

## MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DO PALMITEIRO (*Euterpe edulis* Martius) A PARTIR DE VARIÁVEIS TOPOGRÁFICAS

MAGALY DE OLIVEIRA MORTARA  
DALTON DE MORISSON VALERIANO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Caixa Postal 515 - 12201-097 - São José dos Campos - SP, Brasil  
magaly@ltd.inpe.br                      dalton@ltd.inpe.br

### Resumo

Este trabalho tem o objetivo de construir um modelo espacial da distribuição potencial da palmeira produtora do palmito juçara (*Euterpe edulis* Martius), também conhecida como palmito. Duas premissas foram consideradas: (1) a distribuição da *E. edulis* é condicionada por um conjunto de variáveis ambientais; (2) dada como verdadeira a condição anterior, é possível estabelecer um modelo espacial preditivo dessas relações para mapear a distribuição potencial da espécie. A primeira premissa foi investigada com base em informações publicadas sobre o comportamento ecológico da espécie em relação às variáveis consideradas e levantamentos exploratórios de campo. Variáveis topográficas e a cobertura da terra foram consideradas como condicionantes da distribuição de *E. edulis*. Na investigação da segunda premissa foram utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na representação da paisagem e para a modelagem das variáveis topográficas em valores favorabilidade ordenados no intervalo contínuo [0,1]. Na modelagem da favorabilidade do terreno à *E. edulis*, foram utilizadas funções de primeiro grau, estabelecidas segundo as premissas, para o mapeamento do modelo conceitual em um modelo ordinal de favorabilidade, através do uso de Álgebra de Mapas. Para a obtenção dos pesos globais de favorabilidade de cada variável topográfica foi também utilizada a técnica de suporte à decisão AHP (Processo Analítico Hierárquico). Com esses pesos, a Álgebra de Mapas foi novamente utilizada para gerar um Gradiente de Favorabilidade Topográfica (GFT) à ocorrência do Palmito, que não considera a cobertura da terra, e para produzir o Mapa de Distribuição Potencial da espécie (MDP), que é o GFT restrito às áreas florestadas.

### Abstract

The objective of this work is to produce a potential distribution model for the palm tree *Euterpe edulis* Martius. Two assumptions were considered: (1) the distribution of *E. edulis* is conditioned by a set of environmental variables; (2) given that the previous condition is true, it is possible to establish a predictive spatial model of these relationships in order to map the potential distribution of the species. The first assumption was investigated with the use of published information on the ecological preferences of the species in relation to the variables

under consideration and exploratory field surveys. Topographical variables and land cover were considered as drivers of the spatial distribution of *E. edulis*. In the investigation of the second hypothesis, Remote Sensing and Geographic Information System techniques were applied to the representation of the landscape and to the modeling of the environmental variables into values of favorability for *E. edulis* ranked into the interval [0,1]. In the modeling of terrain favorability to *E. edulis*, first order functions were established according to the assumptions in order to map the conceptual model into an ordinal model of favorability through the use of Map Algebra. The global favorability weight for each topographic variable was attained with the use of decision support technique Analytic Hierarchical Process (AHP). With these weights, Map Algebra was again utilized to construct a Topographic Favorability Gradient (TFG) for the *E. edulis*, which does not consider the land cover, and to produce the Potential Distribution Map (PDM) which is the TFG restricted to forested areas

Keywords: Potential distribution, *Euterpe*, Arecaceae, Modeling, GIS, Remote Sensing.

## 1. Introdução

As técnicas de mapeamento e a manipulação de dados geográficos são muito importantes para o estudo de fenômenos da natureza e para o gerenciamento de recursos naturais. Particularmente nos estudos aplicados à conservação da biodiversidade, tais técnicas são importantes tanto para o mapeamento de áreas protegidas existentes, quanto para o prognóstico de cenários críticos ou favoráveis ao desenvolvimento de animais e plantas.

No que se refere aos critérios de prioridades para a conservação de espécies, pode-se dizer que a palmeira que produz o palmito juçara, também conhecida como palmitero (*Euterpe edulis* Martius), atende a vários desses critérios, por ser:

- Espécie dominante (Veloso e Klein, 1957): é frequentemente dominante ou co-dominante e tem participação expressiva no funcionamento do ecossistema florestal (interceptação de radiação, trocas de energia e massa com a atmosfera, produtividade e ciclagem de nutriente);
- Espécie-chave (*keystone species*) (Reis, 1996): sustenta outras diversas espécies;

Atualmente, o palmito da espécie *Euterpe edulis* é um dos produtos mais explorados na Floresta Atlântica (Reis e Guerra, 1999). Essa exploração tem contribuído bastante para a degradação do meio ambiente e tornou-se um fator de preocupação para a preservação da espécie, uma vez que não há rebrota após o corte para a extração do palmito (Ferri e Cavalcante, 1997). O objetivo deste trabalho é elaborar um banco de dados geográfico, contendo informações florísticas e ambientais sobre a Mata Atlântica, utilizando dados de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica.

