

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO PARA *Cesalpinia echinata* E *Euterpe edulis* NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Kennedy Ribeiro da Silva¹, Octávio Barbosa Plaster², Daniel Pena Pereira³, Alexandre Rosa dos Santos⁴, Roberto Avelino Cecílio⁵

¹Eng. Florestal, M.Sc., UFES, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil - kennedyfloresta03@hotmail.com

²Eng. Florestal, Doutorando em Ciência Florestal, UNESP, Botucatu, SP, Brasil - octavioplaster@gmail.com

³Eng. Agrônomo, M.Sc., UFES, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil - daniel@geraes.org

⁴Eng. Agrônomo, Dr., Depto. de Engenharia Rural, UFES, Alegre, ES, Brasil - mundogeomatica@yahoo.com.br

⁵Eng. Agrícola, Dr., Depto. de Engenharia Florestal, UFES, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil - racecilio@yahoo.com.br

Recebido para publicação: 04/06/2009 – Aceito para publicação: 14/09/2010

Resumo

O sistema agroflorestal é uma forma de uso da terra em que as espécies agrícolas e florestais são cultivadas e manejadas em associação. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) podem ser considerados instrumentos para mapear e indicar respostas, auxiliando no planejamento e manejo dos recursos naturais de regiões específicas. A área de estudo desta pesquisa compreendeu o estado do Espírito Santo, região Sudeste do Brasil. A partir das informações de um zoneamento agroecológico, estimaram-se áreas aptas e inaptas de ocorrência das espécies de *Cesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) e *Euterpe edulis* Mart. (palmito juçara), para serem determinadas regiões que apresentam as melhores condições para implantação de sistemas agroflorestais. A estimativa da temperatura foi feita por meio de um modelo matemático, e as demais variáveis climáticas foram espacializadas por meio do interpolador krigagem linear. Foi utilizado o método Booleano de análise não acumulativa, determinando informações consideradas falsas (0) e verdadeiras (1). No cruzamento das informações selecionadas, ficou determinado que apenas 8,55% da área de estudo são aptos às duas culturas. O desenvolvimento dessas culturas concentra-se em grande parte na região Sul (Bacia do Rio Itapemirim), parte da região que abrange a grande Vitória e no município de Aracruz.

Palavras-chave: Zoneamento agroecológico; SIG; pau-Brasil; palmito juçara.

Abstract

Agroecological zoning for Cesalpinia echinata and Euterpe edulis in the State of Espírito Santo. The agroforestry system is a form of land use in which agricultural and forest species are cultivated and managed in association. The Geographic Information Systems (GIS) can be considered as tools to map and set answers, assisting in planning and management of natural resources in specific regions. The area of this research included the State of Espírito Santo, southeastern Brazil. Based on information from an agroclimatic zoning, it was estimated suitable and unsuitable areas of species occurrence as *Cesalpinia echinata* Lam (Pau-Brazil) and *Euterpe edulis* Mart. (Palm Juçara) in order to delimitate the best areas for implementation of agroforestry systems. The estimate temperature was reached by a mathematical model, and other climate variables were spatialized using linear Kriging interpolation. Boolean method for non-cumulative analysis had been used for determination of information as false (0) and true (1). At the intersection of selected information was determined that only 8.55% of the focused areas are suitable for both cultures. The development of these crops is concentrated largely in the South (River Basin Itapemirim), area of the region that encompasses the great Victoria and the municipality of Aracruz.

Keywords: Agroecological zoning; GIS; pau-Brazil; palm juçara.

INTRODUÇÃO

O zoneamento agroclimático é uma técnica desenvolvida para delimitar regiões climaticamente homogêneas, que sejam propícias ao desenvolvimento de determinadas culturas. Como o solo é o outro componente do meio físico que é mais utilizado na agricultura, pode-se fazer a delimitação da aptidão de áreas sob o aspecto edáfico e juntá-lo à climática, formando o zoneamento agroecológico. Sabe-se que

quando as condições de manejo, ambiente, solo e condições econômicas são favoráveis, a cultura chega ao máximo de seu desenvolvimento e produtividade, de acordo com o seu potencial genético (FERREIRA, 1997).

