3.3.2.1 Custos e Receitas

Os custos utilizados para determinação dos valores econômicos de cada projeto estão apresentados na Tabela 4 nela podemos observar todas as atividades que serão realizadas em cada projeto. Os valores foram fornecidos pela empresa e são referentes ao ano de 2016, além dos custos por atividade também se utilizou um custo fixo de R\$ 230,44 por hectare referente aos custos administrativos.

Tabela 4 – Custos de produção de madeira, sem taxas de administração e impostos

Atividade	Idade (Anos)	Valor Unitário	Unidade
Plantio	0	3.016,00	R\$/ha
Roçada	1, 2 e 4	127,38	R\$/ha
Adubação	1	985,06	R\$/ha
Grade de Limpeza	7, 10 e 13	36,40	R\$/ha
Calagem	1	121,38	R\$/ha
Combate a Formiga	1, 3 aos 14	67,96	R\$/ha
1ª poda	2	401,54	R\$/ha
2ª poda	3	449,51	R\$/ha
3ª poda	5	516,30	R\$/ha
1º desbaste	2	175,00	R\$/ha
2º desbaste	*	59,00	R\$/m ³
3º desbaste	*	59,00	R\$/m ³
4º desbaste	*	59,00	R\$/m ³
Corte Raso	*	45,00	R\$/m ³

*Os anos de ocorrência variam de acordo com o regime selecionado.

As receitas são obtidas com a venda madeira, como cada sortimento gera um determinado produto que será vendido para uma fábrica ou serraria os preços são diferentes. Os preços de venda da madeira adotado são estimativas que a empresa espera obter, sendo R\$ 324,00/m³ para madeira de laminação (S4), R\$ 199,00/m³ para madeira de serraria (S3), R\$ 77,00/m³ para madeira de celulose (S2), R\$ 55,00/m³ para madeira de energia (S1), estes valores são para venda de madeira em pé.

3.3.2.2 Determinação do VPL

Para a determinação dos valores econômicos de cada projeto, considerando-se a situação atual dos mesmos até o corte raso, adotou-se o Valor Presente Líquido (VPL), que, segundo REZENDE e OLIVEIRA (2001), pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. A fórmula para determinação do VPL é apresentada a seguir.

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

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido;

C_j = custo no final do ano j ou do período de tempo considerado;

R_j = receita no final do ano j ou do período de tempo considerado;

i = taxa de desconto; e

n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

A taxa de desconto utilizado no cálculo do VPL foi de 9,25%, este valor foi fornecido pela empresa pois é o mesmo utilizado nas avaliações internas realizadas na empresa.

Para fins de comparação foi calculado o VPL da regional, para os dois regimes de manejo propostos no estudo.

3.3.3 Modelo de Programação Linear

De acordo com BUONGIORNO e GILLES (2003) a programação linear apresenta flexibilidade para resolver problemas envolvendo a otimização de um objetivo específico, sujeito a restrições. O objetivo pode ser minimizar ou maximizar algo. As restrições podem representar os recursos limitados que a gestão deve trabalhar, mas elas também podem se referir aos objetivos.

Desta forma para otimizar a produção florestal da empresa visando maximizar o lucro com o corte da floresta e manter uma produção mínima e máxima em volume ao longo do horizonte de planejamento, utilizou-se como função objetivo maximização do VPL sem compra e sem transferência e como restrição valor mínimos e máximos de volume de colheita conforme tabela 5.

Tabela 5 – Volumes mínimo e máximo de colheita global por ano do horizonte de planejamento.

Ano	Volume Mínimo (m³)	Volume Máximo (m³)
2017	50.000	500.000
2018	100.000	500.000
2019	150.000	500.000
2020	150.000	500.000
2021	150.000	500.000
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
2046	150.000	500.000

Para criar os cenários com critérios supracitados foi utilizado o software OpTimber-LP.