Dada a preocupação com a preservação da espécie *Euterpe edulis* Martius e com o propósito de fornecer suporte ao manejo e à conservação da espécie, o presente trabalho teve o objetivo de modelar a distribuição potencial dessa espécie em função da favorabilidade de variáveis topográficas. A modelagem preditiva foi feita com um método apoiado em técnicas de Sensoriamento Remoto (SR), Sistema de Informação Geográfica (GIS) e Processo Analítico Hierárquico (AHP) (Saaty, 1986; Zahedi, 1986).

## 2. Materiais

O seguinte material foi utilizado no trabalho:

- Imagem TM/Landsat-5 órbita/ponto 218/076, passagem de 26 de Junho de 1997, com correção geométrica nível 4 (INPE, 1997);
- Carta topográfica 1:50.000 – folha Tremembé SF.23-Y-B-V-4 (IBGE, 1986);
- Dados de altimetria e drenagem digitalizados e fornecidos, no formato DXF, pela empresa IMAGEM Sensoriamento Remoto S/C Ltda.;
- Dados de campo sobre a ocorrência do Palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.);
- Equipamentos de Sistema de Posicionamento Global (GPS) e respectivos programas para processamento dos dados coletados (*Garmin, March II*);
- Programas de processamento digital de imagens: ENVI® 3.1 (Better Solutions Consulting LLC, 1999); ERDAS IMAGINE™ 8.3 (ERDAS, Inc., 1998);
- Sistema de informação geográfica ARC/INFO™ 7.0.2 (ESRI, Inc., 1994);
- Programa de apoio à decisão baseado no Processo Analítico Hierárquico (AHP) *Criterion Decision Plus*© (InfoHarvest, 1995);

## 3. Metodologia

### 3.1. Área de Estudo

A área de estudo deste trabalho está inserida no Estado de São Paulo, na região do Vale do Paraíba, e corresponde à área mapeada pela folha Tremembé (SF.23-Y-B-V-4) da carta topográfica 1:50.000 (IBGE, 1986) (Figura 1).

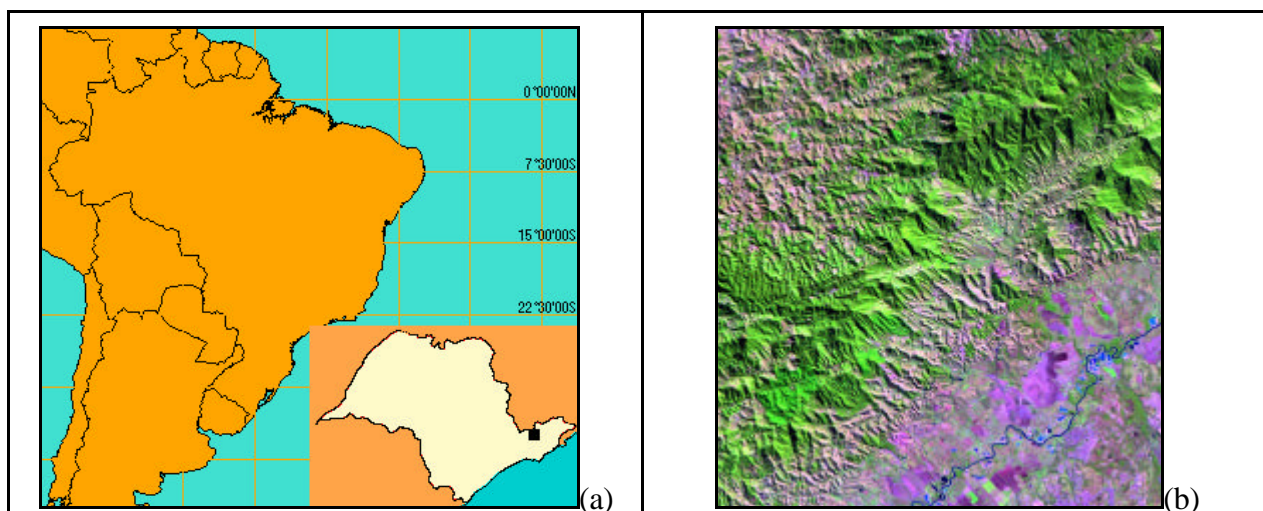


Figura 1 - (a) Localização da Folha Tremembé no Vale do Paraíba, Estado de São Paulo (as proporções são esquemáticas nesta figura); (b) Imagem TM/Landsat correspondente à Folha Tremembé, na composição colorida 543/RGB.

### 3.2. Processamento da imagem TM/Landsat-5

A imagem Landsat foi georreferenciada com uso de pontos de controle obtidos na carta topográfica e transformação por polinômio de 1<sup>o</sup> grau. A correção de efeitos atmosféricos foi realizada aplicando-se a subtração de níveis de cinza de alvos escuros (Chavez, 1988) e a atenuação dos efeitos topográficos foi feita com a transformação dos dados por razão entre bandas e principais componentes (Holben e Justice, 1981; Conese et al. 1988).