O sistema agroflorestal é uma forma de uso da terra em que espécies agrícolas e florestais são cultivadas e manejadas em associação. O zoneamento agroclimático permite que essas regiões sejam determinadas para o melhor aproveitamento dos recursos naturais e práticas agrícolas, atendendo, assim, às exigências das culturas. Nesse contexto, os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são definidos por Nair (1993) como sistemas e tecnologias de uso da terra, em que lenhosas perenes são utilizadas em um manejo combinado com cultivos agrícolas e/ou animais, com alguma forma de arranjo espacial ou em sequência temporal.

O método Taungya de sistema agroflorestal é considerado um dos sistemas mais importantes, devido à sua grande variedade de combinações de espécies, modalidades e adaptações às condições gerais para cultivar espécies alimentares anuais conjuntamente com espécies florestais durante os primeiros anos de estabilidade. Segundo Rodrigues *et al.* (2008), esse método constitui-se em uma importante ferramenta na recuperação de áreas de Reserva Legal e seu uso deve ser considerado na restauração dos ecossistemas, uma vez que podem cumprir um papel inovador, conciliando restauração, conservação e produção.

Essa relação entre a agricultura e a floresta, aliada à produção e à conservação dos recursos naturais, possibilita a recuperação de áreas alteradas e intensifica a produção em pequenas áreas por muitos anos. As espécies da regeneração natural são consideradas como componentes da floresta, com alta diversidade de vida, promovendo um maior equilíbrio ecológico, podendo ser uma alternativa promissora para os países tropicais, ricos em biodiversidade. Esse sistema de produção envolve práticas e conhecimentos antigos, fundamentalmente usados por índios e populações tradicionais e que, há pouco tempo, tem recebido a atenção da ciência, que vem se dedicando ao estudo aprofundado desses saberes e dessa forma de uso da terra.

Em função das complexidades encontradas pelas atividades agrícolas praticadas no estado do Espírito Santo, tendo em vista a sua grande aptidão florestal e o crescente mercado de produtos florestais, como o de fabricação de arcos de instrumentos musicais, a associação entre *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) e *Euterpe edulis* Mart. (palmiteiro juçara) se apresenta como uma alternativa socioeconômica e ambiental adequada para o estado do Espírito Santo.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) podem ser considerados instrumentos para mapear e indicar respostas às várias questões sobre o planejamento urbano e regional, meio rural e levantamento dos recursos renováveis, descrevendo os mecanismos das mudanças que afetam o meio ambiente e auxiliando no planejamento e manejo dos recursos naturais de regiões específicas (FERREIRA 1997).

Segundo Maracchi *et al.* (2000), existem várias aplicações recentes de SIG em agrometeorologia. Entre elas, a importância desta ferramenta está no planejamento agrícola e florestal, tanto na escala temporal quanto espacial, fornecendo subsídios à implantação e ao manejo dessas atividades.

O uso do SIG para o estudo de uma determinada situação complexa tem-se mostrado eficiente, produzindo resultados de grande utilidade e de boa qualidade. Dessa forma, a utilização de um SIG para elaboração de zoneamento agroclimático pode se revelar de grande utilidade, uma vez que se podem executar procedimentos diversos a partir de dados básicos e gerar informações georreferenciadas na definição de áreas propícias ao cultivo de determinadas culturas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi a utilização de ferramentas de SIG para o zoneamento de regiões que apresentam as melhores condições para a implantação de sistemas agroflorestais constituídos pela associação de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) e *Euterpe edulis* Mart. (palmiteiro juçara) no estado do Espírito Santo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo compreende o estado do Espírito Santo, localizado na região Sudeste do Brasil (Figura 1), possuindo área de 45.597 km² e estando geograficamente situado entre os paralelos 17°53'29" e 21°18'03" sul e meridianos 39°41'18" e 41°52'45" oeste.



Figura 1. Localização da área de estudo.
Figure 1. Study area location.

Condições das culturas para o desenvolvimento do zoneamento

Definiram-se os seguintes parâmetros para a realização do zoneamento agroclimático propostos por Golfari (1975) e Nappo *et al.* (2005): temperatura, precipitação, déficit hídrico, altitude, tipos de solo e aptidão agrícola em relação à declividade local. Buscou-se o conhecimento das exigências climáticas, edáficas e de relevo para cada espécie, de forma a apresentarem o melhor potencial produtivo (Tabela 1).

