

MAPEAMENTO FÍSICO-HÍDRICO DOS SOLOS DA MICROBACIA DE SANTA MARIA E CAMBIOCÓ (RJ)

Marta Vasconcelos Ottoni¹; Theophilo Benedicto Ottoni Filho²; José Ronaldo de Macedo³; Silvio Barge Bhering⁴ & Otto Corrêa Rotunno Filho⁵

RESUMO - O Sistema de Classificação Físico-Hídrica [Ottoni Filho (2003)] classifica os solos segundo sua capacidade de hidratação e de aeração no perfil, sendo propostas 9 ordens principais contendo três classes cada uma, totalizando assim 27 classes principais de solo. Este trabalho faz uma extensão do sistema de classificação original, considerando as ordens e classes de solos cujos perfis são truncados por presença de rocha ou de lençol freático. Baseado no mapeamento pedológico realizado previamente para a microbacia de Santa Maria e Cambiocó, situada no município de São José de Ubá (RJ), o artigo apresenta a metodologia e faz o mapeamento físico-hídrico dos solos da região para os perfis com 70cm e 30cm de profundidade (classificação padrão e de superfície, respectivamente). Demonstra-se que não existe uma correspondência direta entre as classificações pedológica e físico-hídrica. Entre os solos predominantes na microbacia, as principais limitações físico-hídricas observadas dizem respeito à baixa capacidade de aeração dos Gleissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, a baixa disponibilidade de água dos Cambissolos Gleicos e Neossolos Litólicos, bem como a pequena profundidade dos Neossolos Litólicos. Conclui-se que o sistema de classificação pode se constituir numa ferramenta útil à caracterização da aptidão agrícola das terras, no manejo dos solos e na pesquisa pedológica.

ABSTRACT – In the Physico-Hydrical Classification System [Ottoni Filho (2003)] soils are classified according to their hydration and aeration capacities in the profile. Nine principal orders are proposed, each one with three classes, thus totalizing 27 soil main classes. This work makes an extension of the original classification system considering the soil orders and classes which profiles are truncated by the presence of rock or phreatic level. Based on the pedological mapping that was previously made for the Santa Maria and Cambiocó watershed, situated in the São José do Ubá County (State of Rio de Janeiro, Brazil), the paper presents the methodology and makes the physico-hydrical soil mapping of the watershed for the 70cm and 30cm depth profiles (standard and surface classification, respectively). It is demonstrated that there is no direct relationship between the pedological and physico-hydrical classification. Among the predominant soils of the watershed, the main observed physico-hydrical limitations are related to the low aeration capacity of the “Gleissolos Háplicos” and “Argissolos Vermelho-Amarelos”, the low water availability of the “Cambissolos Gleicos” and “Neossolos Litólicos”, as well as the small depth of the “Neossolos Litólicos”. It is concluded that the classification system can be an useful tool for the evaluation of land agricultural capability, as well as for soil management and pedological research.

Palavras-chave: classificação dos solos, aeração do solo e água disponível no solo.

¹ Gerente Regional da 8ª Agência Regional da Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA, Rua Ezequiel Freire, nº55, Centro, CEP: 27.511-270, Resende/RJ. E-mail mar025@ig.com.br.

² Eng. Civil, Ph.D, Professor do Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Av. Brigadeiro Trompowski, s/nº, Prédio do Centro de Tecnologia, Bloco D, 2º andar, sala 204. Cidade Universitária. Rio de Janeiro/RJ. CEP 21941-590. E-mail teotoni@poli.ufrj.br.

³ Eng. Agr., Dr. Embrapa-Centro nacional de Pesquisa de Solos (CNPS). (21) 2274-4999, R. Jardim Botânico, 1.024, Rio de Janeiro, RJ. CEP 22460-000. E-mail jrmacedo@cnps.embrapa.br.

⁴ Eng. Agr., Msc. Embrapa-Centro nacional de Pesquisa de Solos (CNPS). (21) 2274-4999, R. Jardim Botânico, 1.024, Rio de Janeiro, RJ. CEP 22460-000. E-mail silvio@cnps.embrapa.br.

⁵ Prof. Adjunto da Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ. Programa de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Bloco I, sala I-106, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro / RJ – 21945 970, Brasil. E-mail otto@hidro.ufrj.br.

INTRODUÇÃO

O potencial produtivo do solo para o crescimento das plantas é determinado, em termos físicos, pela disponibilidade de água, capacidade de aeração, temperatura e resistência que a matriz oferece à penetração das raízes [Araujo *et al.* (2004); Hamblin (1985); Letey (1985)].

Neste contexto, baseado na capacidade de dotação de ar e água às raízes vegetais, foi proposto um Sistema de Classificação Físico-Hídrica (SCFH) dos solos [Ottoni Filho (2003)], que se fundamenta nas seguintes propriedades pedológicas: porosidade total (PT), capacidade de campo volumétrica (CC); ponto de murcha permanente volumétrico (PMP) e velocidade de infiltração básica (VIB). Com estes dados, duas classificações são propostas para um determinado solo: i) “Classificação Padrão”, que avalia os atributos físico-hídricos para a profundidade máxima do perfil de 70 cm de profundidade; ii) “Classificação de Superfície”, que avalia os atributos físico-hídricos para a profundidade máxima do perfil de 30 cm de profundidade. O interesse da classificação de superfície seria para os casos envolvendo cultivos com zona radicular rasa, pois na parte superior do solo se concentram as raízes mais ativas dessas plantas, que têm a função de absorver água e nutrientes.

Nesta mesma linha de pesquisa que avalia os atributos físicos do solo que interferem na produtividade vegetal, foi proposto um índice, denominado Intervalo Hídrico Ótimo [Silva e Kay (1996)], que fornece uma amplitude de variação de umidade do solo superficial, em que são mínimas as limitações físicas ao desenvolvimento de plantas, associadas à disponibilidade de água, ar e resistência do solo à penetração. Quanto menor o índice, menos apropriado é o solo na sua superfície quanto ao desenvolvimento vegetal. Entretanto, não há a proposição de que tal índice fundamente um sistema classificatório de solos.

A metodologia para determinação das variáveis físico-hídricas no SCFH está descrita em Ottoni Filho (2003). Após a determinação das três propriedades X (X=PT; CC ou PMP) nas profundidades de amostragem, procede-se o cálculo da média no perfil de solo, correspondente à cada variável X (equação 1), ao longo das duas profundidades (30cm e 70cm):

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^N \Delta z_i X_i / L \quad (1)$$

, onde X_i é o valor considerado para a variável X em cada uma das N faixas da profundidade de amostragem Δz_i dentro do perfil, sendo que o somatório de Δz_i é igual a L, onde L é a profundidade do perfil (L = 70cm ou 30cm). Quando houver impedimento por rocha (ou transição para rocha) ou lençol freático numa profundidade h ($h < 70\text{cm}$), $L=h$ para a classificação padrão e $L=\min(h,30\text{cm})$ para a classificação de superfície. Em seguida, determinam-se os valores da

disponibilidade de ar (A) no perfil, fazendo a diferença entre as médias \overline{PT} e \overline{CC} , enquanto que a disponibilidade de água (W) é calculada pela subtração entre as médias \overline{CC} e \overline{PMP} .

O sistema de classificação prevê 9 ordens e 27 classes principais, onde se pretende enquadrar os solos segundo suas capacidades de aeração e de hidratação, sendo que em cada uma das 9 ordens existem 3 classes de solo. As ordens são definidas a partir das combinações possíveis entre três faixas de variação da capacidade de hidratação (W) e da capacidade de aeração. A capacidade de aeração é levada em conta considerando, conjuntamente, três faixas de variação de A e da VIB, já que a velocidade de infiltração básica é um indicador parcial da permeabilidade de ar nos macroporos [Ottoni Filho (2003)]. A partir daí, o sistema prevê as seguintes ordens principais: solos aerado-aquíferos (I); solos aerado-mesaquíferos (II); solos mesaerado-aquíferos (III); solos mesaerado-mesaquíferos (IV); solos aerado-aquícludos (V); solos mesaerado-aquícludos (VI); solos anaerado-aquíferos (VII); solos anaerado-mesaquíferos (VIII); solos anaerado-aquícludos (IX). Uma última ordem é possível (Ordem X), a ordem de solos alagados, com apenas uma classe.