Procedeu-se a classificação híbrida (Swain, 1978) do seguinte conjunto de bandas: razão da banda TM5 pela TM4 (R5/4), razão da banda TM4 pela TM3 (R4/3) e a segunda principal componente da transformação por principais componentes das Bandas Tm3, Tm4 e Tm5 (2<sup>a</sup> PC). A classificação híbrida consistiu na classificação não supervisionada da imagem seguida de mapeamento das classes espectrais nas classes informacionais “Floresta” e “Não Floresta”. A Figura 2 apresenta a composição colorida dos dados que foram classificados e o resultado final da classificação.

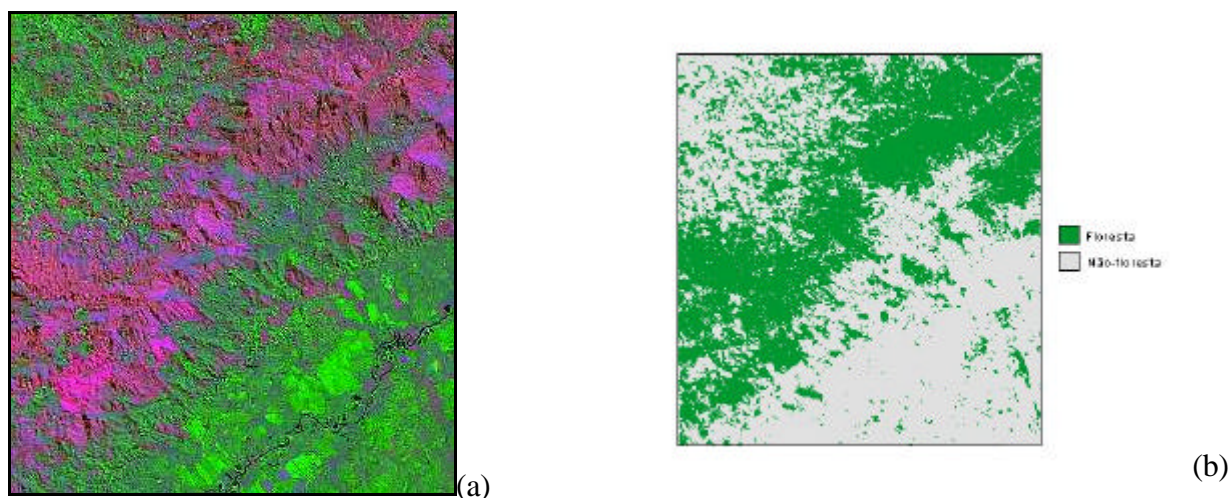


Figura 2- (a) Composição colorida RGB: R4/3 (R), R5/4 (G) e PC2 (B). (b) Classificação final da Cobertura da Terra.

### 3.3. Processamento dos dados plani-altimétricos

Nessa etapa, os dados plani-altimétricos, provenientes da folha Tremembé, foram inicialmente submetidos aos seguintes processos: (1) digitalização via *scanner*; (2) conversão de formatos/importação de dados; (3) digitalização no monitor de vídeo; (4) edição de dados gráficos; (5) construção da topologia (DeMers, 1997); (6) edição de atributos.

A partir dos dados de Altimetria (curvas de nível e pontos cotados) foi gerado o modelo numérico de elevação MNE da área de estudo. Primeiramente foi construída uma rede triangular irregular - TIN, do Inglês *Triangular Irregular Network* (Moore et al., 1991). Os elementos de Hidrografia foram utilizados com linhas de quebra e como limites de interpolação. Em seguida, foi construída a malha regular (*grade*), cujo espaçamento entre pontos foi estabelecido em 30 metros.

Um conjunto de variáveis topográficas, aqui representadas por PIs matriciais de valores contínuos, foi criado a partir do MNE da área de estudo. Assim, foram obtidas as seguintes variáveis topográficas:

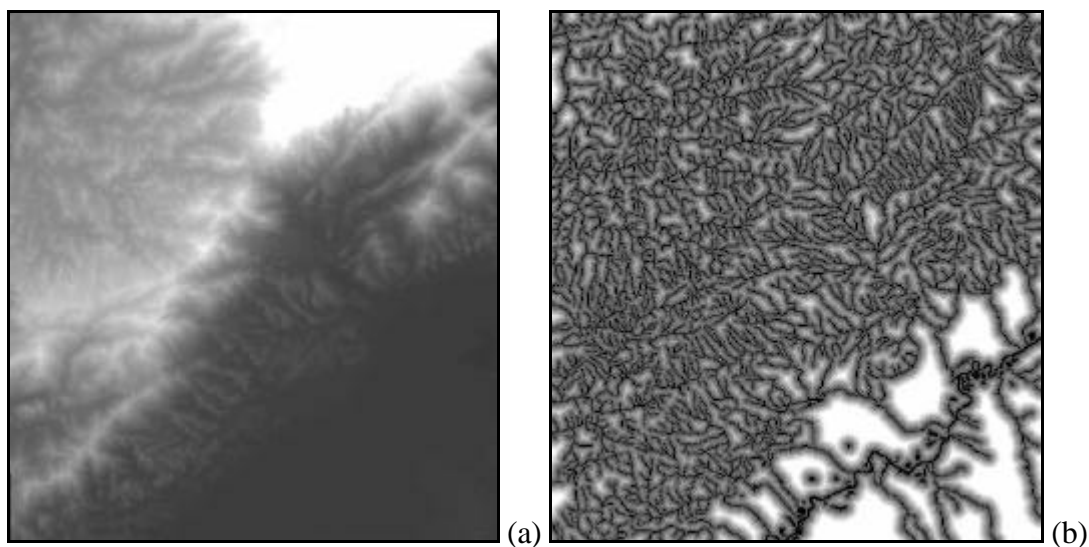
- Altitude – o próprio MNE, cujos valores de células representam a elevação acima do nível do mar, em metros. Segundo Moore et al. (1991), a altitude ou elevação do terreno pode ser usada como um indicador de clima, de temperatura ou de energia potencial.
- Distância da Drenagem – No caso do GIS utilizado neste trabalho o valor de cada célula representa a distância, em metros, daquela célula ao elemento de drenagem mais próximo (ESRI, Inc., 1994).
- Orientação de Encostas – Os valores das células representam a direção azimutal para a qual a encosta está voltada e esses valores são indicadores da iluminação ou da irradiação solar (Moore et al., 1991). As encostas voltadas para o extremo norte possuem valores iguais a 0 ou 360 e indicam, na região de estudo, as áreas que mais recebem irradiação solar; as encostas voltadas para o extremo sul possuem valor igual a 180 e indicam, na região de estudo, as áreas que menos recebem irradiação solar.

