

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Estimação do risco e do valor da floresta para fins securitários no
Brasil**

Gabriel Atticciati Prata

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências, Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Silvicultura e Manejo Florestal

**Piracicaba
2012**

**Gabriel Atticciati Prata
Engenheiro Florestal**

**Estimação do risco e do valor da floresta para fins securitários no
Brasil**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **LUIZ CARLOS ESTRAVIZ RODRIGUEZ**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências, Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Silvicultura e Manejo Florestal

**Piracicaba
2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Prata, Gabriel Atticciati

Estimação do risco e do valor da floresta para fins securitários no Brasil / Gabriel Atticciati Prata. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2012.
126 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Florestas - Valoração - Brasil 2. Fluxo de caixa 3. Risco - Mapeamento 4. Seguro florestal I. Título

CDD 634.92
P912e

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

**AO MEU AVÔ, ARMANDO ATTICCIATI (*in memoriam*),
DEDICO.**

AGRADECIMENTOS

À minha família, por ter me proporcionado o caminho para chegar até aqui.

À Sofia Rael Moreira, pelo incentivo e companheirismo.

Aos meus amigos.

Ao Professor Dr. Fernando Seixas, por ter me recebido provisoriamente como orientado.

Ao Professor Dr. Luiz Carlos Estraviz Rodriguez, por ter assumido minha orientação e apresentado ótimas estratégias para o sucesso deste trabalho.

Ao pessoal de agronegócios da MAPFRE Seguros, por todo apoio nesses cinco anos de trabalho em equipe.

À seguradora Allianz pelas vistorias solicitadas.

Ao Otávio Campoe, pela experiência compartilhada, e ao Clayton Alvares, na colaboração com os mapas.

Aos colegas do LEFS.

Ao Grupo Florestal Monte Olimpo.

Às empresas que disponibilizaram as informações solicitadas.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 DESENVOLVIMENTO.....	17
2.1 Panorama Florestal	17
2.1.1 Florestas no Mundo.....	17
2.1.2 Florestas no Brasil.....	17
2.1.3 Florestas Plantadas no Brasil.....	18
2.2 Investimentos em Florestas.....	20
2.2.1 Avaliação de Projetos.....	21
2.2.2 Valor do Povoamento Florestal	23
2.3 Riscos.....	23
2.3.1 Riscos Climáticos	25
2.3.2 Riscos de Incêndios	30
2.3.3 Mapeamento de Riscos.....	33
2.4 Seguro.....	34
2.4.1 Seguro Florestal no Mundo	35
2.4.2. Seguro Florestal Brasileiro	36
3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 Mapas de Risco.....	40
3.1.1 Risco de Geadas.....	40
3.1.2 Risco de Seca	40
3.1.3 Risco de Incêndio.....	41
3.2 Fórmula Geral de Cálculo do Valor em Risco (VR) da Apólice	43
3.3 Base de Dados para Cálculo do Valor em Risco.....	46
3.3.1 Classes para Fluxos de Caixa.....	47
3.3.2 Atividades Silviculturais	47
3.3.3 Rendimentos, Custos Operacionais e Recomendação de Insumos.....	48
3.3.4 Custos de Sistemas Mecanizados	49
3.3.5 Separação por Classes: Alta, Média ou Baixa Tecnologia	51
3.3.6 Volume de Madeira	52
3.4 Estudos de Caso	55

3.4.1 Local 1 Paraná.....	57
3.4.2 Local 2 Goiás.....	58
3.4.3 Local 3 Maranhão.....	60
3.4.4 Local 4 Minas Gerais.....	61
3.4.5 Local 5 Mato Grosso do Sul.....	62
3.4.6 Local 6 São Paulo.....	63
3.4.7 Local 7 Tocantins.....	64
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4.1 Mapas de Risco.....	67
4.1.1 Risco de Geada.....	67
4.1.2 Riscos de Seca.....	68
4.1.3 Risco de Incêndios.....	70
4.2 Custos para o Fluxo de Caixa.....	72
4.2.1 Custeio para Alta Tecnologia.....	72
4.2.2 Custeio para Média Tecnologia.....	74
4.2.3 Custeio para Baixa Tecnologia.....	75
4.3 Receitas para o Fluxo de Caixa.....	77
4.3.1 Curvas de crescimento.....	77
4.4 Taxa de Juros.....	86
4.5 Estudos de caso.....	87
4.5.1 Local 1 Paraná.....	88
4.5.2 Local 2 Goiás.....	89
4.5.3 Local 3 Maranhão.....	91
4.5.4 Local 4 Minas Gerais.....	92
4.5.5 Local 5 Mato Grosso do Sul.....	93
4.5.6 Local 6 São Paulo.....	94
4.5.7 Local 7 Tocantins.....	95
4.5.8 Casos Consolidados.....	96
4.6. Discussão.....	97
5 CONCLUSÕES.....	101
REFERÊNCIAS.....	103
ANEXOS.....	111

RESUMO

Estimação do risco e do valor da floresta para fins securitários no Brasil

O objetivo do estudo é apresentar um conjunto de alternativas ao mercado de seguro florestal que sistematize o processo de valoração da floresta em apólices de seguro e que proponha os indicadores mais importantes para mapeamento de riscos. Atualmente o cálculo do Valor em Risco (VR) se baseia no custeio ou no valor comercial da floresta. Esse método de cálculo apresenta limitações, pois é comum a seguradora ter que estimar esses valores. Um novo cálculo do VR é aqui proposto e leva em consideração o valor da floresta em função do seu potencial retorno econômico. Esse novo VR considera o fato de que um sinistro interrompe a expectativa de conclusão do atual ciclo de exploração, tendo como consequência (i) a perda de uma receita futura que seria obtida com a madeira produzida pela floresta atual, deduzidos os custos futuros; e (ii) a antecipação da ocupação da área com uma nova atividade, que só aconteceria após o término do atual ciclo de exploração. O método proposto é ilustrado com exemplos, sugerindo três modelos base de custeio: Alta, Média ou Baixa tecnologia, aplicáveis em qualquer parte do Brasil. Para o cálculo das receitas, foram geradas oito curvas de crescimento para eucalipto, com incrementos médio anuais (IMA), aos 7 anos, de: 24, 27, 32, 35, 41, 52, 47 e 60 $\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, nomeadas de BP1, BP2, MP1, MP2, MP3, AP1, AP2, AP3, respectivamente. O novo VR foi aplicado em sete casos reais, em diferentes estados brasileiros. Cada local foi associado com uma estratégia de custos conforme a tecnologia empregada (Alta Média ou Baixa) e vinculado a uma das curvas de crescimento. O preço da madeira considerou valores regionais, e a taxa de desconto utilizada foi de 12% ao ano. Para o Local 1(PR), onde se considerou baixa tecnologia, curva MP1 de produção e madeira a $\text{R}\$45,00\text{m}^{-3}$, o novo VR se mostrou 5% inferior ao valor da apólice; para o Local 2(GO), alta tecnologia, AP2 e madeira a $\text{R}\$45,00\text{m}^{-3}$, o método sugere VR 29% inferior; Local 3(MA), média tecnologia, MP3, $\text{R}\$45,00\text{m}^{-3}$ a estimativa foi 17% superior; Local 4(MG), média tecnologia, MP3, $\text{R}\$33,00\text{m}^{-3}$, o resultado foi 66% inferior; Local 5(MS), alta tecnologia, MP3, e $\text{R}\$42,50\text{m}^{-3}$, a estimativa resultou 41% superior; Local 6, média tecnologia, AP1, e preço $\text{R}\$46,50\text{m}^{-3}$ observou-se um resultado 30% superior; e Local 7, média tecnologia, curva MP2, e preço de $\text{R}\$45,00\text{m}^{-3}$, a estimativa foi 11% superior. Sugeriu-se a utilização de sistemas de informação geográfica (SIG) e da fórmula de Monte Alegre (FMA) como alternativas para mapeamento de riscos. Foram identificados na literatura mapas de riscos de geadas (Estado de SP) e de seca (Brasil) e aplicada a FMA em dados de Piracicaba/SP, indicando o benefício de sua utilização. Recomenda-se que o modelo de cálculo e mapas de risco aqui apresentados sejam incorporados pelas seguradoras em suas rotinas de elaboração de apólices de seguro floresta, para que se garanta um adequado respaldo técnico.

Palavras-chave: Seguro floresta; Fluxo de caixa; Risco

ABSTRACT

Estimation of risk and forest value for insurance in Brazil

The study objective is to present a set of alternatives to the forestry insurance market, to systematize the process of forest valuation and to propose the most important indicators for risk assessment. Currently the forest risk valuation (VR) is based on cost or market value of the forest. This calculation method has limitations because it is common for the insurer to have to estimate these values. A new calculation of the VR is proposed here and takes into consideration the value of the forest in terms of its potential economic return. This new VR considers the fact that hazards interrupts the expected completion of the current exploration cycle, resulting in (i) the loss of future revenue that would be obtained with the wood produced by the current forest, less the costs that would be spent and (ii) the anticipation of the area occupation with a new activity, which would only happen after the current cycle of exploitation. The proposed method is illustrated with examples, suggesting three model based costing: High, Medium or Low technologies, applicable anywhere in Brazil. For the calculation of revenues eight growth curves for eucalyptus were generated, with mean annual increments (MAI) at age 7, 24, 27, 32, 35, 41, 52, 47 and 60 $\text{R}\$.m^{-3}.ha^{-1}$, named BP1, BP2, MP1, MP2, MP3, AP1, AP2, AP3, respectively. The new VR was applied to seven real cases in different states. Each site was associated with a strategy of cost as a function of the technology employed (high medium or low) and linked to one of the growth curves. The price of wood considered regional values, and the discount rate was 12% per year. For Local 1 (PR), was consider low-tech, production curve MP1, and wood to $\text{R}\$ 45,00m^{-3}$, the new VR showed 5% less than the value of the policy; for the Local 2 (GO), high technology, AP2 and wood to $\text{R}\$ 45,00m^{-3}$, the method suggests 29% lower than the policy VR; Local 3 (MA), medium-tech, MP3, $\text{R}\$ 45,00m^{-3}$ estimates a 17% higher VR; Local 4 (MG), medium-tech, MP3, $\text{R}\$ 33,00m^{-3}$, the result was 66% lower; Local 5 (MS), high-tech, MP3, and $\text{R}\$ 42,50m^{-3}$, the estimate suggests 41% higher; Local 6, medium technology, AP1, and price $\text{R}\$ 46.50m^{-3}$ was observed a 30% higher result, and Local 7, medium technology, MP2 curve, and price of $\text{R}\$ 45,00m^{-3}$, the estimate was 11% higher. It was suggested the use of geographic information systems (GIS) and Monte Alegre formula (FMA) as alternatives for risk assessment. Maps of frost risks (for SP state) and drought (Brazil), were indicated. The FMA was applied on Piracicaba/SP database, indicating the benefit of its use. It is recommended that the model calculation and risk maps presented here are incorporated by insurers in their daily development of forest insurance policies to ensure adequate technical support.

Keywords: Forest insurance; Cash flow; Risk

1 INTRODUÇÃO

As florestas existentes no mundo cobrem aproximadamente 30% da superfície terrestre do globo. No Brasil, 62% do território são compostos por florestas naturais ou plantadas, o que caracteriza como a segunda maior área florestal do mundo (*Food and Agriculture Organization - FAO, 2010*).

No total são 6,8 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo 93% com pinus e eucalipto. As áreas com eucalipto abrangem 67% da área com floresta plantada (*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF, 2010*).

O clima e o solo brasileiro criam condições ideais para o reflorestamento (*GONÇALVES, 2002*). O setor florestal está em plena expansão no Brasil, possui boa participação na economia e apresenta-se como importante opção de investimentos.

O investimento florestal requer montante significativo de capital, que fica imobilizado por longo período. Segundo Siqueira (2003), essas são as duas variáveis que mais influenciam a tomada de decisão de se investir em florestas.

O sucesso do empreendimento florestal, assim como outra atividade rural, não depende apenas de um bom manejo, mas também do clima e de ameaças antrópicas. Para Ozaki (2006), a agricultura é uma atividade econômica tipicamente caracterizada pela sua vulnerabilidade a eventos que estão fora do controle do produtor. Catástrofes climáticas e incêndios são os principais riscos para o investimento florestal.

O risco é a possibilidade de prejuízo financeiro associado a determinado ativo. (*GITMAN, 2010*). Considerando que a atividade florestal requer alto investimento inicial, com recuperação de capital apenas no longo prazo, torna-se necessário conhecer o comportamento da relação risco-retorno para a correta tomada de decisão (*NOCE et al., 2005*).

Como forma de garantir ao investidor o patrimônio investido, independente do grau de desenvolvimento da floresta, foi criado o Seguro Florestal, como uma das modalidades do Seguro Rural.

A Superintendência de Seguros Privados (SUSEP) é o órgão responsável pelo controle e fiscalização dos mercados de seguro e resseguro¹ no Brasil. A SUSEP, por meio de suas “circulares”², define as características dos produtos comercializados pelas seguradoras.

Em 1978 foi definida a Circular SUSEP 014, com as regras do “Seguro Compreensivo de Florestas”, que pela primeira vez no Brasil seria comercializado em um ramo específico. Anteriormente, as florestas eram seguradas pelo ramo de incêndios.

Em setembro de 2004 foi publicada a Circular SUSEP 268, com novas mudanças para o funcionamento do seguro florestal, que ainda estão vigentes. Apesar de ter passado mais de 25 anos, foram poucas as mudanças em relação à primeira circular.

O seguro florestal garante cobertura para eventos como incêndio, raio, geada, granizo, seca, chuvas excessivas, tromba d’água e ventos fortes. Alguns dos principais riscos não cobertos são pragas ou doenças, inundações, atos ilícitos (invasões, guerras), entre outros.

Para o bom funcionamento do seguro florestal é necessário que os valores envolvidos na operação sejam bem definidos e haja conhecimento sobre os riscos pertinentes ao local a ser segurado, denominado “local de risco”.

O mercado brasileiro de seguro florestal não utiliza parâmetros baseados em conceitos de Matemática Financeira ou de avaliação de projetos para cálculo do Valor em Risco (VR) da floresta para apólices³ de seguro. O valor é baseado nos custos de implantação e manutenção do povoamento florestal ou pelo valor comercial da madeira/subproduto, quando este o possui.

O cálculo do VR é um dos principais impasses entre seguradora e segurado, para a contratação do seguro.

¹ É a operação em que a seguradora cede parte da responsabilidade e do prêmio recebido às companhias resseguradoras. Basicamente, é um seguro do seguro. Em seguro florestal os resseguradores têm participação de cerca de 90% do valor das operações. Como tomam a maior parte do risco, eles são os maiores interessados para que os contratos de seguro sejam feitos corretamente.

² Circulares SUSEP disponíveis em: <<http://www.susep.gov.br/bibliotecaweb/biblioteca.aspx>>. Acesso em 28 fev. 2009.

³ Apólice é o contrato firmado entre seguradora e segurado, onde constam as condições do seguro.

Quando calculado pelo custeio, é comum que os valores utilizados sejam estimados pela seguradora, pois são raros os casos em que o agricultor declara os gastos em sua floresta.

No cálculo pelo valor comercial, dificilmente o segurado dispõe de dados de volume de madeira. Além disso, os produtos são difíceis de valorar, gerando mais vieses nas estimativas por parte da seguradora.

Há também outras limitações sobre essa metodologia de cálculo do VR, que podem vir a prejudicar algumas das partes envolvidas.

Na análise dos riscos de sinistro⁴, as seguradoras não se utilizam de mapas temáticos ou outras ferramentas que indiquem as principais ameaças por local e espécie. A avaliação é feita apenas por um questionário preenchido pelo proponente do seguro, e a partir do tipo climático definido pelo Mapa de Köppen, que diferencia as taxas⁵ de risco de incêndio, para diferentes zonas climáticas.

Caso fossem utilizados conceitos de matemática financeira e de avaliação de projetos na análise de riscos florestais, poderia ser gerado um modelo de cálculo para o valor em risco, que embasasse a seguradora a montar apólices mais fiéis às realidades de determinado plantio, garantindo maior transparência entre as partes envolvidas nas apólices.

Supõe-se ainda que, a partir da utilização de ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), para criação de mapas de risco, e pela utilização de índices de perigo de incêndio, a seguradora poderá ter mais embasamento na seleção das coberturas de seguro por espécie e local, podendo, assim, reduzir sua sinistralidade.

Nesse contexto, este trabalho propõe a utilização de mapas temáticos e a aplicação de índices de perigo de incêndio como forma de seleção de riscos, testando a aplicação da Fórmula de Monte Alegre (FMA) e selecionando na literatura mapas úteis para o seguro florestal. É proposto também um modelo de cálculo do valor em risco em função de seu potencial econômico e do uso da terra para uma nova atividade, que teria início após a colheita da floresta.

O modelo de cálculo do VR foi gerado apenas para plantios de eucalipto, com ciclos de sete anos de duração.

⁴ “Sinistro”, no mercado de seguro, refere-se ao evento que venha a danificar os bens segurados.

⁵ “Taxas”, neste caso, é o percentual que será aplicado ao valor em risco da apólice para obtenção do prêmio do seguro, que é o valor a pagar pelo segurado pelas coberturas contratadas.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Panorama Florestal

2.1.1 Florestas no Mundo

As florestas no mundo abrangem pouco mais de 4 bilhões de hectares, cobrindo aproximadamente 31% da superfície terrestre do globo. Cinco países concentram mais da metade da área florestal total: Rússia, Brasil, Canadá, Estados Unidos, e China (FAO, 2010).

Segundo dados da FAO (2010), estima-se que 30% das florestas do mundo são utilizadas na produção de madeira e produtos florestais não-madeireiros.

Desde 1990, a área global de floresta plantada tem aumentado. Esse aumento foi superior a 3,6 milhões de hectares por ano entre 1990 e 2000; 5,6 milhões de hectares por ano entre 2000 e 2005 e de 4,2 milhões de hectares por ano entre 2005 e 2010. Na última década, a área de floresta plantada aumentou em uma média de quase 5 milhões de hectares a cada ano (FAO, 2010).

Os produtos de origem florestal figuram entre os 10 principais comercializados internacionalmente, com 3% do comércio global e cerca de US\$ 300 bilhões (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS, 2008).

2.1.2 Florestas no Brasil

O Brasil possui aproximadamente 520 milhões de hectares (62% do seu território) entre florestas naturais e plantadas, o que representa a segunda maior área de florestas do mundo (FAO, 2010). Destes, aproximadamente 98,5% são de florestas nativas (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB, 2010).

Estudos de mapeamento da vegetação brasileira realizados pelo SFB (2010) verificaram que a Amazônia possui a maior área entre os biomas naturais (354,6 milhões de hectares), seguida pelo Cerrado (66,4), Caatinga (47,0), Mata Atlântica (29,9), Pantanal (8,7) e Pampa (3,2).

Segundo a ABRAF (2010), as florestas plantadas abrangem quase 7 milhões de hectares. O Brasil foi o sétimo no aumento em extensão de florestas plantadas nos últimos 20 anos no mundo, sendo o menor percentual entre os 10 países com

maior área plantada no planeta (FAO, 2010), o que atribui ao país grande potencial de crescimento no setor florestal.

Segundo Silva et al. (2010), a importância do setor florestal brasileiro pode ser identificada em vários aspectos, entre eles, a participação na formação do Produto Interno Bruto Nacional (PIB), o consumo interno de produtos florestais, participação nas exportações e na geração de empregos.

Conforme apurou a SBS (2008), o setor de base florestal nacional teve participação de 3,4% do PIB (US\$ 1,3 trilhão), contribuiu com 5,6% do total nacional de exportações (US\$ 9,1 bilhões) e gerou empregos na ordem de 8,6 milhões. Apresentou crescimento econômico em diversos setores, como no mercado de toras, celulose e papel, papelão ondulado, carvão vegetal e madeira serrada, entre outros.

2.1.3 Florestas Plantadas no Brasil

Segundo dados da ABRAF (2010), o Brasil possui cerca de 6,8 milhões de hectares de florestas plantadas, principalmente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que abrangem 93% do total. As demais espécies somam 472 mil hectares. Dentre elas, as que mais se destacam em extensão, são: Acácia (*Acacia* spp.), Seringueira (*Hevea brasiliensis*), Paricá (*Schizolobium amazonicum*), Teca (*Tectona grandis*), Araucária (*Araucaria angustifolia*) e Populus (*Populus* spp.).

Tabela 1 – Distribuição da área de florestas plantadas no Brasil

Espécie	Área Plantada em 2009 (ha)	%
Eucalipto	4.515.730	67%
Pinus	1.794.720	26%
Demais espécies	472.050	7%
Total	6.782.500	100%

Fonte: ABRAF(2010).

Nos últimos cinco anos as florestas de eucalipto cresceram 7,1% em área plantada. Em contrapartida, as áreas com pinus estão diminuindo desde 2007 (ABRAF, 2010).

A redução de plantios de pinus está ligada, em parte, à substituição gradativa de seus povoamentos por eucalipto ou por outras culturas, e parte pela crise

econômica mundial que afetou bastante a indústria madeireira (ABRAF, 2010). A expansão na área plantada com eucalipto justifica-se pelo seu rápido crescimento, alta produtividade, técnicas silviculturais e possibilidade de aproveitamento mais nobre da madeira (CARVALHO, 2010).

Dentre os diferentes usos possíveis do eucalipto, estão: energia, celulose e papel, produção de móveis, construção civil, laminação, compensados, chapas de fibras, postes, dormentes, óleos essenciais, entre outros usos (SILVA et al. 2005; SBS, 2008; CARVALHO, 2010).

Por meio do melhoramento genético, das condições edafo-climáticas favoráveis e das mais modernas práticas silviculturais para manejo florestal, o Brasil apresenta excelente produtividade de madeira quando comparado a outros países (GARLIPP, 2001; DOSSA et al., 2002; SBS, 2008).

A produtividade do eucalipto é considerada como um dos principais fatores que determinaram a sua expansão no mercado brasileiro. Uma produtividade média anual em torno de 35 m³/ha/ano, embora qualificada bastante razoável em outras partes do mundo, é considerada relativamente baixa no Brasil onde o plantio de eucalipto melhor adaptado e o uso de boa tecnologia permitem rendimentos de até 60 m³/ha/ano (DOSSA et al., 2002).

Em plantios comerciais de eucalipto, as empresas associadas da ABRAF são responsáveis pelos Incrementos Médios Anuais (IMAs) comerciais mais elevados do país, que cresceu de 36,7 m³/ha/ano, em 2005, para 40,5 m³/ha/ano, em 2009 (ABRAF, 2010).

Considerando a aptidão brasileira para silvicultura, e os altos custos envolvidos na implantação de uma floresta, existem mecanismos de financiamento de fundos público que incentivam os plantios no Brasil, tanto em escala industrial, quanto familiar (ABRAF, 2010).

Em 2002, o Programa Nacional de Florestas (PNF) lançou o Programa de Plantio Comercial de Florestas (PROPFLORA), coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Em seguida, para os produtores familiares, o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) criou o PRONAF FLORESTAL, entre outras iniciativas para o setor (MENDES, 2005).

Dentre as linhas de créditos e financiamentos disponibilizadas pelo governo federal destacam-se o BNDES Floresta e o Financiamento a Empreendimentos

(FINEM), que, diferentemente dos demais, não estipula valores máximos de financiamento e, sim, mínimos (ABRAF, 2010).

Segundo dados da FAO (2010), a distribuição dos gastos públicos no setor florestal mostra uma grande variação entre os países. Vinte e sete gastam menos de um dólar por hectare (US\$ 1,00/ha). O Brasil é um dos países com menor despesa pública no setor florestal, com investimento de US\$ 0,10/ha.

Apesar das excelentes condições edafo-climáticas brasileiras, que propiciam ao país inúmeras vantagens no desenvolvimento da atividade florestal, as linhas de créditos criadas e o incentivo público no setor florestal ainda são muito inferiores a outros países com vocação florestal. Esse fato reforça ainda mais a necessidade de investimentos nessa área.

2.2 Investimentos em Florestas

Em qualquer tipo de investimento, o investidor busca a melhor rentabilidade para os recursos aplicados (KLEMPERER, 1996). Essa teoria também se aplica em manejo florestal (LEUSCHNER, 1984).

De acordo com Klemperer (1996), investidores florestais esperam um retorno maior do que se estivessem aplicado a mesma quantidade de dinheiro pelo mesmo período, em suas melhores alternativas, com um risco similar.

A atividade florestal requer alto investimento inicial e possui retorno financeiro apenas no longo prazo (KLEMPERER, 1996). Desta forma, é muito importante o conhecimento das variáveis que influenciam o negócio, pois a oscilação de cada uma pode significar a perda parcial ou até mesmo total da rentabilidade (REZENDE et al., 1996; SIQUEIRA, 2003; NOCE et al., 2005).

De acordo com Dell’Agnolo (2010), as principais variáveis na análise de um investimento em florestas, são:

- **Capital:** recursos para implantação e manutenção da floresta;
- **Juros:** taxa de captação dos recursos e de formação do capital, que deverá ser aplicada sobre o fluxo de caixa;
- **Horizonte de Planejamento:** varia conforme o manejo pretendido para a floresta, existindo um tempo mínimo para amortização do investimento inicial e também os juros incorridos no período;

- **Rentabilidade:** depende da interação dos itens anteriores e da venda da madeira ou produto final da floresta;
- **Riscos:** quaisquer ameaças a sanidade da floresta, podendo ser pragas, eventos climáticos adversos, incêndios florestais, etc.

Dado um montante de capital, o problema é encontrar um padrão para sua aplicação, que maximize os resultados do fluxo de caixa (KLEMPERER, 1996).

A taxa de juros indica a remuneração do capital durante o período de tempo do investimento (REZENDE; OLIVEIRA, 2001). No longo prazo, como em investimentos florestais, exerce forte influência sobre a atratividade do negócio.

Dell'Agnolo (2010) discute sobre os retornos de investimentos florestais em países com diferentes produtividades e taxas de juros, e mostra que apesar de o Brasil possuir a melhor produtividade, países com taxas menores levaram vantagem no retorno financeiro do investimento

A interação entre a aplicação do capital, a taxa de juros, o horizonte de planejamento e a rentabilidade do projeto, formam o fluxo de caixa do investimento florestal.

Dados sobre custos de produção e fluxo de caixa para eucalipto podem ser encontrados em trabalhos como o de Silva e Fontes (2005), Nishi et al. (2005), Murakami (2007), Castro et al. (2011), entre outros, que utilizam de critérios de avaliação de projetos na análise da viabilidade do investimento

2.2.1 Avaliação de Projetos

Existem diferentes formas de se avaliar o desempenho de um projeto florestal. A aplicação dos critérios de análise econômica é fundamental para se decidir qual o melhor projeto e/ou alternativa de manejo a serem adotados (SILVA; FONTES, 2005).

A avaliação econômica de um projeto baseia-se em seu fluxo de caixa, ou seja, na relação entre os custos e as receitas distribuídos ao longo da vida útil do empreendimento (SILVA et al., 2005).

Segundo Silva et al. (2005), não há consenso quanto à forma de avaliação mais indicada. Esses métodos podem ser divididos em dois grupos principais:

O primeiro grupo compreende aqueles em que não se considera a variação do capital no tempo, e são mais indicados para horizontes de planejamento muito curto.

O segundo grupo considera a variação do capital no tempo, e são indicados na avaliação de projetos florestais (GUNTER; HANEY, 1984; KLEMPERER, 1996; SILVA; FONTES, 2005):

- Valor Presente Líquido (VPL);
- Taxa Interna de Retorno (TIR);
- Razão Benefício/Custo (B/C);
- Valor Anual Equivalente (VAE);
- Custo Médio de Produção (CMP); e
- Valor Esperado da Terra (VET), também conhecido como Critério de Faustmann.

Cada método possui sua peculiaridade. Existem pontos positivos e negativos na utilização de cada um desses métodos (GUNTER; HANEY, 1984; KLEMPERER, 1996), por isso, o gestor florestal deve optar pelos projetos que sejam economicamente viáveis, de acordo com seu principal interesse.

O VPL é o valor presente das receitas e despesas de um projeto de investimento. O projeto é considerável viável economicamente, se o VPL for maior que zero (SILVA; FONTES, 2005).

O VET é um termo florestal usado para representar o Valor Presente Líquido de uma área de terra nua de uso perpétuo para a produção de madeira. Por considerar o horizonte infinito, é amplamente utilizado na análise econômica de projetos florestais, pois elimina o problema de se compararem projetos com diferentes durações (SILVA; FONTES, 2005).

Outra tarefa importante para o gestor florestal é estabelecer um valor para o povoamento, mesmo que ainda não tenha atingido o estágio de maturação ou idade de corte. Nesse caso, há custos e receitas que ocorrerão no futuro, os quais devem ser considerados na análise (SILVA et al., 2005).

