

Modelo de estratificação de áreas visando à recuperação da área no entorno da Usina Hidrelétrica do Funil (Rio Grande) - MG

Gleyce Campos Dutra ¹
Antonio Claudio Davide ¹
Luis Marcelo Tavares de Carvalho ¹
Soraya Alvarenga Botelho ¹

¹ Universidade Federal de Lavras – UFLA
Caixa. Postal 3037 - CEP 37200-000 - Lavras - MG, Brasil
gleycedutra@yahoo.com.br

Abstract. The objectives of this study were to generate a map that indicates the areas in which natural regeneration can occur and areas where total implantation of vegetation will be necessary, along 100m from the margin around the reservoir. Firstly a dataset was generated containing three attributes: land use and occupation map, slope map and soil class map. Six environmental layers were considered to be modeled according to the different site conditions present in the marginal area of the Funil reservoir: natural regeneration 1 and 2, implantation 1, 2, 3 and 4. The decision tree was modeled from samples of the layers in the See5 program version 1.2 and then it was used for all the dataset in Envi 4.0. The marginal area includes a total area of 24,41Km². The decision tree showed efficiency in the modeling of the environmental layers, presenting an excellent result, according to the quality evaluation of Kappa coefficient.

Palavras-chave: riparian vegetation, decision tree, environmental modeling, vegetação ciliar, árvore de decisão, modelagem ambiental.

1. Introdução

A necessidade da presença da vegetação ciliar é, sem dúvida, inquestionável, pelas suas funções com efeitos que não são apenas locais, mas refletem na qualidade de vida de toda a população sob influência de uma bacia hidrográfica (Davide et al., 2000).

A decisão a respeito do método de recuperação mais adequado que será utilizado em um local deverá ser tomada após o diagnóstico completo da área. A análise dos fatores que mais influenciam na qualidade do sítio, como solo e declividade, juntamente com um mapa da cobertura atual do solo, é fundamental para o planejamento da melhor estratégia de recomposição da vegetação a ser adotada, como também é a base do processo de seleção das espécies a serem utilizadas, caso módulos de implantação sejam adotados.

Desta forma, os modelos desenvolvidos em modelagem ambiental têm utilizado informações provenientes de múltiplas fontes, principalmente relacionadas com topografia, geologia, imagens históricas, uso e ocupação do solo e imagem de sensores variados (Carvalho, 2001), auxiliando na tomada de decisão em projetos de recuperação de áreas degradadas.

O objetivo geral deste trabalho foi definir um modelo de estratos ambientais visando à recuperação da vegetação ciliar na área marginal do reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil baseado nas características ambientais locais.

2. Materiais e Métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

A Usina Hidrelétrica do Funil é o terceiro represamento do rio Grande, a partir de sua nascente, para fins de geração de energia hidrelétrica, depois das represas de Camargos e

Itutinga. O lago da Usina é composto pelo rio Grande e seus principais tributários: rio das Mortes, ao norte, e rio Capivari, ao sul, com seus respectivos afluentes (Figura 1).

A área de estudo é delimitada pelas coordenadas geográficas 21°03'S a 21°20' de latitude sul e 45°05' a 44°43' de longitude oeste de Greenwich.