3.3.3.1 OpTimber-LP

O OpTimber LP é um software desenvolvido pela empresa OpTimber e em parceria com responsáveis pelo planejamento de empresas florestais. Focalizado nas respostas que devem ser dadas aos proprietários das florestas. Utilizando programação linear permite simular, formular e resolver diversos cenários de planejamento florestal.

O OpTimber simula crescimento e produção florestal e com os resultados gera a matriz de opções de manejo, mas, para achar uma solução e encontrar a opção de manejo ótima que atenda as restrições cadastradas e a função objetivo selecionada, é necessário um solver de mercado (software que através de modelos de programação linear encontra a solução ótima) neste caso utilizamos a versão 16.0 do Lingo Extended (ambos os softwares foram disponibilizados pela empresa que possui a licença) após a resolução no solver o OpTimber lê os resultados e os apresenta em forma de gráficos e planilhas.

Nele foram inseridos os dados dos plantios fornecidos pela empresa, cadastrados os regimes de manejo e as restrições. Feito isso realizou-se o processamento e após gerada a matriz, foram selecionadas as restrições e também a função objetivo e feito um novo processamento ainda dentro do ambiente do OpTimber, mas com o lingo para encontrar a solução ótima entre os manejos gerados, restrições e função objetivo selecionada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Volumes de Produção de *Eucalyptus*

Após rodar os dois modelos de regimes de manejo no OpTimber, obtivemos os resultados abaixo apresentados.

Os volumes estimados para o regime de manejo 1, que consiste em desbaste seletivos aos 2, 5, 8 e 11 anos, retirando 25, 30, 30 e 30% respectivamente e corte raso dos 14 aos 16 anos, para os sortimentos serraria 1 (S1), serraria 2 (S2), serraria 3 (S3) e serraria 4 (S4) estão apresentados Figura 2, sendo os resultados correspondentes a área total do objeto de estudo.

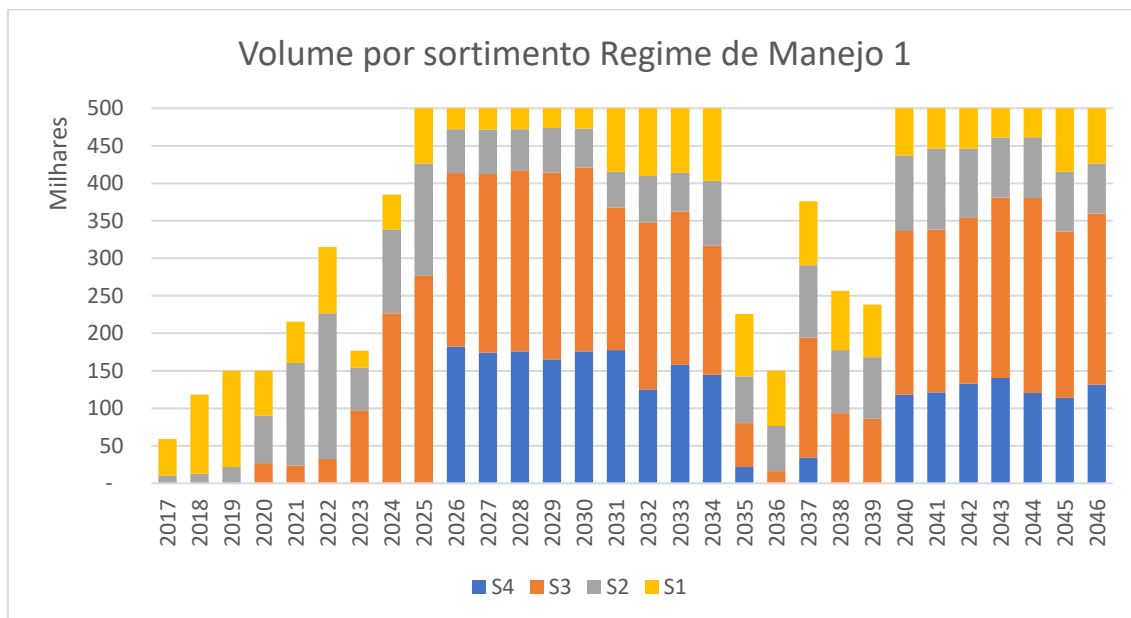


Figura 2 – Estimativa de volume (m³) total, para o regime de manejo 1.