2.2.2 Valor do Povoamento Florestal

“Valor” é atribuído a certo bem ou serviço que proporciona algo desejável para quem o possui, podendo ser um bem material, ou não. Valoração de florestas é o estabelecimento de um valor para uma produção florestal (LEUSCHNER, 1984).

A finalidade de se calcular o valor produtivo de um povoamento florestal se deve aos interesses econômicos para fins de compra e venda, indenização (seguros), desapropriação (linhas de transmissão, estradas e barragens) e loteamento (SILVA et al., 2005).

Plantios florestais podem ser manejados para diferentes usos e em distintas atividades econômicas. Conforme o interesse em questão, a forma de se valorar o ativo florestal pode variar.

A valoração de florestas para fins da contratação de seguro floresta é um assunto ainda escasso na literatura, mas antes de discutir essa questão, é preciso o conhecimento dos principais riscos no investimento em recursos florestais.

2.3 Riscos

De acordo com Gitman (2010), o risco é a possibilidade de prejuízo financeiro na aplicação de capital em determinado ativo. Possuem diversas dimensões e características e têm sido analisados pelos pesquisadores há várias décadas (FREIRE, 2006). A relação risco/retorno é extremamente importante na determinação do destino dado ao capital, sendo desejável uma relação coerente entre essas duas variáveis (GITMAN, 2010).

Publicações científicas sobre mortalidade de florestas devido a riscos climáticos têm aumentado nos últimos 25 anos, com crescimento significativo a partir de 2003 (ALLEN et al., 2009).

Risco pode ser definido como a perda esperada devido a um determinado perigo em certa área e período de tempo. Desconsiderando o custo de capital, a perda esperada pode ser calculada como o prejuízo financeiro devido a determinado dano e a probabilidade de sua ocorrência. (GADOW, 2000).

De acordo com Astolpho et al., (2005), para o planejamento agrícola é importante o conhecimento das probabilidades de sua ocorrência.

No setor florestal, a probabilidade de dano depende da idade, espécie, e localização do plantio. É conhecido por ser constante ao longo do tempo para os povoamentos similares (KUBOYAMA; OKA, 2000).

Para Allen et al. (2009), nenhum tipo de floresta é invulnerável às mudanças climáticas, mas com o devido planejamento, as incertezas podem ser reduzidas (GADOW, 2000).

As probabilidades e efeitos dos riscos naturais podem variar de acordo com escala espacial, e também interpretativa, pois os proprietários, gestores ou partes interessadas podem não compartilhar a mesma aversão ao risco (HANEWINKEL et al., 2010). Para o autor, isso significa que os métodos de avaliação não são uniformes e que as opiniões divergem sobre como utilizar os resultados do monitoramento de risco, na gestão do negócio.

Segundo Hannewinkel et al. (2010), o processo de gestão de risco é composto por três grandes etapas: análise ou avaliação do risco, sua manipulação e, por último, seu controle.

Gadow (2000) afirma que aplicações de análise de risco em planejamento florestal são muito raras, que deveria ser dado mais ênfase em trabalhos de predição de perigos.

O primeiro passo, referente à avaliação de riscos, concentra-se na estimativa da probabilidade de um evento particular e da gravidade de seus resultados. A manipulação está ligada à busca de alternativas para minimização de suas ocorrências e no cálculo dos custos totais do controle das medidas adotadas como forma de manejar riscos indesejáveis (HANEWINKEL et al., 2010).

Um perigo potencial só será considerado como um risco, se a probabilidade de sua ocorrência for maior que zero, e se causar danos a um objeto “valioso” (GADOW, 2000).

Segundo Kuboyama e Oka (2000), a silvicultura enfrenta diversos riscos, sendo os mais importantes classificados em quatro categorias principais, (1) abióticos (desastres climáticos); (2) bióticos (pragas e doenças); (3) antrópicos, e (4) econômicos.

Esse trabalho aborda alguns dos principais riscos naturais e antrópicos para o desenvolvimento das plantas, que ameaçam os recursos florestais.

2.3.1 Riscos Climáticos

A dinâmica do estresse em plantas consiste em três fases: i) fase de alarme, quando os impactos dos fatores estressantes desestabilizam estruturas e funções; ii) fase de resistência, quando a exposição ao fator estressante é prolongada e altos níveis de resistência são desenvolvidos podendo resultar em re-estabilização; iii) fase de exaustão, quando ocorrem danos irreversíveis aos tecidos e as plantas morrem (LARCHER, 2006).

2.3.1.1 Geadas

A geada é formada pelo congelamento direto do vapor d'água existente na atmosfera sobre a planta, ocorre quando a temperatura ambiental cai a níveis abaixo de 0 °C (CASTRO et al., 2003).

Os danos nas plantas são decorrentes do congelamento dos líquidos presentes nos espaços intercelulares, havendo ruptura de membranas e extravasamento do citoplasma (HIGA et al., 2000).

Segundo Larcher (2006), as plantas desenvolveram uma grande variedade de mecanismos para a sobrevivência em *habitats* expostos a longos períodos de congelamento. O que define a sobrevivência de uma planta sob um clima frio é sua capacidade de tolerância ao congelamento. Quanto mais a planta estiver adaptada às baixas temperaturas, menos severos serão os danos causados pela geada.

De acordo com Castro et al. (2003), no Brasil, a geada ocorre principalmente, nos planaltos sulinos e nas áreas montanhosas da região Sudeste. A época de ocorrência de geadas varia consideravelmente de ano para ano e são normalmente mais perigosas, porque embora as temperaturas raramente sejam muito baixas, elas atingem as plantas com pouca ou nenhuma rustificação (LARCHER, 2006).

Pesquisas sobre recuperação de plantas, após terem sofrido danos de geadas, são recentes (HIGA et al., 2000). Segundo o autor, não se sabe ao certo o comportamento do indivíduo afetado após esses eventos.

O termo resiliência vem sendo empregado nesse tipo de estudo e pode ser definido como a capacidade de um indivíduo voltar ao normal após ter sido danificado ou, ainda, a capacidade de recuperação de uma planta após ter sido exposta a fatores adversos. (HIGA et al., 2000).

Para Astolpho et al. (2005), a determinação do risco de ocorrência de geadas é importante na orientação a agricultores, extensionistas e demais órgãos no planejamento agrícola.

Uma forma de calcular as probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas de forma mais precisa se dá pelo uso de maior rede de postos agrometeorológicos, modelos probabilísticos apropriados e técnicas modernas de mapeamento (ASTOLPHO et al., 2005).

Uma das informações importantes para o planejamento é o risco de ocorrência de geadas, expresso na forma de "porcentagem de risco" ou "probabilidade de ocorrência" (ASTOLPHO et al., 2005).

Apesar de serem eventos climáticos ocasionais, as geadas são um dos principais fatores limitantes aos plantios comerciais do eucalipto, na região sul do Brasil (SANTOS et al., 2001).

A ocorrência de geadas severas nos estágios iniciais de crescimento pode comprometer o desenvolvimento do eucalipto de forma muito mais drástica que em plantas adultas, principalmente no que se refere à sobrevivência (HIGA et al., 2000).



Figura 1 - Planta de eucalipto com 6 meses de idade, com parte da copa seca devido à geada (A). Danos estruturais nos galhos decorrentes do evento (B)

É recomendável a adoção de um conjunto de medidas silviculturais complementares, para que talhões jovens sejam menos afetados pelas geadas, como antecipação do plantio e práticas silviculturais bem executadas, de forma que favoreçam o crescimento inicial e reduza o período de susceptibilidade ao evento (EMBRAPA, 1988).

Árvores de eucalipto afetadas por geada apresentam, desde a queima de ponteiros, até a perda total da copa (SANTOS et al., 2001). De acordo com o grau de dano, os reflexos à planta são distintos.

Higa et al. (2010) estudaram a resistência e resiliência das plantas afetadas pela geada e chegaram à conclusão que as correlações entre a resistência e resiliência foram altamente significativas e inversas, indicando que essas características são conseqüências de processos fisiológicos distintos.

Um número reduzido de espécie do gênero *Eucalyptus* é indicado para plantios na Região Sul do Brasil, onde as geadas são severas. Na década de 1980, apenas o *E. dunnii* e *E. viminalis* eram recomendados para plantios comerciais na região (EMBRAPA, 1988). Nos dias de hoje, outras espécies aparecem nessa lista, como o *E. benthammi*, por exemplo.

2.3.1.2 Seca

A seca ocorre quando há restrição de água disponível em estado termodinâmico apropriado. Essa situação pode ocorrer por diversos motivos, como pela intensa evaporação, por exemplo. O estresse causado pela seca pode ser também devido à absorção inadequada de água pelas plantas que crescem em solos muito rasos, incapazes de proporcionar desenvolvimento adequado ao sistema radicular (LARCHER, 2006).

O aumento da freqüência, duração e/ou gravidade da seca e estresse por calor, associado às mudanças climáticas, pode alterar fundamentalmente a composição, estrutura e biogeografia das florestas em muitas regiões (ALLEN et al., 2009). Segundo o autor, esse cenário já é observado em todos os continentes do planeta.

Morte decorrente de seca ocorre pela interação entre a oferta e a demanda de água. A quantidade de água disponível para as plantas dependerá das chuvas que ocorrem durante a fase de estabelecimento e da quantidade de água armazenada no solo antes do plantio. A tolerância varia entre as espécies (HUTH et al., 2008).

Plantas mais resistente à seca garantem uma melhor absorção de água, por meio de um extenso sistema radicular, com uma grande área ativa de absorção e rápido crescimento em direção às camadas mais profundas do solo (LARCHER,

2006). Essas características podem ser observadas em plantios de eucalipto, que necessitam de longo período de estresse hídrico para apresentarem os sintomas.

Algumas práticas silviculturais são recomendadas para proteção contra seca, como um preparo adequado de solo para facilitar a penetração das raízes, controle da mato-competição, proteção do solo, plantio em épocas úmidas, escolha de procedências adequadas e desbastes (COLÉGIO FLORESTAL DE IRATI, 1986).

No sudoeste australiano, técnicas de desbaste, associada à boa nutrição das plantações, têm sido uma ótima estratégia para resistência à seca, mantendo a maximização do crescimento e retornos financeiros (WHITE et al., 2009).



Figura 2 – Árvores de eucalipto com 3 anos, mortas devido à seca no sudoeste de Goiás

2.3.1.3 Granizo

Precipitação sólida de grânulos de gelo, transparentes ou translúcidos, de forma esférica ou irregular, raramente cônica, de diâmetro igual ou superior a 5mm (CASTRO et al., 2003). Segundo o autor, o fenômeno ocorre em todos os continentes, especialmente em regiões montanhosas.

As tempestades de granizo de maior magnitude ocorrem em regiões continentais de clima quente, especialmente na Índia e na África do Sul. No Brasil, as regiões mais atingidas por granizo são a Sul, Sudeste e parte meridional da Centro-Oeste (CASTRO et al., 2003).

O granizo é um evento climático ocasional e localizado, que provoca o desfolhamento das árvores e pode vir a danificar ramos e hastes. Os danos

favorecem a entrada de patógenos, que resultam na seca de ramos e ponteiros e podem causar a morte da planta (SANTOS et al., 2001).

As plantas jovens submetidas ao granizo apresentam danos em toda a parte aérea, podendo, em casos de alta intensidade, atingir o lenho. Ocorre um severo desfolhamento, e as folhas, quando ainda aderidas às árvores, apresentam-se rasgadas. Esses danos geralmente inviabilizam a plantação para exploração comercial (SANTOS et al., 2001).

Segundo Santos et al. (2001) um indicativo da ocorrência de granizo é a ocorrência dos danos em apenas uma direção. Nas plantas, somente um lado do tronco ou da copa apresenta-se danificado.

2.3.1.4 Ventos Fortes

O risco de danos de vendaval é a probabilidade da ocorrência de ventos fortes e/ou tempestades de vento que causem danos aos recursos valorizados, como a madeira. (BRUNETTE; COUTURE, 2008).



Figura 3 – Floresta de eucalipto de 2,5 anos durante o vendaval (A). Árvores de eucalipto de 2,5 anos, quebradas pelo vento (B)

Danos causados por vento ocorrem a partir de velocidades de 20 m/s (COLÉGIO FLORESTAL DE IRATI, 1986); o estrago geralmente depende da espécie plantada (BRUNETTE; COUTURE, 2008).

A composição das espécies é um fator importante na vulnerabilidade ao vento. As coníferas são consideradas mais susceptíveis que as folhosas, por isso, a

troca de espécie é uma opção para a redução desse tipo de dano (SCHELHAAS et al., 2010). Espécies de raízes superficiais são mais susceptíveis do que as com raízes pivotantes (COLÉGIO FLORESTAL DE IRATI, 1986).

A ocorrência de um evento, como um forte vento, danifica apenas uma parte da floresta, não a destrói completamente (GADOW, 2000).

Segundo a FAO (2005), o risco de vento forte em países europeus é baixo, inferior a 1%, porém, algumas áreas são mais susceptíveis do que outras. Para Schelhaas et al. (2010), é esperado o aumento nos casos de risco de danos por vento em florestas européias, devido, principalmente, ao acréscimo no estoque de madeira em pé e a vulnerabilidade definida por classe de idade e espécie.

No Brasil, espécies clonais de eucalipto, principalmente as desenvolvidas para papel e celulose, são melhoradas geneticamente para possuir menor teor de lignina na madeira, reduzindo assim sua resistência. Associando essas características genéticas ao elevado ritmo de crescimento nos primeiros anos de plantio, fazem com que o perigo de ventos para essas plantas seja muito alto, principalmente nos dois primeiros anos da floresta.

Pouco se sabe sobre os investimentos em atividades de manejo florestal que reduzam a ocorrência de vendaval ou outros danos que causam pelo evento (BRUNETTE; COUTURE, 2008).

Algumas técnicas podem ser adotadas para minimizar as perdas por ventos, como abrir aceiros para formação de árvores mais robustas, que auxiliam na proteção; realizar desbastes; evitar abrir ou expor demais a floresta e impedir a formação de um “muro denso” de árvores, de forma que o vento penetre no povoamento, e perca força (COLÉGIO FLORESTAL DE IRATI, 1986).

2.3.2 Riscos de Incêndios

Desconsiderando os ecossistemas que necessitam do fogo para sua estabilidade, os incêndios são um grande problema para as florestas em todo o mundo. A cada ano, apesar da adoção de práticas protecionistas, o fogo destrói ou danifica seriamente grandes extensões florestais do planeta (HANEWINKEL et al., 2010).

Para se conhecer o problema do fogo em reflorestamentos e outros tipos de vegetação, é imprescindível contar com estatísticas confiáveis sobre ocorrência de incêndios (SOARES, 1994).

As causas dos incêndios são muito variáveis. Pensando nisso, o Serviço Florestal Americano criou um agrupamento, utilizado pela FAO, que produz dados estatísticos comparáveis entre si. Essa ação, que tem demonstrado bons resultados, definiu oito grupos de causas: raios, incendiários, queimas para limpeza, fumantes, fogos de recreação, estradas de ferro, operações florestais e “diversos” (SOARES; BATISTA, 2007).

No entanto, os incêndios florestais são extremamente subnotificados em nível global. Em média, 1% de todas as florestas é relatada como atingidas por incêndios florestais, anualmente. Faltam informações de muitos países, especialmente os africanos (FAO, 2010).

Segundo Soares e Batista (2007), as condições meteorológicas mais determinantes na propagação dos incêndios são temperatura, umidade relativa do ar, vento e precipitação. A topografia também exerce influência sobre o comportamento do fogo; locais situados em menores altitudes e relevo mais inclinado são mais susceptíveis à propagação de incêndio, por exemplo.

Plantios florestais, como os de eucalipto e pinus, resultam em ambientes mais secos que os encontrados em matas naturais, criando condições favoráveis à ignição e propagação dos incêndios (SOARES, 1994).

Segundo dados estatísticos, a ocorrência de incêndios no Brasil é superior em áreas de eucalipto, quando comparado com outras espécies (SOARES, 1994). Isso se deve principalmente às grandes extensões de plantio com eucalipto; entretanto, essas espécies têm demonstrado melhor resiliência ao fogo do que outras (PEKIN et al., 2009).

Árvores jovens são muito mais sensíveis ao fogo do que as adultas. A destruição total das árvores pelo fogo não é muito freqüente, a não ser em casos de extrema intensidade. Geralmente as árvores de médio e grande porte ainda podem ser parcial ou totalmente aproveitadas após um incêndio (SOARES; BATISTA, 2007).

A prevenção dos incêndios é o primeiro aspecto a ser considerado. Quando não se consegue evitá-lo, é necessário estruturar sistemas de combate eficientes a

fim de se reduzir ao mínimo possível os danos provocados pelo fogo (SOARES, 1994).

O combate compreende um conjunto de atividades cujo objetivo é reduzir ou anular a probabilidade de o incêndio começar, assim como limitar sua propagação caso ele ocorra (SOARES; BATISTA, 2007).



Figura 4 - Florestas de eucalipto de diferentes idades, atingidas por incêndio

Grandes, médios e pequenos empreendimentos mostram-se preparados para monitorar e combater incêndios florestais no Brasil (RODRIGUEZ et al., 2011).

Técnicas de prevenção a incêndios baseiam-se na silvicultura preventiva, que na concepção de Haltenhoff (1998), consiste no manejo de plantações ou de florestas nativas, com a finalidade de modificar a estrutura do material combustível disponível. A intenção é satisfazer os objetivos de proteção contra incêndios florestais, associando esse cuidado ao melhoramento da produção e qualidade do meio ambiente.

Silvicultura preventiva deve ser entendida como uma gestão altamente rentável, se visto da perspectiva de que através dela damos uma maior segurança aos recursos florestais, minimizando prejuízos (HALTENHOFF, 1998).

Abertura de aceiros, cortinas de segurança, estradas rurais, etc, devem ser planejadas e implementadas no momento do estabelecimento das plantações. Outras técnicas, como a redução de material combustível, desbastes, etc, devem ser bem planejadas (HALTENHOFF, 1998).

O conhecimento do grau de perigo diário é uma excelente ferramenta para as atividades de prevenção e combate. Dessa forma, os índices de perigo foram

criados como indicadores da probabilidade de se ocorrer um incêndio (BATISTA; SOARES, 2007).

Dentre os principais índices utilizados no mundo, a Fórmula de Monte Alegre (FMA), desenvolvida no Paraná, por Soares (1972), tem sido usada por várias empresas e instituições florestais para estimar o risco de incêndios (SOARES, 1998).

Soares (1998) comparou sua eficiência a outros índices utilizados nos Estados Unidos. Em 100% dos casos foi mais eficiente, principalmente devido a sua simplicidade de cálculo, onde só considera o número de dias sem chuva, e a umidade relativa do ar (%) aferida às 13 horas, diariamente.

Nunes (2005) propôs uma modificação no índice FMA, criando a Fórmula de Monte Alegre alterada, acrescentando a variável de velocidade do vento, com objetivo de apresentar indicação à intensidade de propagação do fogo. Depois disso, Nunes et al. (2006) sugeriu novas adaptações à FMA alterada, atribuindo diferentes escalas de perigo conforme a região.

2.3.3 Mapeamento de Riscos

Um dos instrumentos de análise de risco mais eficientes é o mapeamento das áreas de risco. A partir desse mapa é possível elaborar medidas preventivas, planificar situações de emergência e estabelecer ações conjuntas entre a comunidade e o poder público, com o intuito de promover a defesa permanente contra os desastres naturais (*International Strategy for Disaster Reduction - ISDR, 2002*).

O uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG) é importante para o planejamento estratégico do agronegócio. Pode promover solução alinhada com as necessidades de negócio, integrada aos demais sistemas existentes e a um custo que seja compatível com a realidade da organização (CASTRO; COUTINHO, 2009).

O mapeamento de áreas de risco exige uma grande quantidade de informações, que podem ser mais facilmente analisadas com o uso de SIG, tais como: tipo de solo, relevo, clima, hidrografia e restrições ambientais, entre outras (CASTRO; COUTINHO, 2009).

A manipulação das informações orienta os gestores florestais no seu compromisso de abastecer a indústria com regularidade e sustentabilidade, nos três

níveis de planejamento da produção florestal: estratégico, tático e operacional (NOBRE et al., 2004).

2.4 Seguro

A agricultura é uma atividade econômica tipicamente caracterizada pela sua vulnerabilidade a eventos climáticos, que trazem prejuízos em seu processo produtivo e resultado (OZAKI, 2006).

A ligação entre desastres ambientais e resultado econômico é evidenciada pelos incentivos financeiros para redução desses eventos. Historicamente, o investimento é feito com prioridade à obtenção, para depois se preocupar com a proteção dos recursos. Este é o princípio por trás do mercado de seguro ou outros esforços para mitigação dos riscos (ISDR, 2002).

De modo geral, o seguro propicia a proteção da renda em casos de eventos indesejáveis. O seguro agrícola é uma importante ferramenta de transferência do risco para outros agentes do cenário econômico (OZAKI, 2006). Para Castro et al. (2003), o seguro agrícola é a principal forma de reduzir os possíveis prejuízos dos agricultores.

Segundo Martín (2006), em meados do século XIX começaram as primeiras atividades de seguro no meio agrário da Espanha. No período anterior a 1900, não há informações consistentes sobre a existência de atividades de seguro para florestas.

No princípio do século XX, alguns problemas impediam a aplicação do seguro florestal na Espanha, entre eles, a difícil determinação do cálculo do valor segurado, a preocupação com riscos morais⁶, a falta de estatísticas para estabelecer taxas coerentes e a alta incidência de sinistros, entre outros (MARTÍN, 2006). Segundo o autor, os primeiros seguros contra incêndios em florestas ocorreram a partir de 1920.

Shepard (1937) fala sobre a existência de seguros contra incêndio em florestas nos Estados Unidos, nos anos 30, porém, os altos preços inviabilizavam sua contratação pelos produtores florestais.

⁶ Risco moral está ligado à má fé do segurado em forjar condições para receber indenização de seguro.

A existência de seguros para florestas atraiu a atenção de silvicultores de todo o mundo, acarretando o surgimento dessa modalidade de seguros em diversos países (MARTIN, 2006).

2.4.1 Seguro Florestal no Mundo

Em alguns países a contratação de apólice de seguro como estratégia para redução de risco no manejo florestal é incomum. Na Alemanha apenas 2% dos proprietários florestais privados estão segurados contra perdas por vendaval (BRUNETTE; COUTURE, 2008). Naquele país, o seguro para riscos florestais ainda está começando, devido, principalmente, à falta de investigações para quantificação dos perigos (HOLECY; HANEWINKEL, 2006).

De Saint-Vincent (2000) estima que dos 15 milhões de hectares de florestas na França, cerca de 800 mil são segurados.

Brunette e Couture (2008) afirmam que também há países em que o seguro é mais difundido, como por exemplo, na Dinamarca e na Suécia, onde cerca de 70% e 90% dos produtores florestais, respectivamente, possuem seguro contra vendavais.

Na Austrália, um dos impedimentos ao estabelecimento de florestas comerciais para pequenos produtores, está ligado ao alto preço do seguro. Ao mesmo tempo em que é caro ao produtor, o modelo de seguro não leva em consideração as diferenças entre o grau de risco de um local para outro, tornando questionável sua importância (ALEXANDRA; HALL, 1998).

Blennow (2008) afirma que na Suécia os riscos não têm sido gerenciados ativamente na cultura florestal.

Brunette et al. (2009), referindo-se à situação francesa, mostram que a falta de conhecimento sobre a probabilidade de um evento indesejável, tem impacto positivo em decisões sobre seguro, pois as incertezas sobre os danos devido a catástrofes naturais acarretam no aumento da procura por seguro florestal.

Para Pinheiro et al., (2010), em Portugal, parece incompreensível que as companhias de seguro não queiram explorar esse nicho de mercado, quando são tão competitivas em outros ramos, como em automóvel ou vida. Para que a situação atual se modifique, é necessário que a legislação relativa ao seguro floresta se altere, tornando-os obrigatórios e que se faça investigação no sentido de

desenvolver modelos que permitam avaliar a probabilidade de sinistros e o valor dos danos causados.

Martín (2006) aponta características sobre o seguro florestal em países como: Alemanha, Áustria, Bélgica, Chile, Estados Unidos, França, Suécia, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Rússia, Japão e África do Sul.

Apesar de os exemplos citados, há poucos trabalhos realizados sobre seguro florestal. Na bibliografia existente é comum encontrar discussões sobre os riscos cobertos pelo seguro floresta; sobre a falta de conhecimento e a necessidade de criar modelos que ajudam a prever os maiores perigos; sobre a falta de uma maneira de se dar valor à floresta e sobre os altos preços para contratação do seguro floresta, entre outros.

2.4.2. Seguro Florestal Brasileiro

No Brasil o seguro floresta iniciou-se em fevereiro de 1978, quando foi divulgada a Circular SUSEP 014, contendo as condições gerais, tarifas e formulários de apólice e proposta para o seu funcionamento. Foi a partir dessa circular que surgiu um ramo específico para florestas. Antes disso, empreendedores florestais contratavam apólices no ramo “Incêndio” para assegurar seus plantios.

Com o passar dos anos, outras circulares (1979, 1980, 1982 e 1988) surgiram, com atualizações sobre as condições gerais do seguro floresta, até que em setembro de 2004 foi publicada a Circular SUSEP 268 definindo as novas modificações sobre as condições contratuais, ainda vigentes.

Segundo a Circular SUSEP 268, o seguro floresta tem o objetivo de garantir pagamento de indenização pelos prejuízos causados às florestas seguradas, por um ou mais riscos cobertos, sendo eles incêndio, chuva excessiva, ventos com velocidade superior a 15 metros por segundo (54 quilômetros por hora), ventos frios, granizo, tromba d’água, geada, seca e raio.

Embora essa cláusula inclua a cobertura para doenças e pragas sem métodos de combate, controle ou profilaxia conhecida, as seguradoras brasileiras que comercializam este produto, não garantem estas coberturas. Outros riscos excluídos são catastróficos (terremoto, maremoto, etc.), atos terroristas e de guerras, inundações ou alagamentos, invasões, tumultos, etc.

As demais cláusulas da Circular 268 explicam os detalhes do funcionamento do seguro, desde sua contratação até a eventual regulação de sinistro.

Quando algum dos eventos cobertos pelo seguro vier a danificar a floresta segurada, o proprietário deve comunicar à seguradora para que as devidas providências sejam tomadas, principalmente na solicitação de perícia sobre o sinistro. Nessa perícia, o profissional responsável confere se os danos às plantações correspondem ao evento coberto e quantifica as perdas e o valor do prejuízo.

O cálculo do prejuízo é obtido pela relação entre o Valor em Risco (VR), atribuído à floresta antes da contratação do seguro, e a dimensão do dano. O valor final indenizado será a diferença entre o valor do prejuízo apurado e a franquia da apólice.

Para que a contratação do seguro de uma floresta seja bem feita, se faz necessário o conhecimento dos principais riscos envolvidos, e que o VR atribuído seja calculado coerentemente.

O processo de análise de risco, cálculo do VR, seleção de coberturas, taxaço e definições das demais condições da apólice, é denominado “subscrição de risco”.

A figura 5 representa um fluxograma simplificado referente às etapas de subscrição para o seguro floresta:

- Local de risco – refere-se à floresta que será objeto do seguro;
- Características edafo-climáticas – dados de solo e clima do local;
- Características silviculturais – espécie plantada e práticas de manejo adotadas;
- Mapeamento de riscos – de acordo com o critério da seguradora;
- Riscos cobertos – pode ser sugerido pelo segurado, conforme disponibilidade da cobertura por espécie e tamanho do empreendimento;
- Taxas – definidas em contrato de resseguro; são os percentuais que aplicados ao VR da apólice, resultam no valor do prêmio do seguro;
- Cálculo do Valor em Risco – atualmente dado pelo custeio ou valor comercial da floresta;
- Valor do prêmio – calculado por cobertura, pela relação entre as taxas e o VR da apólice.

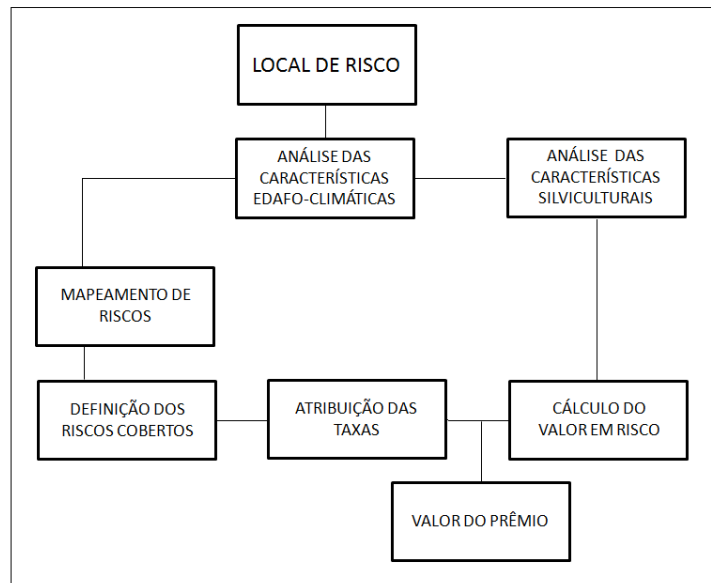


Figura 5 – Fluxograma com a sequência das operações para subscrição de risco, criado pelo autor

3 MATERIAL E MÉTODOS

O fluxograma de subscrição foi reestruturado, de maneira que fossem detalhadas as etapas abordadas neste estudo, e houvesse melhor entendimento dos métodos utilizados.

