

Zoneamento agroecológico de pequena escala para *Toona ciliata*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – ES, utilizando dados SRTM

Yhasmin Gabriel Paiva¹
Gabriel Souza Mendonça¹
Kennedy Ribeiro da Silva¹
Mauro Eloi Nappo¹
Roberto Avelino Cecílio¹
José Eduardo Macedo Pezzopane¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo - UFES/Nedtec

Caixa Postal 16 - 29500-000 - Alegre - ES, Brasil

yhasminp@hotmail.com / forestgsm@yahoo.com.br/ kennedyfloresta03@hotmail.com //

mauro@cca.ufes.br / rcecilio@cca.ufes.br / jemp@npd.ufes.br

Abstract. Geographic information systems are efficient tools for planning forest areas and silvicultural practices. Itapemirim river watershed (Espírito Santo – Brazil) has a great diversity climatic sites that allows good development of many commercial forest species. This paper presents the zoning of areas with ecological aptitude to the cultivation of *Toona ciliata*, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus urophylla* species at Itapemirim river watershed. Environmental (Brazilian laws), climatic (rainfall, water deficit and air temperature), soil and topographical (SRTM elevation data and slope aspect) data were used. The maps obtained had been satisfactory for the watershed macroregion, being an initial reference for implantation of commercial cultivation areas of the studied species.

Palavras-chave: ecological zoning, *Toona ciliata*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, SRTM data, zoneamento agroecológico, *Toona ciliata*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, dados SRTM.

1. Introdução

Os Sistemas de Informações Geográficas apresentam grande aplicação no campo do planejamento e manejo ambiental, em função da necessidade constante de monitoramento nestas atividades. O primeiro e mais decisivo passo na implantação de empreendimentos florestais deve ser a identificação de áreas com potencial de produção, isto é, locais onde as condições ambientais de clima, solo e relevo sejam adequados para a implantação de povoamentos florestais de forma compatível com a legislação ambiental em vigor.

A disponibilidade energética e de água são os dois fatores físicos e de ordem edafoclimática a determinar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, e, portanto a sua produtividade (Pereira et al, 2002). O ambiente, basicamente clima e solos, controla o crescimento e o desenvolvimento das plantas, conseqüentemente deve-se ter um maior rigor na avaliação destes antes de se iniciar uma atividade florestal. O zoneamento ambiental faz parte de um conjunto de projetos ambientais desenvolvidos no sentido de fornecer uma orientação para o desenvolvimento sustentável dos recursos naturais (Rocha, 1997).

É crescente a busca por espécies de potencial florestal e a necessidade de se trabalhar com segurança neste setor no que diz respeito às tendências de mercado, maiores produtividades, qualidade de sítios entre outros aspectos. Desta forma as bases de informações econômicas, ecológicas e silviculturais vem se desenvolvendo com maior detalhamento e volume de variáveis (Nappo et al, 2005).

O eucalipto é a essência florestal mais plantada no mundo, inclusive no Brasil, onde ocupa maciços gigantescos, que correspondem quase à metade da área mundial plantada

(Leão, 2000). Às características desejáveis citadas, somam-se o conhecimento acumulado sobre silvicultura e manejo do eucalipto e ao melhoramento genético, que favorecem ainda mais a utilização do gênero para os mais diversos fins. Assim, o eucalipto se apresenta com grande potencial de plantios com finalidades comerciais com rápido retorno econômico considerando o ciclo de desenvolvimento das espécies.

O Cedro Australiano (*Toona ciliata*) é uma espécie de crescimento rápido, com propriedades físico-mecânicas de grande valor para a indústria moveleira, além de poder ser utilizada como controladora biológica da broca *Hypsypyla grandella*, praga responsável pelo insucesso de muitos plantios de outras espécies da família *Meliacea* como o Mogno (*Swietenia macrophylla*) e cedro rosa (*Cedrela fissilis*).

Em função das dificuldades apresentadas por atividades agrícolas praticadas na área da bacia e tendo em vista a grande aptidão florestal da região e o mercado crescente de produtos florestais como celulose e madeira serrada, a atividade florestal se apresenta como uma alternativa sócio-econômica e ambiental adequada para a Bacia do Rio Itapemirim.

Do exposto, o presente estudo tem como objetivo estabelecer um zoneamento agroecológico de pequena escala para as espécies: *Toona ciliata* (Cedro Australiano), *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* na bacia do rio Itapemirim utilizando parâmetros climáticos, edáficos e de relevo através dos dados SRTM.