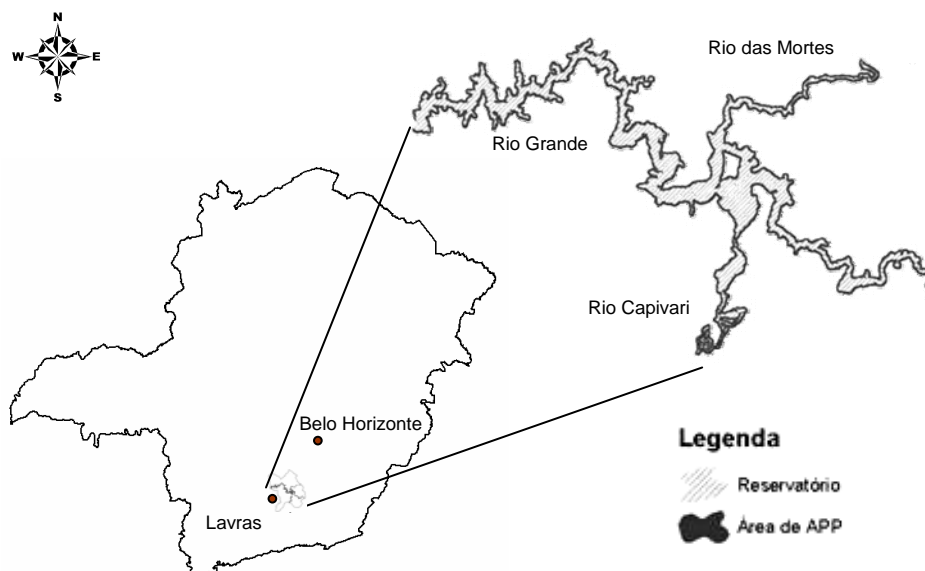


Figura 1 Localização da área de estudo

2.2 Delimitação da área de preservação permanente (APP)

As áreas de preservação permanente foram delimitadas com base na Lei nº 4771, de 16/09/1965 (Brasil, 2003), que instituiu o Código Florestal Brasileiro e na Resolução CONAMA nº 302 de 20/03/2002, que estabelece as larguras mínimas no entorno dos reservatórios artificiais de 100m para áreas rurais e 30m para áreas urbanas (Brasil, 2004). Neste trabalho foi delimitada uma faixa de 100m em todo o entorno do lago, pela dificuldade de delimitação de áreas urbanas consolidadas.

A partir dos limites do lago, foi gerado, em um sistema de informações geográficas, um polígono com 100m de largura para servir de representação espacial da APP. Este polígono foi utilizado para delimitar as áreas de interesse a serem processadas durante a modelagem ambiental e também para o recorte dos mapas temáticos.

2.3 Mapas temáticos

Todos os mapas temáticos foram recortados com base no polígono de 100m, representando a área de preservação permanente.

Devido à elevada incerteza das prescrições geradas para áreas menores que 900m², advinda do uso de imagens de satélite, estas áreas foram agregadas com áreas vizinhas no mapa final.

2.3.1 Mapa das classes de uso e ocupação da APP

A partir do mapa produzido por Dutra et al. (2006) foram realizadas edições para corrigir erros causados por confusão do classificador, possíveis de serem identificados a partir das fotos aéreas e as fotos obtidas durante visitas a campo.

As classes de uso e ocupação do solo definidas para o trabalho foram: formação arbórea, formação arbustiva, formação campestre, áreas sem vegetação, cultura agrícola e água.

2.3.2 Mapa de declividade

O mapa de declividade foi obtido pelo recorte da APP do mapa gerado por meio do fatiamento da declividade produzida a partir de um modelo de elevação digital com resolução de 30x30m. As classes foram determinadas de acordo com a Tabela 1, utilizando-se a metodologia proposta por Andrade et al. (1998).

Tabela 1 Correlação entre as classes de declividade e de relevo

Classes de declividade (%)	Relevo
0-3	Várzea
3-6	Plano a suave ondulado
6-12	Suave-ondulado a ondulado
12-20	Ondulado a forte ondulado
20-40	Forte ondulado a montanhoso
>40	Montanhoso

2.3.3 Mapa de classes de solos

O mapa de classes de solo foi obtido por meio da digitalização de um mapa de classes de solos na escala de 1:50.000 de levantamentos realizados na região. As diferentes classes de solo foram agrupadas em duas classes mais genéricas: Latossolo/Podzolico e Cambissolo/Litossolo.

2.4 Modelagem ambiental

Para a modelagem dos estrados de recuperação foi utilizado o algoritmo árvore de decisão proposto por Quinlan (1986). A definição dos estratos foi baseada no sistema especialista proposto por Davide et al. (2003), para a mesma área de estudo e consistem em regeneração natural 1, regeneração natural 2, implantação 1, implantação 2, implantação 3 e implantação 4.

Os mapas temáticos relativos às classes de uso e ocupação do solo, classes de declividade e classes de solos foram agrupados em um único arquivo, com a estrutura apresentada na Tabela 2.

A acurácia das recomendações geradas usando-se a árvore foi avaliada por meio da clássica matriz de confusão e o coeficiente Kappa, utilizando amostras de acurácia coletadas durante visitas a campo.

3 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na modelagem ambiental permitiram extrapolar o modelo gerado de alguns pontos amostrais para toda a APP (faixa de 100m) da UHE-Funil, que possui uma área total de 24,41km².