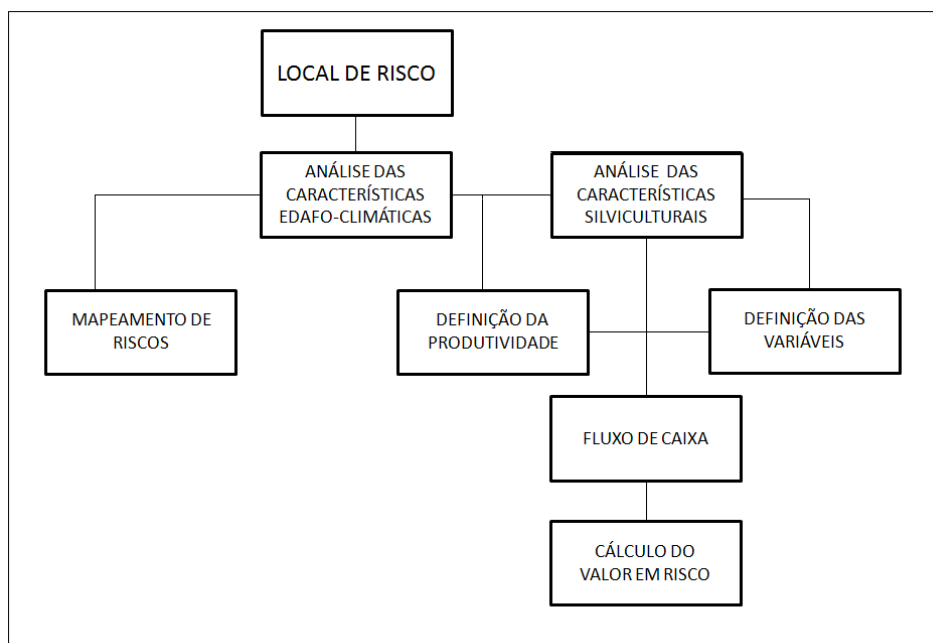


Figura 6 – Etapas do fluxograma para subscrição, que serão abordadas neste trabalho

Em relação à figura 5, houve a inclusão de novos itens que compõe o cálculo do Valor em Risco, levando em consideração a produtividade da floresta e a definição de variáveis, como preço da madeira e taxa de juros, para composição dos fluxos de caixa. Excluiu-se a parte de coberturas, taxação e prêmio, que não serão estudados aqui.

Este trabalho exemplifica métodos para definição de produtividade e construção de fluxos de caixa para plantios de eucalipto em diferentes localidades do Brasil.

3.1 Mapas de Risco

As ameaças de sinistros ocorrem principalmente de acordo com o clima do local. Mesmo os incêndios, que na maioria dos casos ocorrem por interferência do homem, são favorecidos pelas condições climáticas.

Partindo desse conceito, uma forma de se estudar a probabilidade de eventos que venham a danificar plantios comerciais seria o estudo de dados históricos e a regionalização desses eventos por meio da criação de mapas de risco.

Utilizando bases históricas de registros meteorológicos, processadas em *softwares* de SIG, é possível a criação de mapas temáticos, conforme interesse do tomador de decisões.

3.1.1 Risco de Geadas

Pelo fato de a geada ocorrer somente em temperatura abaixo 0°C (CASTRO et al., 2003), uma forma de se mapear o fenômeno é pela probabilidade de um local atingir temperatura negativa

Nesse contexto, Astolpho et al. (2005) mapeou os riscos de ocorrência de temperaturas anuais absolutas inferiores a 1 e 2 °C, em 28 estações meteorológicas, gerando mapas de probabilidade da ocorrência de geada no estado de São Paulo.

Os modelos digitais de probabilidades relativos às baixas temperaturas foram reclassificados em seis classes percentuais (0,0; 0,1-20,0; 20,1-40,0; 40,1-60,0; 60,1-80,0 e 80,1-100,0) de probabilidade de ocorrência de geada (ASTOLPHO et al., 2005).

O mapa final obtido por Astolpho et al. (2005) foi selecionado para representar o modelo ideal de mapa para riscos de geada.

3.1.2 Risco de Seca

A aridez é o resultado da baixa precipitação e da alta evaporação. Nas regiões secas, a estiagem tem ocorrência prolongada e a evaporação é inferior a precipitação total (LARCHER, 2006).

Baseado nesse conceito, Alvares e Stape (em fase de elaboração)⁷ desenvolveram para o programa TECHS (*Tolerance of Eucalyptus Clones to Hydric and Stresses*) uma maneira de se aferir o índice de aridez do local, por meio da relação entre a evapo-transpiração potencial e a precipitação total anual, de 25 sítios de eucalipto. Essa equação gerou um mapa nacional para o programa, que foi selecionado para compor este trabalho e servir de modelo para a subscrição de riscos por esse fenômeno.

3.1.3 Risco de Incêndio

Existem diferentes formas de se aferir o risco de incêndio para determinado local.

Ferraz e Vettorazzi (1998) desenvolveram uma metodologia para o mapeamento de risco de incêndios em áreas florestais, utilizando mapas-bases referentes a fatores ambientais (naturais e antrópicos) e climáticos (índices de perigo de incêndio), por meio do Sistema de Informações Geográficas. Oliveira et al. (2004) criaram mapa de risco de incêndio para o estado do Paraná, utilizando fatores semelhantes.

A criação desse tipo de mapa exige a obtenção de dados climáticos detalhados e a apuração de variáveis ambientais e antrópicas específicas, o que dificulta a aplicação dessa metodologia em nível nacional.

Uma maneira mais simples de se mapear o risco de incêndios é por meio da Fórmula de Monte Alegre (FMA) criada por Soares, (1972), a mais utilizada no Brasil (SOARES, 1998):

$$FMA = \sum_{i=1}^n \left(\frac{100}{H_i} \right) \quad (1)$$

onde:

FMA = Fórmula de Monte Alegre;

H = umidade relativa do ar (%), aferida às 13 horas;

n = número de dias sem chuva.

⁷ Programa TECHS, a ser disponibilizado em: <<http://www.ipef.br/techs>>. Previsão para 2012.

Sendo acumulativo, o índice está sujeito às restrições de precipitação, de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 – Ajustes à Fórmula de Monte Alegre, mediante a restrição de precipitação

Chuva do dia (mm)	Modificações no cálculo
< 2,5	Nenhuma
2,5 a 4,9	Abater 30% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
5,0 a 9,9	Abater 60% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
10,0 a 12,9	Abater 80% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
> 12,9	Interromper o cálculo (FMA = 0) e recomençar a somatória no dia seguinte

Fonte: Soares (1972).

Após a realização dos cálculos, o nível de perigo de incêndio é aferido conforme os índices da tabela 3.

Tabela 3 – Interpretação do grau de perigo de incêndio calculado pela FMA

Valor FMA	Grau de Perigo
< 1,1	Nulo
1,1 a 3,0	Pequeno
3,1 a 8,0	Médio
8,1 a 20,0	Alto
> 20,0	Muito Alto

Fonte: Soares (1972).

Para ilustrar a aplicação da FMA, foram obtidos dados climatológicos históricos do município de Piracicaba/SP, junto ao Departamento de Ciências Exatas (LCE), da ESALQ/USP.

Processando os dados da estação meteorológica no *software* Microsoft Excel, o Índice de Monte Alegre de riscos de incêndio foi gerado para os anos de 1997 a 2008. Utilizando médias mensais, foi criado o gráfico de perigo de incêndio para o município de Piracicaba/SP.

3.2 Fórmula Geral de Cálculo do Valor em Risco (VR) da Apólice

São diversos os fatores que influenciam o crescimento de uma floresta e muitas as possibilidades de uso dos produtos florestais, por isso são inúmeras as formas viáveis de se valorar um povoamento (LEUSCHNER, 1984). É crucial, portanto, que o gestor florestal, ao propor um método para valoração florestal, seja claro quanto às premissas e aos parâmetros que utilizará para efeito desse cálculo.

Este trabalho propõe um método alternativo ao utilizado pelas seguradoras para estimar o Valor em Risco da floresta. O método aqui proposto se baseia em princípios da matemática financeira e considera o fato de que, terminado o atual ciclo de exploração florestal ou logo após a eventual ocorrência de um sinistro, a área ocupada pela floresta fica disponível para novo uso e continuará sendo usada para fins florestais (ou outro fim agrícola qualquer).

A figura 7 apresenta, na forma de dois fluxos de caixa, as situações normalmente encontradas por um avaliador na subscrição de um risco florestal. Ao levantar dados sobre a floresta, o avaliador se depara com o momento j de um plantio já estabelecido, quer seja no início, meio ou fim desse ciclo de exploração.

Considerando o gráfico (A) da figura 7, se fosse necessário calcular o valor presente desse fluxo de caixa no ano j bastaria subtrair o valor presente dos custos (C_t) do valor presente da receita (R_T) e do valor presente do Valor da Nova Atividade (VNA). O cálculo desses valores presentes envolve uma taxa de juros i para descontar os respectivos valores para o ano j .

As despesas e receitas realizadas em anos anteriores são irrelevantes, pois para efeito do produtor segurado por uma apólice de seguros a eventual perda devido a um sinistro tem como referência aquilo que se deixa de realizar, ou seja, aquele ganho que deveria ocorrer e que não ocorre devido a um evento indesejável.

O VNA ilustrado no gráfico deve ser interpretado como o valor presente líquido das atividades que ocorrerão após o término do ciclo atual de exploração da terra. Em geral, é estimado a partir da repetição perpétua da melhor opção de uso possível em seguida ao uso atual e, assim sendo, estima o benefício da utilização futura da terra.

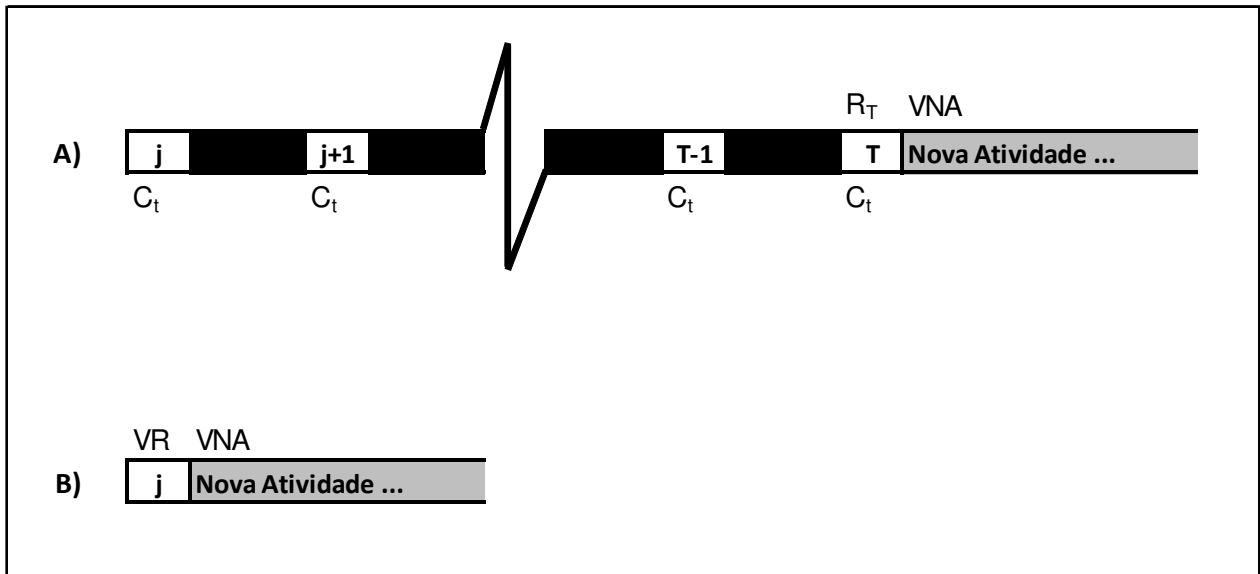


Figura 7 - Fluxos de caixa (A) e (B) para cálculo do valor em risco. O fluxo do gráfico (A) representa uma situação normal, sem sinistros, observada a partir do ano atual j , enquanto que o gráfico (B) expressa a ocorrência de um sinistro no ano atual j , quando é liberado pela seguradora o valor em risco (VR) e a terra fica liberada para um novo uso de valor estimado VNA . R_t , VNA e VR representam valores positivos (entradas de caixa) e C_t representa custos (saídas de caixa) nos respectivos anos t

Se a nova atividade após o uso atual continuar sendo florestal, o cálculo do VNA pode ser estimado pela fórmula de Faustmann (1849), conhecida no meio florestal como a fórmula do valor esperado da terra (VET).

$$VNA = VET = \frac{VFL_T}{(1+i)^T - 1} \quad (2)$$

onde:

VFL_T : Valor Futuro Líquido da nova atividade, no fim do ciclo (T).

i : Taxa de juros;

T : Duração em anos do ciclo.

Nesse caso, o que se espera é que o produtor repita perpetuamente, a cada T anos, o mesmo regime de manejo florestal gerando ciclos de produção idênticos. Para cada um desses ciclos de produção, tem Valor Futuro Líquido (VFL) estimado da seguinte forma:

$$VFL_T = \sum_{t=0}^{T-1} [(R_t - C_t)(1+i)^t] \quad (3)$$

Na eventualidade da ocorrência de um sinistro no ano j , como representado no gráfico (B) da figura 7, o produtor tem como receita o valor da indenização (valor em risco VR) e pode dar início imediato a uma nova atividade agrícola ou florestal, ocupando novamente a terra. Para efeito da maioria dos produtores que contratam seguro florestal, considera-se que nesses casos a reocupação da terra após um sinistro continuará sendo florestal.

A contratação de um seguro procura garantir que, em caso de sinistro, o segurado seja indenizado na mesma proporção da perda. Ou seja, espera-se que os dois fluxos de caixa representados na figura 7 tenham valores presentes (VP) iguais, isto é, que $VP_A = VP_B$. Esses valores presentes podem ser calculados da seguinte forma:

$$VP_A = \left(\frac{R_T + VNA}{(1+i)^{T-j}} \right) - \left(\sum_{t=j}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} \right) \quad (4)$$

$$VP_B = VR + VNA \quad (5)$$

Considerando-se que para efeito de indenização, esses valores precisam ser iguais, basta isolar o termo VR para produzir uma fórmula geral do valor em risco da apólice:

$$VR = \left(\frac{R_T + VNA}{(1+i)^{T-j}} \right) - \left(\sum_{t=j}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} \right) - VNA \quad (6)$$

3.3 Base de Dados para Cálculo do Valor em Risco

Cada um dos estados brasileiros que plantam eucalipto, de acordo com a ABRAF (2010), teve alguns de seus principais produtores e/ou empreiteiros florestais convidados a participar deste trabalho. Esses participantes que compuseram o banco de dados serão doravante chamados de “empresas”.

Para compor o banco de dados foram solicitadas às empresas informações sobre a composição dos custos e receitas envolvidos ao longo do ciclo pretendido para sua floresta. Além disso, foram solicitados também dados de volume de madeira extraídos nas colheitas e o preço dos produtos. Essas informações também foram coletadas a partir de pesquisa bibliográfica.

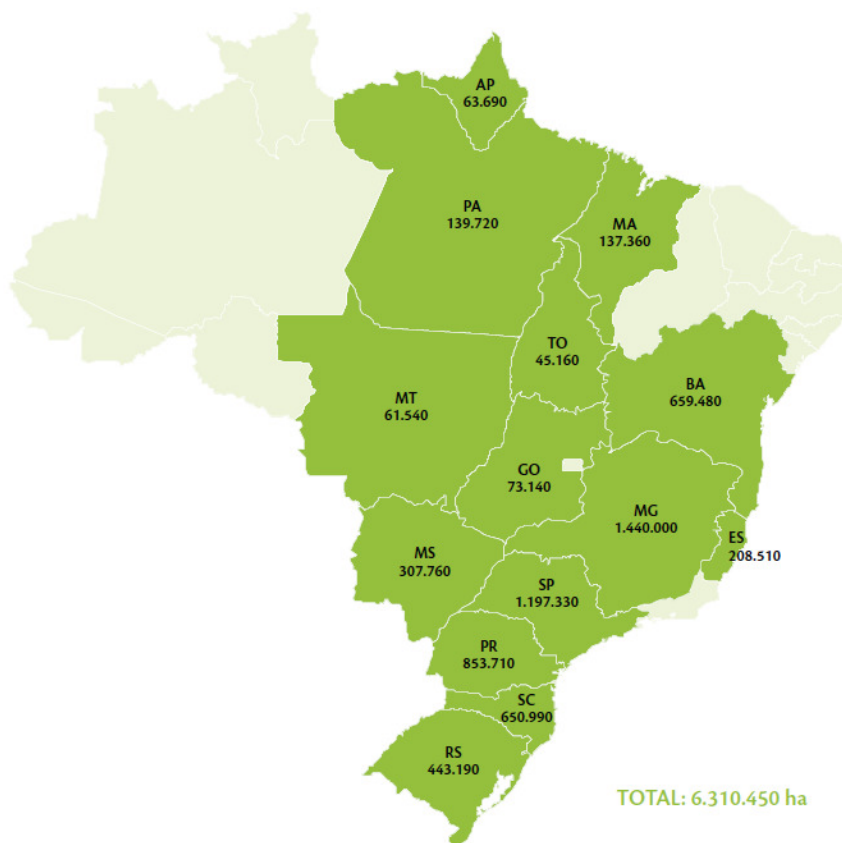


Figura 8 - Área de distribuição de florestas plantadas com eucalipto no Brasil em 2009 (ABRAF, 2010)

3.3.1 Classes para Fluxos de Caixa

A partir da análise das mais variadas práticas silviculturais executadas entre as empresas e as distintas saídas e entradas dos fluxos de caixa de cada ciclo florestal, buscou-se montar um modelo que servisse de base para o cálculo do valor da floresta, para fins securitários.

Como no Brasil os plantios florestais são realizados desde os pequenos produtores às grandes empresas, foram consideradas três classes de fluxo de caixa para representar esses diferentes nichos:

- Alta tecnologia;
- Média tecnologia;
- Baixa tecnologia.

Para cada uma dessas classes foram estabelecidas as atividades silviculturais, com seus respectivos rendimentos operacionais e custos.

A diferença dos modelos entre as regiões ficaram por conta das produtividades e dos preços de madeira para eucalipto.

3.3.2 Atividades Silviculturais

Após a análise dos distintos fluxos de caixa e diversas atividades silviculturais praticadas no Brasil, foi criada uma lista de operações consideradas importantes para o bom desenvolvimento de florestas de eucalipto, com até três ciclos de sete anos.

Por serem operações básicas de manejo florestal, não serão descritas neste trabalho as especificações de cada uma. Essas informações podem ser obtidas nas descrições de Rodrigues (1994) e Gonçalves (2002), entre outros.

Tabela 4 - Relação das atividades silviculturais estabelecidas para os cálculos

Atividades Silviculturais
Adubação de Base - Manual
Adubação de Base - Mecânica
Adubação de Cobertura - Manual
Adubação de Cobertura - Mecânica
Adubação de Manutenção
Calagem
Combate Formiga - Inicial
Combate Formiga - Ronda
Combate Formiga - Manutenção
Conservação do Solo
Construção de Aceiros
Controle Químico Entrelinha - Manual
Controle Químico Entrelinha - Mecânico
Controle Químico Linha - Manual
Controle Químico Linha - Mecânico
Controle Químico Total - Mecânico
Desbrota
Irrigação
Manutenção de Aceiros
Plantio
Replantio
Roçada Manual Entrelinha
Roçada Manual Linha
Roçada Manual Total
Subsolagem

3.3.3 Rendimentos, Custos Operacionais e Recomendação de Insumos

As distintas fontes usadas como referência neste trabalho mostraram rendimentos operacionais similares em grande parte das atividades silviculturais. Diante desse fato, foi gerada uma referência-base para definição desses valores.

Os rendimentos operacionais e recomendações de insumos das atividades foram baseados no trabalho de Rodrigues (1994), salvo algumas adaptações conforme dados enviados pelas empresas. Esses rendimentos foram divididos em “Hora Homem por hectare” (HH/ha) e “Hora Máquina por hectare” (HM/ha).

Custos operacionais foram estabelecidos de acordo com análise de mercado dos preços de insumos, das horas de um trabalhador braçal e de um tratorista.

3.3.4 Custos de Sistemas Mecanizados

O custo horário das máquinas e implementos foi calculado conforme método da Sociedade Americana de Engenharia Agrícola (ASAE, 1999)⁸, adaptados no trabalho de Molin e Milan (2002). Segundo os autores, a determinação do custo horário de um conjunto trator implemento baseia-se em seus custos fixos e variáveis. O fixo refere-se à depreciação do maquinário, juros, alojamento, taxas e seguros. O variável é composto basicamente pelas despesas com reparo, manutenção e combustível.

As especificações dos custos fixos e variáveis, e das equações descritas a seguir, foram discutidas por Molin e Milan (2002).

3.3.4.1 Custo Fixo Anual

O percentual do custo fixo que se aplica sobre o valor inicial do equipamento é dado pela seguinte equação, a qual representa a soma dos componentes do custo fixo:

$$CFA = 100 \cdot [((1 - VF)/VU) + ((1 + VF)/2) \cdot i + ALST] \quad (7)$$

onde:

CFA - Custo Fixo Anual (%);

VF - Valor Final (decimal);

VU - Vida Útil (anos);

i - Taxa de juros anual (decimal);

ALST – Custo de alojamento, seguros e taxas

⁸ ASAE Standards, ASAE D497.4 *Agricultural machinery management data*. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineering, 1999. P. 359-368.

3.3.4.2 Custo Fixo Horário

Relacionando a equação 7 ao valor do equipamento e as horas trabalhadas por ano, o custo fixo horário é obtido por:

$$CFH = [(CFA/100) \cdot VI / NHA] \quad (8)$$

onde:

CFH - Custo Fixo Horário (R\$/h);

VI - Valor Inicial do equipamento (R\$); e

NHA – Número de horas trabalhadas por ano.

3.3.4.3 Custo de Reparo e Manutenção

Para se estimar o valor de reparo e manutenção de um trator ou implemento, considera-se um fator percentual sobre o valor inicial do trator. A tabela da ASAE (1999), adaptada por Molin e Milan (2002), aponta valores de vida útil para alguns equipamentos e percentual do fator de reparo e manutenção, utilizado como referência neste trabalho.

O custo de reparo e manutenção é dado por:

$$CRM = [(RF/100) \cdot VI] / VUH \quad (9)$$

onde:

CRM - Custo de Reparos e Manutenção (R\$/h);

VUH - Vida Útil (h);

RF - Fator de Reparo e Manutenção.

3.3.4.4 Custo Horário do Combustível

Para tratores equipados com motores do ciclo Diesel, a seguinte equação define o custo:

$$\text{CHC} = 0,163 \cdot \text{PM} \cdot \text{PRL} \quad (10)$$

onde:

CHC - Custo Horário do Combustível (R\$/h);

0,163 - Fator de consumo para motores diesel (L/kW/h);

PM - Potência Líquida do motor (kW);

PRL - Preço do litro de combustível.

3.3.4.5 Custo Horário dos Equipamentos

Somando-se os custos fixos e variáveis, obtêm-se o custo fixo do equipamento.

$$\text{CHT} = \text{CFC} + \text{CRM} + \text{CHC} \quad (11)$$

onde:

CHT - Custo Horário do Trator (R\$/h);

As equações de 7 a 9 representam a metodologia para cálculo horário dos tratores e implementos.

Para o custo final do implemento, basta utilizar a equação 11, excluindo o item de custos com combustível. A composição do custo horário do conjunto, é a soma do custo horário do trator e do custo horário do implemento.

3.3.5 Separação por Classes: Alta, Média ou Baixa Tecnologia

A separação das atividades que formam os sistemas de alta, média ou baixa tecnologia, baseou-se no grau de mecanização empregado no manejo da floresta e na variedade de máquinas utilizadas.

Considerou-se como um manejo de alta tecnologia aquele onde mais de 70% das operações são mecanizadas e com uso de diferentes máquinas e implementos, normalmente realizado por grandes produtores.

O manejo de média tecnologia foi associado às situações onde cerca de 50% das operações são mecanizadas, há menor variedade de máquinas e normalmente empregado em áreas de médio a grande porte.

Por último, o manejo florestal de baixa tecnologia foi caracterizado como aquele normalmente utilizado por pequenos produtores (< 200 ha), onde até 30% das operações são mecanizadas e há baixa variedade de máquinas.

3.3.6 Volume de Madeira

As receitas nos fluxos de caixa foram atribuídas à venda da madeira em pé.

Para estimar o volume de madeira no final do ciclo de um determinado fluxo de caixa, foram estabelecidas diferentes curvas de crescimento para florestas de eucalipto.

Essas curvas foram geradas baseadas no modelo de Richards (1959), semelhante ao apresentado por Schnute (1981).

$$W_{(t)} = W_{\text{máx}} (1 - \gamma e^{-at})^{1/(1-m)} \quad (12)$$

Brown e Rothery (1993) resumiram da seguinte forma o significado biológico dos parâmetros desse modelo:

$W_{(t)}$ = tamanho (volume ou qualquer outra medida dimensional) na idade t ;

$W_{\text{máx}}$ = tamanho máximo atingível;

a = taxa constante associada à taxa de crescimento

$$dW/dt = a \{W/(1-m) [(W_{\text{máx}}/W)^{1-m} - 1]\}$$

γ = parâmetro associado ao posicionamento da origem da curva de crescimento;

m = parâmetro associado com a localização do ponto de inflexão da curva.

Para Rodriguez (2005), esse modelo é bastante flexível quando utilizado para o ajuste de curvas de crescimento e, conhecida a influência dos parâmetros no modelo, torna o ajuste de dados mais coerente.

A função generalizada de crescimento proposta por Schnute (1981) para o intervalo de crescimento $[(t_1, W_1); (t_2, W_2)]$ pode ser algebricamente simplificada para

expressar um modelo semelhante ao apresentado por Richards (RODRIGUEZ, 2005):

$$W(t) = [\alpha + \beta (1 - \gamma e^{-a t})]^\theta \quad (13)$$

onde:

$$\alpha = W_1^b$$

$$\beta = (W_2^b - W_1^b) / \{1 - \exp[-a (t_2 - t_1)]\}$$

$$\gamma = \exp(a t_1)$$

$$\theta = 1 / b$$

Segundo Rodriguez (2005), a adoção de valores positivos para a e negativos para b , gera o modelo de Richards; quando adotado o intervalo de estimação $[(0, 0); (\infty, W_{\text{máx}})]$, o modelo pode ser reduzido para:

$$W(t) = [\beta (1 - e^{-a t})]^\theta \quad (14)$$

Neste caso, estimativas de mínimos quadrados podem ser obtidas para β , α e θ , tornando o modelo de Schnute plenamente estimável: $t_1 = W_1 = 0$; $t_2 = \infty$; $W_{\text{máx}} = \beta$; $\theta = \beta^{1/b}$; $b = 1 / \theta$ (RODRIGUEZ, 2005).

Para estimar os parâmetros β , α e θ da equação 14, foram utilizados dados de Inventário Florestal realizados pelo projeto “Teste de Uso Múltiplo de *Eucalyptus*” (TUME), pertencente ao Departamento de Ciências Florestais (LCF) da ESALQ/USP.

3.3.6.1 Dados de inventário

Os dados de inventário foram obtidos junto ao Grupo Florestal Monte Olimpo (GFMO), responsável pelo projeto.

O projeto TUME faz parte de um programa de extensão rural da universidade, onde produtores de qualquer parte do Brasil podem participar.

Bsicamente, funciona da seguinte forma: o produtor rural procura a ESALQ, que fornece as mudas ou sementes de diferentes espécies de *Eucalyptus*. O agricultor recebe assistência silvicultural dos estagiários de engenharia florestal, desde o plantio, se necessário. Ele só precisa arcar com as despesas dos deslocamentos e alimentação dos estudantes.

A cada certo período de tempo, o GFMO oferece ao produtor o serviço de inventário florestal. A base de dados formada por esses inventários foi usada para gerar diferentes curvas de produção para *Eucalyptus* em diferentes regiões brasileiras.