Tabela 1. Exigências de aptidão estabelecidas para a implantação de povoamentos de produção para as espécies trabalhadas no estado do Espírito Santo, adaptadas de Carvalho (1994). T = temperatura; P = precipitação; DH = déficit hídrico.

Table 1. Fitness requirements established for the implementation of production stands for the species worked in the State of Espírito Santo, adapted Carvalho (1994). T = temperature; P = precipitation and DH = water deficit.

Espécie	Aspectos climáticos				Aspectos edáficos	
	T (°C)	P (mm)	DH (mm)	Altitude (m)	Solos	Aptidão agrícola
<i>Caesalpinia echinata</i> *	20,2 a 26,2	1100 a 2500	0 a 400	10 a 350	De profundos a moderadamente profundos, bem estruturados e drenados	De acordo com a legislação florestal
<i>Euterpe edulis</i> *	17,6 a 27	800 a 2400	0 a 400	15 a 1600		

Fontes: *Adaptado de Golfari (1975), Carvalho (1994) e Nappo *et al.* (2005).

Criação da base de dados

No presente trabalho, foi elaborado um banco de dados com séries temporais (dados mensais) de precipitação pluviométrica obtida de 89 estações da Agência Nacional das águas (ANA), com séries temporais de 30 anos (1977-2006), como pode ser observado na figura 2.

Os dados topográficos relativos à altimetria foram obtidos do modelo digital de elevação (MDE) disponibilizado gratuitamente por Miranda (2005) no endereço eletrônico <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>, provindo do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução espacial de 90 metros, projeção geográfica e datum horizontal WGS 84.

O mapa de declividade foi produzido por meio de dados SRTM de altitude. De acordo com o Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, as áreas de preservação permanente (APPs) são áreas protegidas nos termos dos arts. 2º e 3º dessa Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade e o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar da população humana. Para efeito desse zoneamento, as APPs associadas à proteção dos recursos hídricos, altitudes superiores a 1.800 metros, topos de morros e as declaradas pelo poder público não foram observadas na escala deste trabalho. Sendo assim, foram restritas as APPs com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive.



Figura 2. Distribuição espacial dos postos pluviométricos localizados no estado do Espírito Santo.
 Figure 2. Spatial distribution of rainfall posts located in the State of Espírito Santo.

O mapa de solos do estado do Espírito Santo foi obtido por meio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1999) no formato vetorial (*shapefile*). De acordo com esse mapa, o estado apresenta 23 categorias, das quais os solos considerados aptos para a implantação de sistemas agroflorestais foram os de perfis profundos a moderadamente profundos, bem estruturados e drenados.

O software utilizado para o processamento das imagens foi ArcGis 9.2 e para os cálculos de perímetro e área Microsoft Office Excel 2007.

Estimativa e espacialização da temperatura do ar

Como nos postos pluviométricos da ANA não são realizadas medidas de temperatura do ar, esse elemento do clima foi estimado para todas as estações da ANA por meio do modelo matemático desenvolvido por Pezzopane *et al.* (2004) (Equação 1), tendo como variáveis de entrada altitude, latitude e os coeficientes do modelo (Tabela 2).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 ALT + \beta_2 LAT \quad (1)$$

em que: Y_i = temperatura do ar ($^{\circ}C$);

ALT = altitude (m);

LAT = latitude, em graus e décimos;

β_0 , β_1 e β_2 = coeficientes da equação de regressão.

Por meio do modelo mencionado anteriormente, utilizando a ferramenta *raster calculator*, foi possível espacializar a temperatura média anual, por meio dos mapas de latitude, modelo digital de elevação (MDE) e coeficientes ajustados por Pezzopane *et al.* (2004), possibilitando, assim, a geração da carta digital da condição térmica para todo o estado do Espírito Santo (Tabela 2).