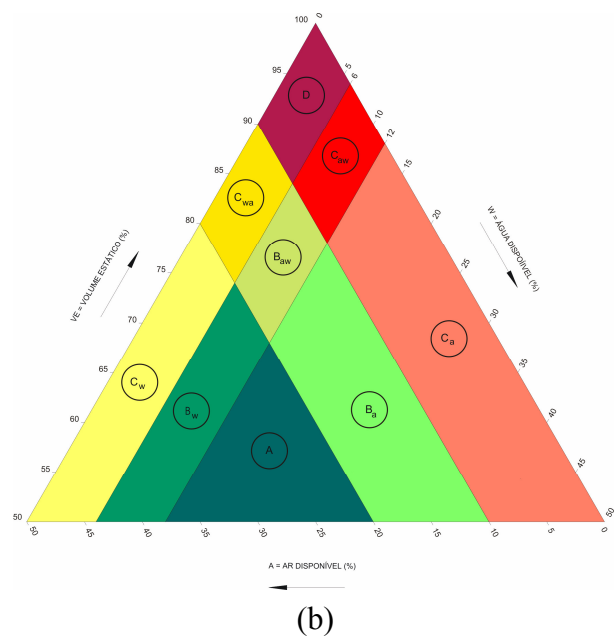
Todas as ordens e classes principais de solos são definidas na Tabela 1, enquanto que as Figuras 1a, 1b e 1c, denominadas triângulos de classificação físico-hídrica dos solos, que variam conforme a faixa de variação da VIB, permitem a classificação pela simples plotagem nas mesmas dos percentuais médios de disponibilidade de ar (\overline{A}) e de água (\overline{W}) no perfil.

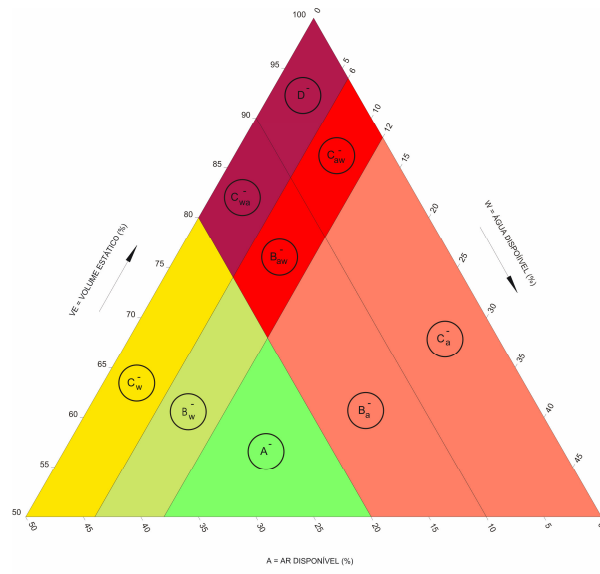
Tabela 1 – Classificação físico-hídrica dos solos: definição das ordens e classes de solo

Classificação quanto à aeração e disponibilidade de água	Ar disponível	VIB ⁽¹⁾	Aeração	Água disponível	Classe de solo	Ordem de solo e nomenclatura
solos com baixa restrição	alto	alta ⁽²⁾	alta	alta ⁽⁸⁾	$A^{+(11)}$	I solos aerado-aquíferos
	alto	média ⁽³⁾			$A^{(12)}$	
	médio	alta			B_a^+	
solos com média restrição	alto	alta	alta	média ⁽⁹⁾	B_w^+	II solos aerado-mesaquíferos
	alto	média			B_w	
	médio	alta			B_{aw}^+	
	alto ⁽⁵⁾	baixa ⁽⁴⁾	média	alta	$A^{-(13)}$	III solos mesaerado-aquíferos
	médio ⁽⁶⁾	média			B_a	
	baixo ⁽⁷⁾	alta			C_a^+	
	alto	baixa	média	média	B_w^-	IV solos mesaerado-mesaquíferos
	médio	média			B_{aw}	
	baixo	alta			C_{aw}^+	

solos com alta restrição	alto	alta	alta	baixa ⁽¹⁰⁾	C_w^+ C_w C_{wa}^+	V solos aerado- -aquiícludos
	alto médio	média alta	alta	baixa	C_w^- C_{wa} D^+	VI solos mesaerado- -aquiícludos
	alto médio baixo	baixa média alta	média	baixa	B_a^- C_a C_a^-	VII solos anaerado- -aquiíferos
	médio baixo baixo	baixa média baixa	baixa	alta	B_{aw}^- C_{aw} C_{aw}^-	VIII solos anaerado- -mesaquiíferos
	médio baixo baixo	baixa média baixa	baixa	média	C_{wa}^- D D^-	IX solos anaerado- -aquiícludos
					E	X solos alagados ⁽¹⁴⁾

⁽¹⁾ VIB é a velocidade de infiltração básica ⁽²⁾ $VIB > 12,5 \text{ cm.h}^{-1}$ ⁽³⁾ $2,0 \leq VIB \leq 12,5 \text{ cm.h}^{-1}$ ⁽⁴⁾ $VIB < 2,0 \text{ cm.h}^{-1}$ ⁽⁵⁾ $A > 20\%$ ⁽⁶⁾ $10 \leq A \leq 20\%$
⁽⁷⁾ $A < 10\%$ ⁽⁸⁾ $W > 12\%$ ⁽⁹⁾ $6 \leq W \leq 12\%$ ⁽¹⁰⁾ $W < 6\%$ ⁽¹¹⁾ Classe com sobrescrito + indica alta VIB. ⁽¹²⁾ Classe sem sobrescrito indica média VIB ⁽¹³⁾ Classe com sobrescrito - indica baixa VIB ⁽¹⁴⁾ Solos que se alagam por mais de 8 meses durante um ano hidrológico normal





(c)

Ordens Físico-Hídricas do solo



Figura 1- Triângulo de classificação físico-hídrica dos solos: (a) solos de alta permeabilidade ($VIB > 12,5 \text{ cm h}^{-1}$), (b) solos de média permeabilidade ($2,0 \leq VIB \leq 12,5 \text{ cm h}^{-1}$), (c) solos de baixa permeabilidade ($VIB < 2,0 \text{ cm h}^{-1}$). São mostradas as nove ordens principais dos solos (de I a IX), com as suas 27 classes.

Toda a consideração acima das ordens e classes de solos valem tanto para a classificação padrão quanto para a de superfície. O que varia é o comprimento L do perfil onde se calcula as $\bar{A} (\overline{PT} - \overline{CC})$ e $\bar{W} (\overline{CC} - \overline{PMP})$.

Esta classificação, por ser baseada em critérios estritamente numéricos, elimina a subjetividade de avaliação. Levando-se adicionalmente em conta informações de caráter topográfico, meteorológico, pedológico ou agrônomo, o SCFH pode se constituir em ferramenta útil no manejo de solos, na avaliação de aptidão agrícola das terras ou no dimensionamento e gerenciamento dos projetos de irrigação. Também, como o sistema agrega sistematicamente informações sobre características físico-estruturais dos perfis, vislumbra-se a possibilidade de utilização dos mesmos na identificação taxonômica de unidades pedológicas.

