

# Unidades de Manejo Operacionais para o *Eucalyptus*

Itamar Antonio Bognola<sup>1\*</sup>, Lorena Stolle<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador A, Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CP 319, CEP 83411-000, Colombo, PR, Brasil

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Av. Seis, 1161, sala B, Chapadão do Sul, MS, Brasil

\*e-mail: iabog@cnpf.embrapa.br; lorenastolle@yahoo.com.br

**Resumo:** Foi feito um levantamento pedológico detalhado, na escala 1:10.000, de uma propriedade rural com 4.660,70 ha, com o objetivo principal de se definir Unidades de Manejo Operacionais (UMO's) para o *Eucalyptus* sp., através do método da "Lógica Fuzzy". Os resultados obtidos por esta metodologia foram comparados com os previstos, de forma prática, por especialistas em estudo dos solos, visando garantir a eficiência do uso desta técnica. Para tanto, foram definidos valores de domínios da função de pertinência "fuzzy" para as variáveis da rede "fator limitante" com seus respectivos pesos. A análise para definição das UMO's propriamente dita, foi realizada através da extensão "EMDS" para o ArcGis 9.1, tendo-se, primeiramente, adicionado todos os planos de informação (mapas vetoriais) da área de estudo e, em seguida, efetuado a leitura da base de conhecimento elaborada no software NetWeaver para finalmente executar esta análise. Os resultados obtidos mostram que o método proposto tem grande potencial como ferramenta para auxiliar, de forma prática, o agrupamento das unidades de mapeamento de solos em classes de UMO's, uma vez que os resultados alcançados por esta técnica foram bastante semelhantes aos resultados esperados para as condições do meio físico para a região de estudo. Foram obtidas as seguintes UMO's para o cultivo de eucaliptos na propriedade de estudo: II (0,6%), III (25,0%), IV (70,3%), V (1,4%) e VI (2,7%).

**Palavras-chave:** lógica fuzzy, manejo florestal, mapeamento de solos.

## Operational Management Units for the *Eucalyptus*

**Abstract:** A survey was detailed pedological, scale 1:10,000, a rural property with 4660.00 ha, with the main objective of defining Operational Management Units (UMO's) for eucalyptus trees by the method of "fuzzy logic". The results obtained by this method were compared with expectations in a practical way, by experts in the study of soils in order to guarantee the efficiency of using this technique. For this, values were defined fields of membership function "fuzzy" to the variables of the network "limiting factor" with their respective weights. The analysis for definition of UMO's itself was accomplished through the extension "EMDS" for ArcGIS 9.1, and it was, first, added all the information plans (vector maps) of the study area and then made to read knowledge base developed in the NetWeaver software to finally perform this analysis. The results show that the proposed method has great potential as a tool to assist in a practical, all units of mapping soils in classes of UMO's, since the results achieved by this technique were very similar to the results expected for the conditions of the physical environment for the study region. We obtained the following UMO's for growing eucalyptus trees on the property of study: II (0.6%), III (25.0%), IV (70.2%), V (1.4%) and VI (2.7%).

**Keywords:** fuzzy logic, forest management, soil survey.



## 1. Introdução

As regiões de cultivo de eucalipto apresentam uma infinidade de variações ambientais em nível microrregional, como pode ser facilmente constatado quando se observam as diferenças marcantes entre as produtividades florestais de cada área. Para se avaliar um ambiente, no entanto, há necessidade de se identificar segmentos específicos dentro de uma paisagem geral, no nível de propriedade agrícola, e, dentro desse estudo de paisagem, buscar a compreensão das interações que aí se processam. Desse modo, a disponibilidade de nutrientes, de água, de oxigênio, a suscetibilidade à erosão, os problemas de mecanização, as questões da radiação solar, temperatura etc., avaliadas em cada região, mais o uso da espécie mais adaptada ao meio aliado às práticas de manejo adequadas, irão determinar a capacidade produtiva potencial de cada local, bem como os fatores limitantes ao seu uso.