Balanco hídrico climatológico

Mediante os dados de temperatura média do ar e precipitação pluvial para todas as localidades, foi calculado o balanço hídrico climático mensal, pelo método proposto por Thornthwaite e Mather (1955), que é baseado na temperatura média do ar e radiação solar no topo da atmosfera, para valores médios mensais de temperatura e precipitação, adotando-se 300 mm como capacidade máxima de retenção de água no solo.

Tabela 2. Constantes e coeficientes dos modelos múltiplos lineares ajustados para estimar as temperaturas médias do ar e os respectivos coeficientes de determinação (R^2).

Table 2. Constants and coefficients of multiple linear models fitted to estimate the average air temperatures and their coefficients of determination (R^2).

	β_0	β_1	β_2	R^2
Jan	27,5492	0,0068*	n.s.	0,90
Fev	40,8272	0,0065*	0,6562*	0,89
Mar	39,2267	0,0065*	0,6075*	0,92
Abr	41,1242	0,0066*	0,7716*	0,90
Mai	41,2515	0,0070*	0,8666*	0,92
Jun	39,9817	0,0075*	0,8752*	0,90
Jul	41,7394	0,0076*	0,9840*	0,89
Ago	40,6572	0,0075*	0,9091*	0,90
Set	41,4460	0,0069*	0,8918*	0,89
Out	40,3696	0,0066*	0,7730*	0,91
Nov	36,8594	0,0063*	0,5573*	0,91
Dez	26,6099	0,0065*	n.s.	0,92

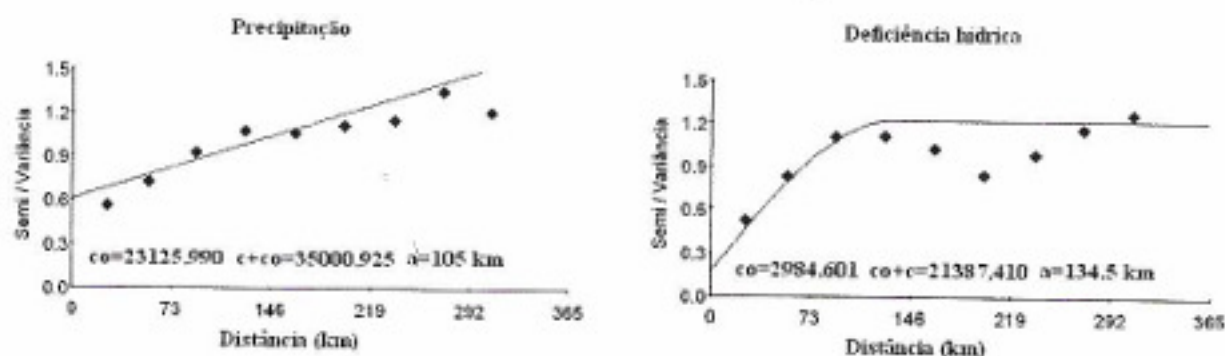
Fonte: Pezzopane *et al.* (2004); n.s.: não significativo a 5% de probabilidade; *: significativo a 5% de probabilidade.

A evapotranspiração potencial foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948), que é um método empírico baseado apenas na temperatura média do ar e nas coordenadas geográficas do local. Escolheu-se esse método pela disponibilidade dos dados climáticos e por ter sido desenvolvido para regiões de clima úmido, apresentando boas estimativas para as condições do estado (PEREIRA *et al.*, 2002).

Com o auxílio do programa "BHnorm", elaborado em planilha EXCEL por Rolim *et al.* (1998), foi possível realizar os cálculos do balanço hídrico para o estado, gerando as variáveis evapotranspiração real (ETR), armazenamento de água no solo (ARM), negativo acumulado (NEG ACUM), alteração de água no solo (ALT), deficiência hídrica no solo (DEF) e excedente hídrico (EXC).

Espacialização da precipitação anual e déficit hídrico anual

A espacialização dos dados climáticos⁵ foi desenvolvida em ambiente ArcGIS, versão 9.2, utilizando-se o método de interpolação krigagem linear para a precipitação e krigagem esférica para a deficiência hídrica, com semivariograma (Figura 3) desenvolvido por Castro (2008).



Fonte: Castro (2008).

Figura 3. Semivariograma experimental escalonado com os parâmetros efeito pepita (C_0), patamar ($C+C_0$) e alcance (a).