O objetivo deste trabalho é aplicar a metodologia do sistema de classificação físico-hídrica aos solos da microbacia de Santa Maria e Cambiocó, no Município de São José do Ubá, no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, para obtenção dos mapas físico-hídricos das classificações padrão e de superfície. Uma extensão da metodologia do sistema, considerando a classificação dos perfis com impedimento por rocha ou por lençol freático, bem como a elaboração dos mapas físico-hídricos, será proposta.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área e layout dos testes de campo

O levantamento das variáveis físico-hídricas consiste na realização dos testes de capacidade de campo *in situ* e de infiltração, sendo desenvolvidos em 12 perfis representativos dos solos de uma microbacia rural na bacia do rio São Domingos (afluente do rio Muriaé), compreendendo uma área de 12km², no Município de São José de Ubá, no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. A área de estudo engloba duas comunidades locais, denominadas Santa Maria e Cambiocó, sendo a mesma selecionada como base dos estudos realizados pelo Projeto FINEP/CT-Hidro, envolvendo a Embrapa Solos/Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)/Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Na Figura 2 é apresentada a localização geográfica da microbacia de Santa Maria e Cambiocó. Nesta microbacia predominam o cultivo de culturas olerícolas (principalmente o tomate) e a pecuária de baixa produtividade, tanto de corte como de leite. Nas áreas de baixada desenvolveram-se predominantemente os solos Cambissolos de baixada e os Gleissolos, enquanto que suas encostas predominam os Argissolos, Cambissolos e Neossolos Litólicos, com afloramentos de rocha. A cobertura florística original da microbacia é apenas residual, como em quase todo o Município

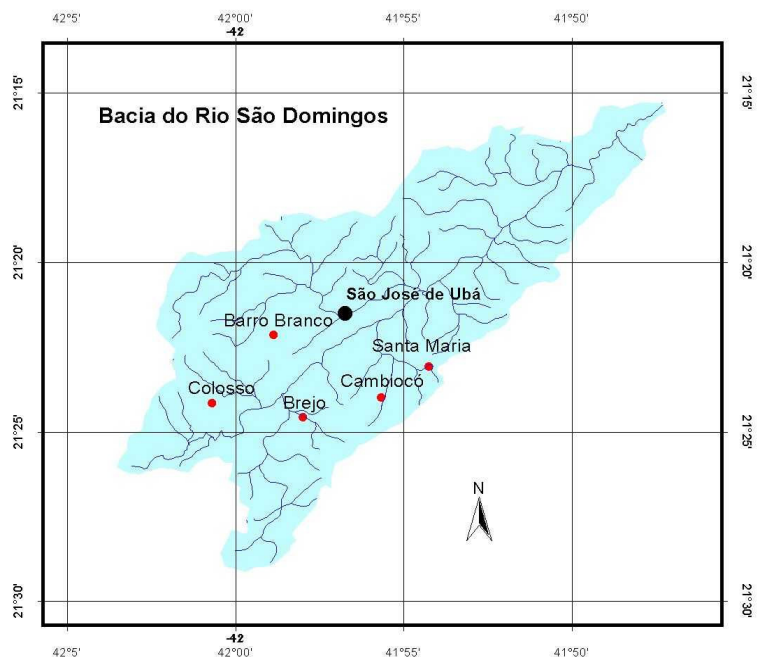


Figura 2 – Localização geográfica da microbacia de Santa Maria e Cambiocó, no município de São José de Ubá, RJ

Em cada solo representativo selecionado foram definidas duas sub-áreas próximas à trincheira em que foi feita a descrição perfil para fins de levantamento dos solos da microbacia de Santa Maria

e Cambiocó. Em cada uma dessas sub-áreas, foram realizados dois testes de infiltração distanciados aproximadamente de 3 metros, estando instalados entre os mesmos o tabuleiro de inundação para determinação da capacidade de campo *in situ*. Buscou-se afastar as duas sub-áreas em aproximadamente 10 metros. Dessa forma, para os 12 solos selecionados, foram realizados 48 e 24 testes de infiltrações e de capacidade de campo, respectivamente. Na Figura 3 é apresentada a configuração esquemática dos testes de campo.

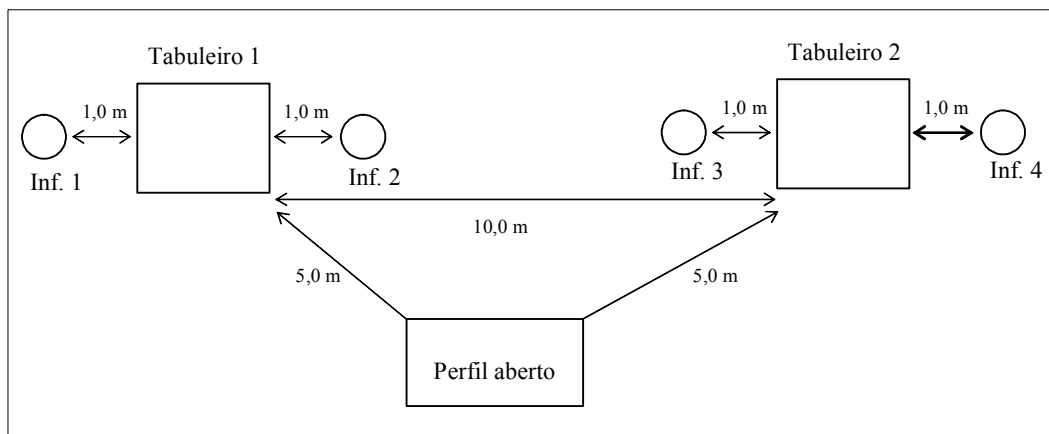


Figura 3 – Configuração esquemática dos testes realizados

Teste de capacidade de campo (CC)

A capacidade de campo foi determinada pelo método direto [Oliveira e Melo (1971); EMBRAPA (1979)], que consiste na aplicação de uma lâmina d'água previamente estimada, suficiente para saturar o perfil na profundidade estudada (70cm), num tabuleiro com dimensões de 1,00 m x 1,00 m x 0,25 m, devendo este ser enterrado a 0,10 m de profundidade. Após a infiltração total desta água, a área de inundação é coberta com uma lona plástica para evitar as perdas por evaporação ou adição de água pela chuva. O conteúdo volumétrico de água no solo, que é o valor da capacidade de campo, foi então determinada após 48 h do término da infiltração da lâmina aplicada. Foi aplicado um volume aproximado de 250L por tabuleiro. Esta água foi obtida através de poços próximos à área em estudo e sua aplicação foi feita com auxílio de um regador.

Teste de infiltração (VIB)

A determinação do teste de infiltração foi feita de acordo com o método de duplo anel [EMBRAPA (1997)]. Os equipamentos para este método são dois anéis, ambos de aço galvanizado, sendo o menor com diâmetro de 25 cm e o maior de 50 cm, ambos com 30 cm de altura. Foram instalados de forma concêntrica, na vertical, sendo fixados 5 cm no solo, com o auxílio de marreta. Antes da cravação, era feita uma limpeza da área removendo-se a parte aérea da vegetação, através de uma tesoura.

A água aplicada nos infiltrômetros foi obtida dos mesmos poços utilizados para os testes da capacidade de campo, sendo sua aplicação feita também com auxílio de um regador contra as paredes internas dos cilindros, para evitar que o impacto direto da água modificasse a estrutura dos primeiros centímetros do solo.

Os dois anéis foram sempre abastecidos ao mesmo tempo, de forma a manter uma lâmina d'água de aproximadamente 5cm, com uma oscilação máxima de 2 cm. As leituras do nível d'água foram realizadas sempre no anel interno com o auxílio de uma bóia presa a uma haste metálica conectada a uma régua vertical fixada nesse cilindro (Figura 4). No anel externo, a lâmina de água foi mantida a uma altura semelhante a do anel interno, para assegurar a minimização da dispersão lateral da água infiltrada a partir do anel interno. Os testes tiveram continuidade até que se alcançasse uma variação mínima nas três últimas leituras da velocidade de infiltração, sendo geralmente, a média dessas considerada como o valor da velocidade de infiltração básica (VIB), variável que caracteriza a estabilidade temporal do processo de infiltração.

O tempo total de leitura variou de acordo com cada solo, já que alguns alcançaram a VIB mais rapidamente que outros. Em nenhum caso, o teste de infiltração durou mais do que 8h.



Figura 4 – Infiltrômetro de duplo-anel

Determinação das variáveis físico-hídricas

Capacidade de Campo (CC) e Ponto de Murcha Permanente (PMP)

Após 48h do término da infiltração nos testes de capacidade de campo retiraram-se as amostras indeformadas com o uso do anel de Uhland, por horizonte (a descrição dos horizontes já havia sido feita nos trabalhos de levantamento pedológico), até a profundidade de 70cm, com duas repetições por tabuleiro, sendo os anéis amostradores tampados e lacrados com fita adesiva para evitar alteração no conteúdo de água.

