



Grau de Limitação para Deficiência de Oxigênio no Sistema de Aptidão Agrícola das Terras em Nível de Propriedade Rural

Celiana Barbosa da Costa de Souza⁽¹⁾; Murielly de Sousa Nóbrega⁽¹⁾; Paulo Guilherme Salvador Wadt⁽²⁾; Marcos Gervasio Pereira⁽³⁾; Lúcia Helena Cunha dos Anjos⁽³⁾

(1) Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da Universidade Federal do Acre (CPGA-PV), Bolsista CNPq, Universidade Federal do Acre, BR 364, km 04, Rio Branco, AC, CEP 69908-000, e-mail celianasouza@hotmail.com (apresentadora do trabalho) e murynobrega@bol.com.br; (2) Pesquisador Embrapa Acre, BR 364, km 14, Rio Branco, AC, CEP 69908-000, paulo.wadt@dris.com.br; (3) Professor Associado, bolsista CNPq, Depto. de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ. E-mail: gervasio@ufrj.br e lanjos@ufrj.br.

Apoio: EMBRAPA, CNPq/CT-Amazônia e CNPq/Edital Casadinho, CPGA-PV, CPGA-CS, FUNTAC

RESUMO - O encharcamento do solo devido à má drenagem resulta na imediata redução da troca de gases entre as plantas e o ambiente, causando diminuição da respiração radicular e prejuízos ao desenvolvimento das culturas. Por este motivo, a deficiência de oxigênio é um dos cinco fatores de limitação considerados no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT). O objetivo deste trabalho foi desenvolver regras de decisão para definir o grau de limitação quanto à deficiência de oxigênio que possam ser aplicadas ao nível de propriedade rural. Foram revistos os critérios e as variáveis, bem como seus valores de referência, com base no SAAAT. Os indicadores: ambiente de várzea, relevo local, grau de restrição à drenagem e porcentual do volume de poros do solo ocupados com ar foram testados quanto à construção de álgebra booleana, para identificar os graus de limitação à deficiência de oxigênio. Os atributos selecionados foram efetivos para identificar cada grau de limitação, sendo, portanto, aplicáveis em sistemas especialistas.

Palavras-chave: uso da terra, sistemas especialistas.

INTRODUÇÃO

Na classificação das terras quanto à sua aptidão agrícola, são consideradas diversas características que influenciam na resposta destas às práticas agrícolas, sendo que as principais características são relativas aos solos, relevo e clima. A interpretação e avaliação destas características permitem estabelecer os graus de limitação ao uso agrícola de cada terra (Schneider et al., 2007). A drenagem impedida proporciona a deficiência de oxigênio, limitando o desenvolvimento da maioria das culturas, por resultar na imediata redução da troca de gases entre as plantas e o ambiente, causando diminuição da respiração radicular e prejuízos ao desenvolvimento das culturas.

Por este motivo, a deficiência de oxigênio é um dos cinco fatores de limitação considerados pelo Sistema de Aptidão Agrícola das Terras (SAAT) (Ramalho Filho & Beek, 1995) como determinantes de seu potencial de uso.

A definição dos diversos graus de limitação das terras quanto à deficiência de oxigênio são dependentes de informações disponíveis em levantamentos pedológicos e, portanto, muitas vezes insuficientes para trabalhos ao nível de propriedade rural, principalmente em regiões como a Amazônia sul-ocidental, onde as escalas dos levantamentos de solos disponíveis são, em geral, muito pequenas (<1:250.000). Ainda, nesta região, o material de origem sedimentar forma um mosaico de solos e de condições edáficas que não são representadas adequadamente nos mapas de aptidão agrícola.

Por outro lado, para o desenvolvimento de sistemas especialistas faz-se necessário a definição de critérios objetivos (Giboshi, 1999).

O objetivo deste trabalho foi rever os indicadores utilizados para a definição do grau de limitação quanto à deficiência de oxigênio no SAAAT, de modo que estes indicadores possam ser facilmente obtidos a partir de propriedades do solo verificáveis ao nível de campo ou de análises laboratoriais simples, e, ainda, que possam ser aplicados em sistemas especialistas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os seguintes parâmetros foram definidos como indicadores do grau de deficiência de oxigênio: ambiente de várzeas, relevo local, o grau de restrição à drenagem e a porcentagem do volume dos poros do solo ocupados por ar (valor A).