2. Materiais e Métodos

2.1 Local de Estudo

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, localizado no Sul do estado do Espírito Santo, possuindo área de 687.000 ha, geograficamente situada entre os meridianos 40°48'e 41°52' de longitude oeste e entre os paralelos 20°10' e 21°15' de latitude sul.

A bacia em questão abastece 17 municípios, possuindo, segundo o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1996, uma população de cerca de 410 mil habitantes, o que corresponde a quase 25% da população do estado do Espírito Santo. As atividades agrícolas mais ocorrentes na área da bacia são a pecuária extensiva e a cafeicultura.

Optou-se por realizar o estudo de aptidão ao plantio de espécies de interesse comercial, sendo dois tipos de Eucalipto: *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* e o Cedro Australiano (*Toona ciliata*).

Conforme trabalhos de Golfari (1975) e Nappo et al (2005) definiu-se os seguintes parâmetros para a realização do zoneamento: climáticos, representados pela precipitação, déficit hídrico e temperatura; relevo, através da altitude e aptidão agrícola em relação à declividade local e os tipos de solo presentes na bacia.

Para cada espécie, buscou-se a partir de trabalhos estabelecidos o conhecimento as exigências de suas condições climáticas, edáficas e de relevo para que apresentassem o melhor potencial produtivo. Estes, estão expressos na **Tabela 1**.

Tabela 1: Exigências estabelecidas para a implantação de povoamentos de produção para as espécies trabalhadas. T = temperatura média anual, P = precipitação anual e DH = déficit hídrico anual.

Espécie	— Aspectos Climáticos —			— Aspectos Edáficos —	
	T (°C)	P (mm)	DH (mm)	Solos	Aptidão Agrícola
<i>Eucalyptus grandis</i> *	6 a 32	1000 a 1800	0 a 400	De profundos a moderadamente profundos, bem estruturados e drenados	De acordo com a legislação
<i>Eucalyptus urophylla</i> *	12 a 29	1000 a 1500	0 a 400		
<i>Toona ciliata</i> **	20 a 28	800 a 3800	0 a 400		

Fontes: * Golfari (1975); Ferreira (1979) / **Carvalho, (1994)

Foram utilizados dados de precipitação média anual, obtidos em 13 postos pluviométricos na bacia e três fora dos seus limites no período compreendido entre 1976 e 1997. A inclusão de postos pluviométricos fora do limite da bacia teve como objetivo eliminar o efeito de borda no processo de interpolação, sendo também utilizado Andrade (1998).

Utilizou-se modelo digital de elevação da bacia obtida por meio de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) obtidos da NASA (National Aeronautics and Space Administration) através do endereço eletrônico: http://www.jpl.nasa.gov/srtm/southamerica_ra_dar_imagens.html. Estes apresentam resolução espacial de 90 m e escala de 1: 250 000.

Como nos postos pluviométricos da ANA não são realizadas medidas de temperatura do ar, essa variável foi estimada em função da altitude e latitude do local, através do modelo matemático desenvolvido por Pezzopane et al. (2004) ajustado para todo o estado do Espírito Santo. Neste, a latitude e a altitude são as variáveis independentes do modelo, demonstrado a seguir:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{ALT} + \beta_2 \text{LAT}$$

em que: Y_i = Temperatura do ar (°C); ALT = Altitude (m); LAT = Latitude, em graus e décimos; β_0 , β_1 e β_2 = coeficientes da equação de regressão.

Através deste modelo, foram calculadas as temperaturas médias mensais do ar para cada célula (pixel) utilizando o mapa do modelo digital de elevação (MDE) e o mapa de latitude, a partir dos coeficientes ajustados pelos autores para cada mês possibilitando, assim, a geração de cartas digitais da condição térmica em toda a bacia.

A evapotranspiração potencial foi calculada, para cada posto pluviométrico pelo modelo proposto por Thornthwaite (1948), que é baseado na temperatura média do ar e radiação solar no topo da atmosfera. A disponibilidade hídrica foi determinada a partir de resultados dos balanços hídricos climatológicos médios calculados em função dos dados de chuva e evapotranspiração mensais.

Na espacialização dos dados climáticos, foi utilizado o software SURFER, versão 6.01 para Windows. O método utilizado nas interpolações foi o da Krigagem linear.