A umidade volumétrica da capacidade de campo foi obtida pelo método da pesagem e secagem [EMBRAPA (1997)] e o PMP volumétrico pelo método da câmara de pressão

[EMBRAPA (1997)]. A média das duas determinações em cada tabuleiro consistiu no valor mensurado de CC e PMP nas diversas profundidades.

Densidade do solo (DS), Densidade das Partículas (DP) e Porosidade Total (PT)

A densidade do solo foi obtida através das mesmas amostras coletadas para determinação da CC e do PMP, enquanto que para a determinação da densidade das partículas retiraram-se amostras deformadas no meio do tabuleiro, em uma repetição por horizonte, com o uso de uma cavadeira.

As DS e DP foram obtidas, respectivamente, pelo método do anel volumétrico e do balão volumétrico [EMBRAPA (1997)]. A porosidade total foi determinada através da equação (2), sendo determinada em duas repetições por solo, nas diferentes profundidades de amostragem.

$$PT = 1 - \frac{DS}{DP} \quad (2)$$

Classificação físico-hídrica

A classificação físico-hídrica dos solos da microbacia de Santa Maria e Cambiocó foi realizada segundo metodologia de Ottoni Filho (2003). No entanto, por ser uma metodologia recente, previu-se algumas expansões, apresentadas neste trabalho, no que diz respeito aos solos com impedimentos e à sistemática de elaboração dos mapas físico-hídricos.

A classificação físico-hídrica foi executada a partir do levantamento dos solos da microbacia previamente realizado pela Embrapa. Prevê-se que cada unidade de mapeamento pedológico corresponda a uma unidade de mapeamento físico-hídrico. Assim, visando permitir a descrição físico-hídrica de todas as unidades de mapeamento pedológicas foram selecionados 12 perfis representativos de solos, dentre os 36 anteriormente coletados e descritos pela Embrapa.

De posse dos resultados laboratoriais dos 12 perfis amostrados, a partir dos testes de campo, procede-se o cálculo das médias (\overline{CC} , \overline{PMP} e \overline{PT}) nos dois locais de amostragem de cada um dos solos, para em seguida se determinar os valores da disponibilidade de ar ($\overline{A} = \overline{PT} - \overline{CC}$) e da disponibilidade de água ($\overline{W} = \overline{CC} - \overline{PMP}$). Finalmente, a classificação do solo é realizada considerando as médias aritméticas dos 2 valores de \overline{A} e \overline{W} e dos 4 valores de VIB da área.

Determinados os valores médios de A, W e VIB para cada solo, nas duas faixas de profundidades previstas (30cm, 70cm ou profundidade do impedimento por rocha ou freático), plota-se o \overline{A} e o \overline{W} dos solos nos triângulos de classificação físico-hídrica, segundo a faixa de variação da VIB (Figuras 1a, 1b e 1c). A posição de plotagem no triângulo define a ordem e classe do solo.

Prevê-se a expansão da metodologia de Ottoni Filho (2003), considerando ordens e classes diferenciadas para os solos com impedimento, já que a presença de camada R ou lençol freático pode ter influência marcante na utilização agrícola dos terrenos. Assim, são definidas 9 ordens e 27 classes de solos truncados por rocha (ou transição para rocha) e outras 9 ordens e 27 classes de solos truncados por freático. Tais perfis recebem na notação da ordem e classe principal correspondente a terminação com as letras R (truncado por rocha) e P (truncado por lençol freático). O Sistema de Classificação Físico-Hídrica assim expandido passa a ter 9 ordens (e 27 classes) principais, 18 ordens (e 57 classes) truncadas e uma ordem (com uma classe) dos solos alagados.

A fim de ilustração, a Tabela 2 apresenta os dados básicos e a classificação físico-hídrica padrão (0 a 70cm ou menos) e de superfície (0 a 30cm ou menos) para 3 perfis representativos na microbacia estudada. Observa-se que a notação da classe físico-hídrica e o enquadramento do perfil na ordem de solo, permitem o conhecimento da faixa de valores de A, W e VIB (se alta, média, ou baixa) e a identificação das prováveis limitações do perfil quanto às capacidades de aeração e de hidratação [Ottoni Filho (2003)]. Por exemplo, o perfil P20 apresenta uma severa restrição por impedimento de rocha (letra R) e por disponibilidade de água (letra C com índice w), sendo também de baixa permeabilidade (símbolo -) mas, com alto ar disponível (pois a letra C não apresenta subscrito a). Portanto, ele é uma solo mesaerado-aquícludo truncado por rocha (ordem VIR), tanto na classificação padrão quanto na de superfície.

Tabela 2 – Exemplo de dados físico-hídricos de perfis, a partir dos quais são definidas as ordens e classes de solo, tanto da classificação físico-hídrica padrão (0-70cm) quanto da de superfície (0-30cm).

Perfis representativos	Prof. (cm)	PT	CC	PM %	A	W	VIB (cm.h ⁻¹)	Classe de solo	Ordem de solo
P5	0-50*	46,9	20,5	11,3	26,4	9,2	1,89	B _w R	IVR
	0-30	47,7	21,9	10,9	25,8	11,0		B _w -	IV
P20	0-30**	46,9	23,2	18,0	23,7	5,2	1,18	C _w -	VI
	0-30	46,9	23,2	18,0	23,7	5,2		C _w R	VIR
P22	0-60***	45,4	29,4	21,6	16,0	7,8	2,19	B _{aw} R	IVR
	0-30	46,9	28,2	18,9	18,7	9,3		B _{aw}	IV

* Houve transição para rocha a 50 cm de profundidade

** Houve truncamento por rocha a 30 cm de profundidade

*** Houve presença de transição para rocha a 60 cm de profundidade

As unidades de mapeamento pedológico podem consistir de uma única classe de solo ou de uma associação de várias classes (Tabela 3), sendo, no último caso, sua caracterização no mapa feita a partir da classe de solo preponderante na unidade de mapeamento.

As unidades de mapeamento físico-hídrico, assim com as unidades de mapeamento pedológico, são também compostas por uma classe físico-hídrica isolada ou pela associação de classes. Neste último caso, a caracterização (cor e legenda) no mapa também é determinada pela classificação físico-hídrica correspondente à classe predominante da unidade de mapeamento.

Dentre os 12 perfis selecionados na área de estudo, algumas vezes mais de um perfil é utilizado para representar as informações físico-hídricas de uma determinada classe de solo. Utilizando o exemplo da Tabela 3, a classificação da classe predominante da unidade CXve2 (o Cambissolo Háptico) será obtida através da média aritmética (duas a duas) das variáveis A, W e VIB obtidas para os perfis P5 e P22 (Tabela 3), já que estes foram os perfis de Cambissolos Hápticos selecionados para representar a classe de solo predominante na associação (Tabela 3). Levando em conta a classificação padrão (Tabela 2), tais médias serão A=21,2% (média de 26,4 e 15,9%), W=8,5% (média de 9,2 e 7,8%) e VIB=2,03cm.h⁻¹ (média de 1,89 e 2,19 cm.h⁻¹). Ou seja, a classe físico-hídrica da classificação padrão do solo predominante na associação CXve2 será B_wR (alto A, médio W e médio VIB, com truncamento por rocha). Portanto, B_wR representará a notação da unidade de mapeamento físico-hídrico correspondente. Deve-se dizer que no exemplo acima, se apenas um dos perfis (P5 ou P22) cujos dados participaram das médias aritméticas que permitiram a classificação do Cambissolo Háptico em CXve2 fosse truncado, ainda assim essa classe de solo teria sido classificada como truncada. Essa mesma metodologia se aplica na classificação dos solos truncados por freático.

Segundo a Tabela 3, para a classe de solo secundária da unidade CXve2, o Neossolo Litólico, existe apenas um perfil representativo (P20). Logo, a classificação físico-hídrica correspondente a esta classe de solo foi a mesma da do perfil P20 (Tabela 2).