Segundo Ker e Novais (2003), há muitas formas de se ver e, ou de se avaliar os solos. As colocações e respostas àquilo que vemos e avaliamos depende da nossa área de atuação, capacidade perceptiva, interesse etc., e podem ser tão diversas quanto nossas personalidades, preferências e experiências. O entendimento do solo na natureza, sua classificação e sua distribuição espacial, são decisivos na transferência dos conhecimentos adquiridos ao longo dos anos de pesquisa, do uso e da ocupação das terras. No mínimo privilegia a relação acerto/erro.

A pedologia, aqui contemplando levantamento e classificação de solos, tem se preocupado com este fato. Entretanto, em razão dos conceitos pedológicos empregados na distinção e subdivisão de classes de solos fundamentarem-se na quantificação de atributos permanentes dos solos, muito dos quais são avaliados nos horizontes subsuperficiais, não são raros os questionamentos a respeito do significado e aplicação de vários destes atributos, tanto em termos agrônômicos como ecológicos. Desta forma, muitas vezes um levantamento detalhado de solos permite identificar, numa determinada propriedade, inúmeras unidades de mapeamento pedológicas que dificultam seu manejo operacional em vista da grande quantidade

de tarefas que teriam de serem diferenciadas para cada unidade de mapeamento de solos. Assim, para que se possa tornar operacional e de fácil aplicação as atividades silviculturais é necessário reduzir de trinta a quarenta unidades de mapeamento de solos em cinco a seis unidades de manejo florestais operacionais numa propriedade rural.

Daí a importância que teriam os técnicos responsáveis pelo planejamento e pela implantação dos povoamentos florestais, numa determinada região, ao executarem a identificação e a separação dos diferentes ambientes, considerarem a interação dos fatores edafo-climáticos com os fatores biofísicos, pois isso subsidiaria melhor não só a predição de produtividades como também a definição de técnicas e de espécies e procedências adequadas a cada ecossistema.

Objetivou-se, portanto, com a elaboração deste trabalho, determinar as unidades de manejo florestal operacionais para o cultivo do eucalipto a partir de levantamentos pedológicos detalhados em uma área-piloto, de uma empresa do ramo florestal, no Estado de São Paulo.

## 2. Material e métodos

A área-piloto em estudo localiza-se no estado de São Paulo, no município de Araraquara, na Fazenda Fortaleza, da Empresa Suzano Papel e Celulose (antiga RIPASA S/A), com coordenadas aproximadas UTM 802.000 e 815.000 E, e 7.575.000 e 7.592.000 S (Datum SAD 69 Fuso 23 Sul), e área útil de 4.660,70 ha.

De acordo com a carta geológica desta região, há predomínio de material sedimentar recente do Grupo Bauru, ou seja, as principais litologias encontradas na fazenda Fortaleza, correspondem às Formações Pirambóia ou Botucatu (CAVAGUTI; SILVA 1992).

Quanto ao clima, segundo a classificação climática de Köppen, está numa faixa de transição entre o grupo climático *Aw* para o grupo *Cwa*, ou seja, apresenta características entre o clima tropical chuvoso (chuvas concentradas na estação de verão e com temperatura média do mês mais frio acima de 18 °C), e o clima tropical de altitude, ou seja, verões quentes e estações secas de inverno,

observando-se, ainda, que a temperatura média do mês mais quente é, para o município, superior a 10 °C e que, a temperatura média do ar dos três meses mais frios estão compreendidas entre -3 e 18 °C.

Com relação ao mapeamento de solos, foram feitos estudos preliminares no mapa planialtimétrico da fazenda Fortaleza onde se determinaram os locais a serem visitados no campo. Efetuaram-se prospecções por meio de tradagens (trado tipo holandês) até 120 cm (200 cm quando fosse o caso) ou através de estudos em barrancos de estradas expostos, a intervalos regulares de 30 a 50 hectares, possibilitando o ajuste de uma legenda geral de unidades de mapeamento, de caráter preliminar. Nessas prospecções teve-se o cuidado de registrar todas as variações referentes às classes de solos, incluindo, entre outras, a cor, textura, gradiente textural, tipo e espessura dos horizontes A e B, profundidade do solum, posição do solo na paisagem, forma e comprimento das vertentes, altura do lençol freático; profundidade efetiva dos solos (ocorrência de material rochoso) etc.