Pode se considerar que a produção em volume aumenta gradativamente e se mantém homogênea quando atinge o ápice de produção, percebe-se que não há picos isolados e elevados de produção ao longo do horizonte de planejamento, ocorre uma queda na produção no final do ciclo 1 e início do ciclo 2.

Para o regime de manejo 2, que consiste em desbaste seletivos aos 2, 5 e 8 anos, retirando 25, 40 e 35% respectivamente e corte raso dos 14 aos 16 anos, os volumes estimados por sortimento estão apresentados na Figura 3. Sendo também os resultados correspondentes a área total do objeto de estudo.

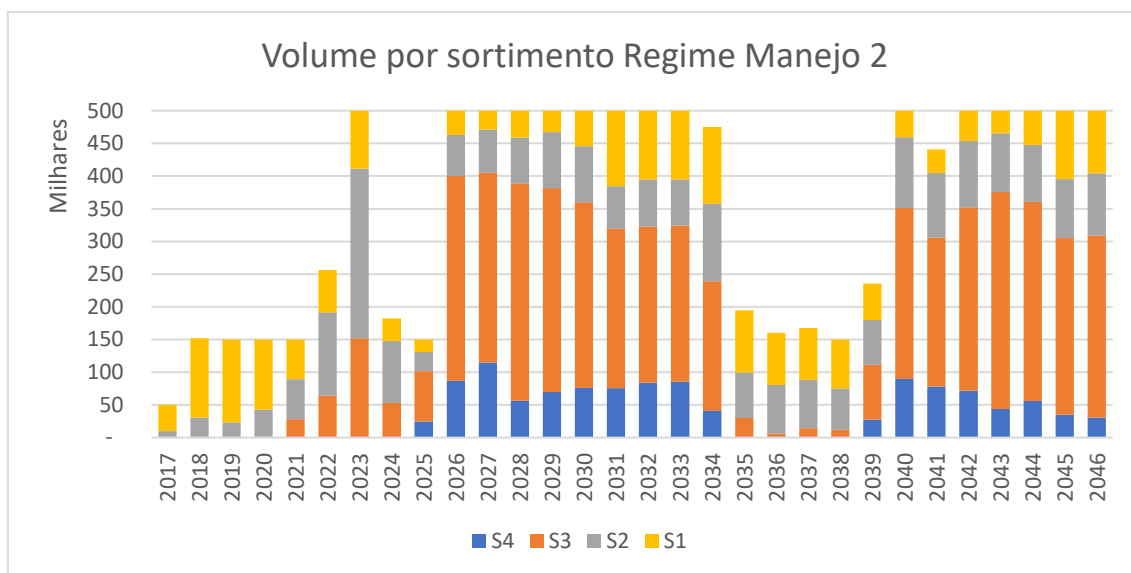


Figura 3 – Estimativa de volume (m³) total, para o regime de manejo 2.

Podemos observar que a produção em volume triplica de 2017 para o 2018 mantendo-se estável até apresentar um aumento desordenado gerando dois picos sem estabilização da produção em 2022 e 2023, voltando a crescer desordenadamente em 2026 com o início do corte raso, mantendo-se estável até o final do ciclo e início do ciclo 2, onde ocorre um decréscimo na produção.

Quando comparamos os volumes gerados por sortimento nos dois regimes de manejo é possível verificar que os volumes para os sortimentos S1, S2 e S3 são muito parecidos nos dois regimes de manejo, sendo aparentemente maior no manejo 2, no entanto o sortimento S4 apresenta uma diferença significativa, estando os maiores volumes para este sortimento presente manejo 1. Em relação a distribuição dos volumes ao longo do horizonte de planejamento pode-se observar que a produção foi mais homogênea no regime de manejo 1.