(portanto mais úmidas) e assim sucessivamente para os valores azimutais intermediários. No caso do GIS utilizado neste trabalho, o valor  $-1$  é atribuído para áreas planas (ESRI, Inc., 1994).

- Curvatura de Vertentes – os valores das células representam a concavidade ou a convexidade de vertentes; a curvatura é dada pela segunda derivada da altitude, sendo que a primeira derivada é a declividade (Zevenbergen e Thorne, 1987). A curvatura de uma vertente está relacionada ao fatores hidrológicos, tais como, conteúdo de água no solo, fluxo convergente/divergente, taxa de erosão/deposição e outros (Moore et al., 1991). As vertentes côncavas são representadas por células com valores negativos, as convexas são representadas por valores positivos e as planas têm valor igual a zero ( Moore et al., 1991; Burrough e McDonnell, 1998).

Neste trabalho, a variável altitude está representando também a temperatura, as variáveis distância da drenagem e curvatura de vertentes estão representando as condições hídricas do solo, e a variável orientação de encostas está representando as condições de insolação e iluminação.

A Figura 3 mostra a representação numérica das variáveis topográficas: Altitude (a), Distância da drenagem (b), Orientação de Encostas (c) e Curvatura de Vertentes (d). Nessa figura em tons de cinza, os maiores valores mais altos tendem ao branco e os mais baixos tendem ao preto.



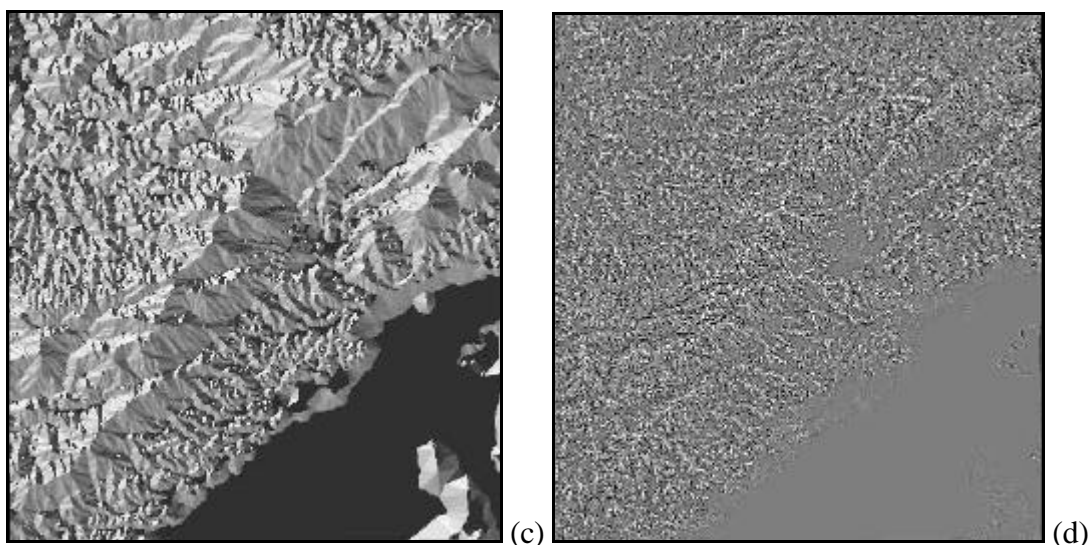


Figura 3 - Representação numérica das variáveis topográficas: Altitude (a); Distância da drenagem (b), Orientação de Encostas (c); Curvatura de Vertentes (d).