Figure 3. Graduated with experimental semivariogram parameters nugget effect (C_0), level ($C + C_0$) and scope (a).

O semivariograma é uma ferramenta básica de suporte às técnicas de krigagem, permitindo avaliar o grau de variabilidade espacial entre as amostras dentro de um campo experimental, representando quantitativamente a variação desse fenômeno, além de definir parâmetros necessários para a estimativa de valores para locais não amostrados (SALVIANO, 1996; CAMARGO *et al.*, 2004).

O semivariograma experimental é caracterizado por três parâmetros de ajuste: alcance, patamar e efeito pepita. O alcance é representado por "a" e corresponde à distância que vai da origem do semivariograma até o momento em que ele se estabiliza, ou seja, está relacionado com a disposição espacial das amostras, sendo que aquelas que se encontram dentro desse raio de alcance apresentam-se correlacionadas espacialmente (OLIVER, 1999).

Representado por "C+C0", expressa o valor máximo no qual se estabiliza a uma constante, sendo que desse valor em diante considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras. Portanto, corresponde ao ponto onde toda semivariância da amostra é de influência aleatória, correspondendo à variância total (s) obtida pela estatística clássica (TRANGMAR *et al.*, 1985), sendo que o patamar pode variar com a direção (ORTIZ VALENCIA *et al.*, 2004).

O efeito pepita, representado por "C0", revela a descontinuidade do semivariograma perto da origem, para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras, sendo usada para explicar duas fontes de variação: (1) variação do atributo para distâncias menores que a considerada na malha de amostragem; e (2) erros de medição (ORTIZ VALENCIA *et al.*, 2004).

Realização do zoneamento agroecológico

De posse dos parâmetros ambientais da figura 4 e tendo sido estabelecida a exigência para cada uma das espécies, foi realizada a análise não acumulativa pelo método booleano, em que se estabelece limite determinado a partir de informações consideradas falsas (0) e verdadeiras (1). Por meio do cruzamento das informações, foram determinadas as áreas aptas (1) e inaptas (0) para o plantio de cada espécie isoladamente. Posteriormente, houve uma sobreposição dos mapas de aptidão das duas culturas, para a geração das características agroclimáticas para implantação de um sistema agroflorestal com as espécies *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) e *Euterpe edulis* Mart. (palmitero juçara).