Tabela 3 – Exemplo de descrição de unidades de mapeamento pedológico

Simbologia	Descrição da unidade de mapeamento
CXve2	Associação de CAMBISSOLO HÁPTICO (P5 e P22)* léptico textura média/argilosa e NEOSSOLO LITÓLICO (P20) textura média, ambos Ta eutrófico A moderado, e AFLORAMENTO DE ROCHA, todos relevo forte ondulado e montanhoso <i>Cambissolo Háptico: classe predominante</i>

* Os perfis representativos das classes de solos nas unidades de mapeamento estão definidos em negrito, lembrando que os mesmos não são apresentados numa descrição padrão da unidade de mapeamento pedológico.

As cores representando as ordens físico-hídricas no mapa seguem uma seqüência lógica, pautada na indicação das capacidades de aeração e de hidratação, sendo verde, nos solos sem alta restrição (Ordens de I a IV); amarelo, nos solos com alta restrição hídrica (Ordens V e VI); vermelho, naqueles com alta restrição de aeração (Ordens VII e VIII); ou vermelho-rosa, nos solos com alta restrição de água e de aeração (Ordem IX). Os solos alagados (Ordem X) são naturalmente representados pelo azul. Propõe-se que sobre as cores das 9 ordens principais sejam impostas

hachuras para representar as ordens truncadas por rocha e pequenas marcas azuladas para representar os solos truncados por lençol freático.

Propõe-se que na legenda da classificação físico-hídrica, seja de um perfil isolado ou de uma classe de solo na descrição de uma unidade de mapeamento, inicie-se com o nome da ordem, seguida da notação da classe, encerrando-se com o nome da classe de permeabilidade do solo, que pode ser: muito lento, lento, moderadamente lento, moderado, moderadamente rápido, rápido e muito rápido [Ottoni Filho (2003)].

RESULTADOS

Na Tabela 4 são descritas as unidades de mapeamento existentes na microbacia de Santa Maria e Cambiocó, em que se verifica como predominância de classes de solo, o Gleissolo Háptico (GXve), Cambissolo Gleico (CXve1), Cambissolos Hápticos (CXbe1, CXbe2, CXve2, CXve3), Argissolos Vermelho-Amarelo (PVAd e PVAe) e Neossolo Litólico (RLve). Vê-se que todas as unidades são compostas por associações de classes, indicando a complexidade da distribuição dos solos na área.

Percebe-se que das unidades de mapeamento aproximadamente 60% são Cambissolos Hápticos lépticos (rasos), indicando que a maior parte dos solos da região são de pequena profundidade, também se levando em conta a predominância dos Neossolos Litólicos.

Tabela 4 - Legenda das unidades de mapeamento dos solos da microbacia de Santa Maria e Cambiocó, no município de São José de Ubá/RJ

Simbologia	Descrição
GXve	Associação de GLEISSOLO HÁPLICO Ta e Tb típico textura média/argilosa e GLEISSOLO HÁPLICO Tb Solódico textura média/argilosa, todos Eutróficos A moderado, relevo plano
CXve1	Associação de CAMBISSOLO GLEICO Ta Eutrófico A moderado textura média e PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Distrófico Arenico A moderado textura arenosa/média, com inclusão de PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico Solódico A moderado textura arenosa/média, todos relevo suave ondulado
AR	AFLORAMENTOS DE ROCHA
CXbe1	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO lítico textura média\argilosa e NEOSSOLO LITÓLICO textura média, ambos Tb Eutroficos A moderado, com inclusão de AFLORAMENTOS DE ROCHA, todos relevo forte ondulado

PVAd	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico típico textura média/argilosa e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico e léptico textura média, ambos A moderado, com inclusão LUVISSOLO HIPOCROMICO Órtico típico A moderado textura média/argilosa, todos relevo forte ondulado
CXbe2	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO típico e léptico e NEOSSOLO LITÓFICO, ambos Tb Eutrófico A moderado textura média e média/argilosa, com inclusão de AFLORAMENTOS DE ROCHA, todos relevo montanhoso
CXve2	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO léptico textura média/argilosa e NEOSSOLO LITÓLICO textura média, ambos Ta Eutrófico A moderado, e AFLORAMENTOS DE ROCHA, todos relevo forte ondulado e montanhoso
CXve3	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico e léptico, A moderado textura média e média/argilosa e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico textura média/argilosa e Distrófico abrupto textura média/muito argilosa, ambos A moderado, com inclusão de LUVISSOLO HIPOCROMICO Órtico típico textura média/argilosa, ambos A moderado, todos relevo forte ondulado
RLve	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO e CAMBISSOLO HÁPLICO léptico, ambos Ta Eutrófico A moderado textura média, com inclusão de AFLORAMENTOS DE ROCHA, todos relevo montanhoso
PVAe	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico e CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico, ambos A moderado textura média/argilosa, relevo ondulado

Fonte: Projeto FINEP/CT-HIDRO,2003.

Os resultados médios para as profundidades de 70 cm (ou menos) e 30 cm (ou menos) dos 12 perfis representativos dos solos da microbacia de Santa Maria e Cambiocó acham-se representados na Tabela 5. Os valores de A, W e VIB dessa tabela permitem a classificação físico-hídrica de todas as classes de solos identificadas no mapeamento pedológico da microbacia, daí possibilitando o mapeamento físico-hídrico da área, tanto padrão quanto de superfície.

Tabela 5 – Dados físico-hídricos médios nos perfis de 70 e 30 cm de profundidade, para os solos representativos da microbacia de Santa Maria e Cambiocó, São José de Ubá/RJ

Simbologia do Perfil (classe de solo)	Prof. (cm)	PT	CC	PMP (%)	A	W	VIB (cm.h ⁻¹)
P5 (Cambissolo Háplico)	0-50*	46,9	20,5	11,3	26,4	9,2	1,89
	0-30	47,7	21,9	10,9	25,8	11,0	
P15 (Planossolo Hidromórfico)	0-70	45,6	17,3	6,5	28,3	10,8	7,24
	0-30	45,5	15,9	4,7	29,6	11,2	

P22 (Cambissolo Háplico)	0-60**	45,4	29,4	21,6	16,0	7,8	2,19
	0-30	46,9	28,2	18,9	18,7	9,3	
P21 (Gleissolo Háplico)	0-70	44,8	36,8	28,7	8,0	8,1	0,66
	0-30	43,2	32,3	21,9	10,9	10,4	
P4 (Argissolo Vermelho- Amarelo)	0-70	41,3	34,4	26,6	6,9	7,8	1,00
	0-30	39,5	30,0	20,5	9,5	9,5	
P24 (Argissolo Vermelho- Amarelo)	0-70	43,4	34,5	27,8	8,9	6,7	1,21
	0-30	41,9	29,3	20,3	12,6	9,0	
P6 (Gleissolo Háplico)	0-70	40,3	18,8	18,6	21,5	0,2	0,55
	0-30	38,9	17,7	15,5	21,2	2,2	
P32 (Argissolo Vermelho- Amarelo)	0-70	48,1	24,6	21,6	23,5	3,0	1,53
	0-30	50,8	21,1	18,7	29,7	2,4	
P34 (Cambissolo Gleico)	0-70	42,4	19,3	15,6	23,1	3,7	0,38
	0-30	44,5	19,5	15,0	25,0	4,5	
P27 (Luvissole Hipocrômico)	0-70	45,9	24,8	23,1	21,1	1,7	1,68
	0-30	47,6	24,4	20,1	23,2	4,3	
P20 (Neossolo Litólico)	0-30***	46,9	23,2	18,0	23,7	5,2	1,18
	0-30	46,9	23,2	18,0	23,7	5,2	
P36 (Planossolo Hidromórfico)	0-70	38,9	25,0	16,5	13,9	8,5	7,78
	0-30	40,0	20,9	10,4	19,1	10,5	

* Transição para rocha a 50cm de profundidade

** Transição para rocha a 60cm de profundidade

*** Rocha a 30cm de profundidade

Com base nos resultados da Tabela 5 e considerando a metodologia de classificação físico-hídrica [Ottoni Filho (2003)], com as expansões apresentadas no sub-item “**Classificação físico-hídrica**”, procedeu-se à classificação físico-hídrica das classes de solos predominantes nas unidades de mapeamento da microbacia estudada, nas profundidades padrão e de superfície, sendo esta definida na Tabela 6. São indicados entre parêntesis os perfis levantados que representam a classe predominante na associação de solos da unidade. Quando mais de um perfil representar a classe de solo (caso das classes predominantes em CXve2, CXve3 e PVAe), a classificação desta classe se dará a partir das médias dos valores de A, W e VIB tomados desses perfis.