Para georreferenciamento do mapa de solos, foi utilizado o software ArcGis 9.1 da ESRI . Utilizando-se rotinas do aplicativo ArcGis, foram digitalizadas as classes de solos definidas com base nos trabalhos de campo. O mapa de declividade do terreno foi gerado a partir de curvas de nível, com equidistância de 5 m. Inicialmente, criou-se um modelo digital de elevação do terreno (MDE) com base nos conceitos de malha triangular (TIN). Para tal, utilizaram-se como feição as cotas das curvas de nível, usando como forma de triangulação pontos em massa. A partir do MDE, definiram-se as classes de relevo: plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%) e forte ondulado (20-45%). Posteriormente, foi realizada sobreposição dos mapas das classes de solos definidas em campo e das fases de relevo, obtendo-se o mapa de unidade de mapeamento (UM) de solos. A partir das informações contidas na legenda do levantamento detalhado de solos procurou-se determinar as Unidades de Manejo Florestais Operacionais – UMO's para a área em estudo.

### 3. Resultados e discussão

O levantamento pedológico detalhado foi produzido na escala 1:10.000. As classes de solos mapeadas, com seus respectivos percentuais de área de ocorrência relativa ao total da área da fazenda Fortaleza, são apresentadas na Tabela 1. Verifica-se, por esta legenda, uma grande variabilidade de solos existentes, resultantes, principalmente, da diversidade geológica e das formas de relevo na área-piloto em estudo. A área útil total de solos mapeada representa 4.660,70 ha, o restante é ocupado com vegetação nativa, estradas, cursos d'água e outros usos.

Observa-se o predomínio da classe dos NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS. Esta classe apresenta mais de 80% da área útil mapeada, contribuindo, portanto, com grande percentual da fração areia na área de estudo. Inclusive, para as classes dos Latossolos, quer sejam Amarelos ou Vermelho-Amarelos, elas apresentam muitas vezes o caráter espessarenico, ou seja, apresentam classe textural areia ou areia franca, invariavelmente até pelo menos 100 cm de espessura desde a superfície do terreno. Desta forma, esta área-piloto tem o predomínio de solos arenosos, o que pode prever classes de Unidades de Manejo Operacionais com baixa capacidade de retenção d'água e, por conseguinte, baixa capacidade produtiva para o eucalipto, uma vez que é potencializada pelas condições climáticas, ou seja, pela estação seca definida, que é bastante longa para esta região. Desta feita, os resultados obtidos para a determinação das Unidades de Manejo Operacionais pela técnica da “lógica fuzzy” deverão apresentar resultados semelhantes ao esperado, considerando-se as condições do meio físico para esta área de estudo.

A definição destas “Unidades de Manejo Operacionais – UMO's” pode, em muitos casos, contribuir de forma adequada para tal propósito. No entanto, outras razões interessam às empresas do ramo florestal, tais como: a) diminuir os custos com a manutenção e processamento da rede de parcelas permanentes, denominadas de “Parcelas de Inventário Florestal Contínuo” que são significativos, tanto para as avaliações efetuadas durante o ciclo da floresta, quanto nos

inventários de pré-corte; b) após o trabalho de definição das Unidades de Manejo Operacionais, que visa identificar áreas com mesma capacidade produtiva, interessa às empresas como avaliar suas características, no sentido de fornecer subsídios para a definição de técnicas de manejos operacionais mais apropriadas a cada situação, considerando os aspectos de sustentabilidade da produção e maximização da rentabilidade da atividade florestal, em vista de algumas UMO's apresentarem produtividades bem abaixo do esperado para uma silvicultura de precisão.

Com base na metodologia aplicada, foram feitos os agrupamentos das classes de solos e das características do meio físico em Unidades de Manejo Operacionais Previstas (UMOP's) e as Unidades de Manejo Operacionais Geradas (UMOG's), por esta técnica de "lógica fuzzy" para a área-piloto em estudo (Tabela 1).