4.2 Valor Presente Líquido (VPL)

Na Figura 4 estão apresentados os resultados de receita, custo, custo fixo e margem, do processamento realizado para o regime de manejo 1 e utilizados no cálculo do VPL.

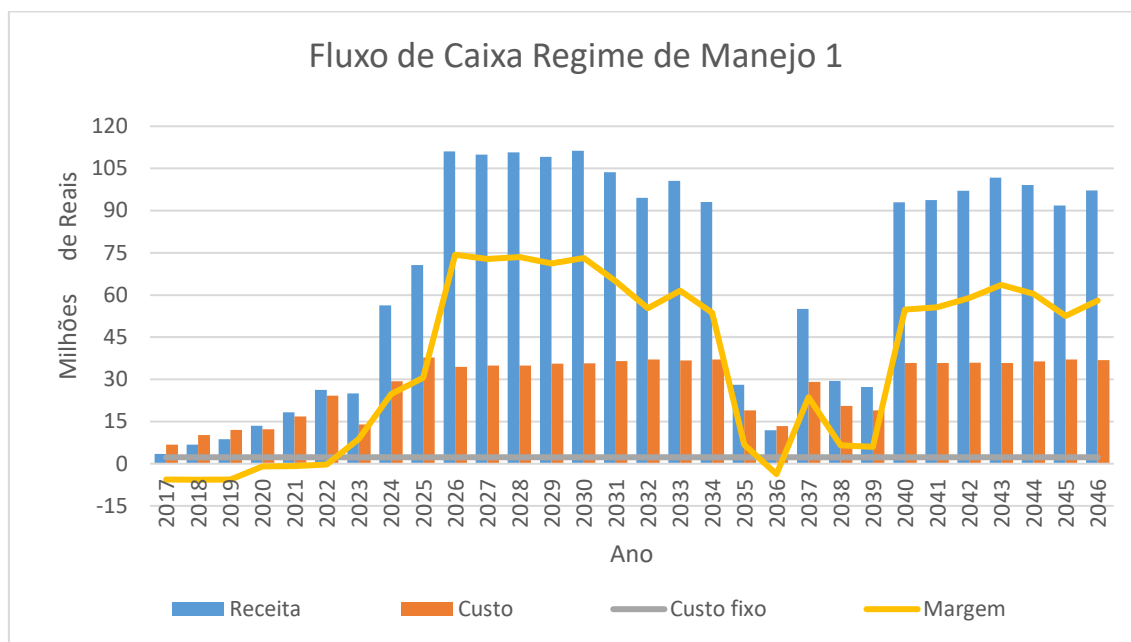


Figura 4 – Fluxo de caixa para o regime de manejo 1.

Nos primeiros 6 anos do horizonte de planejamento a margem é negativa, isso acontece pois há uma maior concentração de atividades de manutenção e tratos silviculturais como as podas (custos) e os preço dos produtos obtidos nos primeiros desbastes é baixo (recita).

No decorrer dos anos a margem vai aumentando gradativamente até estabilizar, apresentando somente um pequeno decréscimo em 2032, voltando a ficar estável até o final do ciclo 1, em 2036 a margem volta a ficar negativa em função da grande quantidade de área a ser plantada e as manutenções a serem realizadas nas áreas já plantadas do segundo ciclo, depois disso volta a crescer e tende a se estabilizar em 2040.

O VPL calculado para o regime de manejo 1, foi de R\$ 241.276.897,00.

Na Figura 5 estão apresentados os resultados de receita, custo, custo fixo e margem, do processamento realizado para o regime de manejo 2 e utilizados no cálculo do VPL.