### 3.4 Adoção de premissas de favorabilidade à ocorrência de *Euterpe edulis*

As informações provenientes da literatura possibilitaram o estabelecimento de algumas premissas referentes ao caráter esciófita e higrófito da espécie *Euterpe edulis*. O primeiro foi representado pelo PI de cobertura da terra obtido da imagem Landsat, classificada em “Floresta” e “Não Floresta” e o segundo caráter foi representado pelos mapas de orientação de encostas, curvatura de vertentes e pela distância da drenagem.

Com relação à vegetação, assumiu-se a premissa de que a ocorrência natural do palmitero está restrita às áreas de floresta existentes no mapa de cobertura da terra proveniente da imagem TM/Landsat utilizada neste trabalho.

Quanto às condições hídricas do solo, assumiu-se que o palmitero ocorre em áreas úmidas, em ambientes próximos a nascentes e canais de drenagem. Dessas condições pôde-se presumir que o palmitero tem preferências por vertentes côncavas ou retas e por encostas com pouca insolação, de modo que, para a região de estudo, as vertentes convexas e as encostas orientadas para o norte seriam as menos favoráveis. Essas premissas foram reforçadas pelas observações de campo.

O tipo de solo não foi considerado neste trabalho, pois não foi possível estabelecer uma relação entre essa variável e a ocorrência do palmitero a partir das considerações encontradas na literatura.

A partir dos dados de Silva (1989) e Fisch (1998) e observações de campo, foi possível determinar que a densidade do palmitero tem um máximo em 750 m de altitude e decai para maiores e menores altitudes, sendo que o limite superior de sua distribuição na área de estudo é de 1500 m de altitude.

Estabeleceu-se então as seguintes funções para a representação da favorabilidade à ocorrência do palmitero, sempre representada em um intervalo de 0 a 1:

Para o PI de Altitude, foi utilizada uma função triangular, com máximo em 750 m, e mínimos tendendo a zero e a 1500 m. As células com valor de altitude maior que 1500 passaram a ter valor 0 e as seguintes funções foram aplicadas às células com valor menor que 1500:

$$y = \frac{x}{x_{máx}}, \quad \text{se } x \leq 750 \quad \text{ou} \quad y = 2 - \frac{x}{x_{máx}}, \quad \text{se } x > 750, \quad \text{onde } x_{máx} = 750$$

Para o PI de Distância da Drenagem, as células correspondentes aos corpos d'água tiveram seu valor anulado e, para que as células de menor valor de distância passassem a ter a maior valor de favorabilidade e as de maior distância passassem a ter o valor zero, foi aplicada a seguinte função:

$$y = 1 - \frac{x}{x_{máx}}, \quad \text{onde } x_{máx} = 2028 \text{ (o maior valor de distância encontrado).}$$

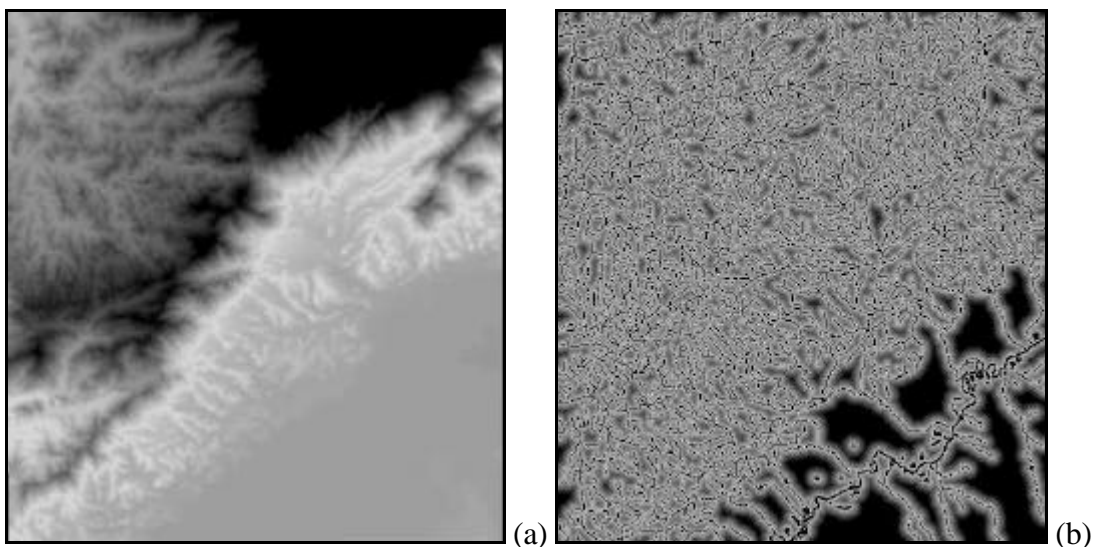
Para o PI de Orientação de encostas, o valor 180 (extremo sul) foi considerado o valor de maior favorabilidade, e o valor 0 ou 360 (extremo norte) foi considerado o de menor favorabilidade. Às áreas horizontais, que segundo o modelo de dados GIS utilizado tinham valor -1, foi atribuído o valor 0,5 (o mesmo atribuído, pelas funções, aos extremos leste e oeste). As seguintes funções foram aplicadas:

$$y = \frac{x}{x_{máx}}, \quad \text{se } x \leq 180 \quad \text{ou} \quad y = 2 - \frac{x}{x_{máx}}, \quad \text{se } x > 180, \quad \text{onde } x_{máx} = 180.$$

Para o PI de Curvatura de vertentes, a seguinte função foi aplicada, para que o valor máximo de concavidade (aproximadamente -5) tivesse o maior valor de favorabilidade e que o valor máximo de convexidade (aproximadamente 5) passasse a ter o valor 0:

$$y = \frac{x_{máx} - x}{2 \times x_{máx}}, \quad \text{onde } x_{máx} = 5$$

A Figura 4 apresenta o resultado da transformação das variáveis topográficas apresentadas na Figura 3 em valores de favorabilidade à ocorrência do palmiteiro.