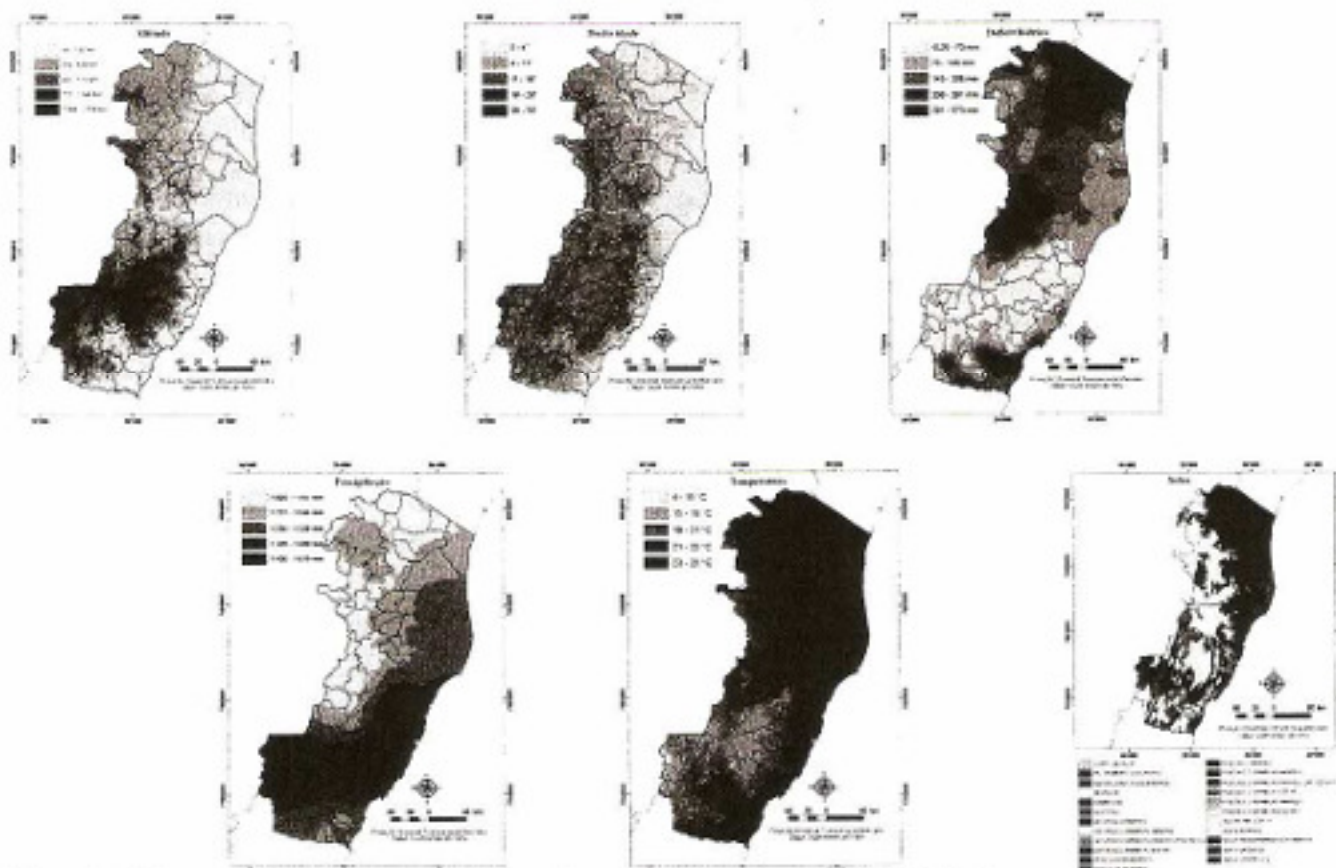


Figura 4. Mapas dos parâmetros ambientais para o estado do Espírito Santo.
Figure 4. Maps of environmental parameters for the State of Espírito Santo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os parâmetros ambientais ilustrados na figura 4, o estado do Espírito Santo apresentou áreas potenciais para o plantio de produção das duas espécies isoladamente e áreas com potenciais para

implantação de sistemas agroflorestais, conforme as exigências estabelecidas na tabela 1. Na tabela 3 encontram-se os resultados das áreas aptas e inaptas ao plantio das culturas.

Tabela 3. Áreas aptas e inaptas ao plantio das culturas para o estado do Espírito Santo.

Table 3. Areas suitable and unsuitable for the planting of crops for the State of Espírito Santo.

Condições	Pau-brasil		Palmito		Pau-brasil+palmito	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Inaptas	34.331,5341	74,72	21.037,2633	45,79	42.016,1499	91,45
Aptas	11.612,5083	25,28	24.906,7791	54,21	3.927,8925	8,55

A essência florestal *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), que ocorre de forma natural em floresta de Mata Atlântica no Brasil, apresentou frequência de 25,28% (11.612.508.300 ha) de áreas aptas no estado. A figura 5 confirma os estudos de Carvalho (1994), que constata a presença da espécie na faixa litorânea, de forma bastante reduzida e esporádica no estado, crescendo espontaneamente em meio natural.

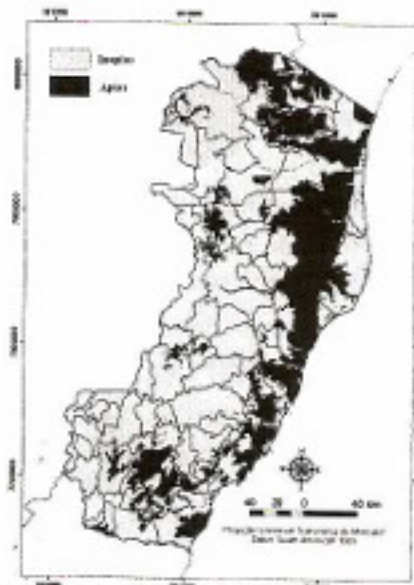


Figura 5. Áreas aptas e inaptas ao plantio de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil).