Tabela 6 - Classificação físico-hídrica dos solos predominantes nas unidades de mapeamento da microbacia de Santa Maria e Cambiocó, em São José de Ubá/RJ, sendo indicadas as faixas de profundidade correspondentes à classificação padrão (0-70cm ou menos) e de superfície (0-30cm ou menos)

Unidade de mapeamento	Prof. (cm)	PT	CC	PMP %	A	W	VIB (cm/h)	Classe de solo	Ordem de solo
GXve (P21)*	0-70	44,8	36,8	28,7	8,0	8,1	0,66	C _{aw} ⁻	VIII
	0-30	43,2	32,3	21,9	10,9	10,4		B _{aw} ⁻	VIII
CXve1 (P34)	0-70	42,4	19,3	15,6	23,1	3,7	0,38	C _w ⁻	VI
	0-30	44,5	19,5	15,0	25,0	4,5		C _w ⁻	VI
CXbe1 (P22)	0-60**	45,4	29,4	21,6	16,0	7,8	2,19	B _{aw} R	IVR
	0-30	46,9	28,2	18,9	18,7	9,3		B _{aw}	IV
PVAd (P4)	0-70	41,3	34,4	26,6	6,9	7,8	1,00	C _{aw} ⁻	VIII
	0-30	39,5	30,0	20,5	9,5	9,5		C _{aw} ⁻	VIII
CXbe2 (P5)	0-50***	46,9	20,5	11,3	26,4	9,2	1,89	B _w R	IVR
	0-30	47,7	21,9	10,9	25,8	11,0		B _w ⁻	IV
CXve2 (P5, P22)	0-50***	46,1	24,9	16,4	21,2	8,5	2,04	B _w R	IIR
	0-30	47,3	25,0	14,9	22,3	10,1		B _w	II
CXve3 (P5, P22)	0-50	46,1	24,9	16,4	21,2	8,5	2,04	B _w R	IIR
	0-30	47,3	25,0	14,9	22,3	10,1		B _w	II
RLve (P20)	0-30****	46,9	23,2	18,0	23,7	5,2	1,18	C _w R	VIR
	0-30	46,9	23,2	18,0	23,7	5,2		C _w ⁻	VI
PVAe (P24, P4)	0-70	42,4	34,5	27,2	7,9	7,3	1,10	C _{aw} ⁻	VIII
	0-30	40,7	29,6	20,4	11,1	9,2		B _{aw} ⁻	VIII

* Perfis representativos da classe de solo predominante nas unidade de mapeamento correspondente

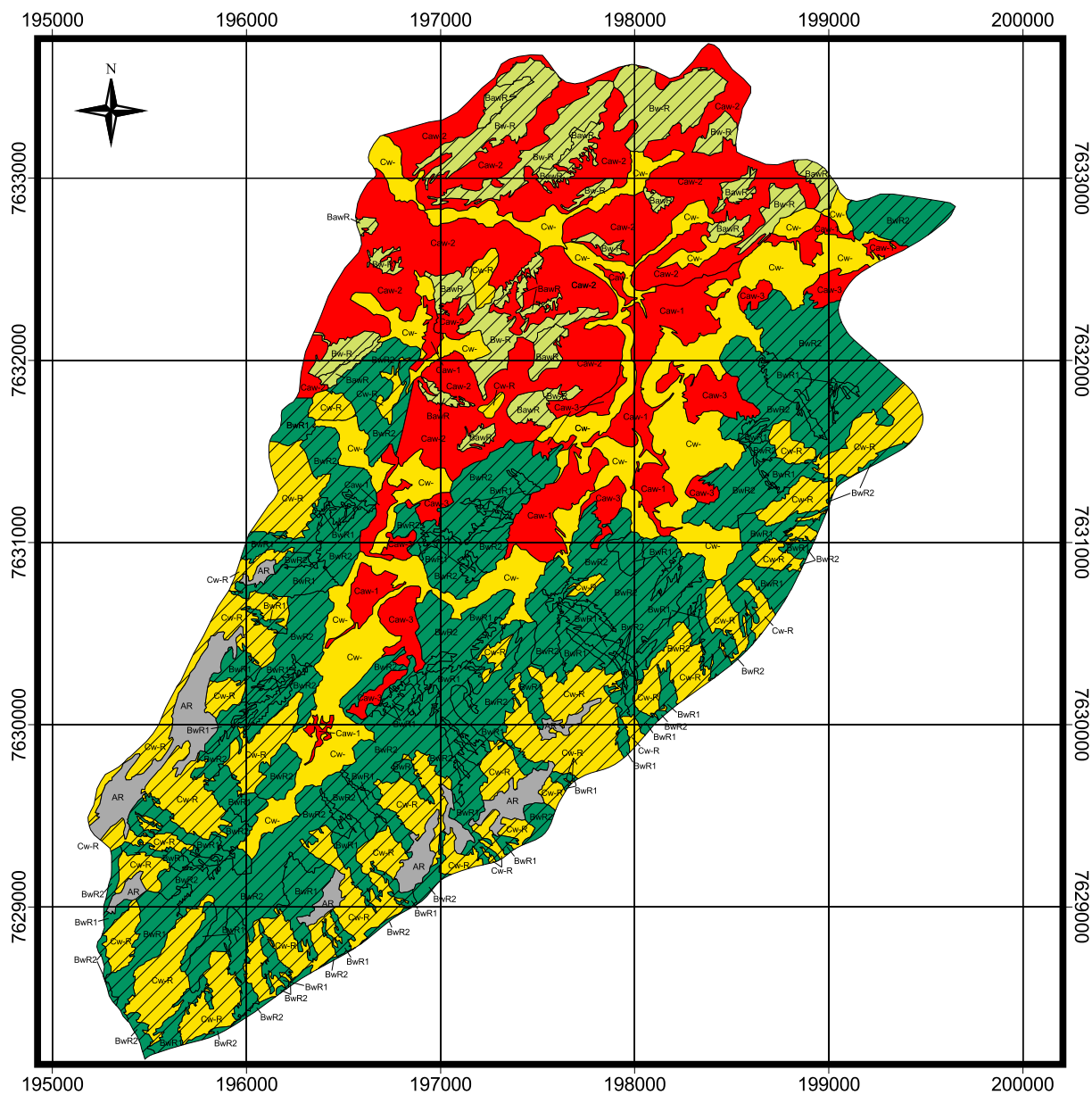
** Transição para rocha a 60cm de profundidade

*** Transição para rocha a 50cm de profundidade

**** Rocha a 30cm de profundidade

As Figuras 5 e 6 apresentam os mapas físico-hídricos (classificações padrão e de superfície) para a microbacia estudada, bem como a legenda e nomenclatura físico-hídricas das unidades de mapeamento. A classificação das classes não predominantes nas associações de solos, indicada na legenda das Figuras 5 e 6, seguiu as mesmas regras utilizadas na classificação das classes predominantes.