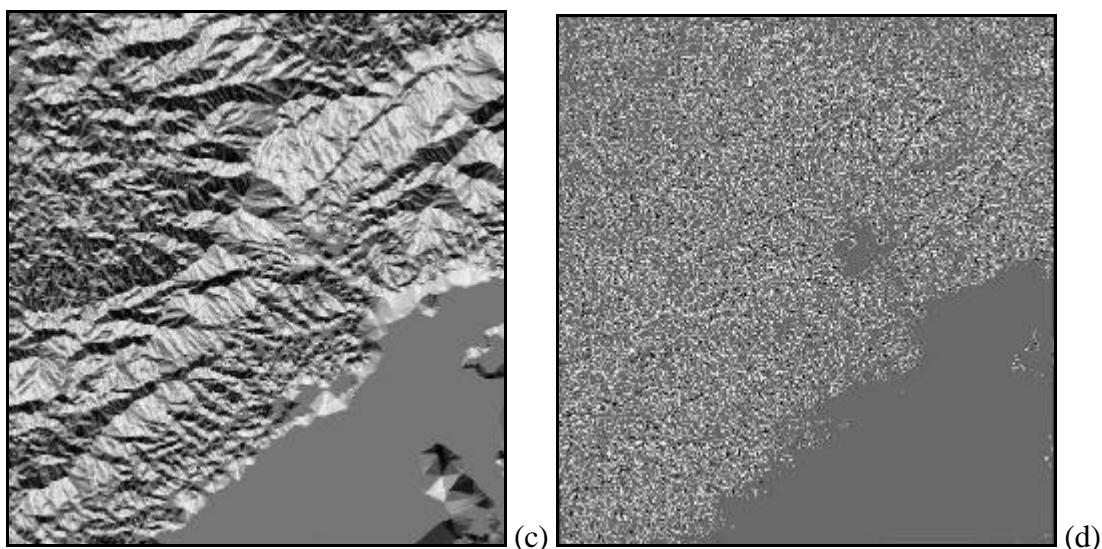


Figura 4- Representação numérica da favorabilidade à ocorrência do palmiteiro a partir das variáveis topográficas: Altitude (a); Distância da drenagem (b), Orientação de Encostas (c); Curvatura de Vertentes (d).

### 3.5 Integração das variáveis topográficas em gradiente de favorabilidade

Dois cenários de favorabilidade à ocorrência do palmiteiro foram construídos a partir dos resultados acima. O primeiro cenário foi obtido através da adição simples das representações de favorabilidade. O segundo cenário foi obtido pela soma ponderada das variáveis de favorabilidade. Os pesos das quatro variáveis foram calculados com base no Processo Analítico Hierárquico de suporte à decisão. O valores das relações pareadas fornecidas ao AHP foram inferidas da literatura sobre o comportamento ecológico do palmiteiro. As relações de importância pareadas consideradas neste segundo cenário e os respectivos pesos calculados estão apresentados na Tabela 1.

Critério (Var.Ambiental)	Altitude	Dist. Drenagem	Curvatura	Orientação	a) Peso
Altitude	1	2	2	9	0,461
Dist.Drenagem	1/2	1	1	7	0,258
Curvatura	1/2	1	1	5	0,236
Orientação	1/9	1/7	1/5	1	0,045
		Consistência:	0,007		

Tabela 1- Matriz de comparações pareadas e pesos das variáveis topográficas relativos à favorabilidade à ocorrência do palmiteiro.

Conforme o esquema conceitual da AHP, a estrutura hierárquica do processo aplicado ao presente trabalho foi estabelecido da seguinte forma: o “foco” ou “objetivo” referiu-se o cálculo do peso global de importância de cada célula, em cada variável topográfica; os “critérios” referiram-se às próprias variáveis e os “indicadores” representaram os valores das células do gradiente de cada variável (pesos locais).

Os valores de favorabilidade local foram ponderadas pelos pesos correspondentes à favorabilidade global das variáveis topográficas e, em seguida integrados e re-escalados para o intervalo de 0 a 1, resultando assim nos cenários de Gradiente de Favorabilidade Topográfica (GFT). Foi feita a interseção do GTF com o Mapa de Cobertura da Terra (MCT) de modo a manter o valor do GTF em áreas classificadas como “Floresta” no MCT e a atribuir o valor 0 para áreas classificadas como “Não Floresta”.

#### 4. Resultados e Discussão

O resultado da interseção dos dois cenários de GTF com o MCT estão apresentados na Figura 5.