Com o valor do coeficiente Kappa de 0,9357, o modelo pode ser considerado excelente (Landis & Koch, 1977). A matriz de erro apontou uma exatidão global de 94,76%, demonstrando que, dos 286 pontos amostrados, 271 apresentaram concordância entre a situação observada no mapa e a verificada pelas amostras de acurácia.

Tabela 2 Estrutura do conjunto de dados para a modelagem dos estratos de recuperação

Posição no arquivo	Atributos	Classes temáticas
Banda 1	Uso e ocupação do solo	1 - Formação arbórea 2 - Formação arbustiva 3 - Formação campestre 4 - Cultura agrícola 5 - Áreas sem vegetação
Banda 2	Declividade	1 - 0%-3% 2 - 3%-6% 3 - 6%-12% 4 - 12%-20% 5 - 20%-40% 6 - >40%
Banda 3	Solo	1 - Latossolo-Podzólico 2 - Cambissolo-Litossolos

A distribuição espacial dos diferentes estratos obtidos por meio da modelagem ambiental pode ser observada na Figura 2.

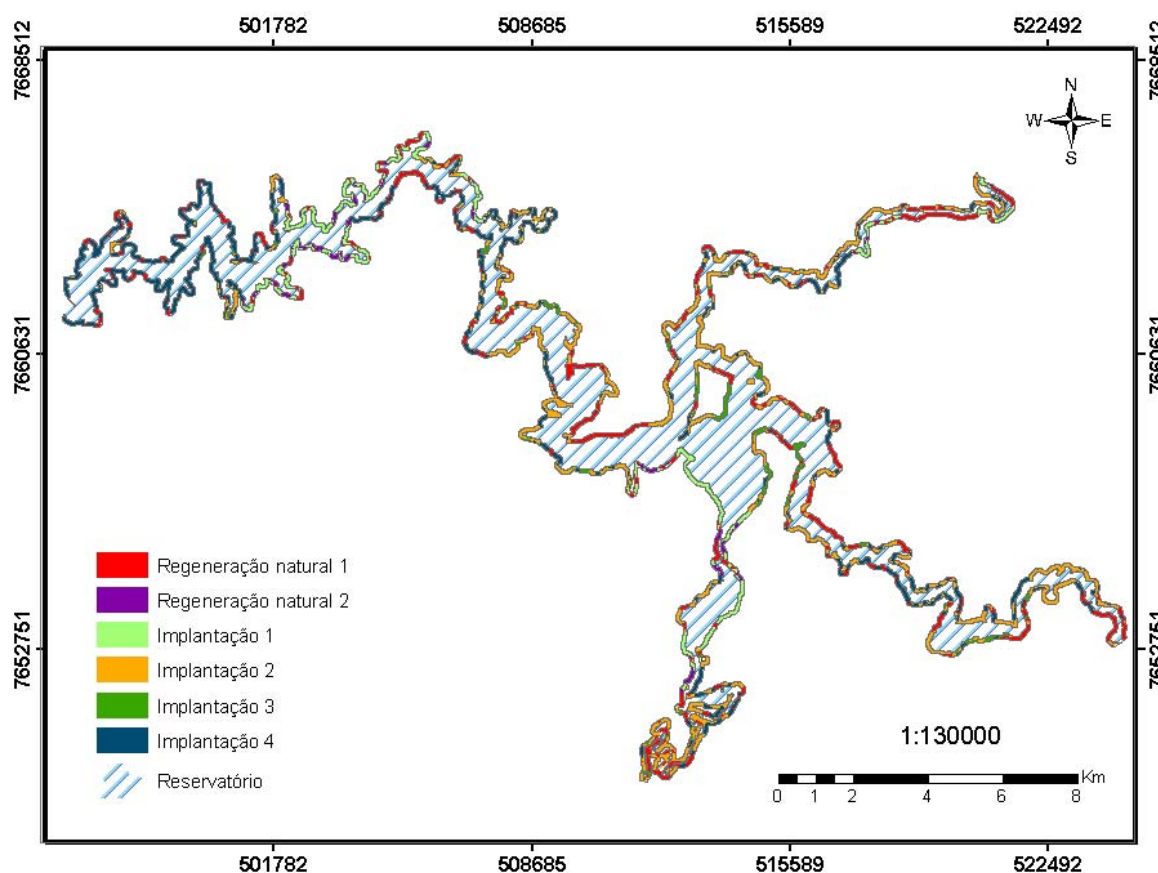


Figura 2 Distribuição espacial dos estratos ambientais modelados para a APP do lago da UHE-Funil

3.1 Árvore de decisão

Todos os três atributos utilizados se mostraram importantes para a modelagem dos estratos de recuperação.