A análise das Tabelas 5 e 6 permite concluir que não existe necessariamente uma correspondência direta entre as classificações pedológica e físico-hídrica. Por exemplo, a unidade de solo GXve (na realidade, a sua classe de solo predominante) tem variáveis e classificação físico-



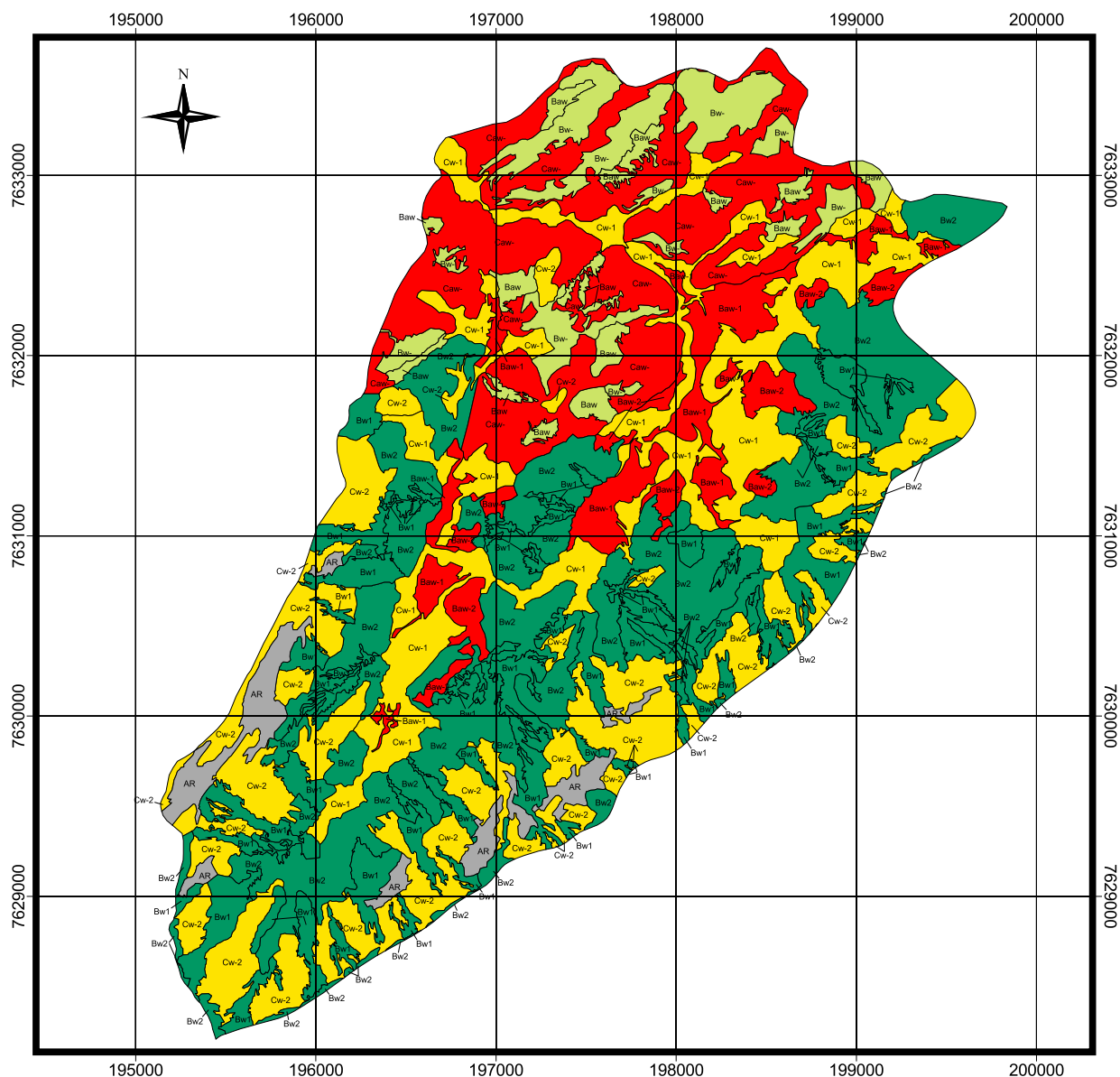
0.2 0 0.2 0.4 Kilometers

Unidade Pedológica Ordem Físico-Hídrica

LEGENDA

-	-	AR	Afloramento de Rocha
CXve2	IIR	BwR1	Associação de solo AERADO-MESAQUÍFERO TRUNCADO POR ROCHA BwR moderado e mesaerado-aquícludo truncado por rocha Cw-R moderadamente lento, com inclusão de afloramento de rocha
CXve3	IIR	BwR2	Associação de solo AERADO-MESAQUÍFERO TRUNCADO POR ROCHA BwR moderado e anaerado-aquícludo Cw- moderadamente lento, com inclusão de mesaerado-aquícludo Cw- moderadamente lento.
CXbe2	IVR	Bw-R	Associação de solo MESAERADO-MESAQUÍFERO TRUNCADO POR ROCHA Bw-R moderadamente lento e mesaerado-aquícludo truncado por rocha Cw-R moderadamente lento, com inclusão de afloramento de rocha
CXbe1	IVR	BawR	Associação de solo MESAERADO-MESAQUÍFERO TRUNCADO POR ROCHA BawR moderado e mesaerado-aquícludo truncado por rocha Cw-R moderadamente lento, com inclusão de afloramento de rocha.
CXve1	VI	Cw-	Associação de solo MESAERADO-AQUÍCLUDO Cw- lento e aerado-mesaquífero Bw moderadamente rápido, com inclusão de aerado-mesaquífero Bw moderadamente rápido.
RLve	VIR	Cw-R	Associação de solo MESAERADO-AQUÍCLUDO TRUNCADO POR ROCHA Cw-R moderadamente lento e aerado-mesaquífero truncado por rocha BwR moderado, com inclusão de afloramento de rocha.
GXve	VIII	Caw-1	Associação de solo ANAERADO-MESAQUÍFERO Caw- e mesaerado-aquícludo Cw-, todos moderadamente lentos.
PVAd	VIII	Caw-2	Associação de solo ANAERADO-MESAQUÍFERO Caw- moderadamente lento e mesaerado-mesaquífero truncado por rocha BawR moderado, com inclusão de mesaerado-aquícludo Cw- moderadamente lento.
PVAe	VIII	Caw-3	Associação de solo ANAERADO-MESAQUÍFERO Caw- moderadamente lento e aerado-mesaquífero truncado por rocha BwR moderado.

Figura 5 - Mapa físico-hídrico padrão da microbacia de Santa Maria e Cambiocó (São José de Ubá/RJ)



Unidade Pedológica	Ordem Físico-Hídrica	LEGENDA
-	-	AR Afloramento de Rocha
CXve2	II	Bw1 Associação de solo AERADO-MESAQUÍFERO Bw moderado e mesaerado-aquícludo Cw- moderadamente lento, com inclusão de afloramento de rocha.
CXve3	II	Bw2 Associação de solo AERADO-MESAQUÍFERO Bw moderado e anaerado-mesaquífero Baw- moderadamente lento, com inclusão de mesaerado-aquícludo Cw- moderadamente lento.
CXbe2	IV	Bw- Associação de solo MESAERADO-MESAQUÍFERO Bw- e mesaerado-aquícludo Cw- ambos moderadamente lentos, com inclusão de afloramento de rocha.
CXbe1	IV	Baw Associação de solo MESAERADO-MESAQUÍFERO Baw moderado e mesaerado-aquícludo Cw- moderadamente lento, com inclusão de afloramento de rocha.
CXve1	VI	Cw-1 Associação de solo MESAERADO-AQUÍCLUDO Cw- lento e aerado-mesaquífero Bw moderadamente rápido, com inclusão de aerado-mesaquífero Bw moderadamente rápido.
RLve	VI	Cw-2 Associação de solo MESAERADO-AQUÍCLUDO Cw- moderadamente lento e aerado-mesaquífero Bw moderado, com inclusão de afloramento de rocha.
GXve	VIII	Baw-1 Associação de solo ANAERADO-MESAQUÍFERO Baw- e mesaerado-aquícludo Cw-, todos moderadamente lentos
PVAd	VIII	Caw- Associação de solo ANAERADO-MESAQUÍFERO Caw- moderadamente lento e mesaerado-mesaquífero Baw moderado, com inclusão de mesaerado-aquícludo Cw- moderadamente lento.
PV Ae	VIII	Baw-2 Associação de solo ANAERADO-MESAQUÍFERO Baw- moderadamente lento e aerado-mesaquífero Bw moderado.