O mapa de aptidão agrícola foi definido a partir da declividade da região da bacia, produzida através dos dados SRTM de altitude. Segundo a legislação, no Novo Código Florestal Brasileiro, Lei N° 4.771, de 15 de setembro de 1965, as áreas de preservação permanente (APP's) são aquelas reservadas à manutenção dos ecossistemas intactos. Para efeito deste zoneamento as APP's associadas a proteção do recursos hídricos e as declaradas pelo poder público não foram observadas na escala deste trabalho. Sendo assim foram restritas as APP's: em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a

vegetação; no topo de morros, montes, montanhas e serras; e nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive.

Para efeitos da aptidão do solo em relação ao nível de manejo foi convencionado que Nível A representa a ausência de práticas mecanizadas e baixo nível tecnológico, Nível B mecanização rudimentar e médio nível tecnológico, e Nível C mecanizado e alto nível tecnológico. Para esta classificação foram observadas as restrições a mecanização impostas pela declividade do terreno onde de 0° (0%) até 11,3° (20%) aptas para manejo nível C, acima de 11,3° (20%) até 17° (30%) aptas para manejo nível B, maior que 17° até 45° (100%) aptas para manejo nível A, acima de 45° inapta para alteração do uso e ocupação do solo por ser área de preservação permanente. As classes de solos da bacia foram obtidas por meio da digitalização da carta do Estado do Espírito Santo, produzida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) realizada na escala 1: 400.000.

De acordo com a carta, a bacia do Rio Itapemirim apresenta doze categorias de solos dos quais os considerados aptos para a implantação de povoamentos florestais foram os de perfis profundos a moderadamente profundos, bem estruturados e drenados.

De posse das informações ambientais da bacia, e tendo sido estabelecidas a exigência para cada uma das espécies foi realizada o cruzamento das informações selecionando assim as áreas aptas e inaptas para o plantio de cada espécie do com o nível de detalhamento permitido para um zoneamento de pequena escala.

Disposto dos parâmetros definidos para a realização do zoneamento (**Figura 1**), foi realizado o cruzamento de informações requeridas das espécies com a as informações da área da bacia para cada um deles, selecionando áreas aptas e inaptas para o plantio de cada espécie do presente trabalho.