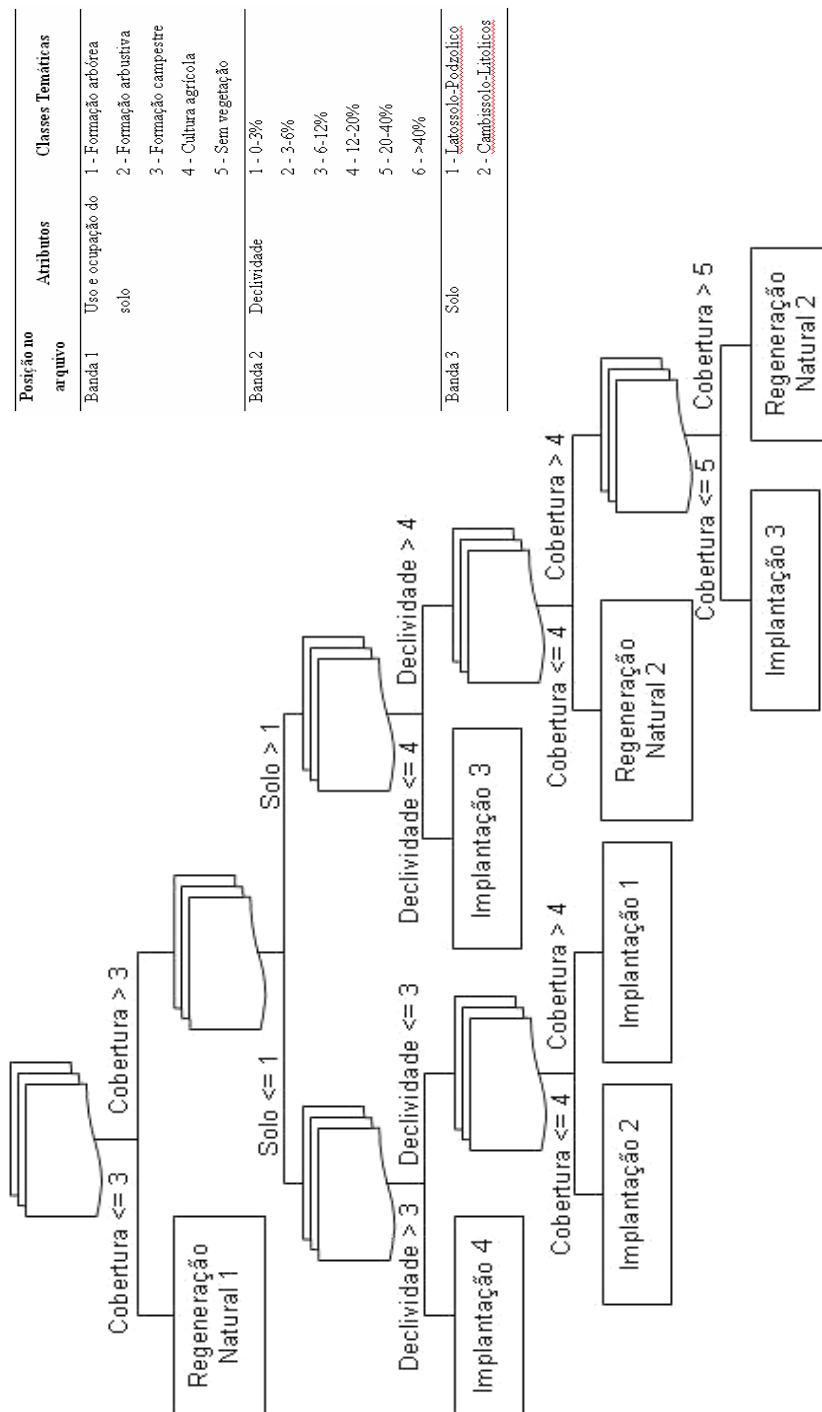
O algoritmo árvore de decisão ordena os atributos de forma a eleger as regras que serão aplicadas em cada nó de decisão. Desta forma, o atributo utilizado no nó raiz, foi o relativo às classes de uso e ocupação de solo, que separou o estrato regeneração natural 1 das demais classes, sendo, inclusive, o mais utilizado pelo algoritmo na indução das regras, seguido pelo atributo tipo de solo separando as classes implantação 1, 2 e 4, da implantação 3 e regeneração natural 2 em suas respectivas subárvores (Figura 3).