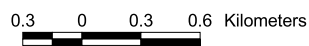


Figura 6 - Mapa físico-hídrico de superfície da microbacia de Santa Maria e Cambiocó (São José de Ubá/RJ)

hídricas muito semelhantes à PVAd e PV Ae, com alguma diferença no valor da VIB, sendo esta variável maior nas duas últimas unidades. Tais solos têm um grau marcante de limitação físico-hídrica na aeração, pois são terrenos com baixa disponibilidade de ar (sempre abaixo de 10% no perfil de 70cm) e baixa VIB. Em períodos chuvosos longos esses solos têm tendência de encharcar e de drenar muito lentamente, o que dificulta as trocas gasosas entre as rizosferas e a atmosfera, tendendo a provocar murchamentos vegetais e queda de produtividade agrícola. Essas três unidades se localizam em áreas de baixadas (Gleissolo), ou de relevos ondulado e forte ondulado (Argissolo Vermelho-Amarelo). Tais terrenos, para o aumento de seu potencial produtivo, devem requerer um adequado sistema de drenagem. Possivelmente se constituem nos terrenos com as mais relevantes limitações físico-hídricas, sob o ponto de vista agrícola, sendo por isso representados nas Figuras 5 e 6 pela cor vermelha.

Solos distintos, mas também relativamente semelhantes entre si em termos físico-hídricos, são o Cambissolos Gleicos (CXve1) e os Neossolos Litólicos (RLve). Eles são as unidades de cor amarela nas Figuras 5 e 6. Esses solos até a profundidade de superfície (30cm) apresentam valores muito próximos entre suas disponibilidades de ar e de água, nas faixas classificadas como alta e baixa, respectivamente. Diferem, entretanto, no valor da VIB, já que o solo RLve se apresenta aproximadamente 3 vezes mais permeável que o CXve1. Entretanto, os Cambissolos Gleicos se localizam prioritariamente em áreas de baixada com relevo plano e suave ondulado, enquanto que os Neossolos aparecem predominantemente no relevo montanhoso. O caráter gleico do primeiro solo, assim como o seu posicionamento topográfico, são fatores que possivelmente lhe dão o comportamento de um terreno com classe de permeabilidade lenta. Desta forma, tanto o Cambissolo Gleico como o Neossolo Litólico apresentam alta limitação na sua hidratação e média na aeração (pois os As são altos e as VIBs são baixas), o que impõe uma severa restrição ao manejo agrícola não irrigado durante os longos períodos de estiagem. Sob irrigação, devem se constituir em terrenos com bom desempenho físico-hídrico, a menos da importante desvantagem da pequena profundidade dos Neossolos Litólicos.

Tanto os Gleissolos anaerado-mesaquíferos (Ordem VIII), quanto os Cambissolos Gleicos mesaerado-aquícludos (Ordem VI), devido às suas condições topográficas e de baixa permeabilidade ($VIB < 0,66 \text{ cm/h}$), se constituem, sob o ponto de vista físico, em terrenos adequados ao cultivo de arroz inundado, que é uma prática agrícola tradicional da região em estudo.

Os solos de cor verde (clara e escura) nos mapas físico-hídricos representam as associações predominadas pelos Cambissolos Háplicos lépticos. As quatro unidades de mapeamento pedológico correspondentes (CXbe1, CXbe2, CXve2, CXve3) diferem entre si pela natureza das classes secundárias de solos ou por aspectos topográficos e geológicos (natureza do material de origem). Esses são os solos de maior extensão geográfica da microbacia, tendo relevos forte ondulado e

montanhoso. Dentre as 4 unidades acima, as duas primeiras são de menor extensão territorial, estando mais ao norte da área.

A classificação físico-hídrica dos terrenos predominadas pelos Cambissolos Háplicos foi definida a partir das informações levantadas nos perfis P5 e P22 (Tabela 5). São materiais de alta a média disponibilidade de ar, de média hidratação e de média a baixa VIB. Portanto, segundo o Sistema de Classificação Físico-Hídrica, tais Cambissolos foram enquadrados nas ordens superiores II ou IIR (para CXve2 e CXve3), e IV ou IVR (para CXbe1 e CXbe2). Ou seja, a mais significativa limitação físico-hídrica diz respeito ao seu caráter léptico (raso), além do inconveniente de ocuparem terrenos com topografia acidentada. No mapa de superfície (Figura 6), entretanto, não aparece nenhuma classe truncada desses solos, indicando que sob um manejo adequado, levando em conta os inconvenientes do declive e da profundidade do perfil, tais Cambissolos podem se constituir, sob o ponto de vista físico-hídrico, em terrenos adequados à agricultura. Na área de estudo, vêm sendo muito utilizados na cultura do tomate.

Percebe-se na microbacia de Santa Maria e Cambiocó que em ambas as classificações, padrão e de superfície, predominam, em ordem decrescente de extensão, os solos de ordem IIR, VIII, VIR, VI e IVR (na classificação padrão) ou II, VIII, VI, IV (na classificação de superfície). As mais limitantes restrições físico-hídricas dizem respeito ao caráter anaerado dos solos de ordem VIII (Gleissolos e Argissolos) e ao caráter muito léptico dos solos de ordem VIR (Neossolos). Esses últimos, também com baixa disponibilidade hídrica e ocupando terrenos montanhosos, se constituem em glebas de uso agrícola não-sustentável e de difícil revegetação.

A principal característica de heterogeneidade físico-hídrica vertical ao longo dos perfis de solos desta microbacia é a presença do horizonte R nas unidades de mapeamento, especialmente significativas, predominadas pelo Neossolo Litólico e Cambissolo Háplico, sendo assim bastante próximas, a não ser por este fato, as classificações padrão e de superfície do conjunto de solos.

CONCLUSÕES

O Sistema de Classificação Físico-Hídrica é baseado em testes de campo e laboratoriais padronizados, a partir do levantamento pedológico convencional. Sua aplicação na microbacia estudada indicou que ele pode se constituir numa ferramenta útil quanto ao entendimento dos processos pedogenéticos e à caracterização da aptidão agrícola dos solos, no que se refere à estrutura física dos perfis e à capacidade dos mesmos de dispor ar e água às raízes vegetais.

Os mapas e variáveis físico-hídricas obtidos pela metodologia apresentada foram concebidos para agregar informações ao conhecimento pedológico e para reforçar a aplicabilidade do mesmo nos campos da engenharia agrônômica e de irrigação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP pelo financiamento do Projeto CT-Hidro/2003, que tornou possível este trabalho, bem como ao CNPq, pela bolsa de mestrado concedida para a primeira autora, e à Embrapa Solos, COPPE e SERLA, pelo apoio operacional oferecido.

BIBLIOGRAFIA

ARAUJO, D.S.D; PEREIRA, M.C.A. & PIMENTEL, M.C.P. (2004). “*Flora e estrutura de comunidades no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba - Síntese dos conhecimentos com enfoque especial para formação aberta de Clusia*”. pp. 59-76. In: C.F.D. Rocha; F.A. Esteves & F.R. Scarano(eds.). Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história e conservação. Rima Editora, São Carlos.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA (1979). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, 235p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA (1997). *Manual de métodos de análises de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 212p.

HAMBLIN, A. P. (1985). “*The influence of soil structure on water movement, crop root growth and water uptake*”. Adv.Agron., 38, p. 95-158.

LETEY, J. (1985). “*Relationship between soil physical properties and crop production*”. Advances in Soil Science, v.1, p.277-294.

OLIVEIRA, L.B. e MELO, V. (1971). “*Estudo da disponibilidade de água em um solo da Estação Experimental de Itapirema, Pernambuco*”. Pesq. Agropec. bras., Sér. Agron., 6, pp.31-37.

OTTONI FILHO, T.B. (2003). “*Uma classificação físico-hídrica dos solos*”. Rev. Bras. de Ciência do Solo. 27, pp. 211-222.

SILVA, A.P. e KAY, B.D. (1996). “*The sensitivity of shoot growth of corn to the least limiting water range of soils*”. Plant Soil, 184, pp. 323-329.