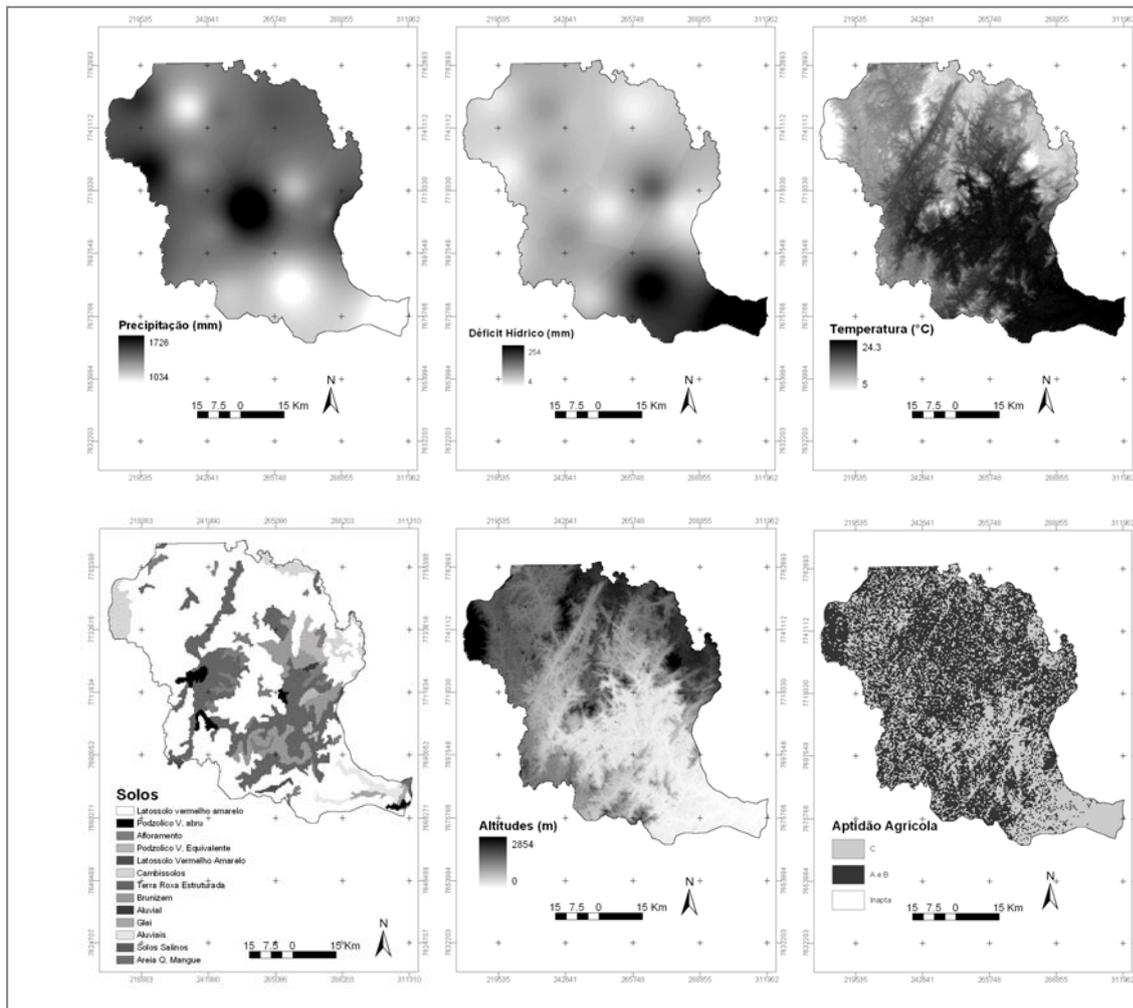


Figura 1: Mapas dos parâmetros climáticos, edáficos e de relevo definidos para a realização do zoneamento.

3. Resultados e Discussão

Verifica-se na **Figura 2** que grande parte da área da bacia é apta ao plantio da espécie *Eucalyptus grandis*. A cultura florestal avaliada pode ser implantada em cerca de 531258,3 ha, o que representa 89,7% do total da área da bacia. Uma das áreas de restrição ao plantio na bacia localiza-se nas regiões do Caparaó onde se encontra o Pico da Bandeira, terceiro ponto mais alto do Brasil.

Destinos para o *Eucalyptus grandis* pode ser em múltiplos usos como caixotaria, paletes, carvão, mourões (Remade, 2006). Este empreendimento pode ainda ser financeiramente viável já que existem incentivos financeiros em programas de fomento florestais presente nesta região.

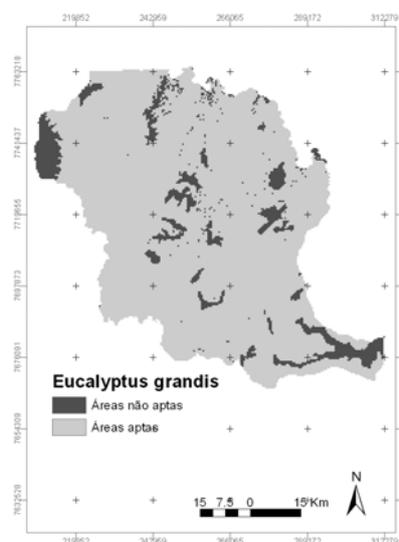


Figura 2 – Áreas aptas e inaptas ao plantio de *Eucalyptus grandis* na BRI.

O plantio da espécie de *Eucalyptus urophylla* apresentou-se mais restritivo em relação à outra espécie de eucalipto. Cerca de 54,7 % da área da bacia é favorável ao plantio desta espécie (324099,1 ha).

Observa-se na **Figura 3** que, ao sul da bacia, onde se localiza a cidade litorânea de Itapemirim e em boa parte da região central, há predominância de áreas não indicadas ao plantio (representadas pela cor escura no mapa). Abrangendo as regiões de maiores altitudes, seguindo ao norte da bacia, estão as áreas mais adequadas ao plantio (cor clara no mapa).

Esta espécie florestal possui diversas finalidades, a madeira é medianamente leve, assim como o *Eucalyptus grandis*, sendo indicada para usos gerais como laminação, componentes estruturais para construção, caixotaria, mourões, escoras, celulose e papel, chapas duras, painéis, lenha e carvão (Remade, 2006).