O ambiente de várzea é caracterizado por áreas em zonas de sedimentação nas bacias hidrográficas (áreas que recebem águas superficiais de pontos mais elevados da bacia hidrográfica) ou áreas sujeitas à inundações periódicas devido ao

transbordamento das redes de drenagem. A exigência de a área apresentar relevo plano (declividade < 3%) é um condicionante relacionado ao tempo de permanência do excesso de água sobre a superfície do terreno.

O grau de restrição à drenagem é classificado com notas que variam de 0 a 4 (Tabela 1). Ele é definido pela ausência de boa drenagem ou pela profundidade em que ocorrem características indicativas de deficiência de drenagem: lençol freático elevado, mosqueados ou cores acinzentadas, camadas de impedimento, duripan ou fragipan, ou ainda presença de argila de alta atividade (T). Esta última característica, quando presente em qualquer camada avaliada conduz a baixa permeabilidade.

A atividade de argila deve ser determinada pelo somatório das cargas trocáveis totais do solo (soma dos teores de Ca, Mg, K, Na e Al trocáveis mais acidez potencial) dividido pelo teor de argila, sem descontar a contribuição do carbono orgânico, sendo o valor de $27 \text{ cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$ adotado para distinguir argilas de baixa à média atividade daqueles com argilas de alta atividade.

As características relacionadas ao grau de restrição à drenagem devem ser avaliadas visualmente no momento da amostragem do solo, anotando-se, quando presente, a profundidade em que ocorrem.

O percentual do volume de poros ocupados pelo ar (valor A) é dado pela expressão:

$$A = (V_t - CC) \times 100 / V_t,$$

onde:

V_t = porosidade total do solo, calculada pela expressão $(1 - D_s/D_p) \times 100$, com o resultado expresso em %;

A densidade do solo (D_s) é estimada pela equação de pedotransferência proposta por Benites et al. (2007); a densidade das partículas (D_p) é determinada pelo método do balão volumétrico. A equação para o cálculo da densidade do solo (Beaufils, 2007) é a seguinte:

$D_s = 1,5600 - (1,0005 \times \text{argila}) - (0,010 \times C) + (0,0075 \times SB)$; onde:

Argila = teor de argila pelo método da pipeta; C = teor de carbono orgânico pelo método de oxidação por dicromato e SB = soma de bases trocáveis do solo (Ca + Mg + K + Na);

CC = capacidade de campo, calculada pela equação de pedotransferência proposta por Arruda et al. (1987):

$CC = 3,07439 + 0,629239 \times (100 - \text{areia}) - 0,00343813 \times (100 - \text{areia})^2$, expressa em %.

O valor A, a ser adotado, deverá consistir sempre no menor valor determinado nas profundidades de 0 a 25 cm, 25 a 60 cm e de 60 a 100 cm, independente da camada em que este menor valor ocorra.

Os valores críticos para a porcentagem de

volumes de poros ocupados com água foram definidos como: acima de 20%, bem aerados; de 10 a 20%, média aeração; abaixo de 10%, baixa aeração.

Com base nestes indicadores, foram definidos quanto à deficiência de oxigênio os cinco graus de limitação: nulo (N), ligeiro (L), moderado (M), forte (F) e muito forte (MF); procurando-se manter a coerência conceitual proposta por Ramalho Filho & Beek (1995):

Nulo: solos sem problemas de aeração ao sistema radicular da maioria das culturas durante todo o ano. São solos bem ou excessivamente drenados.

Estes solos estão localizados em áreas que possuem declividade maior que 3%, ou, quando em locais planos, não estão situados em ambiente de várzeas. Adicionalmente, a porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional é maior que 20% e apresentam grau 0 de restrição à drenagem.

Ligeiro: solos com certa deficiência de aeração às culturas sensíveis ao excesso de água durante a estação chuvosa; são em geral moderadamente drenados.

Estes solos estão localizados em áreas que possuem declividade maior que 3%, ou, quando em locais planos, não estão situados em ambiente de várzeas. Adicionalmente, a porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional é maior que 20% e apresentam grau 1 de restrição à drenagem.

Moderados: solos nas quais a maioria das culturas sensíveis à deficiência de oxigênio não se desenvolve satisfatoriamente; são considerados imperfeitamente drenados e sujeitos a riscos ocasionais de inundação.