Figure 5. Areas suitable and unsuitable for the planting of *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brazil).

Pode-se observar, então, que o fator predominante para a identificação das zonas aptas foi a altitude, caracterizado na figura 4 pelas áreas com baixas altitudes e com temperatura média anual em torno de 25 °C (norte e sul do estado). No sul do estado foram observadas zonas agroclimáticas aptas para a implantação da cultura (Figura 5), apesar das altas cotas altimétricas encontradas na parte que abrange a bacia hidrográfica do rio Itapemirim e a Serra do Caparaó. A região serrana foi considerada em sua maioria inapta, sendo o fator climático temperatura limitante para o desenvolvimento dessa espécie, determinando que o estado do Espírito Santo possua 25,28% de sua área apta ao plantio da *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil).

A espécie *Euterpe edulis* Mart. (palmiteiro juçara) ocorre de forma natural na Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), principalmente onde aparece estrato médio como espécie dominante na Floresta de Tabuleiros, no norte do Espírito Santo (RUSCHI, 1950). Cerca de 54,21% da área contida no estado apresentaram zonas aptas para a cultura de *Euterpe edulis* Mart. (palmiteiro juçara), o que corresponde a 24.906.779.100 ha. Assim, diferente da *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), as áreas com baixa altitude e compreendidas no litoral norte do estado foram restritas à implantação da espécie, conforme apresentado na figura 6.

A figura 7 demonstra as áreas aptas à implantação de um sistema agroflorestal constituídos pela associação das espécies, conforme a tabela 3. Pode-se dizer que apenas 8,55% da área do estado possui áreas aptas às duas culturas ao mesmo tempo, o que corresponde a 3.927.892.500 ha. O desenvolvimento dessas culturas concentra-se em grande parte na região sul (bacia do rio Itapemirim), na região metropolitana da grande Vitória e no município de Aracruz, fato que justifica este município ser um

produtor de madeira da espécie *Caesalpinia echinata* Lam. para a fabricação de arcos de violino. Pequenos trechos de áreas aptas foram encontrados na região serrana, demonstrando, dessa forma, que a maior limitação para o consórcio das duas espécies foi a altitude.

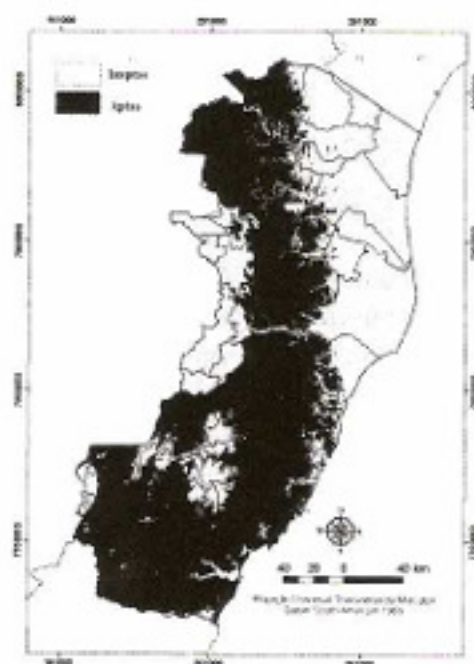


Figura 6. Áreas aptas e inaptas ao plantio de *Euterpe edulis* Mart. (palmiteiro juçara).
Figure 6. Areas suitable and unsuitable for the planting of *Euterpe edulis* Mart. (palm juçara).