3.3.6.2 Construção das curvas

O objetivo da construção das curvas foi apresentar diferentes formas de crescimento de eucalipto, independentemente da espécie, que pudesse ser atribuída para distintas regiões do Brasil.

Para a montagem das curvas foram coletados dados de inventário de 24 TUMEs, em diferentes estados, compostos por diferentes espécies de *Eucalyptus*. Foram levadas em consideração para análise apenas algumas espécies, sendo aquelas mais bem adaptadas às condições edafo-climáticas brasileiras e, conseqüentemente, as mais plantadas e produtivas no Brasil:

- *Eucalyptus grandis*;
- *Eucalyptus urophylla*;
- *Eucalyptus urophylla* x *grandis* (*Eucalyptus urograndis*); e
- Variedades clonais de *Eucalyptus*.

Os dados de volume (m³/ha) de cada inventário foram tabulados segundo o número de cadastro do TUME, o local, a espécie e a idade da mensuração. Os volumes faltantes entre as idades aferidas foram estimados de forma que a regressão estatística para definição dos parâmetros β , α e θ pudesse gerar um conjunto de valores coerentes.

A estimativa dos volumes faltantes usou como referência o percentual de Incremento Corrente Anual (ICA) médio dos dados publicados por Finger (1997), onde o autor apresentou uma tabela de volume (m³/ha) para eucalipto entre as

idades de 3 a 10 anos, em seis sítios de diferentes produtividades no estado do Rio Grande do Sul.

Os ICAs para diferentes idades nos seis locais estudados por Finger (1997) foram ajustados segundo um modelo exponencial, para que “fatores” por idade pudessem ser produzidos. Esses fatores, quando multiplicados pelo volume da idade anterior, resultam no volume do próximo ano.

Assim, partindo-se dos volumes de inventário observados nos projetos TUME em diferentes idades de medição, foram utilizados os fatores para estimativa dos volumes nas idades faltantes.

No total foram confeccionadas 24 tabelas, representando um conjunto bastante significativo e abrangente de tabelas de produção para idades entre 2 e 13, para *Eucalyptus* spp. A utilização ou não das curvas geradas para cada uma destas tabelas ficou a critério dos resultados da regressão.

Cada tabela foi submetida ao método de Levenberg-Marquardt para regressão não linear, no pacote estatístico SAS (v. 9.2), visando à obtenção dos parâmetros β , α e θ que compõe o modelo reduzido de Schnute (1981).

O procedimento de ajuste do programa SAS baseou-se na estratégia sugerida por Rodriguez (2005).

3.4 Estudos de Caso

Para avaliar a eficiência da metodologia proposta, comparou-se o valor utilizado pelas seguradoras em sete casos reais, com os valores sugeridos pela aplicação do novo cálculo do Valor em Risco (VR).

Esses casos puderam ser estudados devido às inspeções de risco solicitadas por uma companhia de seguro, em sua demanda natural de negócios.

Durante as vistorias, as funções foram executadas conforme normas e orientações das seguradoras, que dão prioridade às seguintes atividades:

- a) Caracterização geral do empreendimento:
 - descrição das atividades da fazenda;
 - descrição das áreas plantadas com floresta, objetos do seguro;
 - panorama geral do plantio: Qualidade do manejo, sinais de doenças, pragas, sinistros anteriores, etc.

- b) Informações climáticas:
- tabela com dados de temperatura e precipitação;
 - gráfico de balanço hídrico.
- c) Sistema de prevenção e combate a incêndios:
- lista dos equipamentos de combate a incêndio;
 - sistema de prevenção e monitoramento.
- d) Cálculo do Valor em Risco da floresta:
- pelos custos de implantação e manutenção; e/ou
 - pelo valor comercial do plantio.

Os locais foram vistoriados entre julho de 2009 e setembro de 2011 e selecionados para compor este trabalho, de forma que ilustrassem a realidade de pequenos, médios e grandes produtores, sob distintas condições edafo-climáticas.

Esses locais abrangem sete diferentes estados brasileiros e variados tipos de florestas de eucalipto, conforme relação exposta na tabela 5.

Tabela 5 – Relação dos sete locais selecionados para representar a comparação entre o modelo utilizado pelas seguradoras nos cálculos do seguro, e a metodologia deste trabalho

Local	Estado	Município
1	PR	Luiziana
2	GO	Rio Verde
3	MA	Anapurus
4	MG	Buritizeiro
5	MS	Santa Rita do Pardo
6	SP	São Carlos
7	TO	Novo Acordo

Esses locais representam diferentes tipos de florestas, tecnologias utilizadas, tamanhos e produtividades.

Para cada local foi montada uma tabela-base com as seguintes informações fornecidas pela seguradora: Espécie, Ano de Plantio e Valor em Risco por hectare.

Posteriormente, foram definidos os parâmetros para construção do fluxo de caixa:

- Enquadramento do plantio em relação à tecnologia de manejo da floresta (Alta, Média ou Baixa);

- Escolha de uma curva de produção que melhor se adaptasse à realidade do plantio;
- Definição da taxa de juros;
- Valor da madeira em pé na idade da colheita.

O critério para definição da tecnologia utilizada foi baseado em informações fornecidas pelo segurado e comprovadas por observação *in loco* dos recursos disponíveis na propriedade.

Pelo fato desses locais não possuírem inventário florestal, a definição das curvas de crescimento baseou-se na análise do material genético, condições edafoclimáticas e pesquisa na região.

A taxa de juros foi definida conforme média da taxa SELIC dos últimos sete anos, pois esta é a taxa básica utilizada como referência pela política monetária brasileira.

Os preços da madeira foram obtidos por fontes regionais.

3.4.1 Local 1 Paraná

A floresta referente ao Local 1 está situada no município de Luiziana, interior do estado do Paraná. Seu clima é o subtropical, caracterizado como Cfa, por Köppen (PEEL et al., 2007).

Fica vizinho à Campo Mourão, onde a precipitação pluviométrica no mês mais seco (em agosto) é de 83 mm, com média anual de aproximadamente 1.600 mm (Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, 2011).

Analisando o gráfico do balanço hídrico da região, pode-se verificar que não existe déficit hídrico ao longo do ano, o que favorece o desenvolvimento de florestas de eucalipto, e reduz os riscos de incêndios.

Os solos predominantes na região são os Latossolos (EMBRAPA, 2006).

Trata-se de um plantio de 12 hectares de *Eucalyptus* sp., plantados em 2011. A floresta apresentava crescimento desuniforme, com elevado índice de replantio, quando foi atingido por uma geada, em junho de 2011. A ocorrência meteorológica atingiu a totalidade da área segurada, e as perdas calculadas foram de 99%.

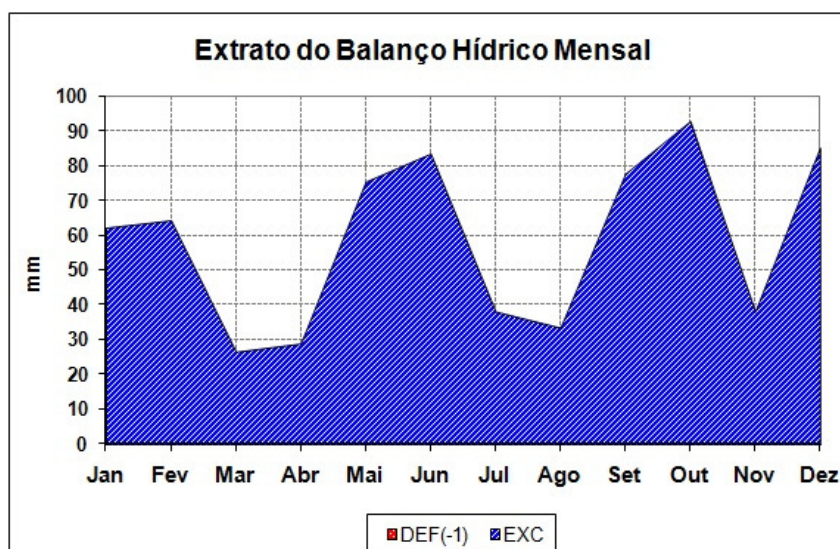


Figura 9 - Balanço hídrico para o município de Campo Mourão/PR. Base de dados mais próxima ao local de risco (ROLIM et al., 1998)

Tabela 6 – Tabela-base do Local 1 para estudo de caso

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	VR/ha (R\$)
1	<i>Eucalyptus sp.</i>	2011	0	2.500,00

Por ser um plantio recente, o Valor em Risco da apólice foi calculado pelos custos de implantação e manutenção. Por não terem sido informados os gastos reais com a floresta, a seguradora considerou o valor de R\$ 2.500,00/ha, preço base estabelecido para florestas de até um ano.

3.4.2 Local 2 Goiás

Situado em Rio Verde/GO, o Local 2 está inserido em uma região com clima Aw, segundo Köppen (PEEL et al., 2007), mesotérmico úmido com temperaturas amenas durante o inverno e calor no verão e na primavera.

A temperatura média anual é próxima de 23°C, as precipitações são abundantes, acima de 1.700 mm por ano, porém, mal distribuídas concentradas nos períodos de novembro à março (INMET, 2011).

Os solos predominantes na região são os latossolos (EMBRAPA, 2006).

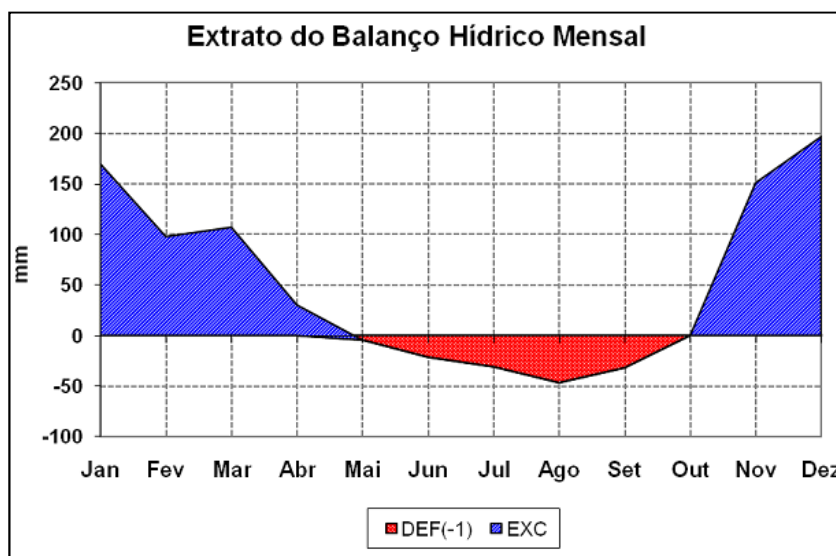


Figura 10 – Balanço hídrico para o município de Rio Verde/GO (ROLIM et al., 1998)

Os locais de risco estão divididos em quatro fazendas, todas no município de Rio Verde/GO, em um raio de até 50 quilômetros da cidade. No total são 4.017 ha segurados.

As espécies utilizadas são *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urograndis*, que de maneira geral, apresentam boa produtividade

Tabela 7 – Tabela-base do Local 2 para estudo de caso

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	VR/ha (R\$)
2	<i>E. urophylla</i>	2003	8	28.168,00
2	<i>E. urophylla</i>	2004	7	24.647,00
2	<i>E. urophylla</i>	2005	6	21.126,00
2	<i>E. urophylla</i>	2006	5	17.605,00
2	<i>E. urophylla</i>	2007	4	14.084,00
2	<i>E. urophylla</i>	2008	3	10.563,00
2	<i>E. urophylla</i>	2010	1	3.521,00
2	<i>E. urophylla</i>	2003	8	17.860,00
2	<i>E. urophylla</i>	2004	7	15.627,50
2	<i>E. urograndis</i>	2006	5	11.162,50
2	<i>E. urograndis</i>	2007	4	8.930,00
2	<i>E. urograndis</i>	2009	2	4.465,00
2	<i>E. urophylla</i>	2005	6	18.237,00
2	<i>E. urophylla</i>	2006	5	15.197,50
2	<i>E. urograndis</i>	2009	2	11.816,00
2	<i>E. urograndis</i>	2010	1	5.908,00

Os Valores em Risco descritos na tabela acima foram sugeridos pelo próprio segurado, e aceitos pela seguradora.

3.4.3 Local 3 Maranhão

Anapurus/MA é o município referente ao Local 3 deste estudo. Seu tipo climático é o Aw, de acordo com a classificação de Köppen (PEEL et al., 2007), tropical, com verão úmido e inverno seco.

A temperatura média local é de aproximadamente 27 °C, e a pluviosidade média anual de 1.557 mm (INMET, 2011), porém, com chuvas mal distribuídas ao longo dos meses. O período chuvoso ocorre entre dezembro e abril.

Nota-se pelo gráfico de balanço hídrico, que de maio a dezembro existe déficit, sendo o mês de outubro o mais crítico para o risco de incêndio

Os solos predominantes na região são os argissolos (EMBRAPA, 2006).

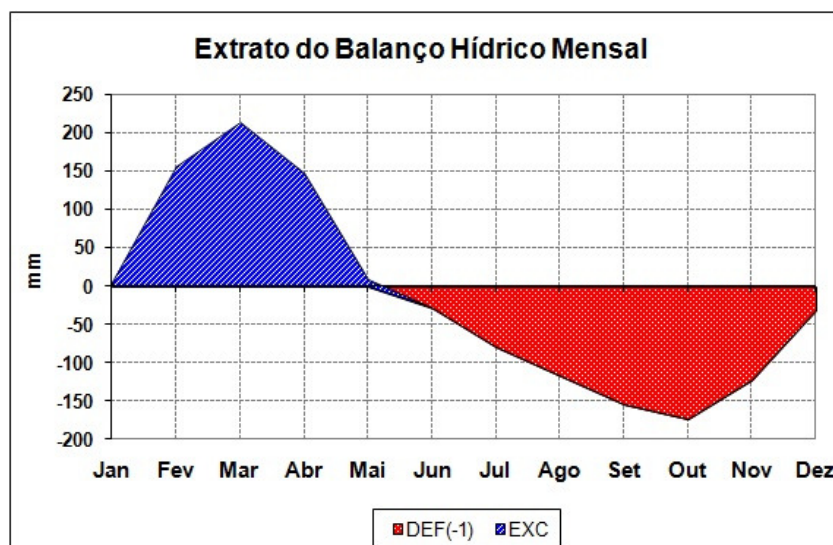


Figura 11 – Balanço hídrico para o município de Caxias/MA, base de dados mais próximas do local (ROLIM et al., 1998)

Trata-se de plantios clonais de eucalipto, no total de 997 ha segurados, implantados em 2011.

Tabela 8 – Tabela-base do Local 3 para estudo de caso

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	VR/ha (R\$)
3	<i>Eucalyptus sp.</i>	2011	0	2.500,00

Assim como em outros casos, o valor em risco da apólice foi sugerido pela seguradora, pelo fato do segurado não ter apresentado referências.

3.4.4 Local 4 Minas Gerais

O Local 4 representa o norte de MG. Trata-se de floresta implantada no município de Buritizeiro.

O clima da região, segundo Köppen, é o Aw (PEEL et al., 2007). Segundo dados climáticos para o município de João Pinheiro, próximo ao local de risco, as chuvas predominam entre outubro e abril, a temperatura média anual varia em torno dos 23° C, com precipitação média por volta de 1.400 mm por ano (INMET, 2011).

O solo predominante na região é do tipo latossolo vermelho-amarelo, com textura arenosa, conforme análise de solo do local.

O gráfico de balanço hídrico aponta déficit de abril a outubro.

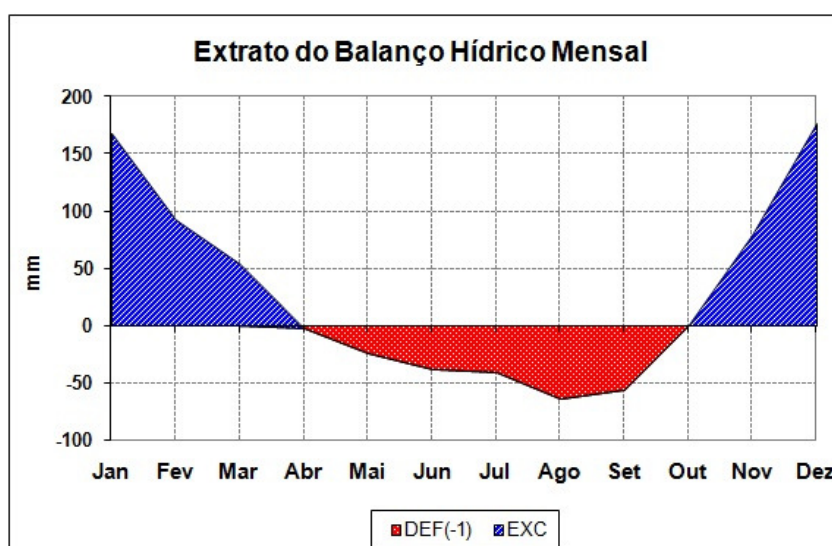


Figura 12 – Balanço hídrico para o município de João Pinheiro/MG, base de dados mais próxima do local (ROLIM et al., 1998)

São ao todo 2.908 ha segurados com eucalipto, implantados entre 2008 e 2011.

Os Valores em Risco por hectare declarados na apólice foram sugeridos pelo segurado e aceitos pela seguradora.

Tabela 9 – Tabela-base do Local 4 para estudo de caso

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	VR/ha (R\$)
4	<i>Eucalyptus sp.</i>	2009	2	7.200,00
4	<i>Eucalyptus sp.</i>	2010	1	6.000,00
4	<i>Eucalyptus sp.</i>	2011	0	5.100,00

3.4.5 Local 5 Mato Grosso do Sul

Plantios de *Eucalyptus urograndis* no município de Santa Rita do Pardo representam o estado do Mato Grosso do Sul neste estudo de caso.

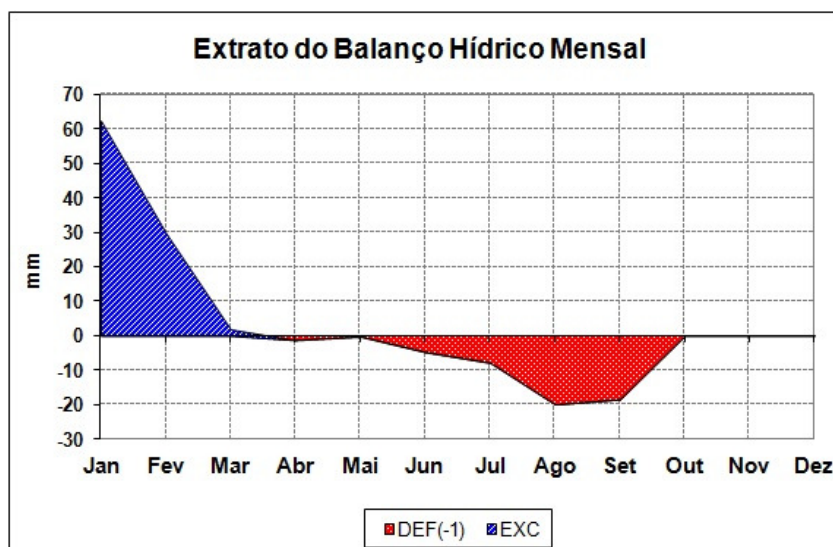


Figura 13 – Balanço hídrico para o município Três Lagoas, MS, base de dados mais próximas do local (ROLIM et al., 1998)

Situado na Microrregião de Três Lagoas, seu tipo climático é o Aw, de acordo com a classificação de Köppen (PEEL et al., 2007). A temperatura média local é de aproximadamente 24 °C. Possui estação chuvosa no verão e seca no inverno. O total médio anual das precipitações é de 1.300 mm (INMET, 2011).

Pelo gráfico de balanço hídrico, pode-se verificar déficit de abril a outubro, sendo os meses de agosto e setembro de maior risco de incêndio.

Os solos predominantes na região são do tipo Latossolo (EMBRAPA, 2006).

Tabela 10 – Tabela-base do Local 5 para estudo de caso

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	VR/ha (R\$)
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2005	6	7.500,00
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2006	5	7.000,00
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2007	4	4.500,00
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2008	3	3.500,00
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2009	2	2.800,00
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2010	1	2.800,00

São aproximadamente 3.350 ha de eucalipto, plantados entre 2007 e 2010. Trata-se de uma floresta com histórico de sinistros devido a ventos fortes, registrados em outubro de 2009 e 2010.

Assim como em outros casos, o VR foi sugerido pelo segurado e aceito pela seguradora.

3.4.6 Local 6 São Paulo

O município de São Carlos/SP abrange a floresta referente ao Local 6 deste estudo de caso.

De acordo com Peel et al., (2007), o clima da região é o Cwa, pela metodologia de Köppen. Possui precipitação média anual em torno de 1.400 mm, com predomínio de chuvas no verão. A temperatura média local é de aproximadamente 20 °C (INMET, 2011).

Pelo gráfico de balanço hídrico, observa-se déficit entre abril e outubro. Os solos predominantes na região são os latossolos (EMBRAPA, 2006).

São 71,5 hectares de plantios clonais de *Eucalyptus urograndis*, implantados em 2009 e vistoriados no ano de 2010. O ano de referência para comparações será o de 2010.

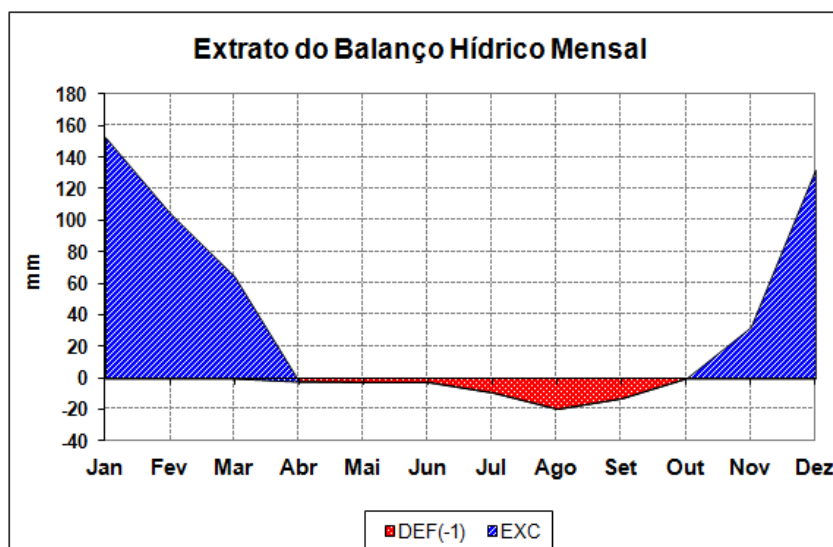


Figura 14 - Balanço hídrico para o município São Carlos/SP (ROLIM et al., 1998)

Tabela 11 – Tabela-base do Local 6 para estudo de caso

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	VR/ha (R\$)
6	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2009	1	3.200,00
6	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2008	2	4.000,00

Os valores em risco foram sugeridos pelo segurado, e aceitos pela seguradora.

3.4.7 Local 7 Tocantins

O Local 7 refere-se a uma floresta no município de Novo Acordo/TO. Seu tipo climático é o Aw, de acordo com a classificação de Köppen (PEEL et al., 2007).

Segundo referências do município de Porto Nacional/TO, base de dados mais próxima, a temperatura média local é de aproximadamente 26 °C, sendo setembro o mês mais quente, e julho, o mais frio. É uma região com chuvas abundantes, com pluviosidade média anual cerca de 1.700 mm (INMET, 2011).

Os solos predominantes na região são os latossolos (EMBRAPA, 2006).

Analisando o extrato do balanço hídrico da região, pode-se verificar um déficit hídrico de meados de abril a outubro, sendo os meses de junho a setembro os mais críticos em relação ao risco de incêndio.

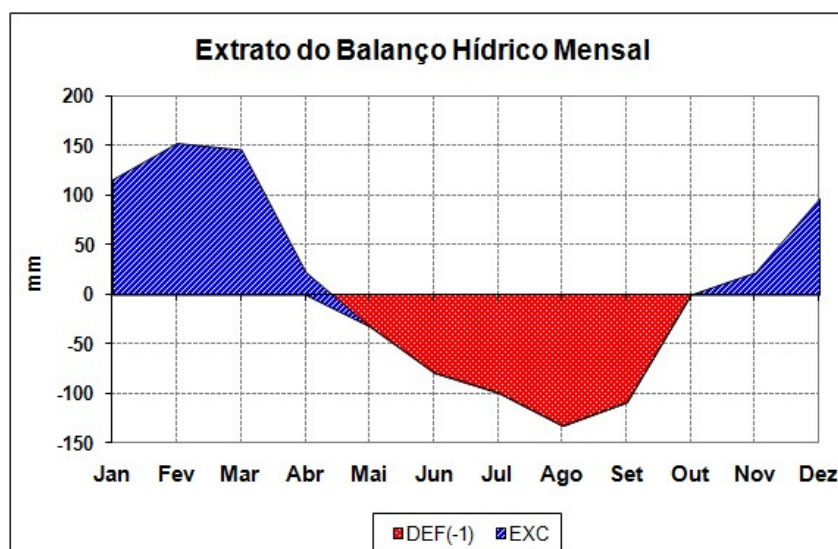


Figura 15 – Balanço hídrico para o município de Porto Nacional/TO, base de dados mais próximas do local (ROLIM et al., 1998)

Dividida em seis blocos, as florestas de eucalipto abrangem aproximadamente 260 hectares, plantados com as espécies *E. urophylla* e *E. camaldulensis*.

Tabela 12 – Tabela base do Local 7 para estudo de caso

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	VR/ha (R\$)
7	<i>Eucalyptus sp.</i>	2010	1	3.174,56
7	<i>Eucalyptus sp.</i>	2011	0	2.522,56

Os valores em risco foram sugeridos pelo segurado e aceitos pela seguradora.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapas de Risco

Com o objetivo de identificar ferramentas importantes para análises de riscos foram selecionados da literatura mapas que pudessem servir de modelo para as seguradoras na subscrição de riscos meteorológicos.

4.1.1 Risco de Geada

Para a análise do risco de geada, o mapa modificado de Astolpho et al. (2005), desenvolvido para o estado de São Paulo, apresenta-se como um modelo eficiente para mapeamento dos riscos deste fenômeno.

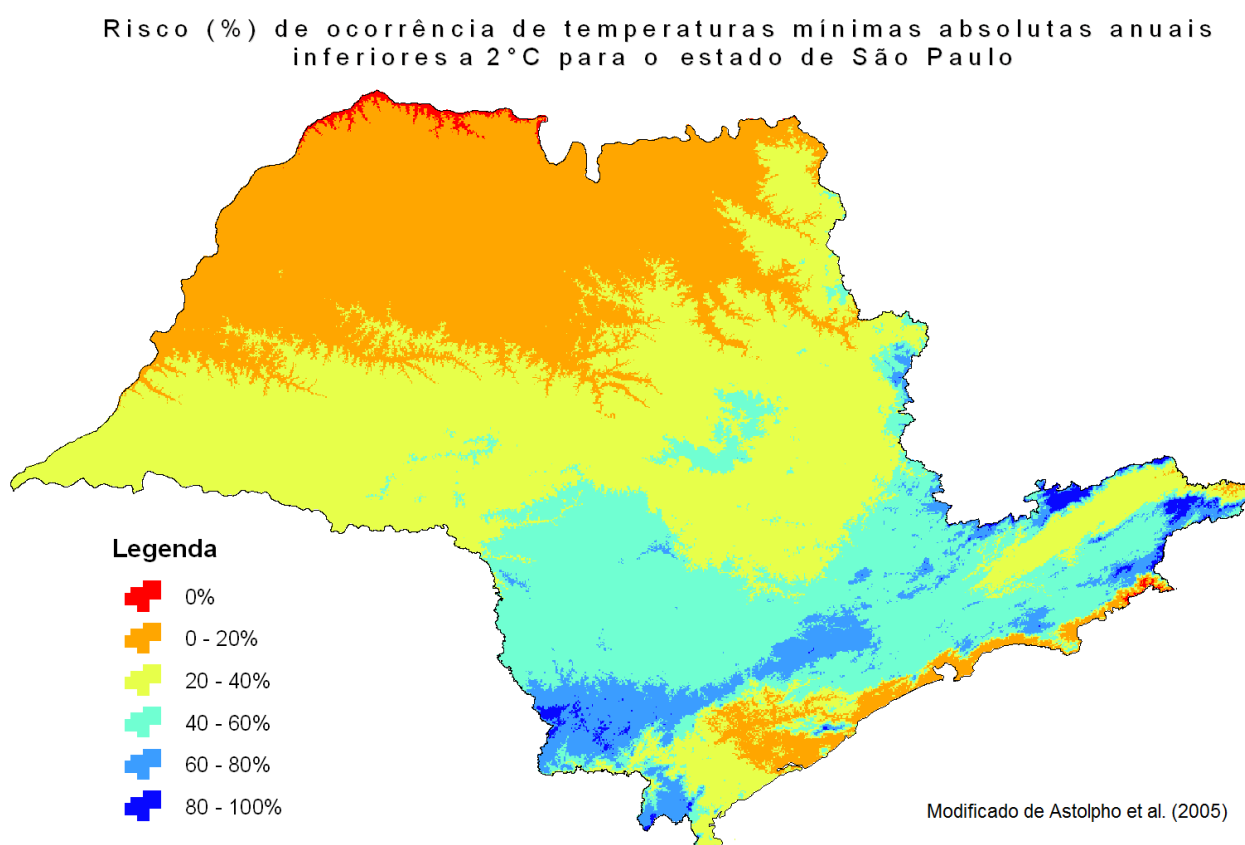


Figura 16 – Risco (%) de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas anuais inferiores a 2 °C para o estado de São Paulo

As áreas nas tonalidades em azul apresentam susceptibilidade ao evento de geada. O risco de ocorrência das temperaturas mínimas nessas áreas é superior a 40%, segundo Astolpho et al. (2005).