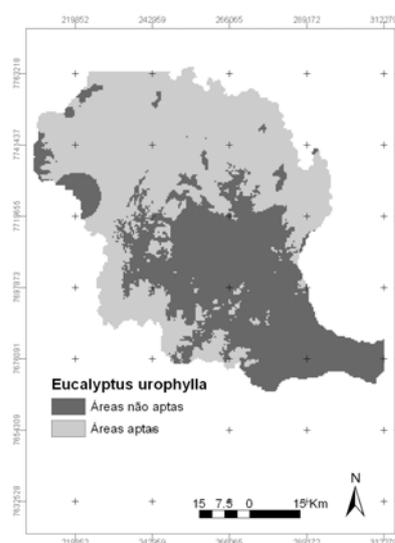


Figura 3 – Áreas aptas e inaptas ao plantio de *Eucalyptus urophylla* na BRI.

A *Toona ciliata*, conhecida popularmente como “cedro australiano” apresentou restrição ao plantio nas áreas altas, ao norte da bacia (**Figura 4**). Boa parte da bacia se apresenta em boas condições para o cultivo desta espécie, cerca de 309429,1 ha (52,2 % da área da bacia). A espécie também apresenta diversos usos madeiráveis como construção, instrumentos madeira compensada decorativa.

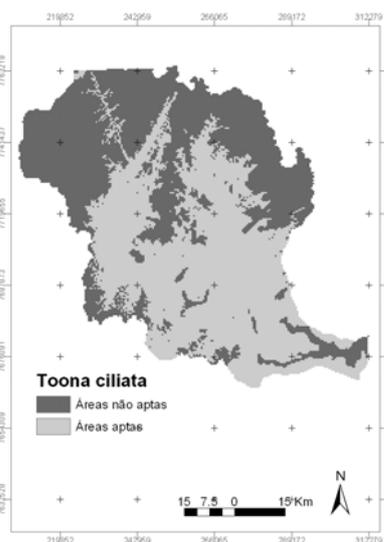


Figura 4 – Áreas aptas e inaptas ao plantio de *Toona ciliata* na BRI.

As três espécies avaliadas apresentaram áreas aptas ao plantio na região da bacia (**Figura 2,3 e 4**). Deve-se observar ao analisar os resultados, que os mapas estão sendo trabalhadas em pequena escala, assim, o nível de detalhamento é menor e como tal o uso das informações deve levar este aspecto em consideração.

Os mapas produzidos podem ser importantes no planejamento de plantios florestais, auxiliando produtores rurais no conhecimento da aptidão ambiental das espécies abordadas neste trabalho.

As espécies estudadas podem ainda ser utilizadas com diversas finalidades como em reflorestamentos puros ou em associações mistas entre as mesmas e outras espécies, inclusive sendo componentes de sistemas silvipastoris e agrosilviculturais.

4. Conclusões

Os resultados do zoneamento de aptidão agroecológico para as espécies na macroregião da bacia foram satisfatórios, apesar do nível de detalhamento ser reduzido em função escala trabalhada nos mapas ser pequena. A bacia apresentou áreas aptas ao plantio nas três espécies avaliadas.

5. Referências Bibliográficas

ANDRADE L. A. **Classificação ecológica do território brasileiro situado a leste do meridiano de 44° oeste e ao norte do paralelo de 16° sul**: uma abordagem climática. 1998. 147p. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999. 1412p

FERREIRA, m. Escolha de Espécies de Eucalipto. Circular Técnica, IPEF, V.47, p. 1-39, 1979

CARVALHO, P. E. R., **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. - Colombo: EMBRAPA – CNPF; Brasília-DF, 1994. 640p.

GOLFARI, L., **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. PNUD/FAO/IBDF – BRA/71/545, 1975. 65p. (Série Técnica no 3).

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. 434 p.

NAPPO, M. E.; NAPPO, A.E.; PAIVA, H.N. Zoneamento Ecológico de Pequena Escala para Nove Espécies Arbóreas de Interesse Florestal no Estado de Minas Gerais. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Volume 5. 14p. 2005

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia**. Porto Alegre: Editora Agropecuária, 2002. 190p.

PEZZOPANE, J. E. M.; SANTOS, E.; ELEUTÉRIO, M. M.; A.; REIS, E. F.; SANTOS, A. R. Espacialização da temperatura do ar no Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n.1, p.151-158, 2004.

REMADE, **Revista da Madeira**. Ano nº 59 - ano 11 - setembro de 2001. Disponível em: <http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=59&id=9>, Acesso em: 05/11/2006.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de projetos ambientais**. Brasília: MMA, 1997. 446 p.

Thornthwaite, C.W. Na approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**. 38:55-94, 1948.