Ocorreram na Fazenda Fortaleza as seguintes UMOG's (Tabela 1): "UMO II (28 ha = 0,6%), UMO III (1.165,20 ha = 25%), UMO IV (3.276,50 ha = 70,3%), UMO V (65,20 ha = 1,4%) e UMO VI (125,85 ha = 2,7%)", foram às únicas definidas para as classes de solos encontradas

**Tabela 1.** Legenda Geral de Identificação das Classes de Solos da Fazenda Fortaleza, Município de Araraquara, SP, Propriedade da Suzano Papel e Celulose.

Solo	% Rel. Área	Unidades de mapeamento de solos	UMOP <sup>1</sup>	UMOG <sup>2</sup>
PVAd <sub>3</sub>	1,2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura arenosa/média leve, fase relevo ondulado.	IV	III
LVAd <sub>1</sub>	5,5	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico espessarênico, A moderado, textura média leve, fase relevo plano ou suave ondulado.	III	III
LVAd <sub>2</sub>	0,2	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média leve, fase relevo suave ondulado.	III	III
LVd <sub>1</sub>	2,5	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico espessarênico, A moderado, textura média leve, fase relevo plano.	III	III
LVd <sub>2</sub>	1,3	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico espessarênico, A moderado, textura média leve, fase relevo suave ondulado.	III	III
LVd <sub>3</sub>	3,7	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média leve, fase relevo plano.	III	III
LVd <sub>4</sub>	1,6	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média leve, fase relevo suave ondulado.	III	III
LVd <sub>7</sub>	0,6	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média pesada, fase relevo plano ou suave ondulado.	II	II
RQgf	1,4	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico plíntico, A proeminente, textura arenosa (<4% argila), fase relevo plano ou suave ondulado.	VI	V
RQo <sub>1</sub>	64,4	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, textura arenosa (4-8% argila), fase relevo plano ou suave ondulado.	IV	IV
RQo <sub>2</sub>	9,0	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, textura arenosa (8-15% argila), fase relevo plano ou suave ondulado.	IV	III
RQo <sub>3</sub>	4,9	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, textura arenosa (4-8% argila), fase relevo suave ondulado ou ondulado.	IV	IV
RQo <sub>6</sub>	1,0	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A proeminente, textura arenosa (4-8% argila), fase relevo ondulado ou forte ondulado.	IV	IV
RQo <sub>7</sub>	2,2	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico léptico, A moderado, fase relevo suave ondulado ou ondulado.	V	VI
RLd <sub>3</sub>	0,3	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico + Afloramentos de Rochas.	VI	VI
AR	0,2	AFLORAMENTOS DE ROCHAS.	VI	VI

<sup>1</sup>UMOP = Unidade de Manejo Operacional Prevista pelos Técnicos Especialistas; <sup>2</sup>UMOG = Unidade de Manejo Operacional Gerada pela técnica da "Lógica Fuzzy".

neste local. Elas estão descritas neste quadro, onde se pode comprovar a estimativa e a tendência de diferenças em termos de produtividades das espécies do gênero objeto deste estudo, pelos possíveis fatores limitantes associados às diferentes capacidades produtivas.

#### 4. Conclusões

O levantamento pedológico detalhado da área-piloto de estudo permite identificar as propriedades que mais contribuem para suas potencialidades e ou limitações para a definição das Unidades de Manejo Operacionais para a cultura do eucalipto. Verifica-se que a metodologia empregada neste trabalho é um importante instrumento para determinação das UMO's.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Suzano Papel e Celulose pelo grande apoio financeiro e logístico para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

#### Referências

- CAVAGUTI, N.; SILVA, F. P. Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos na cidade de Bauru - SP, Face as Características Hidrogeológicas Especiais da Região. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 7., 1992, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 1992. p. 74-79.
- KER, J. C.; NOVAIS, R. F. Fundamentos da pedologia e relação com a fertilidade dos solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. *Anais...* Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 3-8.