Os sinistros de geada atendidos nos anos de 2010 e 2011 foram justamente nas regiões com percentual de risco elevado, o que comprova a eficiência do método criado.

O exemplo apresentado refere-se apenas ao estado de São Paulo, porém, a metodologia utilizada pelo autor pode ser aplicada para os demais estados, desde que se faça um estudo semelhante.

Esse mapeamento seria muito importante para as seguradoras, pois a partir dessas informações, os maiores riscos seriam conhecidos.

4.1.2 Riscos de Seca

Uma forma encontrada para ilustrar os locais mais susceptíveis à ocorrência de seca é por meio do “Índice de Aridez”, proveniente da relação entre a Evapotranspiração Potencial (ETP) e a Precipitação Total (PPT), ambas aferidas em milímetros.

Quando essa relação está abaixo de 1, significa que no local a quantidade de chuva é maior do que a evapo-transpiração. Desta forma, há excedente hídrico, e o risco de seca é baixo.

A partir do Valor 1, a quantidade de água que sai do ecossistema é maior do que a que entra, gerando déficit hídrico. Nesses locais, é preciso ter atenção com relação à possibilidade de seca e programar as atividades silviculturais de forma que essa carência possa ser suprida.

Em locais com níveis acima de 1,5 as plantas requerem cuidados silviculturais específicos com relação à adubação e irrigação. Níveis acima de 2 praticamente inviabilizam o bom desenvolvimento de uma floresta ou qualquer cultura agrícola, que não seja irrigada.

É importante ressaltar, também, que esse índice de aridez reflete no risco de incêndios.

O mapa a seguir foi desenvolvido por Alvares e Stape (em fase de elaboração), e representa o risco de seca para o Brasil. Os locais ilustrados pelas

cores amarela, laranja e vermelha, além de apresentarem maior risco de seca, também estão em lugares de maior probabilidade de ocorrência de incêndios.

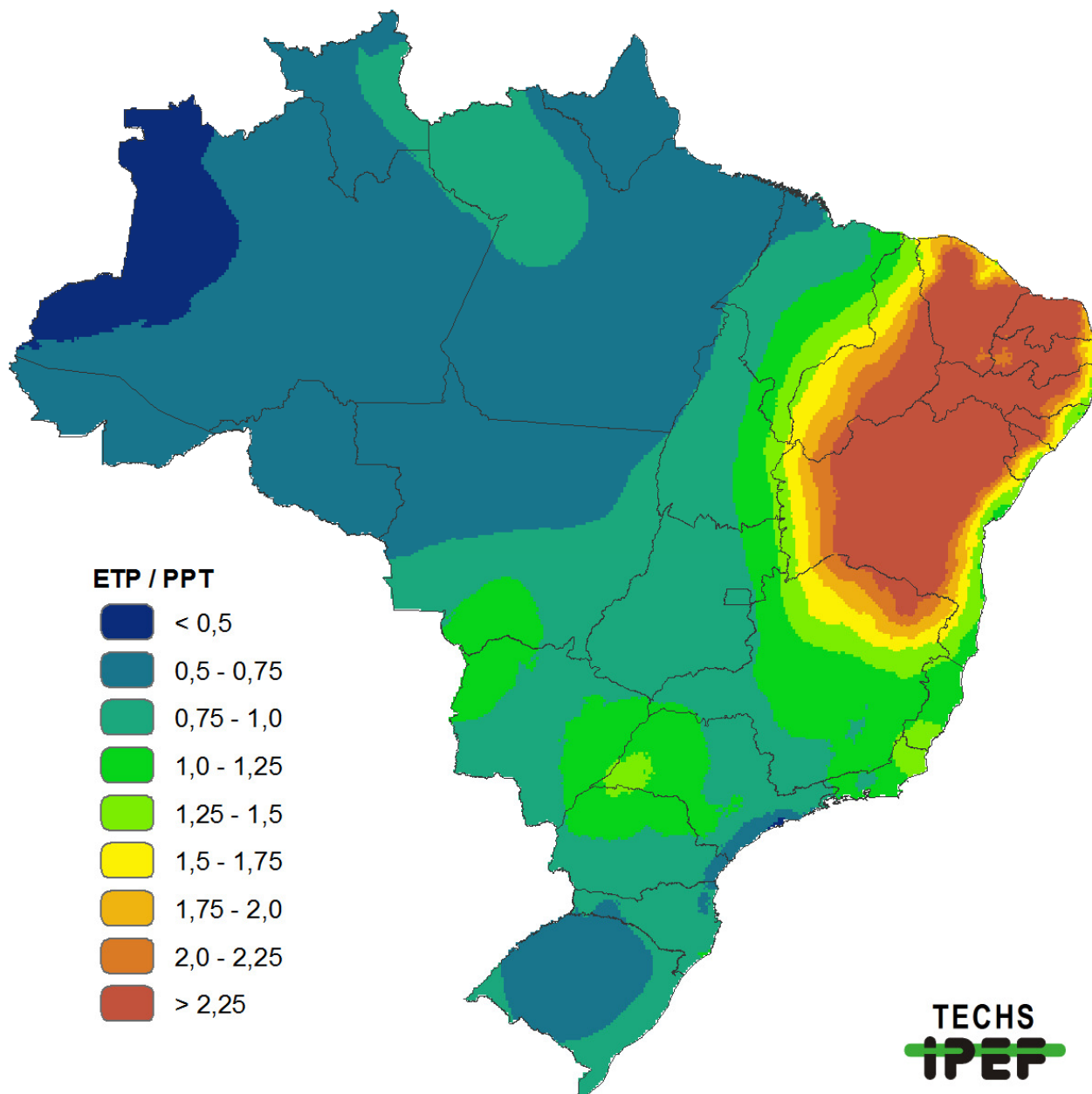


Figura 17 – Mapa do Brasil com os locais mais susceptíveis a ocorrência de seca, idealizado por Alvares e Stape (em elaboração) para o programa TECHS, do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF)

4.1.3 Risco de Incêndios

O exemplo de classificação de riscos de incêndios, aplicando a Fórmula de Monte Alegre nos dados históricos do município de Piracicaba, de 1997 a 2008, gerou o seguinte índice de perigo de incêndio:

Tabela 13 – Grau de perigo de incêndio para o município de Piracicaba/SP. Dados de 1997 a 2008

Mês	Grau de Perigo de Incêndio
Janeiro	Pequeno
Fevereiro	Médio
Março	Alto
Abril	Alto
Maiο	Alto
Junho	Alto
Julho	Alto
Agosto	Alto
Setembro	Muito Alto
Outubro	Médio
Novembro	Médio
Dezembro	Pequeno

A tabela 13 indica que entre os meses de março a setembro, o perigo médio de incêndio esteve nos níveis “alto” e “muito alto”.

Analisando o gráfico representado na figura 18, nota-se a influência do ano de 1997 nos resultados de março e abril, com médias elevadas para FMA, caracterizando o índice como “muito alto” na ocasião. Nos anos seguintes, o índice máximo para o mês de março é o risco médio.

O mês de setembro também teve seu índice médio influenciado, pois em 2007, o final desse mês registrava 64 dias sem chuva, o que levou ao aumento do resultado para FMA.

Casos isolados à parte, nota-se pela tendência do gráfico, que o índice de perigo de incêndio pode ser relacionado com o balanço hídrico do local. Os meses representados como risco “alto” ou “muito alto”, são justamente concentrados nos meses de déficit hídrico.

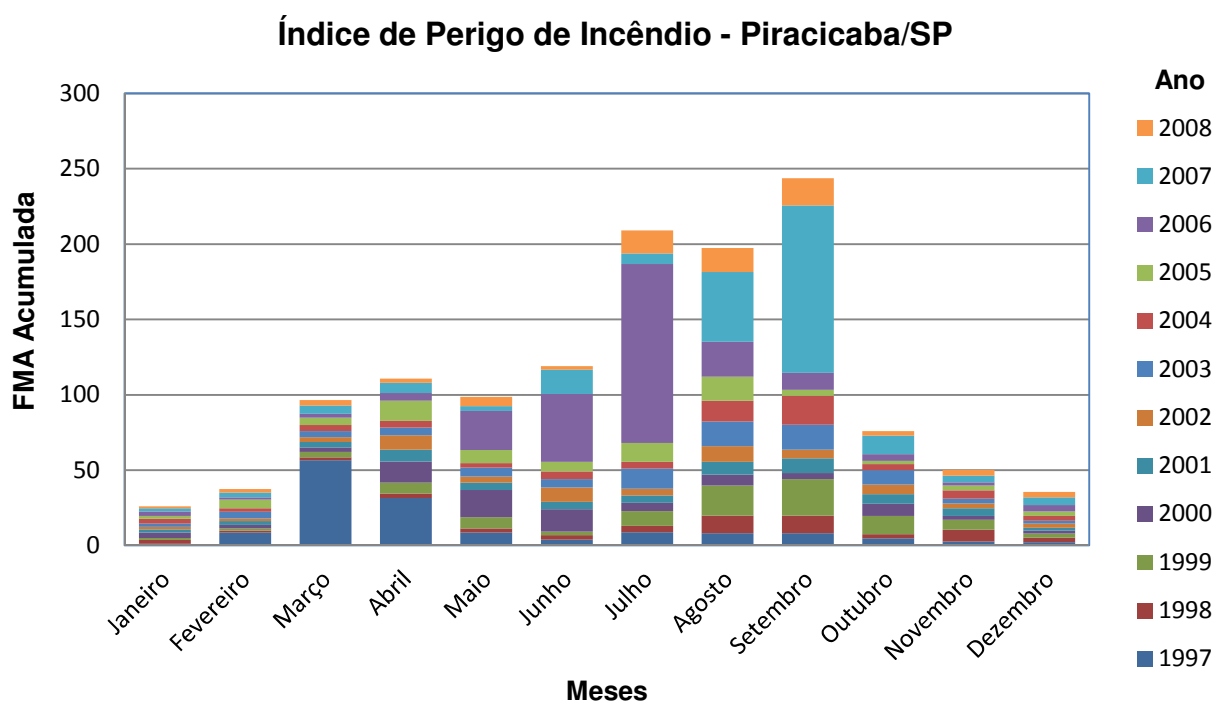


Figura 18 – Gráfico de índice de perigo de incêndio para o município de Piracicaba/SP. O valor da Formula de Monte Alegre acumulada é a soma dos índices mensais, de 1997 a 2008

A figura 18 apresenta na forma gráfica, os valores médios mensais obtidos para FMA, acumulados por ano. A figura 19, representa o balanço hídrico para o município de Piracicaba/SP.

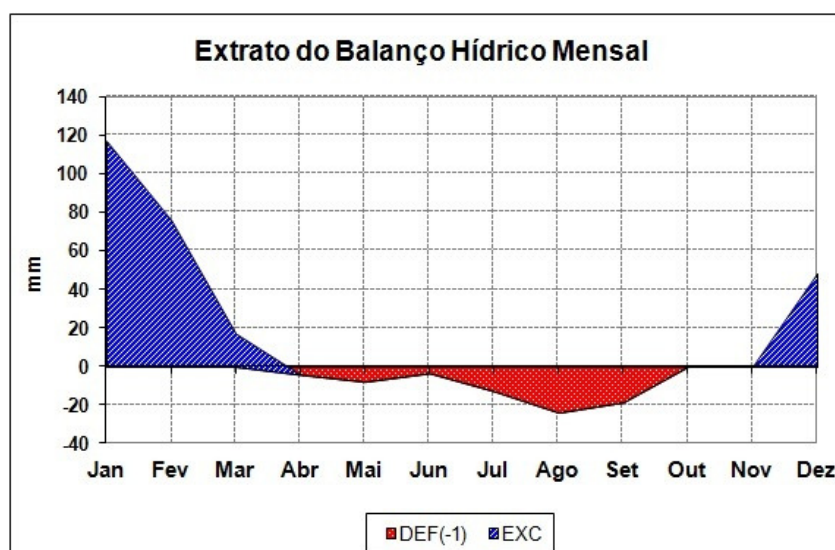


Figura 19 - Balanço hídrico para o município de Piracicaba/SP (ROLIM et al., 1998)

4.2 Custos para o Fluxo de Caixa

Os modelos de fluxo de caixa para o manejo de *Eucalyptus* spp., utilizando alta, média e baixa tecnologias, foram criados considerando a possibilidade de até três ciclos, com corte aos 7, 14 e 21 anos.

A composição dos custos dos fluxos de caixa foi dividida da seguinte forma: custos de mão-de-obra, custo horário de máquinas e implementos, e custos com insumos. As tabelas referentes a esses custos, encontra-se no Anexo A.

Os preços descritos foram obtidos em diferentes fontes, por meio de pesquisas de mercado e, em alguns casos, por empresas que pedem o sigilo das informações.

Considerando os custos de mão-de-obra, insumos, máquinas, as atividades silviculturais e seus rendimentos operacionais, foram montadas as tabelas de custeio para alta, média e baixa tecnologias.

Nesta sessão estão apresentados apenas os custos finais de implantação e manutenção, para primeira rotação. As tabelas completas, com todos os rendimentos e preços finais, além do custeio para segundo e terceiro ciclo, encontram-se no Anexo A.

4.2.1 Custeio para Alta Tecnologia

O modelo de custeio para plantios de *Eucalyptus* spp., utilizando alta tecnologia, está apresentado na tabela 14.

O valor de implantação da floresta, referente à totalidade do Ano 0, ficou em aproximadamente R\$ 3.400,00/ha, com desembolsos no ano seguinte de R\$ 615,56/ha, seguidos por R\$ 226,53/ha para os anos 2 e 3. Dos anos 4 a 7 são realizadas apenas combates à formiga e manutenção de aceiros, acarretando despesas anuais por hectare próximas de R\$ 50,00.

Pelos valores da tabela 14; 74% do desembolso do fluxo de caixa ocorrem no ano de implantação da floresta, 13% no ano 1; 5% nos anos 2 e 3, e 1% nos demais anos.

Tabela 14 – Custos de implantação e manutenção para *Eucalyptus* spp., utilizando alta tecnologia

Ano	Atividade	Custo Total (R\$/ha)
0	Conservação do Solo	176,00
0	Construção de Aceiros	469,33
0	Calagem	229,51
0	Combate Formiga - Inicial	41,13
0	Controle Químico Mecânico - Total	134,19
0	Subsolagem	153,94
0	Adubação de Base - Mecânica	425,72
0	Plantio	627,13
0	Irrigação	146,91
0	Combate Formiga - Ronda	27,28
0	Replantio	143,47
0	Irrigação	146,91
0	Roçada Mecânica - Entrelinha	111,43
0	Adubação de Cobertura - Mecânica	257,53
0	Adubação de Cobertura - Mecânica	301,03
Sub-total	Ano 0	3.391,50
1	Conservação do Solo	88,00
1	Controle Químico Mecânico - Entrelinha	126,29
1	Roçada Manual - Linha	53,66
1	Combate Formiga - Manutenção	18,19
1	Adubação de Cobertura - Mecânica	301,03
1	Manutenção de Aceiros	28,39
Sub-total	Ano 1	615,56
2	Controle Químico Mecânico - Entrelinha	126,29
2	Roçada Manual - Linha	53,66
2	Combate Formiga - Manutenção	18,19
2	Manutenção de Aceiros	28,39
Subtotal	Ano 2	226,53
3	Controle Químico Mecânico - Entrelinha	126,29
3	Roçada Manual - Linha	53,66
3	Combate Formiga - Manutenção	18,19
3	Manutenção de Aceiros	28,39
Sub-total	Ano 3	226,53
4 a 7	Combate Formiga - Manutenção	17,96
4 a 7	Manutenção de Aceiros	28,39
Sub-total	Anos 4 a 7	46,36

Esses resultados ratificam o fato que investimentos florestais demandam alto investimento inicial, com receitas apenas no longo prazo.

A operação mais cara foi a de plantio, com aproximadamente 14% do total de desembolso, seguida pela construção de aceiros, com 10%. A soma de todos os gastos com adubação chegou a 28% do total.

A composição desses valores ficou dentro do esperado, após análise de distintos fluxos de caixa.

4.2.2 Custeio para Média Tecnologia

A tabela de despesas para média tecnologia aponta investimentos de R\$ 4.110,67/ha ao longo de sete anos, sendo 73% desse valor desembolsado no ano de plantio; 14% no ano 1; 6% no ano 2; 4% no ano 3, e 1% nos anos 4 a 7.

Assim como para alta tecnologia, a operação mais cara foi o plantio, com 15% do total desembolsado, seguido também pela atividade de construção de aceiros. Nesse caso, a soma dos gastos de adubação chegou a 33% do desembolso total.

Tabela 15 – Custos de implantação e manutenção para *Eucalyptus* spp., utilizando média tecnologia

(Continua)		
Ano	Atividade	Custo Total (R\$/ha)
0	Construção de Aceiros	469,33
0	Calagem	229,51
0	Combate Formiga - Inicial	41,13
0	Controle Químico Mecânico - Total	134,19
0	Subsolagem	106,83
0	Adubação de Base - Manual	352,43
0	Plantio	627,13
0	Irrigação	146,91
0	Combate Formiga - Ronda	27,28
0	Replantio	143,47
0	Irrigação	20,25
0	Roçada Mecânica - Entrelinha	75,96
0	Adubação de Cobertura - Manual	290,03
0	Adubação de Cobertura - Manual	333,53
Sub-total	Ano 0	2.997,95

Tabela 15 - Custos de implantação e manutenção para *Eucalyptus* spp., utilizando média tecnologia

(Conclusão)		
1	Controle Químico Mecânico - Entrelinha	105,69
1	Roçada Manual - Linha	53,66
1	Combate Formiga - Manutenção	18,19
1	Adubação de Cobertura - Manual	368,33
1	Manutenção de Aceiros	28,39
Sub-total	Ano 1	574,25
2	Controle Químico Mecânico - Entrelinha	126,29
2	Roçada Manual - Linha	53,66
2	Combate Formiga - Manutenção	18,19
2	Manutenção de Aceiros	28,39
Sub-total	Ano 2	226,53
3	Controle Químico Mecânico - Entrelinha	126,29
3	Combate Formiga - Manutenção	
3	Manutenção de Aceiros	28,39
Sub-total	Ano 3	172,87
4 a 7	Combate Formiga - Manutenção	17,96
4 a 7	Manutenção de Aceiros	28,39
Sub-total	Anos 4 a 7	46,36

4.2.3 Custeio para Baixa Tecnologia

Os povoamentos de eucalipto implantados com baixa tecnologia demandam recursos na ordem de R\$ 2.400,00/ha para implantação das florestas, conforme se observa na tabela 16.

As despesas acumuladas ao longo dos sete anos em plantios sob baixa tecnologia ficou em R\$ 3.062,99. O investimento inicial foi de 78% do total. O plantio representa 20% e as adubações, somadas, 32%.

Tabela 16 – Custos de implantação e manutenção para *Eucalyptus* spp., utilizando baixa tecnologia

Ano	Atividade	Custo Total (R\$/ha)
0	Calagem	277,91
0	Combate Formiga - Inicial	33,03
0	Roçada Manual - Total	86,82
0	Coveamento Manual	162,00
0	Adubação de Base - Manual	352,43
0	Plantio	627,13
0	Irrigação	129,82
0	Combate Formiga - Ronda	27,28
0	Replantio	143,47
0	Irrigação	148,16
0	Roçada Manual - Linha	53,66
0	Adubação de Cobertura - Manual	333,53
Sub-total	Ano 0	2.375,22
1	Controle Químico Manual - Entrelinha	49,93
1	Roçada Manual - Linha	53,66
1	Combate Formiga - Manutenção	18,19
1	Adubação de Cobertura - Manual	281,33
Sub-total	Ano 1	403,10
2	Controle Químico Manual - Entrelinha	49,56
2	Roçada Manual - Linha	53,66
2	Combate Formiga - Manutenção	18,19
Sub-total	Ano 2	121,41
3	Controle Químico Manual - Entrelinha	40,56
3	Roçada Manual - Linha	53,66
3	Combate Formiga - Manutenção	18,19
Sub-total	Ano 3	112,41
4 a 7	Combate Formiga - Manutenção	16,95
Sub-total	Anos 4 a 7	16,95

Comparando as três classes, observa-se que o percentual de desembolso segue tendência semelhante, conforme o ano de manutenção da floresta, independente da tecnologia empregada.

4.3 Receitas para o Fluxo de Caixa

4.3.1 Curvas de crescimento

Seguindo a metodologia descrita na seção 3.3.6, das 24 possibilidades, foram geradas oito curvas de crescimento para *Eucalyptus* spp., com distintos formatos e produtividades, que serviram de referência para representar o crescimento da espécie em diferentes localidades brasileiras. As demais não apresentaram bons resultados após regressão estatística.

Essas curvas foram divididas em três classes de produtividade (Baixa, Média e Alta) e foram assim nomeadas: Baixa Produção 1, Baixa Produção 2, Média Produção 1, Média Produção 2, Média Produção 3, Alta Produção 1, Alta Produção 2, Alta Produção 3.

As curvas são apresentadas entre as figuras 20 e 28. Os dados brutos que geraram essas curvas e os resultados do programa SAS são apresentados no Anexo B.

4.3.1.1 Baixa Produção 1 (BP 1)

A curva denominada Baixa Produção 1 foi construída baseada em medições de uma floresta de *Eucalyptus grandis*, com volumes aferidos aos 2, 4 e 6 anos com valores de 29, 95 e 150 m³/ha, respectivamente. Os volumes das idades faltantes foram estimados.

A curva BP 1 apresenta IMA aos 7 anos de 24 m³/ha/ano, valor abaixo da média nacional, próximo de 40 m³/ha/ano, dentre as empresas associadas da ABRAF (ABRAF, 2010).

Essa curva deve ser indicada para plantios com fraco crescimento, seja por condições edafo-climáticas adversas, devido a falhas na silvicultura, ou perdas de produção por outro motivo.

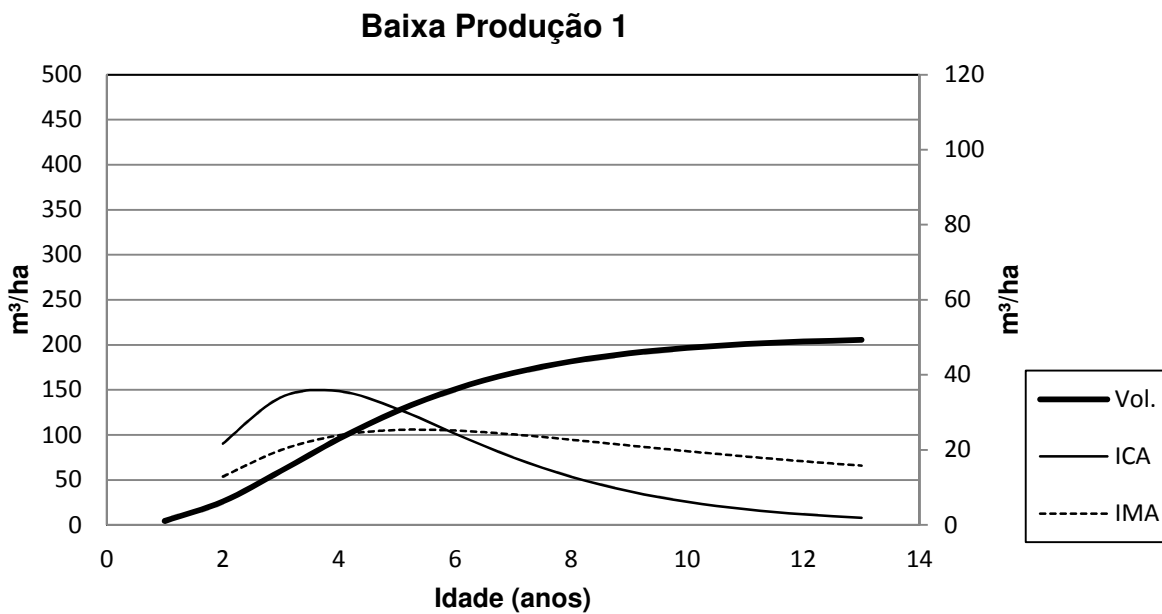


Figura 20 – Volume, Incremento Corrente Anual e Incremento Médio Anual em m³/ha. Modelo BP1

4.3.1.2 Baixa Produção 2 (BP 2)

A partir de dados de plantio de *Eucalyptus urophylla*, com medições aos 2, 4 e 6 anos, foi criada a curva BP 2. Os volumes aferidos nas respectivas idades foram: 36 105 e 171 m³/ha.

O IMA aos sete anos de 28 m³/ha/ano também é abaixo da média nacional de empresas plantadoras de eucalipto.

Essa curva de crescimento deve ser atribuída às florestas plantadas em sítios de baixa fertilidade ou sob algum efeito adverso ao seu desenvolvimento. Plantios efetuados sob baixa tecnologia, com práticas silviculturais deficientes, principalmente quanto às adubações, podem apresentar esse comportamento em crescimento.

Assim como no caso anterior, o maior ICA ocorreu do terceiro para o quarto ano, com valor próximo de 38 m³/ha nessa idade.

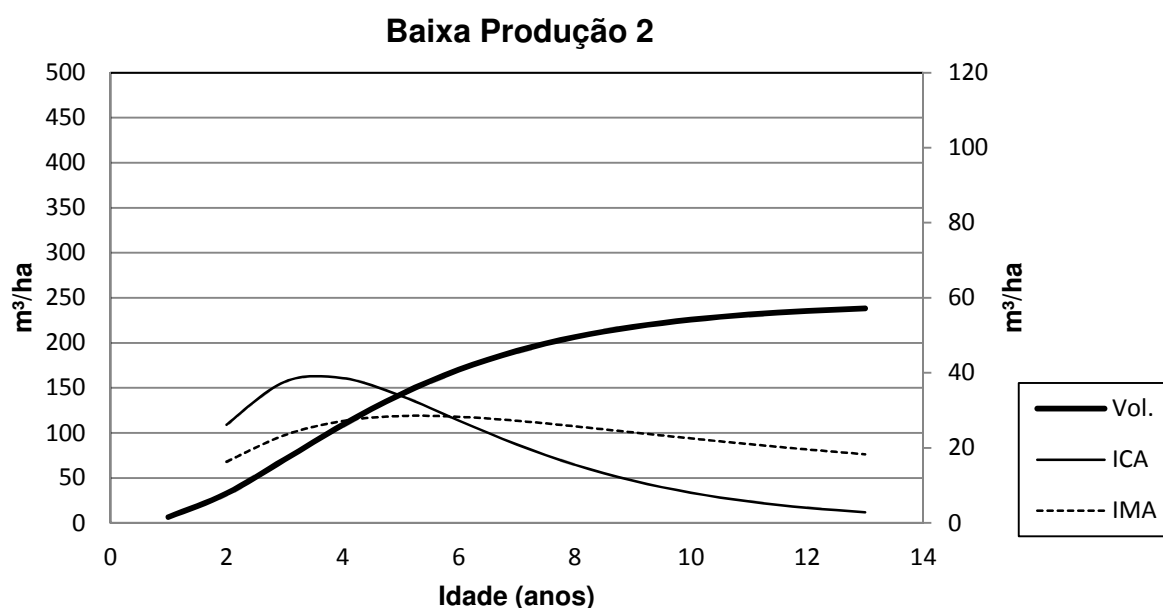


Figura 21 – Volume, Incremento Corrente Anual e Incremento Médio Anual em m³/ha. Modelo BP 2

O encontro das curvas de IMA e ICA, sugere para BP 1 e BP 2 a idade ótima de corte aos 6 anos, segundo a maximização do incremento médio anual (RODRIGUEZ, 1991).

4.3.1.3 Média Produção 1 (MP 1)

Os dados base para a curva MP 1 foram provenientes de duas espécies de eucalipto. São dados de *Eucalyptus grandis*, com volumes de 44 e 190 m³/ha aos 2 e 6 anos, respectivamente, e de *Eucalyptus urophylla*, com volumes de 39 e 188 m³/ha, também aos 2 e 6 anos.