Estes solos estão localizados em áreas que possuem declividade maior que 3%, ou, quando em locais planos, não estão situados em várzeas. Quando a porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional é maior que 20%, apresentam grau 2 de restrição à drenagem ou, se a porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional é maior que 10%, porém menor que 20% do volume de poros, devem apresentar grau 0 de restrição à drenagem.

Forte: solos que apresentam sérias deficiências, só permitindo o desenvolvimento de culturas adaptadas. Demandam intensos trabalhos de drenagem artificial; são considerados mal drenados, muito mal drenados ou sujeitos a inundações frequentes e prejudiciais à maioria das culturas.

Estes solos quando situados em relevo plano e em ambientes de várzea, apresentam a porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional maior que 20%.

Esses solos, quando em áreas de relevo com declividade maior que 3% ou, se em áreas planas não se encontram em várzeas, possuem uma das seguintes características:

- a) se apresentarem porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional maior que 20%, têm restrição à drenagem de grau 3;
- b) se apresentarem porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional maior que 10% e menor que 20%, têm restrição à drenagem de grau 1 ou;
- c) se apresentarem porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional menor que 10%, têm restrição à drenagem de grau 0.

Muito forte: solos com o mesmo grau de drenagem do grau anterior, porém que demandam grandes obras de engenharia para o melhoramento das terras, fora do alcance do agricultor, individualmente.

Estes solos quando planos e em áreas de várzea, apresentam a porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional menor ou igual a 20%.

Esses solos, quando situados em áreas de relevo com declividade maior que 3% ou, se em áreas planas não se encontram em várzeas, possuem uma das seguintes características:

- a) se apresentarem porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional maior que 20%, têm restrição à drenagem de grau maior que 3;
- b) se apresentarem porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional maior que 10% e menor que 20%, têm restrição à drenagem de grau maior que 1 ou;
- c) se apresentarem porcentagem da porosidade do solo ocupada com água gravitacional menor que 10%, têm restrição à drenagem de grau maior que 0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação do grau de limitação quanto à deficiência de oxigênio pode ser realizada de forma objetiva (Figura 1), sendo as principais características utilizadas na distinção dos ambientes à presença de sinais de restrição à drenagem, a porcentagem da porosidade do solo ocupada pelo ar e a ocorrência de solos em ambientes de várzea e em áreas planas inundáveis.

A utilização do critério de atividade de argila (valor $T > 27 \text{ cmol kg}^{-1}$) foi feita com o objetivo de incluir solos com propriedades vérticas, como sugerido por Schneider et al. (2007), bem como solos correlatos, onde a presença de argilas de alta atividade contribui para a retenção da água com maior energia no solo, portanto, restringindo a drenagem, além de reduzir a permeabilidade do solo ao ar e água, como consequência do forte grau de

expansão do material de solo.

Os indicadores utilizados são de fácil mensuração em nível de campo (visuais), ou podem ser obtidos por meio de equações de pedotransferência a partir de propriedades normalmente avaliadas no solo (soma de bases, teor de carbono orgânico e argila). Portanto, eles não constituem nenhuma dificuldade para sua aplicação em nível de propriedade rural, onde nem sempre dados de levantamentos pedológicos estão disponíveis, na escala apropriada. Como vantagem adicional, estas propriedades são também descritas nos levantamentos pedológicos, possibilitando a aplicação das regras de decisão em diferentes escalas de mapeamento.

Finalmente, conforme ficou demonstrado na Figura 1, a definição proposta pode ser aplicada em sistemas especialistas que sejam baseados em álgebra booleana, permitindo a informatização do sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.