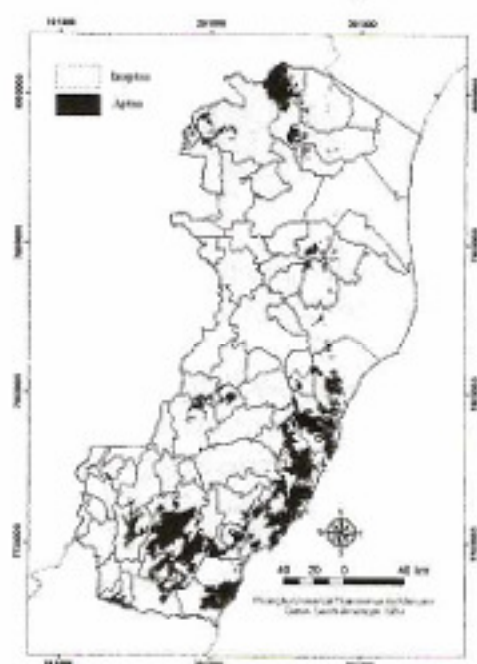


Figura 7. Áreas aptas e inaptas à implantação de sistemas agroflorestais constituídos pela associação de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) e *Euterpe edulis* Mart. (palmiteiro juçara).
Figure 7. Areas suitable and unsuitable to the implementation of agroforestry systems established by the association of *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) and *Euterpe edulis* Mart. (palm juçara).

CONCLUSÕES

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi a utilização de ferramentas de SIG para determinar regiões que apresentam as melhores condições para a implantação de sistemas agroflorestais com as espécies *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) e *Euterpe edulis* Mart. (palmiteiro juçara) no estado do Espírito Santo. O SIG proposto permitiu avaliar que:

- o estado apresenta excelente potencial agroclimático para o cultivo de *Euterpe edulis* Mart. (palmito juçara), principalmente nas áreas de maiores altitudes;
- a região Serrana e o noroeste do estado mostraram-se inaptos ao cultivo da *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil);
- uma pequena faixa no noroeste e a porção nordeste do estado mostraram-se inaptas ao cultivo de *Euterpe edulis* Mart. (palmito juçara);
- apesar do nível de detalhamento ser reduzido em função da escala trabalhada nos mapas, o estado possui áreas aptas para a implantação de sistemas agroflorestais formados pelo plantio associado de pau-brasil e palmito juçara, principalmente na região metropolitana da grande Vitória, parte da porção da região sul, que abrange a bacia hidrográfica do rio Itapemirim e no município de Aracruz.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 28/10/2006.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 16 set. 1965. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4771-15-setembro-1965-369026-norma-pl.html>>. Acesso em: 15/09/2011.

CAMARGO, E. C. G.; DRUCK, S.; CÂMARA, G. Análise espacial de superfície. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 79 - 117.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA - CNPF, 1994. 640 p.

CASTRO, F. S. **Zoneamento agroclimático para a cultura do Pinus no estado do Espírito Santo**. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa - SPI; Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 1412 p.

FERREIRA, C. C. M. **Zoneamento agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos em Minas Gerais**. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65 p. (PNUD/FAO/IBDF/BRA/71/545. Série técnica, 3).

MARACCHI, G.; PÉRARNAUD, V.; KLESCHENKO, A. D. Applications of geographical information systems and remote sensing in agrometeorology. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, n. 103, p. 119 - 136, 2000.

MIRANDA, E. E. de (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa por Monitoramento Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 28/10/2007.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Netherlands: Kluwer Academic, 1993.

NAPPO, M. 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**. v. 5., 14 p., 2005.

OLIVER, M. A. Exploring soil spatial variation geostatistically. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 2., 1999. Odense. **Proceedings...** Silsoe: Sheffield, 1999. p. 3 - 18.

ORTIZ VALENCIA, L. I.; MEIRELLES, M. S. P.; BETTINI, C. Geoestatística aplicada à agricultura de precisão. In: MACHADO, P. L. O. de A.; BERNARDI, A. C. de C.; SILVA, C. A. (Ed.). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p. 37 - 56.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

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.

RODRIGUES, E. R.; JÚNIOR, L. C.; MOSCOGLIATO, A. V.; BELTRAME, T. P. O uso do sistema agroflorestal Taungya na restauração de reservas legais: indicadores econômicos. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, 2008.

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

RUSCHI, A. Fitogeografia do estado do Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão**, Santa Tereza, n. 1, p. 2 - 353, 1950. Série Botânica.

SALVIANO, A. A. C. **Variabilidade de atributos de solo e de *Crotalaria juncea* em solo degradado do município de Piracicaba - SP**. 91 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, p. 55 - 94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. C. **The water balance**. Centeron, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology. 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).

TRANGMAR, B. B.; YOST, R. S.; UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, Orlando, v. 38, p. 45 - 94, 1985.