Após estimativa dos volumes nas idades faltantes, e submissão à regressão não linear, foi possível definir uma única curva para o local. Essa foi a única curva que apresentou bom ajuste dos parâmetros utilizando mais de uma base de dados.

O incremento médio anual para esse local foi de 32 m³/ha/ano aos sete anos, valor mais próximo à média nacional.

Essa curva apresenta um padrão que se aproxima da realidade de crescimento da floresta de pequenos produtores, os quais apresentam recursos limitados quando comparado às empresas de maior porte.

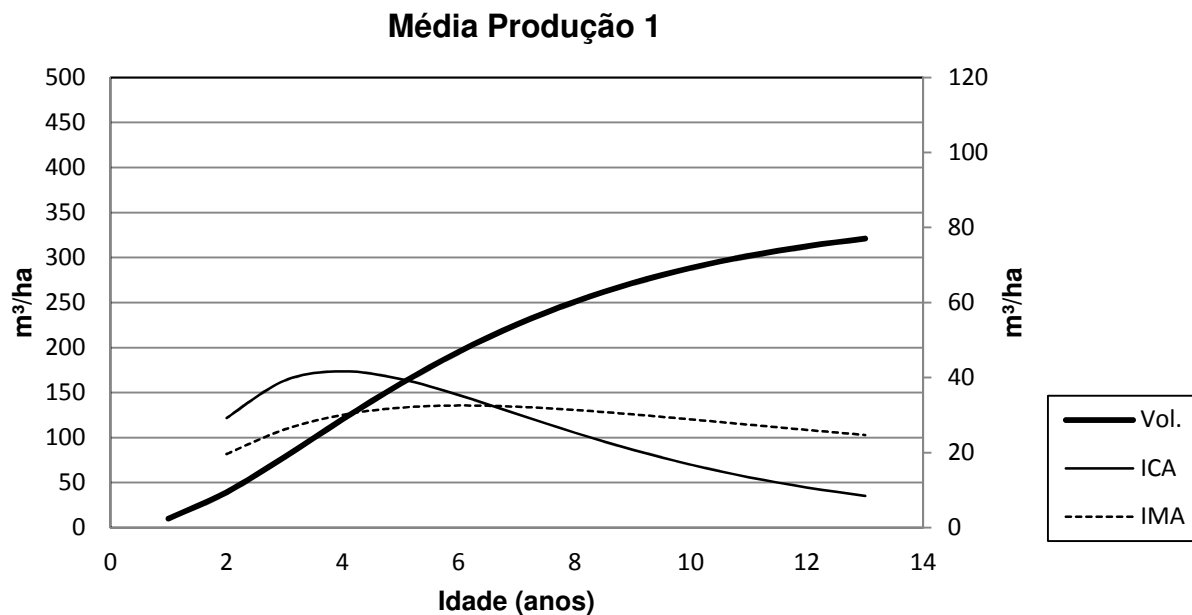


Figura 22 – Volume, Incremento Corrente Anual e Incremento Médio Anual em m³/ha. Modelo MP 1

O cruzamento das curvas de IMA e de ICA acontece próximo do sétimo ano, o que fundamenta as análises de corte nesta idade, utilizada neste trabalho.

4.3.1.4 Média Produção 2 (MP 2)

Para compor a curva MP 2 foram utilizados dados de inventário para *Eucalyptus urograndis*, com medições aos 2, 4 e 6 anos. Os volumes obtidos foram de 25, 84 e 181 m³/ha em cada idade, respectivamente.

O IMA aos sete anos dessa floresta é de aproximadamente 35 m³/ha/ano, valor coerente com a média de pequenos e médios produtores florestais do Brasil.

A característica de uma floresta representada por essa curva é de crescimento lento até o terceiro ano, seguido por três anos de incremento corrente anual superior a 45m³/ha/ano. A curva começa a estabilizar apenas após o décimo primeiroano.

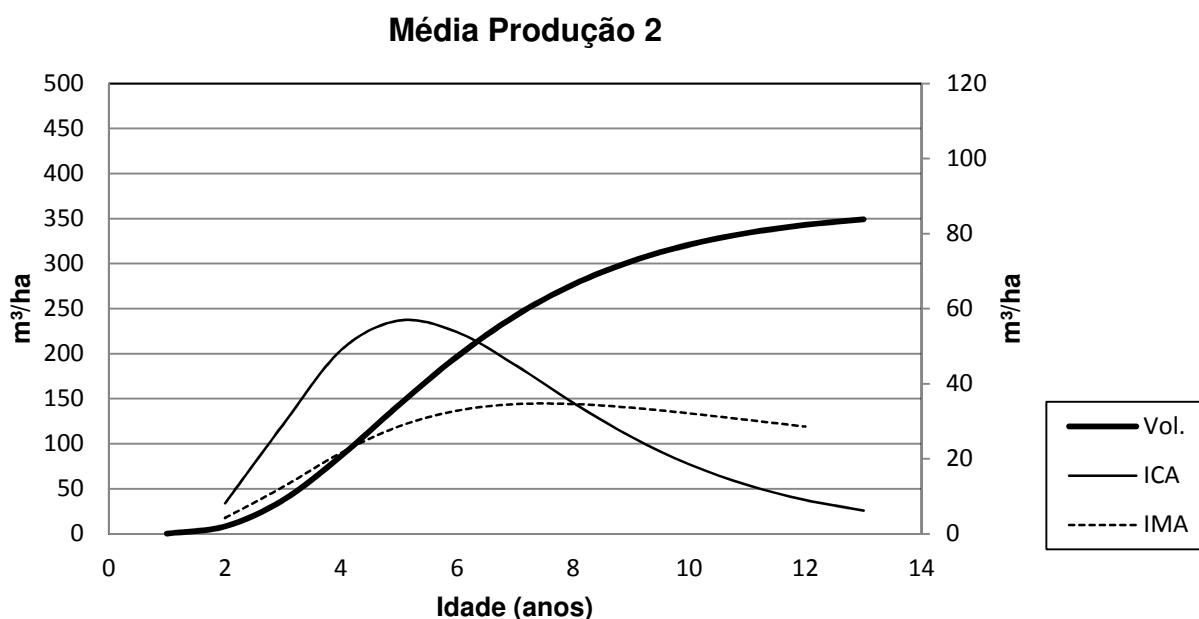


Figura 23 – Volume, Incremento Corrente Anual e Incremento Médio Anual em m³/ha. Modelo MP 2

Segundo o critério de maximização do incremento médio anual, a idade ideal de corte dessa floresta é aos oito anos, sendo entre o quarto e quinto anos, a idade de máximo ICA, próximo de 60 m³/ha.

4.3.1.5 Média Produção 3 (MP 3)

Com dados aferidos para as idades 2, 6 e 13, essa foi a curva de melhor predição de volume entre todas aqui geradas, pois provém de dados reais referente às idades extremas e central do horizonte estudado. Dessa forma, as estimativas ficaram apenas por conta das idades intermediárias.

Os bons parâmetros obtidos para os coeficientes da equação de volume comprovam a eficiência empregada para essas estimativas.

Trata-se de plantio de *Eucalyptus grandis*, com produção de 50, 238 e 385 m³/ha, no segundo, sexto e décimo terceiro anos, respectivamente.

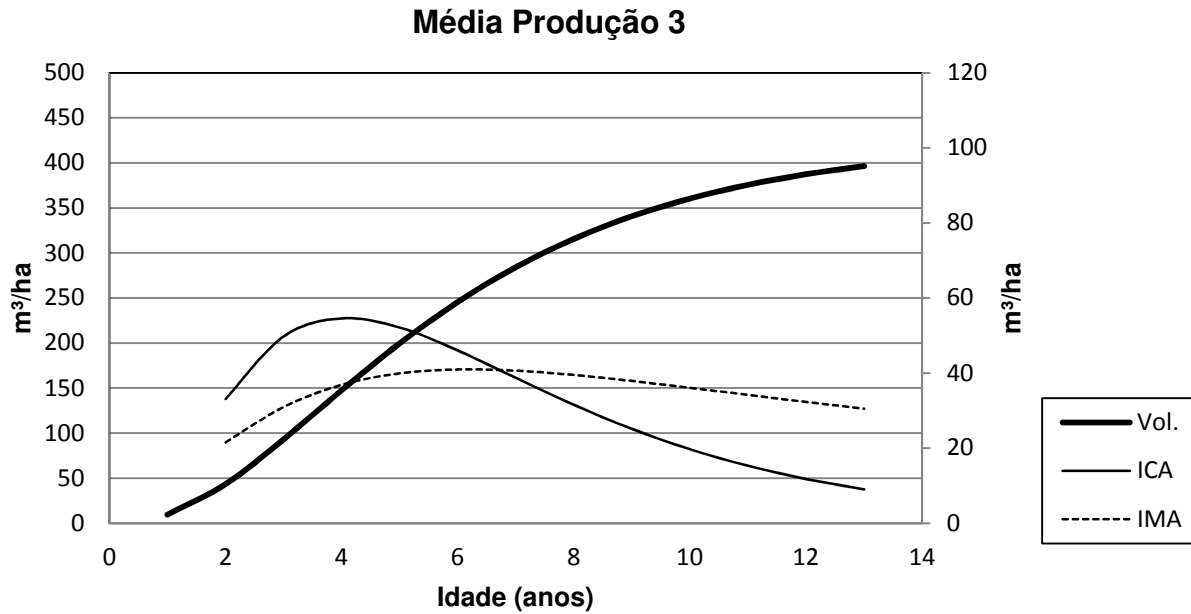


Figura 24 – Volume, Incremento Corrente Anual e Incremento Médio Anual em m³/ha. Modelo MP 3

Com valor próximo à média de produção das empresas associadas à ABRAF, o incremento médio anual dessa floresta aos sete anos é de 41 m³/ha/ano.

A idade de corte pelo critério de maximização do IMA ocorre também no sétimo ano.

A curva MP 3 é adequada às empresas de médio a grande porte, com plantios clonais de *Eucalyptus*, em diferentes estados brasileiros.

4.3.1.6 Alta Produção 1 (AP 1)

A curva AP 1 partiu apenas do volume aos dois anos de idade de plantios clonais de *Eucalyptus urograndis*. O valor de 83 m³/ha nessa idade foi a média obtida entre dois clones. Partindo de apenas uma medição, a tendência da curva foi praticamente definida pelos volumes estimados.

A importância desse caso para compor as estatísticas deste trabalho, deve-se ao fato dessa curva representar plantios clonais com rápido início de crescimento. Outro fator positivo para sua utilização foi o bom resultado obtido pela regressão não linear, quando comparados a outras estimativas geradas a partir de apenas uma medição.

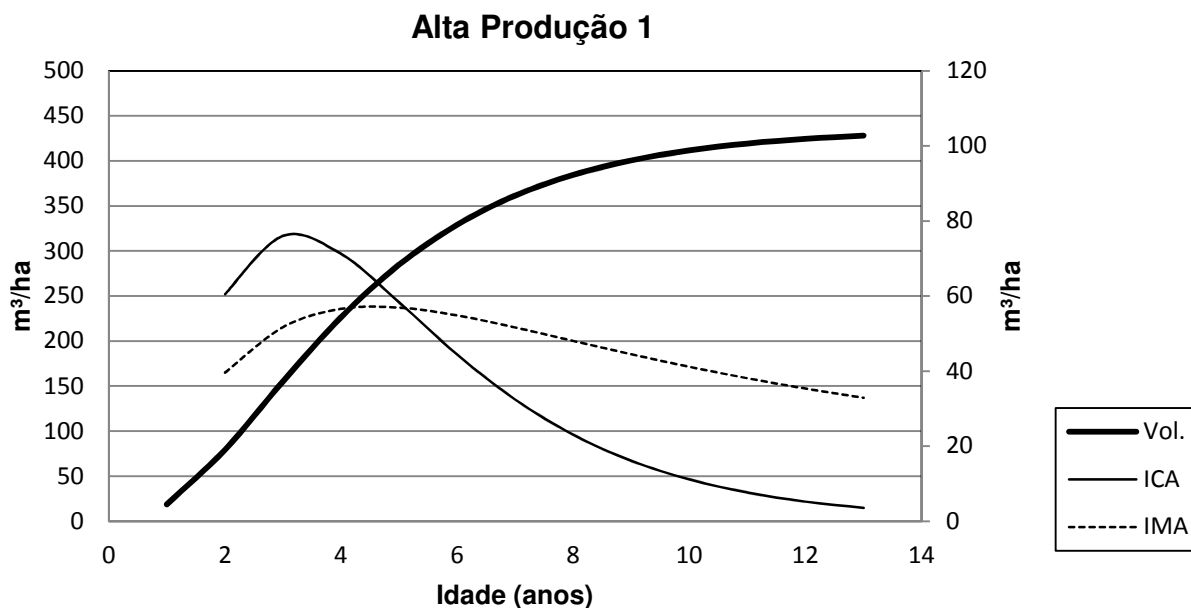


Figura 25 – Volume, Incremento Corrente Anual e Incremento Médio Anual em m³/ha. Modelo AP 1

O incremento médio anual dessa floresta aos sete anos é de 52 m³/ha/ano. O máximo valor de IMA ocorre no quinto ano, quando chega a produzir 57 m³/ha/ano.

Essa curva se aplica em geral às empresas florestais que usufruem de alta tecnologia e possuem clones de alta produtividade. É comum encontrar empresas que realizam o corte da floresta no quinto ano, assim como sugere o gráfico.

4.3.1.7 Alta Produção 2 (AP 2)

A floresta de *Eucalyptus grandis* que gerou a curva AP2 teve volume aferido aos quatro anos de 91 m³/ha. A segunda medição foi aos seis anos, com 275 m³/ha.

Os dados de inventário mostram o elevado ritmo de crescimento do povoamento, que teve incremento de 180 m³ entre o quarto e o sexto anos. Justamente entre essas idades, a curva de ICA atinge seu ápice.

As características dessa curva sugerem mais um caso de crescimento bastante lento no início, com arranque a partir do terceiro ano, estabilizando, nesse caso, apenas a partir do oitavo ano. Os cruzamentos das curvas de IMA e de ICA também acontecem próximos a essa idade, sugerindo a colheita nessa época.

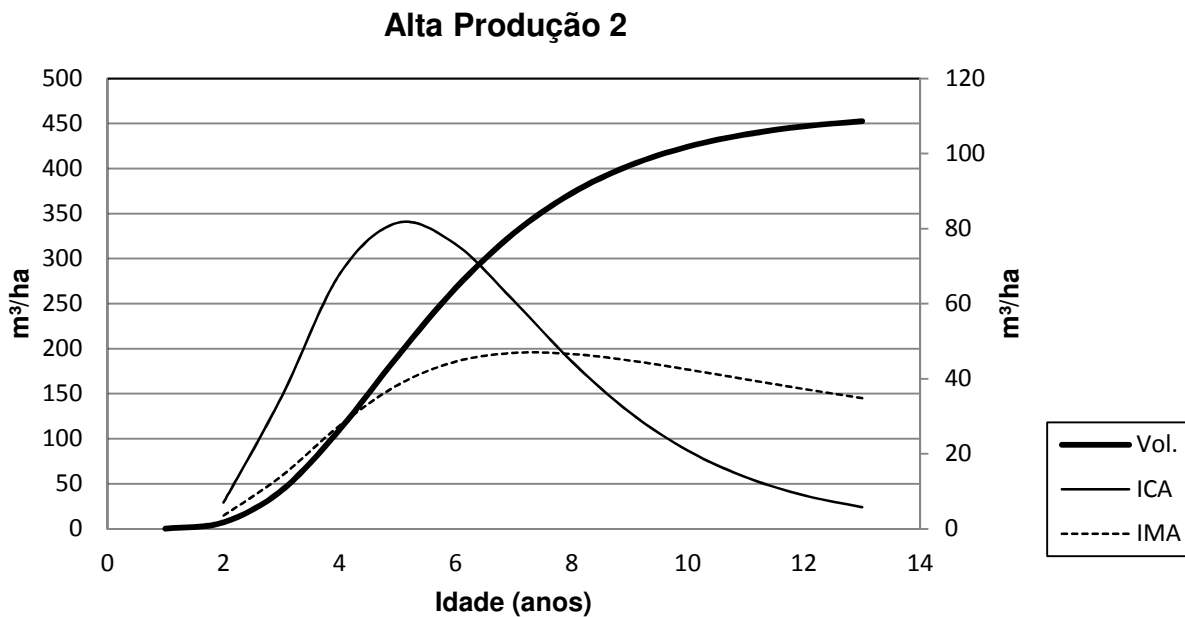


Figura 26 – Volume, Incremento Corrente Anual e Incremento Médio Anual em m³/ha. Modelo AP 2

No sétimo ano o modelo aponta IMA de 47 m³/ha/ano. Florestas com essas características são advindas de excelente material genético, associado às condições edafo-climáticas favoráveis e práticas silviculturais adequadas.

A curva pode ser atribuída à locais com precipitação anual acima de 1.500 mm e solos produtivos, implantados com alta tecnologia e material genético melhorado.

4.3.1.8 Alta Produção 3 (AP 3)

A curva mais produtiva entre as oito apresentadas ficou por conta da projeção dos volumes de *Eucalyptus grandis*, com medição aos dois anos de 81 m³/ha e aos cinco anos com 358 m³/ha.

Esta representação possui IMA de 60m³/ha/ano aos sete anos, o maior entre as oito curvas.

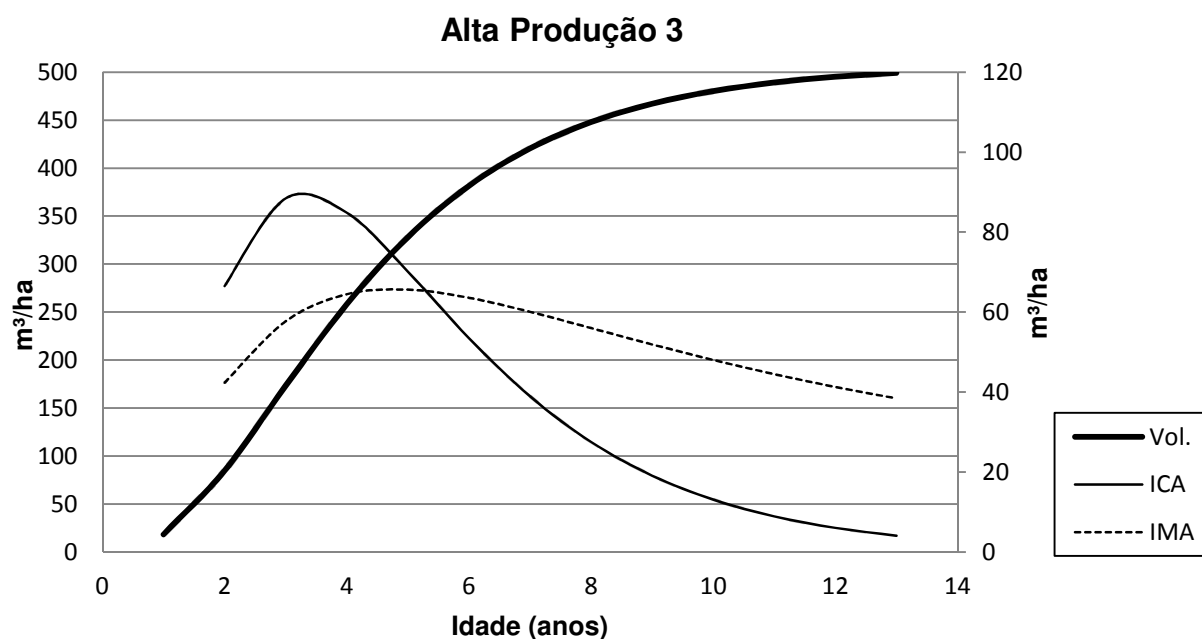


Figura 27 – Volume, Incremento Corrente Anual e Incremento Médio Anual em m³/ha. Modelo AP 3

O ICA máximo desse caso foi aos três anos, próximo de 90 m³/ha. Pelo critério de maximização do IMA, o corte desse povoamento seria pouco antes do sexto ano.

Esse crescimento é verificado nos melhores clones das grandes empresas brasileiras.

Se aplicada a um caso real, é provável que sejam em florestas clonais ou melhoradas geneticamente, implantadas com alta tecnologia e sob ótima silvicultura.

4.3.1.9 Comparação entre as curvas

Para enfatizar a diferença no comportamento das curvas de produção, foi criado o gráfico reproduzido na figura 28, com todas agrupadas.

Boa parte dos reflorestamentos no Brasil está na faixa que compreende as curvas de Média Produção 1 e Alta Produção 2. As demais refletem casos isolados.

Além de apresentar diferentes produtividades para distintas idades-base, os oito modelos gerados ilustram diferentes formas de crescimento possíveis para *Eucalyptus* spp. Os resultados demonstram o grau de peculiaridade que um povoamento pode apresentar.

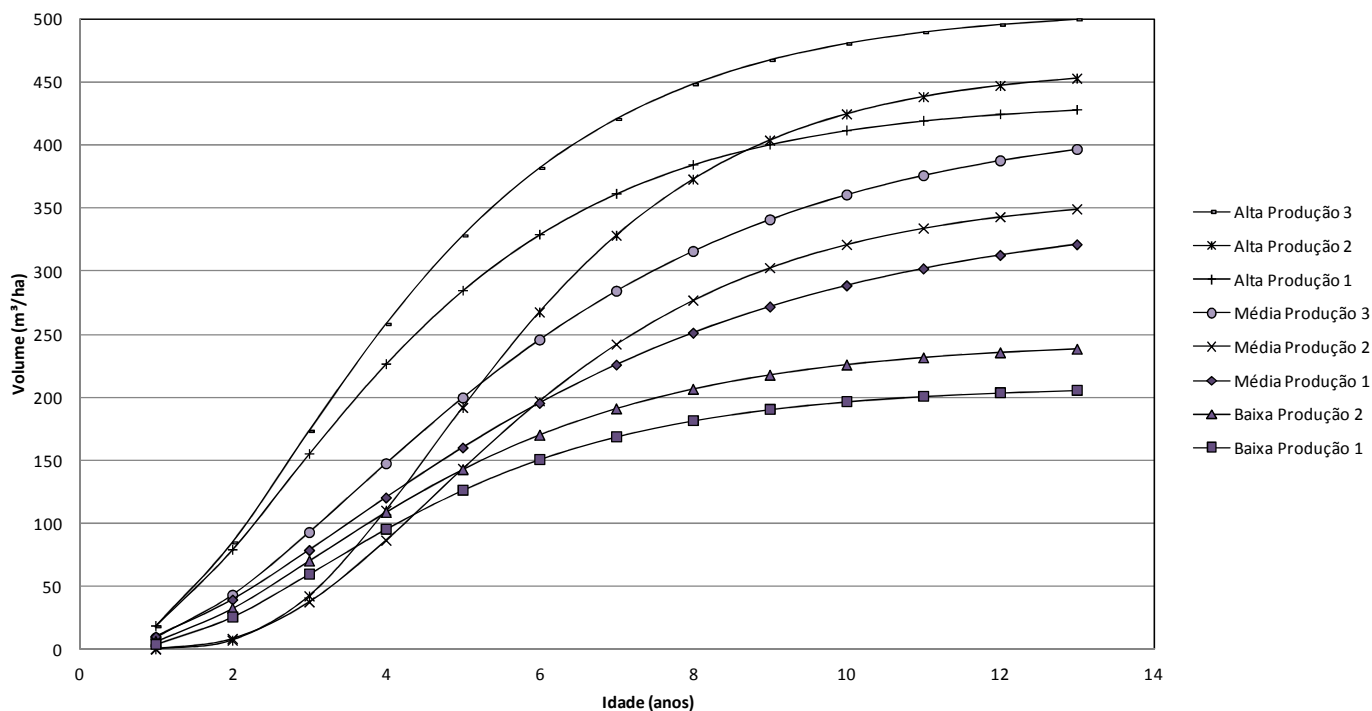


Figura 28 – Volume em m^3/ha , por idade. Comparação entre as produtividades estimadas

O local AP 2, por exemplo, tem crescimento inicial inferior ao BP 1 e 2, no sétimo ano já é a terceira em produtividade, terminando como a segunda mais produtiva.

A implementação de modelos como esses servem como uma útil ferramenta a ser utilizada nas análises de risco e contratação de apólices de seguro floresta.

Espera-se que esse conjunto de curvas espelhe as diferentes possibilidades de crescimento dessas espécies no Brasil. Sugere-se que no futuro, um trabalho mais extenso e detalhado enriqueça esse conjunto básico de curvas de crescimento.

4.4 Taxa de Juros

A taxa de desconto utilizada para os estudos de caso foi estabelecida como a média das taxas SELIC dos últimos sete anos, contando com o ano de 2011.

Para os meses de outubro a dezembro de 2011, como ainda não havia sido disponibilizado pela Receita Federal, considerou-se a taxa de setembro, por isso aparecem em destaque na tabela 17.

Tabela 17 - Taxas SELIC de 2005 a 2011 (RECEITA FEDERAL, 2011)⁹

Mês/Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Janeiro	1,38%	1,43%	1,08%	0,93%	1,05%	0,66%	0,86%
Fevereiro	1,22%	1,15%	0,87%	0,80%	0,86%	0,59%	0,84%
Março	1,53%	1,42%	1,05%	0,84%	0,97%	0,76%	0,92%
Abril	1,41%	1,08%	0,94%	0,90%	0,84%	0,67%	0,84%
Mai	1,50%	1,28%	1,03%	0,88%	0,77%	0,75%	0,99%
Junho	1,59%	1,18%	0,91%	0,96%	0,76%	0,79%	0,96%
Julho	1,51%	1,17%	0,97%	1,07%	0,79%	0,86%	0,97%
Agosto	1,66%	1,26%	0,99%	1,02%	0,69%	0,89%	1,07%
Setembro	1,50%	1,06%	0,80%	1,10%	0,69%	0,85%	0,94%
Outubro	1,41%	1,09%	0,93%	1,18%	0,69%	0,81%	<u>0,94%</u>
Novembro	1,38%	1,02%	0,84%	1,02%	0,66%	0,81%	<u>0,94%</u>
Dezembro	1,47%	0,99%	0,84%	1,12%	0,73%	0,93%	<u>0,94%</u>
SOMA	17,56%	14,13%	11,25%	11,82%	9,50%	9,37%	11,21%
MÉDIA ANUAL	12,12%						

O valor obtido pela média das taxas SELIC dos últimos sete anos, foi de 12,12%.

Nas análises deste trabalho, optou-se por utilizar o valor arredondado de 12%, a fim de facilitar as estimativas.

4.5 Estudos de caso

Aplicando o método sugerido neste trabalho aos sete estudos de caso, foram definidos os fluxos de caixa de cada local e, a partir daí, recalculados os valores em risco das florestas.

Para as comparações, foram estabelecidos os parâmetros expressos na tabela 18.

⁹ Receita Federal. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/pagamentos/jrselic.htm>>. Acesso em: 4 out. 2011.

Tabela 18 – Parâmetro para análises de estudo de dados

Local	Estado	Município	Tecnologia	Curva escolhida	IMA (m ³ /ha/ano)	Valor da Madeira (R\$/m ³)
1	PR	Luiziana	Baixa	MP 1	32,22	45,0
2	GO	Rio Verde	Alta	AP 2	46,87	45,0
3	MA	Anapurus	Média	MP 3	40,60	45,0
4	MG	Buritizeiro	Média	MP 3	40,60	33,0
5	MS	Santa Rita do Pardo	Alta	MP 3	40,60	42,5
6	SP	São Carlos	Média	AP 1	51,63	46,5
7	TO	Novo Acordo	Média	MP 2	34,55	45,0

* Madeira em pé aos 7 anos- *Eucalyptus* spp.

Os preços de madeira para o PR, GO, MG e SP foram obtidos por órgãos estaduais ou municipais. Para as demais localidades, o preço obtido foi baseado em pesquisa de mercado ou fornecido por empresa local.

Com exceção do mercado do norte de MG, verificou-se média próxima de R\$ 45,00/m³ para todas as regiões.

Em relação aos modelos de crescimento, foram utilizados cinco diferentes curvas, entre os sete casos. A curva MP 3, representada três vezes, foi a mais utilizada.

4.5.1 Local 1 Paraná

A floresta de eucalipto referente ao Local 1 foi enquadrada como baixa tecnologia, devido ao plantio e atividades silviculturais terem sido executados de forma manual. A produtividade estabelecida para a este caso foi referente à curva MP 1, com IMA de 32,22 m³/ha/ano.

O valor da madeira em pé para eucalipto com diâmetro de 20 a 30 centímetros, segundo dados da Secretaria de Estado da Agricultura e do

Abastecimento (PARANÁ, 2011), foi de R\$ 45,00/m³ na região de Campo Mourão. Esse valor foi atribuído à floresta com sete anos.