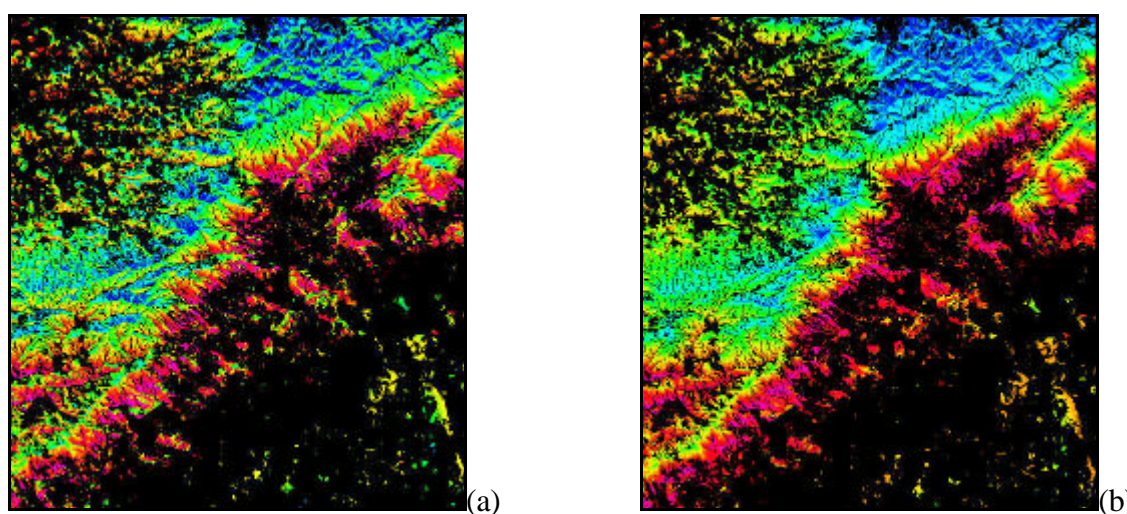


Figura 5 - Mapa de Distribuição Potencial (MDP) do palmeiro: (a) Soma simples; (b) Soma ponderada. A escala de cores acompanha o espectro eletromagnético no sentido azul (pouco favorável) para o magenta (ótimo).

A observação dos cenários de favorabilidade sugere que o cenário 1 (importância igual para todas as variáveis) não é o mais próximo da realidade. Isso porque a favorabilidade apresentou-se de forma muito fragmentada e isso não corresponde à distribuição espacial da *Euterpe edulis* reportada pela literatura consultada neste trabalho, segundo a qual, o palmeiro é conspícuo onde ele ocorre.

No cenário 2, foi dada importância extrema à altitude, seguida pela distância da drenagem, pela curvatura de vertentes e pela orientação de encostas. Observa-se, no GFT resultante, que o efeito do relevo diminuiu, enquanto prevaleceu a aparência de MNE e de mapa de distância, dada pelo alto peso atribuído à altitude e à distância da drenagem. Esse cenário considera que a insolação é muito menos importante que as condições hídricas do solo e menos ainda que a altitude e a temperatura. A favorabilidade representada por este resultado apresenta maior similaridade à distribuição espacial da *Euterpe edulis* reportada pela literatura e observada em campo.

Pela Figura 4.12, observa-se que, em relação ao todo, são poucas as áreas de favorabilidade ótima à ocorrência do palmeiro (apresentadas em magenta no MDP). Nota-se ainda que essas áreas estão muito próximas ao limite floresta/não-floresta. Se as regiões de não-floresta forem tomadas como

locais de ação antrópica, pode-se dizer que as áreas em magenta e vermelho indicam, além da favorabilidade, a vulnerabilidade das populações remanescentes da espécie *Euterpe edulis* à exploração predatória.

Além disso, pode-se observar no MDP resultante que parte das áreas favoráveis são ilhas em uma paisagem bastante fragmentada. Ao se considerar as declarações de Kupfer (1995) quanto aos aspectos de fragmentação da paisagem, nota-se que, mesmo as áreas favoráveis à distribuição potencial do palmitero são sujeitas à consequência do isolamento de populações (endogamia, perda de variabilidade genética e risco de extinção local). Entretanto, os efeitos desta fragmentação sobre a diversidade genética do *Euterpe edulis* podem ser menos críticos, uma vez que esta espécie é disseminada por pássaros que podem ter alcance maior que a distância que separa os fragmentos.

## 5 Conclusões

Os mapas de favorabilidade obtidos nesse trabalho devem ser considerados somente para o conjunto de dados analisados e para a região estudada, devido à premissa adotada para a Altitude, baseada na observação de autores que coletaram dados na região aqui estudada (Fisch, 1998) ou em uma área próxima (Silva, 1989).

Deve ser considerado que o modelo aqui utilizado para a geração dos GFTs (Gradientes de Favorabilidade Topográfica) pode fornecer resultados diferentes se a alimentação do modelo for alterada. Isso refere-se tanto à qualidade do conhecimento sobre a influência das variáveis topográficas na ocorrência ou sobrevivência (quanto melhor a qualidade do conhecimento, maior a exatidão do modelo) como na seleção da área de estudo e das variáveis ambientais escolhidas para representar as condições físico-climáticas da área de estudo.