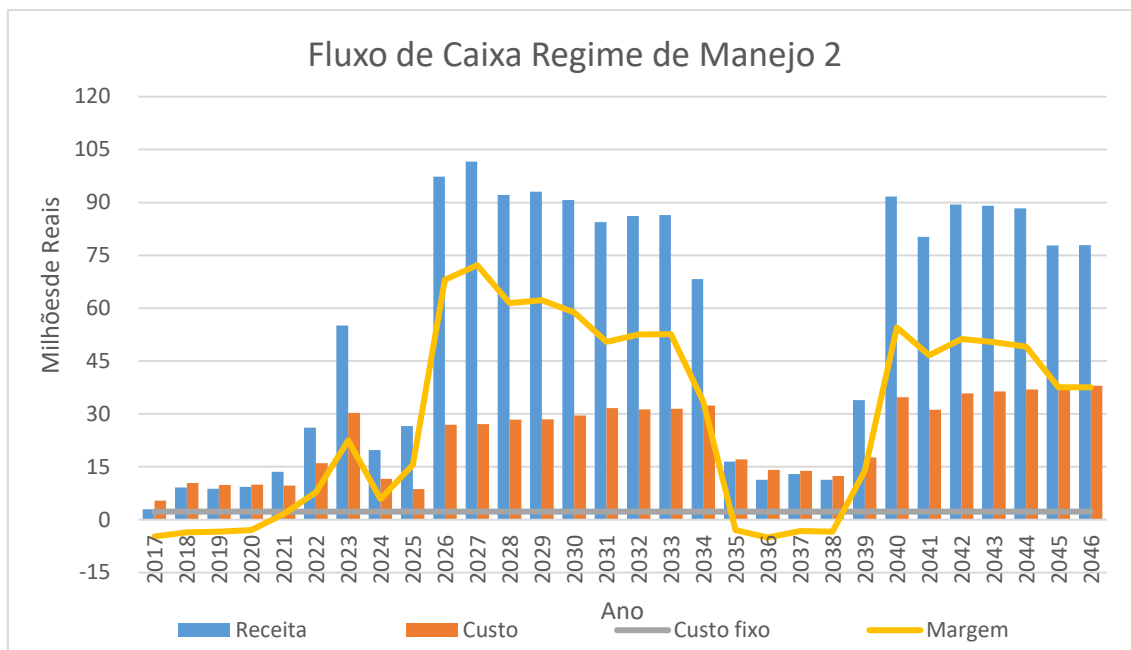


Figura 5 – Fluxo de caixa para o regime de manejo 2.

Neste caso temos a margem negativa nos primeiros quatro anos, também em função de uma maior concentração de atividades de manutenção e tratos silviculturais (custos), no entanto o período é menor em função dos desbastes serem mais intensos neste regime de manejo o que gera uma renda um pouco maior, mesmo com os baixos preços de venda dos produtos obtidos nos primeiros desbastes (receita).

A margem atinge um pico em 2023 devido a uma grande produção de volume de S3 que tem um valor de venda bom, em 2024 decresce e voltando a crescer em 2025, chegando ao máximo em 2027 iniciando um decréscimo gradual ano após ano até se tornar negativa novamente no final do ciclo 1 e início do ciclo 2, permanecendo negativa por mais 4 anos até voltar a crescer.

O VPL calculado para o regime de manejo 2, foi de R\$ 204.154.026,00.

Comparando os valores de VPL dos dois regimes de manejo o regime de manejo que apresentou melhor resultado para a função objetivo, atendendo a restrição de volume de colheita, foi o regime de manejo 1, tendo um VPL 15% maior que o outro regime de manejo.