Desta forma, os diferentes estratos podem ser descritos da seguinte forma:

1. *regeneração natural 1*: compreende as áreas cobertas por formações arbóreas ou formações arbustivas em diferentes estágios de sucessão florestal, independente da declividade;
2. *regeneração natural 2*: compreende áreas com declividades maiores que 20%, com ocorrência de formações campestres sobre Cambissolos ou Litossolos;
3. *implantação 1*: as áreas que se encontram sobre solos descobertos ou degradados, com declividade inferior a 12%, em Latossolos ou solos Podzólicos;
4. *implantação 2*: as áreas que se encontram sobre Latossolos ou Podzólicos com declividade inferior a 12%, ocupados por formações campestres;
5. *implantação 3*: as áreas que se encontram sobre Cambissolos e Litossolos, com declividade inferior a 20%;
6. *implantação 4*: Para as áreas que se encontram sobre solos descobertos ou degradados, bem como solos cobertos por formações campestres, com declividade superior a 12%, em Latossolos ou solos Podzólicos.

4 Considerações finais

- A árvore de decisão se mostrou bastante eficiente na modelagem das propostas de recuperação para a área marginal no entorno da UHE-Funil, com um resultado excelente.
- O levantamento do uso e ocupação do solo deve ser, inicialmente, a primeira informação a ser considerada no processo de escolha das estratégias de recuperação da vegetação ciliar, sem desconsiderar a importância da declividade e classe de solos.
- A estratificação proposta neste trabalho é válida para a área em questão. Cada área possui sua peculiaridade em relação a solo e declividade, clima e vegetação, diferenças nos padrões de uso e ocupação do solo, incluindo as interações entre esses e outros fatores, tornando cada situação um caso particular a ser analisado.



Posição no arquivo	Atributos	Classes Temáticas
Banda 1	Uso e ocupação do solo	1 - Formação arbórea 2 - Formação arbustiva 3 - Formação campestre 4 - Cultura agrícola 5 - Sem vegetação
Banda 2	Declividade	1 - 0-3% 2 - 3-6% 3 - 6-12% 4 - 12-20% 5 - 20-40% 6 - >40%
Banda 3	Solo	1 - Latossolo-Podzólico 2 - Cambissolo-Litólicos

Figura 3 Árvore de decisão dos estratos de recuperação

5 Referências

- Andrade, H. et al. Diagnóstico ambiental do Município de Lavras com base em dados do meio físico: III – Estratificação em classes de declive. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais....** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. v.4, p.356-358.
- Brasil. Congresso. Senado. **Resolução n. 303**, de 20 de mar de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 06 jul. 2004.
- Brasil. **Lei n. 4.771**, 15 set. 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 25 set. 2003.
- Carvalho, L.M.T. **Mapping and monitoring forest remnants: a multiscale analysis of spatio-temporal data**. 2001. 150p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto)-Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- Davide, A. C. et al. Restauração de matas ciliares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.207, p.65-74, 2000.
- Davide, A.C.; Carvalho, L.M.T.; Botelho, S.A. **Identificação de áreas com potencial para regeneração natural no entorno do reservatório da UHE-Funil**. Lavras: CEMAC/UFLA, 2003. 352p. (Relatório Técnico).
- Dutra,G.C; Carvalho, L.M.T, Davide, A.C. Mapeamento do uso e ocupação do solo na bacia de influência da Usina Hidrelétrica do Funil, em Minas Gerais. In: Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, 7., 2006. Curitiba. **Anais...** Curitiba: 2006. CD-ROM
- Landis, J.; Koch, G.G. The measurements of agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.3, p.159-179, mar. 1977.
- Quinlan, J.R. Induction of decision trees. **Machine Learning**, v.1, p.81-106, 1986.