A partir dessas premissas, o seguinte fluxo de caixa foi montado:

Receitas								10.149,30	VNA = 2.999,09
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	Nova Atividade ...
Custos	2.375,22	403,10	121,41	112,41	16,95	16,95	16,95	16,95	

Figura 29 - Fluxo de caixa obtido para o Local 1. Baixa tecnologia e produção referente curva MP 1

O Valor da Nova Atividade (VNA) desse caso ficou em R\$ 2.999,02/ha. As receitas no ano 7 foram de R\$ 10.149,30/ha.

Por ser um plantio recente, ainda no ano 0, o VR atribuído à floresta refere-se aos custos desse ano, nesse caso, R\$ 2.375,22/ha.

Tabela 19 – Comparativo entre valores de contrato e recalculados para o Local 1

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	Valor em Risco Apólice (a) (R\$/ha)	Valor em Risco Recalculado (b) (R\$/ha)	Diferença (b/a)
1	<i>Eucalyptus sp.</i>	2011	0	2.500,00	2.375,22	-5%

O novo valor ficou abaixo daquele contratado na apólice de seguros, em aproximadamente 5%.

O valor-base utilizado pela seguradora ficou bem próximo do valor atual, devido ao modelo de cálculo zerar quando o ano da floresta é igual a zero.

Nessas condições, o Valor em Risco será diretamente o custeio daquele ano.

4.5.2 Local 2 Goiás

O Local 2 foi considerado como um plantio proveniente de alta tecnologia, e sua produtividade atribuída à curva AP 2, com IMA aos sete anos de 46,87 m³/ha/ano.

A madeira de eucalipto posto fábrica, na região, é vendida a R\$ 72,00/m³, segundo dados da Federação da Agricultura e Pecuária do Goiás (FAEG).

Assumindo um valor de R\$ 27,00/m³ para as operações de corte, baldeio, carregamento e transporte, o preço final da madeira em pé fica em R\$ 45,00/m³.

Nessas condições, o seguinte fluxo de caixa foi montado:

Receitas								14.764,05	VNA = 4.191,27
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	Nova Atividade ...
Custos	3.391,50	615,56	226,53	226,53	46,36	46,36	46,36	46,36	

Figura 30 - Fluxo de caixa obtido para o Local 2. Alta tecnologia e produção referente curva AP 2

O valor referente à nova atividade ficou em R\$ 4.191,27/ha.

Os valores em risco da apólice foram superestimados, quando comparados ao método aqui proposto. A diferença foi muito significativa, ainda mais levando-se em consideração a magnitude do valor em risco total, próximo de R\$ 50 milhões.

A média ponderada dos novos valores em risco ficou cerca de 30% inferior à da apólice em vigor.

Em caso de eventuais sinistros, a diferença de indenizações a serem pagas poderia ocasionar grandes prejuízos à seguradora, nesse caso.

Em situações como essa, deve haver um entendimento entre as partes sobre a metodologia utilizada para precificação da floresta e o valor em risco devidamente ajustado antes do fechamento do negócio.

Tabela 20 – Comparativo entre valores de contrato e recalculados para o Local 2

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	Área (ha)	Valor em Risco Apólice (a) (R\$/ha)	Valor em Risco Recalculado (b) (R\$/ha)	Diferença (b/a)
2	<i>E. urophylla</i>	2003	8	72,00	28.168,00	14.717,69	-91%
2	<i>E. urophylla</i>	2004	7	21,16	24.647,00	14.717,69	-67%
2	<i>E. urophylla</i>	2005	6	201,74	21.126,00	12.645,38	-67%
2	<i>E. urophylla</i>	2006	5	107,95	17.605,00	10.795,09	-63%
2	<i>E. urophylla</i>	2007	4	180,71	14.084,00	9.143,06	-54%
2	<i>E. urophylla</i>	2008	3	662,17	10.563,00	7.487,85	-41%
2	<i>E. urophylla</i>	2010	1	496,15	3.521,00	4.301,43	18%
2	<i>E. urophylla</i>	2003	8	129,70	17.860,00	14.717,69	-21%
2	<i>E. urophylla</i>	2004	7	216,56	15.627,50	14.717,69	-6%
2	<i>E. urograndis</i>	2006	5	34,47	11.162,50	10.795,09	-3%
2	<i>E. urograndis</i>	2007	4	201,68	8.930,00	9.143,06	2%
2	<i>E. urograndis</i>	2009	2	249,38	4.465,00	6.009,99	26%
2	<i>E. urophylla</i>	2005	6	112,98	18.237,00	12.645,38	-44%
2	<i>E. urophylla</i>	2006	5	390,77	15.197,50	10.795,09	-41%
2	<i>E. urograndis</i>	2009	2	752,22	11.816,00	6.009,99	-97%
2	<i>E. urograndis</i>	2010	1	188,34	5.908,00	4.301,43	-37%
MÉDIA				4.017,98	7.730,01	5.991,02	-29%

Na relação das florestas seguradas, alguns locais estavam no ano 8. Para esses casos, considerou-se o VR calculado do ano 7, para comparações.

4.5.3 Local 3 Maranhão

O povoamento florestal de Anapurus/MA foi atribuído como de média tecnologia, e curva MP 3 de produção, com IMA de 40,6 m³/ha/ano, no sétimo ano.

O preço da madeira na região para essa idade base foi estabelecido como R\$ 45,00/m³, em pé, gerando o fluxo de caixa da figura 31:

Receitas								12.789,00	VNA = 3.415,62
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	Nova Atividade ...
Custos	2.997,95	574,25	226,53	172,87	46,36	46,36	46,36	46,36	

Figura 31 - Fluxo de caixa obtido para o Local 3. Média tecnologia e produção referente curva MP 3

Esse é mais um caso de uma floresta no ano 0, por isso, o VR atribuído foi referente aos custos de implantação, de R\$ 2.997,95/ha.

O projeto é viável economicamente. O VNA ficou em R\$ 3.415,62/ha.

Tabela 21 – Comparativo entre valores de contrato e recalculados para o Local 3

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	Valor em Risco Apólice (a) (R\$/ha)	Valor em Risco Recalculado (b) (R\$/ha)	Diferença (b/a)
3	<i>Eucalyptus sp.</i>	2011	0	2.500,00	2.997,95	17%

Nesse caso, o custeio de média tecnologia superou ao valor inicial utilizado pela seguradora, em 17%, o que significa que o segurado está sendo prejudicado, pois em caso de sinistro, o valor indenizado seria inferior ao custo de implantação.

4.5.4 Local 4 Minas Gerais

Considerada como de média tecnologia, a floresta de Buritizeiro foi classificada pela curva MP 3, com IMA de 40,6 m³/ha/ano aos sete anos.

Segundo dados do Instituto Estadual de Florestas (2011), a madeira em pé de eucalipto, de 15 a 30 centímetros de diâmetro, está custando R\$ 45,00 por estéreo (st) no norte de Minas Gerais. Assumindo um fator de empilhamento manual de 1,3 (LISBOA et al., 2009), o preço fica R\$ 33,00/m³.

Receitas	9.333,13							VNA = 561,14	
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	Nova Atividade ...
Custos	2.997,95	574,25	226,53	172,87	46,36	46,36	46,36	46,36	

Figura 32 - Fluxo de caixa obtido para o Local 4. Média tecnologia e produção referente curva MP 3

Tabela 22 – Comparativo entre valores de contrato e recalculados para o Local 4

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	Área (ha)	Valor em Risco Apólice (a) (R\$/ha)	Valor em Risco Recalculado (b) (R\$/ha)	Diferença (b/a)
4	<i>Eucalyptus sp.</i>	2009	2	1.078,34	7.200,00	4.546,55	-58%
4	<i>Eucalyptus sp.</i>	2010	1	948,34	6.000,00	3.425,04	-75%
4	<i>Eucalyptus sp.</i>	2011	0	882,06	5.100,00	2.997,95	-70%
MÉDIA				2.908,74	6.171,95	3.711,30	-66%

O VNA ficou em R\$ 561,14/ha, o menor valor entre os sete locais.

A média ponderada do valor recalculado ficou 66% inferior ao utilizado na apólice. Uma possível explicação sobre essa elevada diferença seria o valor da madeira, muito abaixo em relação aos demais casos.

Mais uma vez essa grande diferença acontece em florestas com extensa área plantada. Para se ter uma idéia, a diferença entre os dois cálculos é superior a R\$ 7 milhões, ou seja, em caso de sinistro, a seguradora poderia arcar com uma indenização muito acima.

4.5.5 Local 5 Mato Grosso do Sul

Referência deste trabalho ao estado do MS, o Local 5 foi classificado como alta tecnologia e curva de crescimento MP 3.

O preço da madeira em pé, segundo dados de uma empresa do setor de papel e celulose da região, é de R\$ 42,50/m³ para eucalipto com sete anos. O VNA da nova atividade ficou em R\$ 1.973,06.

Nessas condições, o fluxo de caixa ficou da seguinte forma:

Receitas								12.078,50	VNA = 1.973,06
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	Nova Atividade ...
Custos	3.391,50	615,56	226,53	226,53	46,36	46,36	46,36	46,36	

Figura 33 - Fluxo de caixa obtido para o Local 5. Alta tecnologia e produção referente curva MP 3

Comparando os dados da apólice de seguros com os valores calculados pela metodologia proposta, chegou-se a conclusão que, nesse caso, a média ponderada entre os valores recalculados é 41% superior ao original.

Tabela 23 – Comparativo entre valores de contrato e recalculados para Local 5

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	Área (ha)	Valor em Risco Apólice (a) (R\$/ha)	Valor em Risco Recalculado (b) (R\$/ha)	Diferença (b/a)
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2005	6	188,22	7.500,00	10.485,23	28%
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2006	5	56,55	7.000,00	9.104,06	23%
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2007	4	252,60	4.500,00	7.870,87	43%
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2008	3	997,23	3.500,00	6.589,63	47%
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2009	2	176,23	2.800,00	5.445,67	49%
5	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2010	1	425,56	2.800,00	4.035,25	31%
MÉDIA				2.096,39	3.873,09	6.546,90	41%

Nesse caso, em eventuais sinistros, o segurado seria prejudicado, e considerando o tamanho da área, em altos patamares. A diferença entre o VR total da apólice e recalculado é de mais de R\$ 5,5 milhões.

4.5.6 Local 6 São Paulo

Estabelecido no município de São Carlos/SP, o Local 6 representa plantios clonais de eucalipto implantados com média tecnologia. Foi verificado *in loco* se tratar de material genético extremamente produtivo, ajustado aqui pela curva AP 1, com 51 m³/ha/ano aos sete anos.

De acordo com dados do Instituto Econômico Agrícola (IEA, 2011), o preço pago para madeira em pé de eucalipto na região é de R\$46,50/m³.

O fluxo de caixa apresentou o melhor desempenho entre os sete locais de estudo, a uma taxa de juros de 12%. O valor de VNA foi de R\$ 6.733,23

Receitas								16.805,57	VNA = 6.733,23
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	Nova Atividade ...
Custos	2.997,95	574,25	226,53	172,87	46,36	46,36	46,36	46,36	

Figura 34 - Fluxo de caixa obtido para o Local 6. Média tecnologia e produção referente curva AP 1

Comparando informações de contrato com os dados recalculados, a relação entre os valores está expressa na tabela 24.

Tabela 24– Comparativo entre valores de contrato e recalculados para Local 6

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	Área (ha)	Valor em Risco Apólice (a) (R\$/ha)	Valor em Risco Recalculado (b) (R\$/ha)	Diferença (b/a)
6	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2009	1	33,78	3.200,00	4.165,69	23%
6	<i>Eucalyptus urograndis</i>	2008	2	37,72	4.000,00	6.116,73	35%
MÉDIA				71,50	3.622,04	5.194,97	30%

A média ponderada do VR recalculado ficou 30% superior ao de contrato. Nesse caso o segurado seria prejudicado em caso de sinistro.

4.5.7 Local 7 Tocantins

Enquadrado como média tecnologia e produção MP 2, o povoamento florestal de Novo Acordo/TO foi estabelecido com um IMA de 34,55 m³/ha/ano aos sete anos de idade.

Para florestas em pé de eucalipto com essa idade, estima-se o preço de R\$ 45,00/m³ na região.

Conforme essas especificações, o seguinte fluxo de caixa foi gerado:

Receitas								10.883,25	VNA = 1.841,51
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	Nova Atividade ...
Custos	2.997,95	574,25	226,53	172,87	46,36	46,36	46,36	46,36	

Figura 35 - Fluxo de caixa obtido para o Local 7. Média tecnologia e produção referente curva MP 2

O VNA para esse caso ficou em R\$ 1.841,51/ha.

A comparativa entre os valores da apólice e os recalculados está expressa na tabela 25.

Tabela 25– Comparativo entre valores de contrato e recalculados para Local 7

Local	Espécie	Ano de Plantio	Ano da Floresta	Área (ha)	Valor em Risco Apólice (a) (R\$/ha)	Valor em Risco Recalculado (b) (R\$/ha)	Diferença (b/a)
7	<i>Eucalyptus sp.</i>	2010	1	246,75	3.174,56	3.578,69	11%
7	<i>Eucalyptus sp.</i>	2011	0	12,27	2.522,56	2.997,95	16%
MÉDIA				259,02	3.143,67	3.551,18	11%

Os valores finais ficaram próximos, com diferença de apenas 11%. Nesse caso o segurado sairia prejudicado em caso de sinistro.

4.5.8 Casos Consolidados

Agrupando a análise dos sete casos em uma única tabela, temos:

Tabela 26 – Comparação entre a diferença nos cálculos de VR entre os casos

Local	Estado	Município	Valor em Risco Apólice (a) (R\$/ha)	Valor em Risco Recalculado (b) (R\$/ha)	Diferença (b/a)
1	PR	Luiziana	2.500,00	2.375,22	-5%
2	GO	Rio Verde	7.730,01	5.991,02	-29%
3	MA	Anapurus	2.500,00	2.997,95	17%
4	MG	Buritizeiro	6.171,95	3.711,30	-66%
5	MS	Santa Rita do Pardo	3.873,09	6.546,90	41%
6	SP	São Carlos	3.622,04	5.194,97	30%
7	TO	Novo Acordo	3.143,67	3.551,18	11%

O resultado aponta que a implantação da nova metodologia teria influência sobre a sinistralidade, podendo favorecer ora o segurado, ora a seguradora, uma vez que os resultados oscilam de - 66% a 41%. Levando-se em conta as extensas áreas cobertas por seguro, a diferença de valoração pode ser muito grande.

4.6. Discussão

Os resultados apontam importantes ferramentas para aprimoramento do modelo de negócio do seguro florestal.

Foram apresentados mapas de riscos de geada para o estado de São Paulo e de seca para o Brasil, que já estão prontos para serem utilizados na subscrição referente a esses eventos.

O mapeamento de outros riscos exige o levantamento de um banco de dados específico, de difícil obtenção, que demandará esforços e recursos da parte interessada. Essa é uma das limitações da utilização de SIG para mapeamento de riscos, que ainda exige *software* específico e mão-de-obra qualificada.

A aplicação da Fórmula de Monte Alegre em um caso real, aponta para a facilidade em trabalhar com esse indicador de perigo de incêndio e a simplicidade dos componentes de sua fórmula, obtidos por itens básicos de uma estação meteorológica: pluviosidade e umidade relativa do ar (SOARES, 1998).

O gráfico de índice de perigo de incêndio mostrou tendência semelhante ao balanço hídrico do local. Os meses com índice “alto”, ou “muito alto” são justamente os meses onde ocorrem os picos de déficit hídrico. Porém, devem ser feitas novas aplicações da FMA em casos reais para confirmar essa correlação, que pode facilitar as análises de risco da seguradora, pois os gráficos de balanço hídrico¹⁰ estão disponíveis na internet.

Apesar de haver uma extensa lista de publicações sobre monitoramento de riscos climáticos e de incêndios, existem poucas referências que abordam o tema de cálculo do valor em risco para fins de seguro.

Do material pesquisado, apenas o trabalho de Holecy e Hannewinkel (2006), na Alemanha, apresenta uma fórmula específica para o que é denominado de VR no Brasil. Assim como proposto aqui, os autores incluíram o valor esperado da terra no modelo de cálculo, além das receitas e despesas de um fluxo de caixa completo. A diferença entre os modelos se deve ao fato dos autores terem incluído no modelo o valor de salvados¹¹ decorrentes de vendavais.

¹⁰ Balanços Hídricos Climatológicos. Disponíveis em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/nurma.html>>. Último acesso em 25 out. 2011.

¹¹ Salvados são os materiais sinistrados que já foram indenizados, e possuem valor de mercado. O salvado pertence à seguradora, e serve como uma forma de amenizar os prejuízos.

O modelo proposto por Holecy e Hannewinkel (2006) foi utilizado para cálculo do valor da floresta no estudo de Pinheiro et al. (2010).

A equação aqui proposta para cálculo do Valor em Risco leva em consideração o fluxo de caixa completo do projeto florestal e ainda a utilização da terra, por meio de uma atividade futura, que no modelo de cálculo considerou-se como florestal. Porém, isso pode ser alterado conforme o caso. Por ser de aplicação nacional e aplicável a distintas coberturas, não é possível a inclusão dos salvados no modelo de cálculo

Para montar os fluxos de caixa foi necessário definir todos os parâmetros que compõem suas receitas e despesas, para cada tipo de tecnologia empregada. Esses parâmetros são de extrema utilidade para a seguradora, pois suprem uma das principais carências que são as estimativas dos custos das operações silviculturais. Por outro lado, essas tabelas estão sujeitas à volatilidade dos preços de insumos, máquinas e mão-de-obra; portanto, necessitam de atualizações periódicas.

Outro ponto de discussão é a divisão das atividades conforme a classe tecnológica do fluxo de caixa. Este trabalho faz suas sugestões, porém não existe um modelo "ótimo". Cada local tem suas peculiaridades, por isso há elevado grau de diversificação entre as atividades de um caso para outro.

A separação em três classes de tecnologia, distintas curvas de crescimento e diferentes preços da madeira, por região, permitem a formação de dezenas de fluxos de caixa, de forma que possam representar os mais variados tipos de floresta de eucalipto no Brasil.

Embora essas sugestões de fluxo de caixa venham a preencher uma lacuna para a seguradora na estimativa dos valores em risco, sempre que possível, esses dados devem ser substituídos por casos reais.

Conforme comentado, as oito curvas criadas representam uma variada possibilidade de crescimento para eucalipto. Os três níveis estabelecidos (Baixa, Média e Alta Produção) podem ser relacionados à tecnologia empregada para manejo da floresta, também dividida em três classes.

Metade das curvas foi criada a partir de pelo menos três medições, o que possibilitou a definição da tendência da curva pelos dados originais. As demais partem de duas ou apenas uma medição, fazendo com que as estimativas de volume tenham definido o comportamento da curva, o que é indesejável.

Com os dados de inventário, foram realizados 24 testes de regressão não-linear, e apenas oito obtiveram parâmetros coerentes, o que comprova a eficiência das estimativas para esses casos.

É importante frisar que o objetivo de construção das curvas não foi a modelagem de certa população de eucalipto, e sim, da apresentação de diferentes cenários, que contribuam com a subscrição dos riscos.

Dada a importância em se ter uma curva de crescimento fiel à espécie e à região, deveriam ser feitos trabalhos semelhantes ao apresentado aqui, utilizando dados regionais de inventário.

As variáveis de preço da madeira foram definidas por região. O preço da madeira em pé para eucalipto aos sete anos variou entre R\$33,00/m³ e R\$46,50/m³. O valor predominante em diversas regiões do Brasil foi de R\$ 45,00/m³.

Essa média em torno de R\$ 45,00/m³ para os sete estados sugere que no Brasil não há grande divergência entre os valores da madeira, por região, pelo menos sobre esses locais estudados. Mesmo para o norte de Minas Gerais, onde o IEF apontou R\$33,00/m³, uma empresa da região indicou um preço próximo da média encontrada.

A taxa de juros para análise foi calculada pela média da taxa SELIC, o que representa bem a realidade desses cálculos no Brasil; porém, trata-se de um índice volátil e deve sempre ser checado. Dependendo dos interesses do gestor florestal, a taxa de desconto para cálculos pode ser ajustada conforme outros índices,

Os estudos de caso foram importantes para demonstrar na prática os impactos da aplicação da nova fórmula de cálculo do VR no modelo de negócio da seguradora. Verificou-se diferença de até 66% entre as formas de cálculo, o que demonstra a oscilação entre os casos.

Esses dados servem de alerta às seguradoras, pois se há diferenças tão grandes na valoração das florestas entre os métodos analisados, em caso de sinistro, o prejuízo pode ser influenciado em grandes patamares, podendo favorecer um lado ou outro.

5 CONCLUSÕES

O mercado de seguro florestal ainda é pouco explorado no Brasil e no mundo. Há muito trabalho a ser feito para aprimorar o produto.

Este trabalho apresentou uma equação de estimação do valor em risco para seguro florestal, que possibilita maior amparo técnico entre as partes interessadas e transparência de informações para as apólices de seguro.

As estimativas das três classes de desembolso para implantação e manutenção das florestas, as oito curvas de crescimento e demais variáveis para formação do fluxo de caixa, preenchem uma lacuna da seguradora para as subscrições de risco; porém, sempre que possível, devem ser substituídos por dados reais declarados pelos segurados.

Os mapas de risco para geada e seca e a utilização de índices de perigo de incêndio possibilitam uma subscrição mais eficiente para esses eventos, favorecendo a seleção de riscos e taxação por parte da seguradora.

O trabalho mostrou que a incorporação do novo cálculo de VR ao dia-a-dia do negócio poderá exercer influência sobre as indenizações de sinistro, por isso devem ser bem analisados na hora da emissão da apólice, para evitar problemas futuros.

Há necessidade de se aplicar o modelo de cálculo desenvolvido para eucalipto às demais espécies com cobertura de seguro.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRA, J.; HALL, M. **Creating a viable farm forestry industry in Australia What will it take?**: report for the RIRDC/LWRRDC/FWPRDC Joint Venture agroforestry Program. Barton: 1998. 256 p. Disponível em: <<https://rirdc.infoservices.com.au/downloads/98-074.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2011.
- ALLEN, C.D.; MACALADY, A.K.; CHENCHOUNI, H.; BACHELET, D.; MCDOWELL, N.; VENNETIER, M.; KITZBERGER, T.; RIGLING, A.; BRESHEARS, D.D.; HOGG, E.H.; GONZALEZ, P.; FENSHAM, R.; ZHANG, Z.; CASTRO, J.; DEMINOVA, N.; LIM, JH.; ALLARD, G.; RUNNING, S.W.; SEMERCI, A.; COBB, N. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, p. 660–684, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2010**: ano base 2009/ABRAF. Brasília, 2010. 140 p.
- ASTOLPHO, F.; CAMARGO, M.B.P.; PEDRO JUNIOR, M.J.; PALLONE FILHO, W.P.; BARDIN, L. Regionalização de riscos de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas anuais para o Estado de São Paulo com base em modelos probabilísticos e digitais de elevação. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 139-148, 2005.
- BLENNOW, K. Risk management in Swedish forestry: policy formation and fulfilment of goals. **Journal of Risk Research**, London, v. 11, n. 1, p. 237-254, 2008.
- BROWN, D.; ROTHERY, P. **Models in biology**: mathematics, statistics and computing. New York: Wiley, 1993. 688 p.
- BRUNETE, M.; COUTURE, S. Public compensation for windstorm damage reduces incentives for risk management investments. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 10, p. 491–499, 2008.
- BRUNETE, M.; COUTURE, S; GARCIA, S. **Determinants of insurance demand against forest fire risk**: evidence from French experimental data. Nancy: AgroParisTech, 2009. 21 p.
- CARVALHO, R.M.M.A.; SOARES, T.S.; VALVERDE, S.R. Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 105-118, 2005.
- CARVALHO, S.P.C. **Uma nova metodologia de avaliação do crescimento e da produção de Eucalyptus sp clonal para fins energéticos**. 2010. 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- CASTRO, A.L.C.; CALHEIROS, L.B.; CUNHA, M.I.R.; BRINGEL, M.L.N.C. **Manual de desastres naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. v. 1, 174 p.

CASTRO, R.T.; COUTINHO, L.A. Geotecnologias na gestão florestal e agronegócios. **Revista infoGEO**, n. 39, 2009. 8 p. Disponível em: <www.inflor.com.br/doc/geoprocessamento.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2011.

CASTRO, R.V.O.; LEITE H.G.; NOGUEIRA, G.S.; SOARES, C.P.B.; ARAUJO JÚNIOR, C. A.; CASTRO, A.F.N.M.; CRUZ, J.P.; SANTOS, F.L.; SOUZA, C.C. Avaliação econômica de um povoamento de eucalipto desbastado e destinado a multiprodutos da madeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 351-357, set. 2011

COLÉGIO FLORESTAL DE IRATI. **Manual do técnico florestal**. Irati, 1986. v. 3, 492 p.

DE SAINT-VINCENT, R. Assurances des biens forestiers et gestion financière des risques aux forêts. Dossiers de l'Environnement de l'INRA 20, Forêts et Tempête. Paris: INRA, 2000. p. 229-237. Disponível em : <<http://www.inra.fr/dpenv/pdf/RobertD20.pdf>>. Acesso em : 17 fev. 2011.

DELL'AGNOLO, J.M. A macroeconomia e o negócio florestal: o efeito dos juros em investimento de longo prazo. **Revista Referência**, Curitiba: 2010. Disponível em: http://www.revistareferencia.com.br/index2.php?principal=ver_conteudo.php&uid=247&edicao=46. Acesso em: 06 jun. 2011.

DOSSA, D.; SILVA, H.D.; BELLOTE, A.F.J.; RODIGHIERI, H.R. **Produção e rentabilidade de pinus em empresas florestais**. Colombo: EMBRAPA, 2002. 6 p. (Comunicado Técnico, 83).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina**. Curitiba, 1988. 113 p. (EMBRAPA. CNPF. Documentos, 21).

_____. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FAO. **Global forest resources assessment 2005**: progress towards sustainable forest management. Rome, 2005. 350p.

_____. **Global forest resources assessment 2010**: main report. Rome, 2010. 378 p.

FAUSTMANN, M. On the determination of the value which forest land and immature stands pose for forestry. In: GANE, M. (Ed.). **Martin Faustmann and the evolution of discounted cash flow**. Oxford: Oxford Institute, 1849. p. 1-54. (Paper, 42).

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO GOIÁS. **Análise de mercado: eucalipto energético**. Disponível em: <http://www.site.sistemafaeg.com.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=108&Itemid=117>. Acesso em: 14 set. 2011.

FERRAZ, S.F.B.; VETTORAZZI, C.A. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de sistemas de informações geográficas (SIG). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 53, p. 39-48, jun. 1998.

FINGER, C.A.G. **Tabelas para o manejo florestal de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em primeira e segunda rotações**. Santa Maria: Centro de Pesquisas Florestais, 1997. 85 p.

FREIRE, P.F.B. **Refletindo sobre o conceito do risco natural de sua dimensão: breve análise dos incêndios florestais no parque nacional da chapada dos Guimarães**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2006. 100 p.

GADOW, K. Evaluating risk in forest planning models. **Silva Fennica**, Vantaa, v. 34, n. 2, p. 181–191, 2000

GARLIPP, R.C. Competências e competitividade do setor florestal. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 34., 2001, São Paulo. Disponível em: <http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/43_2001_Compet%EAncias%20e%20competitividade.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2011.

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

GONÇALVES, J.L.M. Principais solos usados para plantações florestais. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. (Ed.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. cap. 1, p. 1-45.

GUNTER, J.E.; HANEY, H.L. **Essentials of forestry investment analysis**. Corvallis: SOU Book Store, 1984. 345 p.

HALTENHOFF, H.D. **Silvicultura preventiva**. Santiago: Ministério de Agricultura, 1998. 58 p. (Manual Técnico, 18).

HANEWINKEL, M.; HUUMMEL, S.; ALBRECHT, A. Assessing hazards in forestry for risk management: a review. **European Journal of Forest Research**, Berlin, v. 130, n. 3, p. 329-351, 2010.

HIGA, R.C.V.; HIGA, A.R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M.V.R. Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* MAIDEN plantados em Campo do Tenente, PR. **Boletim de Pesquisa de Floresta**, Colombo, n. 40, p. 67-76, jan./jun. 2000.

HOLECY, J; HANEWINKEL, M. A forest management risk insurance model and its application to coniferous stands in southwest Germany. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 8, n. 2, p. 161-174, Mar. 2006.

HUTH, N.I.; CARBERRY, P.S.; COCKS, B.; GRAHAM, S.; MCGINNESS, H.M.; O'CONNELL, D.A. Managing drought risk in eucalypt seedling establishment: an analysis using experiment and model. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, p. 3307-3317, 2008.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Mercados florestais**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.sisflor.org.br>>. Acesso em: 03 out. 2011.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Cotações**: madeira em pé. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/cotacoes.php>>. Acesso em: 03 out. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Brasília: BDMEP, 2011. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 09 ago. 2011.

INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives**. Geneva, 2002. 387 p.

KLEMPERER, W.D.; **Forest resource economics and finance**. New York: McGraw-Hill, 1996. 575 p.

KUBOYAMA, H.; OKA, H. Climate risks and age-related damage probabilities: effects on the economically optimal rotation length for forest stand management in Japan. **Silva Fennica**, Vantaa, v. 34, n. 2, p. 155-166, 2000

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 550 p.

LEUSCHNER, W.A. **Introduction to forest resource management**. New York: Wiley, 1984. 298 p.

LISBOA, G.S.; DIAS, A.N.; VALERIO, A.F.; SILVESTRE, R. Comparação do fator de empilhamento sob diferentes condições para madeira de *Eucalyptus grandis*. **Ambiência**: Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 81-91, jan./abr. 2009.

MARTIN, J.P. **Los seguros contra incendios forestales y su aplicación en Galicia**. Madrid: Fundación Mapfre, Instituto de Ciencias del Seguro, 2006. 365 p.

MENDES, J.B. **Estratégias e mecanismos financeiros para floresta plantadas**. Curitiba, 2005. 74 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/11891-06238d2267638fe1c5a6f26abaa6fb6ef.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2011.

MOLIN, J.P.; MILAN, M. Trator-implemento: dimensionamento, capacidade operacional e custo. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. (Ed.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. cap. 13, p. 411-436.

MURAKAMI, C.H.G. Rentabilidade do eucalipto. **Boletim Florestal**, Santo Antonio da Platina, ano 1, n. 6, 2007. Disponível em: <http://www.forestbrazil.com.br/images/admin/boletim_1196998415.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2011.

NISHI, M.H.; JACOVINE, L.A.G.; SILVA, M.L. da; VALVERDE, S.R.; NOGUEIRA, H.P.; ALVARENGA, A.P. Influência dos créditos de carbono na viabilidade financeira de três projetos florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 263-270. 2005.

NOBRE, S.R.; RODRIGUEZ, L.C.E.; SILVEIRA, L.E.S. Componentes básicos de um modelo relacional de dados para a gestão florestal. **Silva Lusitana**, Lisboa, n. esp., p. 103-117, 2004

NOCE, R.; SILVA, M.L.; SOARES, T.S.; CARVALHO, R.M.M.A. Análise de risco e retorno do setor florestal: produtos da madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 77-84, 2005.

OLIVEIRA, D. dos S. de; BATISTA, A.C.; SOARES, R.V.; GRODZKI, L.; VOSGERAU, J. Zoneamento de risco de incêndios florestais para o estado do Paraná. **FLORESTA**, Curitiba, v.34, n. 2, p. 217-221, Mai/Ago, 2004.

OZAKI, V.A. **Métodos atuariais aplicados à determinação da taxa de prêmio de contratos de seguro agrícola**: um estudo de caso. 2005. 347 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

_____. Aspectos contratuais e performance do seguro de custeio agrícola. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 109, p. 27-48, jul./dez. 2006

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Preços florestais**. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em: 04 out. 2011.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Science**, n. 11, p. 1633–1644, 2007. Disponível em: <<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2011.

PEKIN, B.K.; BOER, M.M.; MacFARLANE, C.; GRIERSON, P.F. Impacts of increased fire frequency and aridity on eucalypt forest structure, biomass and composition in southwest Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 258, p. 2136–2142, 2009.

PINHEIRO, A.C.; RIBEIRO, N.; SUROVÝ, P. **Prêmios de seguro equitativos são cruciais para reduzir os incêndios e aumentar a biomassa florestal**. Curitiba: FIEP, Centro de Eventos Sistema, 2010. 9 p.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: UFV, 2002. 389 p.

REZENDE, J.L.P.; LIMA V.B.J.; SILVA, M.L. O setor florestal brasileiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 185, p. 7-14, 1996.

RICHARDS, F.J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 10, n. 29, p. 290-300, 1959.

RODRIGUES, F.A.; STAPE, J.L.; ZANI FILHO, J.; FERNANDES, O.R.; MOURA, S.; BERNARDO, V.; VERRUMA, F. **Descrição das atividades silviculturais da Ripasa**. Araraquara: Consultoria Florestal e Comércio Agrícola LTDA, 1994. 83 p.

RODRIGUEZ, L.C.E. Gerenciamento da produção florestal. **Documentos Florestais**, Piracicaba, n. 13, p. 1-41, maio 1991.

_____. **Técnicas quantitativas para a gestão de florestas plantadas**. Piracicaba: ESALQ, Depto. Ciências Florestais, 2005. 106 p.

RODRIGUEZ, L.C.E.; SEIXAS, F. PRATA, G.A.; NOBRE, S.R. Caracterização da história recente de incêndios em plantações industriais no Brasil. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO SOBRE CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS, 5., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: UFPR, 2011. 1 CD-ROM.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SANTOS, A.F. do; AUER, C.G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. **Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle**. Colombo: EMBRAPA, 2001. 20 p. (Circular Técnica, 45).

SCHELHAAS, M.J.; HENGEVELD, G.; MORIONDO, M.; REINDS, G.J.; KUNDZEWICZ, Z.W.; MAAT, H. Ter; BINDI, M. Assessing risk and adaptation options to fires and windstorms in European forestry. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, Berlin, n. 15, p. 681–701, 2010.

SCHNUTE, J. A versatile growth model with statistically stable parameters. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**. Ottawa, v. 38, p. 1128-1140, 1981.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil florestal**. São Paulo, 2008. 93 p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005-2010**. Brasília, 2010. 152 p.

SILVA, M.L. da; FONTES, A.A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005

SILVA, M.L. da; JACOVINE, L.A.G.; VALVERDE, S.R. **Economia florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 178 p.

SIQUEIRA, A.B. de. **Organização e financiamento de projeto florestal associativo**. 2003. 145 p. Tese (Doutor em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

SOARES, R.V. Índices de perigo de incêndio. **Floresta**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 19-40, 1972.

_____. Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 22, n. 1/2, p. 39-53, 1994.

_____. Desempenho da “formula de Monte Alegre” índice brasileiro de perigo de incêndios florestais. **Cerne**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 87-99, 1998.

SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba: Os Autores, 2007. 264 p.

VETTORAZZI, C.A.; FERRAZ, S.F.B. Uso de sistemas de informações geográficas aplicados à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 111-115, dez. 1998.

WHITE, D.A.; CROMBIE, D.S.; KINAL, J.; BATTAGLIA, M.; McGRATH, J. F.; MENDHAM, D.S.; WALKER, S.N. Managing productivity and drought risk in *Eucalyptus globulus* plantations in south-western Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, p. 33-44, 2009.

ANEXOS

Tabela 29 – Planilha de Custeio, Média Tecnologia. Primeira Rotação

Operação	Mão-de-Obra			Insumos				Máquinas		Custo Total (R\$/ha)
	HH	HM	Custo (R\$/ha)	Produto	Quantidade	Un.	Custo (R\$/ha)	Equipamento	Custo (R\$/ha)	
Construção de Aceiros	3,20	3,20	82,80					Motoniveladora	386,53	469,33
Calagem	2,00	2,00	51,75	Calcário dolomítico	2,00	t	60,00	Trator 85 cv + Aplicador calcário	117,76	229,51
Combate Formiga - Inicial	3,00	0,00	30,38	Formicida granulado	2,15	kg	10,75			41,13
Controle Químico Mecânico - Total	1,00	1,00	25,88	Round up	5,00	l	50,00	Trator 85 cv + Tanque 3000L	58,32	134,19
Subsolagem	0,60	1,35	27,34					Trator 85 cv + Subsolador	79,49	106,83
Adução de Base - Manual	14,60	0,00	147,83	NPK-4:30:10	220,00	kg	204,60			352,43
Plantio	8,40	0,60	94,50	Mudas	1667,00	un.	500,10	Trator 75 cv + Carreta	32,53	627,13
Irrigação	5,00	1,30	71,10					Trator 85 cv + Tanque 3000L	75,81	146,91
Combate Formiga - Ronda	2,20	0,00	22,28	Formicida granulado	1,00	kg	5,00			27,28
Replanteio	3,60	0,10	38,03	Mudas	333,40	un.	100,02	Trator 75 cv + Carreta	5,42	143,47
Irrigação	2,00	0,00	20,25						0,00	20,25
Roçada Mecânica - Entrelinha	0,02	1,00	15,95				0,00	Trator 85 cv + Roçadeira	60,01	75,96
Adução de Cobertura - Manual	10,60	0,00	107,33	NPK-20:00:20	210,00	kg	182,70		0,00	290,03
Adução de Cobertura - Manual	10,60	0,00	107,33	NPK-20:00:20	260,00	kg	226,20		0,00	333,53
SUB-TOTAL ANO 0										2.997,95
Controle Químico Mecânico - Entrelinha	0,00	1,30	20,48	Round up	0,94	l	9,40	Trator 85 cv + Tanque 3000L	75,81	105,69
Roçada Manual - Linha	5,30	0,00	53,66							53,66
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
Adução de Cobertura - Manual	10,60	0,00	107,33	NPK-20:00:20	300,00	kg	261,00			368,33
Manutenção de Aceiros	2,13	0,05	22,35					Motoniveladora	6,04	28,39
SUB-TOTAL ANO 1										574,25
Controle Químico Mecânico - Entrelinha	0,00	1,30	20,48	Round up	3,00	l	30,00	Trator 85 cv + Tanque 3000L	75,81	126,29
Roçada Manual - Linha	5,30	0,00	53,66							53,66
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
Manutenção de Aceiros	2,13	0,05	22,35					Motoniveladora	6,04	28,39
SUB-TOTAL ANO 2										226,53
Controle Químico Mecânico - Entrelinha	0,00	1,30	20,48	Round up	3,00	l	30,00	Trator 85 cv + Tanque 3000L	75,81	126,29
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
Manutenção de Aceiros	2,13	0,05	22,35					Motoniveladora	6,04	28,39
SUB-TOTAL ANO 3										172,87
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	2,78			17,96
Manutenção de Aceiros	2,13	0,05	22,35					Motoniveladora	6,04	28,39
SUB-TOTAL ANO 4 A 7										46,36

Tabela 30 – Planilha de Custeio, Média Tecnologia. Segunda e Terceira rotações

Operação	Mão-de-Obra			Insumos				Máquinas		Custo Total (R\$/ha)
	HH	HM	Custo (R\$/ha)	Produto	Quantidade	Un.	Custo (R\$/ha)	Equipamento	Custo (R\$/ha)	
Controle Químico Mecânico - Entrelinha	0,00	1,30	20,48	Round up	3,00	l	30,00			50,48
Controle Químico Manual - Linha	4,65	0,00	47,08	Round up	0,94	l	9,40	Pulverizador costal	9,30	65,78
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
Adução de Manutenção - Manual	14,60	0,00	147,83	NPK-4:30:10	300,00	kg	279,00			426,83
Manutenção de Aceiros	2,13	0,05	22,35					Motoniveladora	6,04	28,39
SUB-TOTAL ANO 8 / 15										539,19
Controle Químico Mecânico - Entrelinha	0,00	1,30	20,48	Round up	0,94	l	9,40	Trator 85 cv + Tanque 3000L	75,81	105,69
Adução de Cobertura - Manual	10,60	0,00	107,33	NPK-20:00:20	210,00	kg	182,70			290,03
Desbrota	9,00	0,00	91,13					Motoroçadeira	18,00	109,13
Roçada Manual - Linha	5,30	0,00	53,66							53,66
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
Manutenção de Aceiros	2,13	0,05	22,35					Motoniveladora	6,04	28,39
SUB-TOTAL ANO 9 / 16										605,08
Controle Químico Mecânico - Entrelinha	0,00	1,30	20,48	Round up	2,97	l	29,70	Trator 85 cv + Tanque 3000L	75,81	125,99
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
Manutenção de Aceiros	2,13	0,05	22,35					Motoniveladora	6,04	28,39
SUB-TOTAL ANO 10 / 17										172,57
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	2,78			17,96
Manutenção de Aceiros	2,13	0,05	22,35					Motoniveladora	6,04	28,39
SUB-TOTAL ANO 11 A 14 / 17 A 21										46,36

Tabela 31 – Planilha de Custeio, Baixa Tecnologia. Primeira Rotação

Operação	Mão-de-Obra			Insumos			Máquinas		Custo Total (R\$/ha)	
	HH	HM	Custo (R\$/ha)	Produto	Quantidade	Un.	Custo (R\$/ha)	Equipamento		
Calagem	2,00	2,00	51,75	Calcário dolomítico	4,00	t	120,00	Trator 75 cv + Aplicador calcário	106,16	277,91
Combate Formiga - Inicial	2,20	0,00	22,28	Formicida granulado	2,15	kg	10,75			33,03
Roçada Manual - Total	7,16	0,00	72,50					Motoroçadeira	14,32	86,82
Coveamento Manual	16,00	0,00	162,00						0,00	162,00
Adubação de Base - Manual	14,60	0,00	147,83	NPK-4:30:10	220,00	kg	204,60		0,00	352,43
Plantio	8,40	0,60	94,50	Mudas	1667,00	un.	500,10	Trator 75 cv + Carreta	32,53	627,13
Irrigação	5,00	1,30	71,10					Trator 75 cv + Tanque 500L	58,72	129,82
Combate Formiga - Ronda	2,20	0,00	22,28	Formicida granulado	1,00	kg	5,00			27,28
Replantio	3,60	0,10	38,03	Mudas	333,40	un.	100,02	Trator 75 cv + Carreta	5,42	143,47
Irrigação	5,05	1,31	71,76						76,39	148,16
Roçada Manual - Linha	5,30	0,00	53,66							53,66
Adubação de Cobertura - Manual	10,60		107,33	NPK-20:00:20	260,00	kg	226,20			333,53
SUB-TOTAL ANO 0									2.375,22	
Controle Químico Manual - Entrelinha	2,60	0,00	26,33	Round up	1,84	l	18,40	Pulverizador costal	5,20	49,93
Roçada Manual - Linha	5,30	0,00	53,66							53,66
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
Adubação de Cobertura - Manual	10,60	0,00	107,33	NPK-20:00:20	200,00	kg	174,00			281,33
SUB-TOTAL ANO 1									403,10	
Controle Químico Manual - Entrelinha	2,57	0,00	26,02	Round up	1,84	l	18,40	Pulverizador costal	5,14	49,56
Roçada Manual - Linha	5,30	0,00	53,66							53,66
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
SUB-TOTAL ANO 2									121,41	
Controle Químico Manual - Entrelinha	2,57	0,00	26,02	Round up	0,94	l	9,40	Pulverizador costal	5,14	40,56
Roçada Manual - Linha	5,30	0,00	53,66							53,66
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
SUB-TOTAL ANO 2									112,41	
Combate Formiga - Manutenção	1,40	0,00	14,18	Formicida granulado	0,60	kg	2,78			16,95
SUB-TOTAL ANO 3 A 7									16,95	

Tabela 32 – Planilha de Custeio, Baixa Tecnologia. Segunda e Terceira rotações

Operação	Mão-de-Obra			Insumos			Máquinas		Custo Total (R\$/ha)	
	HH	HM	Custo (R\$/ha)	Produto	Quantidade	Un.	Custo (R\$/ha)	Equipamento		
Controle Químico Manual - Entrelinha	2,57	0,00	26,02	Round up	0,94	l	9,40	Pulverizador costal	5,14	40,56
Controle Químico Manual - Linha	4,65	0,00	47,08	Round up	0,94	l	9,40	Pulverizador costal	9,30	65,78
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
Adubação de Manutenção - Manual	14,60	0,00	147,83	NPK-4:30:10	300,00	kg	279,00			426,83
SUB-TOTAL ANO 8 / 15									551,36	
Controle Químico Manual - Entrelinha	2,57	0,00	26,02	Round up	0,94	l	9,40	Pulverizador costal	5,14	40,56
Adubação cobertura Manual	10,60	0,00	107,33	NPK-20:00:20	150,00	kg	130,50			237,83
Desbrota	9,00	0,00	91,13		0,00			Motoroçadeira	18,00	109,13
Roçada Manual - Linha	5,30	0,00	53,66		0,00					53,66
Combate Formiga - Manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
SUB-TOTAL ANO 9 / 16									459,36	
Controle formiga manutenção	1,50	0,00	15,19	Formicida granulado	0,60	kg	3,00			18,19
SUB-TOTAL ANO 10 - 14 / 17 - 21									18,19	

A.2. Custos com mão-de-obra

Tabela 33 – Custos de mão-de-obra utilizados para geração dos fluxos de caixa

Mão-de-Obra	Unidade	R\$/un.	R\$/un.*	R\$/h**
Braçal	dia	45,00	81,00	10,13
Tratorista	dia	70,00	126,00	15,75

(*) Considerados encargos sociais e benefícios de 80%.

(**) Consideradas 8 h por dia

A.3 Custos com Máquinas e Implementos

Tabela 34 – Custos fixos das máquinas e implementos, para composição do custo horário

Item	Valor inicial (R\$)	Vida útil (Anos)	Vida útil (Horas)	Valor Final (%)	Valor Final (R\$)	Taxa de Juros	ALST (%)
Motoniveladora	420.000	10	16.000	20%	84.000	12%	2%
Trator 110 cv	230.000	10	12.000	20%	46.000	12%	2%
Trator 85 cv	100.000	10	12.000	20%	20.000	12%	2%
Trator 75 cv	85.000	10	12.000	20%	17.000	12%	2%
Aplicador de Calcário	14.000	10	2.000	10%	1.400	12%	1%
Aplicador de Adubo	14.000	10	2.000	10%	1.400	12%	1%
Tanque 3.000 Litros	13.500	10	2.000	10%	1.350	12%	1%
Tanque 500 Litros	7.000	10	2.000	10%	700	12%	1%
Roçadeira	15.000	10	2.000	10%	1.500	12%	1%
Carreta	15.000	10	2.000	10%	1.500	12%	1%
Subsolador	30.000	10	2.000	10%	3.000	12%	1%

Tabela 35 – Custos variados das máquinas e implementos, para composição do custo horário

Item	Fator de Consumo	Potência do Motor (kW)	Preço Combustível (R\$)	Fator de Reparo (%)
Motoniveladora	0,163	121	2,00	80
Trator 110 cv	0,163	81	2,00	100
Trator 85 cv	0,163	63	2,00	100
Trator 75 cv	0,163	55	2,00	100
Aplicador de Calcário	-	-	-	60
Aplicador de Adubo	-	-	-	60
Tanque 3.000 Litros	-	-	-	60
Tanque 500 Litros	-	-	-	60
Roçadeira	-	-	-	60
Carreta	-	-	-	60
Subsolador	-	-	-	75

Tabela 36 – Custos variados das máquinas e implementos, para composição do custo horário

Item	Custo Fixo Anual (%)	Custo Fixo Horário (R\$/h)	Custo de Reparo e Manutenção (R\$/h)	Custo do Combustível (R\$/h)
Motoniveladora	17,2	60,2	21,0	39,6
Trator 110 cv	17,2	33,0	19,2	26,4
Trator 85 cv	17,2	14,3	8,3	20,4
Trator 75 cv	17,2	12,2	7,1	18,0
Aplicador de Calcário	16,6	11,6	4,2	-
Aplicador de Adubo	16,6	11,6	4,2	-
Tanque 3.000 Litros	16,6	11,2	4,1	-
Tanque 500 Litros	16,6	5,8	2,1	-
Roçadeira	16,6	12,5	4,5	-
Carreta	16,6	12,5	4,5	-
Subsolador	16,6	24,9	11,3	-

Tabela 37 – Custos Horários das máquinas e implementos

Item	Custo Horário (R\$/h)
Motoniveladora	120,8
Trator 110 cv	78,5
Trator 85 cv	43,1
Trator 75 cv	37,3
Aplicador de Calcário	15,8
Aplicador de Adubo	15,8
Tanque 3.000 Litros	15,3
Tanque 500 Litros	7,9
Roçadeira	17,0
Carreta	17,0
Subsolador	36,2

A.4 Custos dos Insumos

Os preços referentes aos insumos estão apresentados na tabela a seguir. Os valores para Mudas foram verificados em cotações de diversos viveiros, em diferentes regiões do Brasil, pelo portal MFRural¹², e estabelecido uma média. Os preços dos demais insumos foram obtidos pela FNP Consultoria¹³, e arredondados para o valor da dezena mais próxima.

Tabela 38 – Preços de Insumos

Insumos	Unidade	R\$/un.
Mudas	milhar	300,00
Calcário dolomítico	ton	30,00
NPK - 4:30:10	ton	930,00
NPK - 20:00:20	ton	870,00
Fomicida Granulado (isca)	kg	5,00
Round up	l	10,00

¹² Disponível em: <<http://www.mfrural.com.br/>>. Acesso em 15 set. 2011.

¹³ Disponível em: <<http://www.informaecon-fnp.com.br/insumos>>. Acesso em 15 set. 2011.

A.5 Rendimento Operacional das Atividades Silviculturais

Tabela 39 – Rendimentos operacionais das atividades silviculturais

Atividades Silviculturais	HH/ha	HM/ha
Adubação de Base - Manual	14,6	0
Adubação de Base - Mecânica	1,2	2,8
Adubação de Cobertura - Manual	10,6	0
Adubação de Cobertura - Mecânica	0,02	1
Adubação de Manutenção - Manual	14,6	0
Adubação de Manutenção - Mecânica	0,01	0,42
Calagem	2	2
Combate Formiga - Inicial	3	0
Combate Formiga - Ronda	2,2	0
Combate Formiga - Manutenção	1,5	0
Conservação do Solo	1,2	1,2
Construção de Aceiros	3,2	3,2
Controle Químico Manual - Entrelinha	2,6	0
Controle Químico Mecânico - Entrelinha	0	1,3
Controle Químico Manual - Linha	4,65	0
Controle Químico Mecânico - Total	1	1
Coveamento Manual	16	0
Desbrota	9	0
Irrigação	5	1,3
Manutenção de Aceiros	2,13	0,05
Plantio	8,4	0,6
Replantio	3,6	0,1
Roçada Manual - Linha	5,3	0
Roçada Manual - Total	7,16	0
Roçada Mecânica - Entrelinha	0,02	0,92
Subsolagem	0,6	1,35

Anexo B

B.1 Dados para Construção das Curvas

Tabela 40 – Dados de volume, em m³/ha, para entrada no programa SAS. Em destaque estão os dados resultados de inventário. Os demais, foram estimados

Idade	BP1	BP2	MP1a	MP1b	MP2	MP3	AP1	AP2	AP3
1									
2	29,04	35,87	39,01	44,46	24,77	50,28	82,77	28,00	81,46
3	57,20	70,65	74,30	81,79	53,61	92,50	152,28	52,04	158,68
4	94,73	104,91	116,99	125,92	83,65	145,65	226,46	91,04	263,73
5	127,58	141,29	155,82	163,99	129,98	194,00	284,87	202,10	358,12
6	149,97	170,66	188,03	190,24	181,38	237,70	324,17	274,72	383,55
7	170,27	193,77	222,86	225,48	248,93	281,73	364,01	325,61	406,76
8	184,00	209,39	251,42	254,37	286,73	317,83	389,03	367,34	434,72
9	191,86	218,33	273,68	276,90	312,13	345,98	401,19	399,86	448,31
10	194,76	221,64	290,04	293,45	330,78	366,65	411,75	423,76	475,11
11	0,00	0,00	302,15	305,70	333,71	381,96	419,91	441,46	494,94
12	0,00	0,00	307,04	310,65	335,54	388,15	422,21	448,60	502,96
13	0,00	0,00	310,00	316,85	338,71	384,73	426,19	0,00	512,99

B.2 Entrada de dados no programa SAS

```

DATA A;

  INPUT T Local1;

  CARDS;

  2 44.46
  3 81.79
  4 125.92
  5 163.99
  6 190.24
  7 225.48
  8 254.37
  9 276.9
  10 293.45
  11 305.7
  12 310.65
  13 316.85
  ;

  PROC NLIN DATA=A METHOD=MARQUARDT;
  PARMs BETA = 5.0 A=0.1 THETA=2;
  U = 1 - EXP(-A*T);
  V = BETA * U ;
  MODEL Local1 = V ** THETA ;
  DER.BETA = U * THETA * V ** (THETA-1);
  DER.A = BETA*THETA*T*EXP(-A*T) * V ** (THETA-1);
  DER.THETA= LOG(V) * V ** THETA;

  RUN;

```

Figura 36 – Modelo simplificado do programa SAS de entrada de dados

B.3 Resultados Programa SAS

Tabela 41 – Parâmetros obtidos para os coeficientes β , α e θ , por curva

Local	Beta	Alfa	Teta
BP1	4,4889	0,4043	3,5612
BP2	6,0442	0,3645	3,057
MP1	11,8747	0,2526	2,369
MP2	2,5769	0,3955	6,2241
MP3	9,0933	0,2847	2,7412
AP1	8,8338	0,3913	2,7891
AP2	2,1348	0,4542	8,0927
AP3	7,9694	0,3999	3,0014

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Approx Pr > F
Model	3	189414	63138.0	11766.0	<.0001
Error	6	32.1968	5.3661		
Uncorrected Total	9	189446			

Parameter	Estimate	Approx Std Error	Approximate 95% Confidence Limits	
BETA	4.4889	0.5541	3.1331	5.8447
A	0.4043	0.0221	0.3502	0.4584
THETA	3.5612	0.2842	2.8658	4.2566

Figura 37– Resultados do Programa SAS para a curva BP1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Approx Pr > F
Model	3	244493	81497.6	7837.11	<.0001
Error	6	62.3936	10.3989		
Uncorrected Total	9	244555			

Parameter	Estimate	Approx Std Error	Approximate 95% Confidence Limits	
BETA	6.0442	1.0798	3.4020	8.6865
A	0.3645	0.0268	0.2990	0.4300
THETA	3.0570	0.2932	2.3397	3.7744

Figura 38– Resultados do Programa SAS para a curva BP2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Approx Pr > F
Model	3	1193769	397923	22491.3	<.0001
Error	20	353.8	17.6923		
Uncorrected Total	23	1194123			

Parameter	Estimate	Approx Std Error	Approximate 95% Confidence Limits	
BETA	11.8747	1.6121	8.5119	15.2376
A	0.2526	0.0123	0.2270	0.2782
THETA	2.3690	0.1246	2.1091	2.6289

Figura 39– Resultados do Programa SAS para a curva MP1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Approx Pr > F
Model	3	748522	249507	1547.00	<.0001
Error	9	1451.6	161.3		
Uncorrected Total	12	749973			

Parameter	Estimate	Approx Std Error	Approximate 95% Confidence Limits	
BETA	2.5769	0.5991	1.2215	3.9322
A	0.3955	0.0489	0.2849	0.5061
THETA	6.2241	1.5019	2.8264	9.6217

Figura 40– Resultados do Programa SAS para a curva MP2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Approx Pr > F
Model	3	967524	322508	6995.02	<.0001
Error	8	368.8	46.1054		
Uncorrected Total	11	967893			

Parameter	Estimate	Approx Std Error	Approximate 95% Confidence Limits	
BETA	9.0933	1.9676	4.5560	13.6307
A	0.2847	0.0218	0.2345	0.3349
THETA	2.7412	0.2606	2.1403	3.3420

Figura 41– Resultados do Programa SAS para a curva MP3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Approx Pr > F
Model	3	1418042	472681	51775.0	<.0001
Error	9	82.1656	9.1295		
Uncorrected Total	12	1418124			

Parameter	Estimate	Approx Std Error	Approximate 95% Confidence Limits	
BETA	8.8338	0.7824	7.0638	10.6038
A	0.3913	0.0104	0.3678	0.4149
THETA	2.7891	0.1118	2.5363	3.0419

Figura 42– Resultados do Programa SAS para a curva AP1.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Approx Pr > F
Model	3	1103177	367726	3756.49	<.0001
Error	7	685.2	97.8907		
Uncorrected Total	10	1103862			

Parameter	Estimate	Approx Std Error	Approximate 95% Confidence Limits	
BETA	2.1348	0.2792	1.4745	2.7951
A	0.4542	0.0354	0.3705	0.5378
THETA	8.0927	1.3747	4.8421	11.3434

Figura 43– Resultados do Programa SAS para a curva AP2.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Approx Pr > F
Model	3	1916783	638928	2630.44	<.0001
Error	9	2186.1	242.9		
Uncorrected Total	12	1918969			

Parameter	Estimate	Approx Std Error	Approximate 95% Confidence Limits	
BETA	7.9694	2.9797	1.2288	14.7100
A	0.3999	0.0457	0.2965	0.5033
THETA	3.0014	0.5333	1.7950	4.2078

Figura 44– Resultados do Programa SAS para a curva AP3.