5 CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos com os processamentos realizados pode-se concluir que:

Em relação aos volumes por sortimento para os sortimentos menores S1, S2 e S3 os volumes são semelhantes em ambos regimes de manejo tanto no manejo 1 com quatro desbaste e corte raso quanto no manejo 2 com três desbaste e corte raso, entretanto no ultimo o volume é levemente maior;

Para o sortimento maior S4 a diferença de volume é significativa, sendo o volume total produzido para o sortimento no manejo com quatro desbaste e corte raso (regime de manejo 1) o dobro do volume total produzido para o mesmo sortimento no manejo com três desbastes e corte raso (regime de manejo 2).

A distribuição do volume total produzido apresenta-se melhor distribuída no regime de manejo 1, pois apresenta um crescimento gradativo na produção estabilizando e mantendo-se mais homogênea que no regime de manejo 2, trazendo benefícios para operação, pois a operação pode ser estruturada paulatinamente, também traz benefícios para venda pois mantendo a produção homogênea fideliza o cliente, pois este sabe que o produto será entregue;

O regime de manejo que apresentou melhor resultado para a função objetivo, atendendo a restrição de produção mínima e máxima de madeira no modelo de programação linear foi o regime de manejo 1 com quatro desbaste e corte raso, apresentando um VPL 15% maior que o manejo 2 com três desbaste e corte raso.

O regime de manejo 1, neste caso do estudo com certeza é a melhor opção, pois apresenta os maiores volumes de madeira grossa que é o objetivo do projeto e conseqüentemente também traria mais lucro.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCE, J.E. Um sistema de programação do transporte principal de multiprodutos florestais visando à minimização de custos. Curitiba, 1997. 94p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BANHARA, J. R. Agendamento otimizado das atividades de colheita de madeira em plantios de eucalipto sob restrições operacionais, espaciais e de risco climático. 2009. 166 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

BATEMAN, T. S.; SNELL, S. A. Administração: construindo vantagem competitiva. São Paulo: Atlas, 1998. 539 p.

BUONGIORNO, J.; GILLES, J.K. Decision Methods for Forest Resource Management. San Diego: Academic, 2003. 439 p.

BUONGIORNO, J.; GILLES, J.K. Forest management and economics. A primer in quantitative methods. Macmillan Publishing Co. New York, 1987. 285 p.

Bioma Pampa – Instituto Brasileiro de Florestal – IBF. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/bioma-pampa.html>>. Acesso em 13/02/2017.

FINGER e SCHNIDER - Determinação Do Peso Do Desbaste Para Florestas De *Eucalyptus Grandis* Hill Ex Maiden, Com Base No Índice De Espaçamento Relativo. Santa Maria: Ciência Florestal, v.9, n.1, 1999.

GOMES, F.S. A seleção de regimes de manejo mais rentáveis em *Pinus taeda* L., na produção de madeira para papel e celulose. Curitiba, 1999, 140p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

GOMIDE, L. R. Planejamento florestal espacial. 2009. 256 p. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Florianópolis, 2009.

HUSCH, B; MILLER, I. C; BEERS, T. W. Forest mensuration. New York: J.Wiley, 1982. 402p.

Pampa - Conhecimentos e Descobertas, Ministério do meio ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>>. Acesso em 19/01/2017.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Planejamento. In: MACHADO, C. C. Colheita florestal. 2. ed. Viçosa: UFV. 2008. Cap 7, p. 185-230.

MARTELL, D. L.; GUN, E. A.; WEITRAUB, A. Forest management challenges for operational researchers. European Journal of Operational Research, Kidlington, v. 104, n. 1, p.1-17, Jan.1998.

MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.

OLIVEIRA, E.B. Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de *Pinus taeda* L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo. Curitiba, 1995, 134p. (Tese – Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. Análise Econômica e Social de Projetos Florestais. Viçosa: UFV, 2001. 389p.

SANQUETTA, C.R. Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal. Curitiba: FUPEF, 1996. (Série Didática nº 08).

SCOLFORO, J.R.S. Manejo Florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 438p.

SCOLFORO, J.R.S.; MAESTRI, R. O manejo de florestas plantadas. In: SCOLFORO, J.R.S. Manejo Florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p. 313-379.