Para refinar o mapeamento de distribuição potencial do palmitero, sugere-se que sejam utilizados métodos estatísticos para a modelagem preditiva, como aqueles citados na fundamentação teórica. Para tanto, seria necessária a realização de uma amostragem representativa da abundância de *Euterpe edulis* ao longo dos gradientes ambientais estudados, avaliando, inclusive, aspectos sinérgicos da atuação dessas variáveis sobre a abundância da espécie em questão.

Na concepção deste trabalho, o mapa da distribuição potencial do palmitero, indicou a qualidade das áreas favoráveis para a ocorrência da espécie somente nos ambientes de floresta. Entretanto, se o gradiente de favorabilidade topográfica fosse complementado com outras classes do mapa de cobertura da terra, ao invés da classe floresta, isso indicaria as áreas favoráveis à silvicultura, onde palmitero seria cultivado e manejado em consórcio com outras espécies florestais que lhe dessem o suporte. Esse aspecto ressalta a contribuição dos produtos e técnicas de SR para o suporte aos planos de manejo e conservação.

## Referências Bibliográficas

- Better Solutions Consulting LLC. **Envi 3.2**. 1999
- Burrough, P. A.; McDonnel, R. A. **Principles of geographical information systems**. New York, Oxford University Press, 1998. 291p.

- Chavez, P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment** , v. 24, p. 459-479, 1988.
- Conese, C.; Maracchi, G.; Miglieta, F.; Maselli, F. Forest classification by principal component analyses of TM data. **International Journal of Remote Sensing**, v.9, n.10 e 11, p. 1597-1612. 1988.
- DeMers, M. N. **Fundamentals of geographic information systems**. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1997. 486p.
- ERDAS, Inc. **ERDAS® Field Guide**. Atlanta: ERDAS, Inc., 1997. 656p.
- ERDAS, Inc. **ERDAS Imagine 8.3**. Atlanta: ERDAS, Inc., 1998.
- ESRI, Inc. **Arc/Info 7.0.2**. Redlands: Environmental Systems Research Institute, Inc.: 1994.
- Ferri, C. P.; Cavalcante, A. S. L. **Pupunha para palmito. Ministério da Agricultura e do Abastecimento**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Abastecimento. Rio Branco, 1997. 30p.
- Fisch, S. V. T. **Dinâmica de *Euterpe edulis* Mart. na Floresta Ombrófila Densa Atlântica em Pindamonhangaba-SP**. São Paulo, 126p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, 1998.
- Holben, B. N.; Justice, C. O. An examination on spectral band ratioing to reduce the topographic effect of remotely sensed data. **International Journal of Remote Sensing**, v.2, n.2, p. 115-133, 1981.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta do Brasil – Esc. 1:50.000**. Tremembé. SV-23-Y-B-V-4. Rio de Janeiro, 1986.
- InfoHarvest, Inc. **Criterion Decision Plus**©. Seattle, 1995.
- INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagem de satélite Landsat TM – ORB 218 P 077 Q A** [CD-ROM]. Data Pass. 20-06-1997. Cachoeira Paulista: Divisão de Geração de Imagens (DGI), 1997.
- Kupfer, J. A. Landscape ecology and biogeography. **Progress in Physical Geography**, v.19, n.1, p.18-34. 1995.
- Moore, I. D.; Grayson, R. B.; Ladson, A. R. Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological and biological applications. **Hydrological Processes**, v.5, p.3-30, 1991.
- Reis, M. S. **Distribuição e dinâmica da variabilidade genética em populações naturais de palmito (*Euterpe edulis* Martius)** . Piracicaba, 1996. 210p. Tese (Doutorado em Agronomia/Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, 1996.
- Reis, M. S.; Guerra, M. P. **Inventário dos Recursos Florestais da Mata Atlântica. Exploração, Utilização dos Recursos, Impactos Atuais e Potencialidades de Manejo. *Euterpe edulis* Martius (Palmito)**. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999 (no prelo).
- Saaty, T. L. Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. **Management Science**, v.32, n.7, p.841-855, Jul. 1986.

- Silva, A. F. **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo da reserva florestal Professor Augusto Ruschi, São José dos Campos, SP.** Campinas. 153p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas, 1989.
- Swain, P.H. Fundamentals of pattern recognition in remote Sensing. In: Swain, P.H.; Davis, S.M. **Remote Sensing: the Quantitative Approach.** New York, McGraw-Hill, 1978. Cap.3.
- Veloso, H. P.; Klein, R. M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial atlântica do sul do Brasil. I. As associações no município de Brusque, Estado de Santa Catarina. **Sellowia**, v.8, p. 81-235. 1957.
- Zahedi, F. The analytic hierarchy process – a survey of the method and its applications. **Interfaces**, v.16, n.4, p.96-108, Jul-Ago. 1986.
- Zevenbergen, L. W.; Thorne, C. R. Quantitative analysis of land surface topography. **Earth Surface Processes and Landforms**, v.12, p.47-56, 1987.