CONCLUSÕES

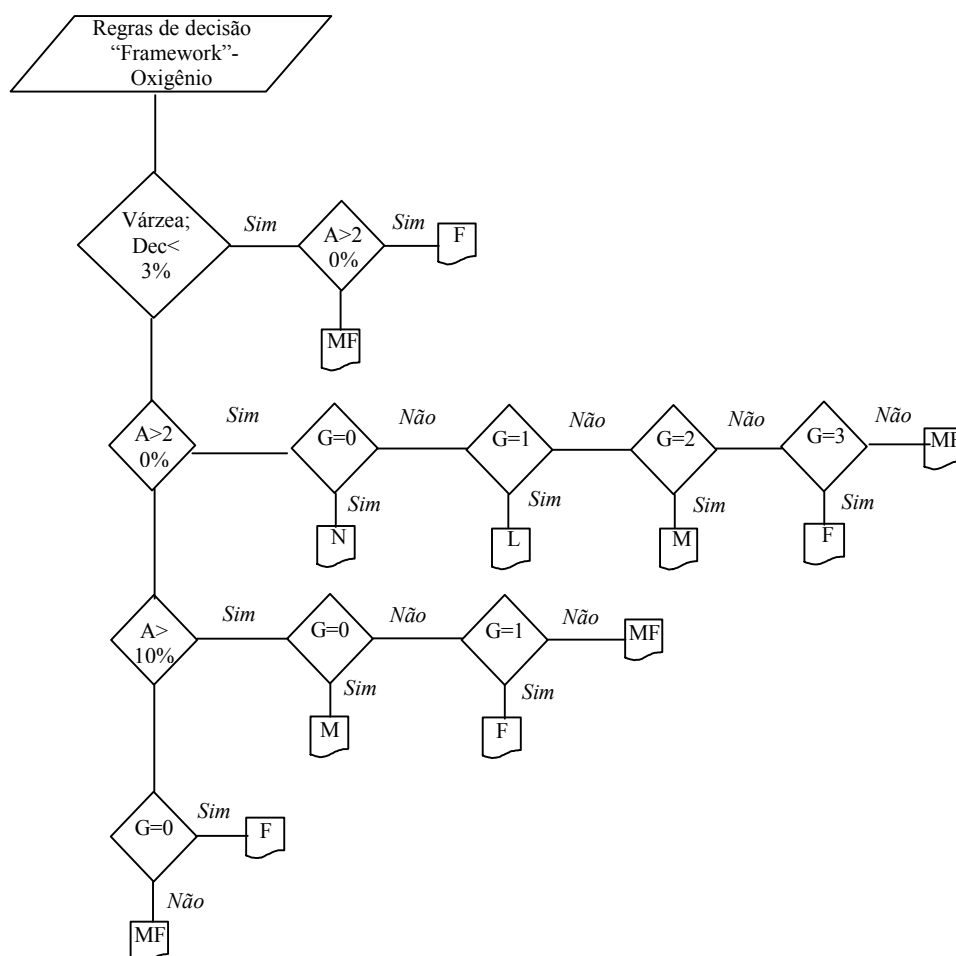
As regras de interpretação propostas para a avaliação do grau de limitação quanto à deficiência de oxigênio são objetivas e incluem mais parâmetros que proposições anteriores, possibilitando o desenvolvimento de sistemas especialistas.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, F.B.; ZULLO Jr, J.; OLIVEIRA, J.B. de. Parâmetros de solo para o cálculo da água disponível com base na textura do solo. R. bras. Ci. Solo, v. 13, p.11-15, 1987.
- BENITES, V. M. ; MACHADO, P. L. de O. A.; FIDALGO, E. C.; COELHO, M. R. ; MADARI, B. E. Pedotransfer function for estimating soil bulk density from existing soil survey reports in Brazil. Geoderma (Amsterdam), v. 139, p. 90-97, 2007.
- GIBOSHI, M.L. Desenvolvimento de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra. Campinas:UNICAMP, 1999, 77p. (Dissertação de Mestrado).
- PEREIRA, L.C.; LOMBARDI NETO, F. Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica Jaguariúna:Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36 p.(Documentos, 43).
- RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 1995. 65p.Giboshi, 1999.
- SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; KLAMT, E. Classificação da aptidão agrícola das terras. Um sistema alternativo. Guaíba: Agrolivros, 2007. 72p.

Tabela 1. Quadro-guia para definição dos graus (G) de restrição à drenagem.

Grau	Atributos: Lençol freático e, ou, cores acinzentadas ou mosqueados; duripan ou fragipan
0	Ausência do atributo
1	Presença abaixo de 80 cm ou $T > 27 \text{ cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$
2	Presença entre 60 e 80 cm
3	Presença entre 25 e 60 cm
4	Presença a menos de 25 cm

**Figura 1.** Regras de decisão ("framework") para a determinação do grau de limitação quanto à deficiência de oxigênio (N = nulo, L = ligeiro, M = moderado, F = forte e MF = muito forte), em função das variáveis: Dec = declividade; A = porcentagem dos poros dos solos ocupados por ar; G = grau de restrição à drenagem.