



## Grau de Limitação da Fertilidade do Solo no Sistema de Aptidão Agrícola das Terras em Nível de Propriedade Rural

**Murielly de Sousa Nóbrega<sup>(1)</sup>; Paulo Guilherme Salvador Wadt<sup>(2)</sup> & Lúcia Helena Cunha dos Anjos<sup>(3)</sup>**

(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, [murynobrega@bol.com.br](mailto:murynobrega@bol.com.br) (apresentador do trabalho); (2) Pesquisador Embrapa Acre, BR 364, km 14, Rio Branco, AC, CEP 69908-000, [paulo.wadt@dris.com.br](mailto:paulo.wadt@dris.com.br); (3) Professora Associada, bolsista CNPq, Depto. de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ. [lanjos@ufrj.br](mailto:lanjos@ufrj.br).

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

**RESUMO** – A limitação por deficiência de fertilidade do solo é um dos cinco fatores necessários para determinar a aptidão agrícola das terras. O objetivo deste trabalho foi desenvolver regras de decisão para definir a limitação por fertilidade do solo 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. Foram definidos como indicadores a condutividade elétrica, a razão de adsorção de sódio, o teor de areia, o teor de carbono orgânico, o teor de fósforo remanescente, a atividade da argila, a saturação de bases, a saturação por alumínio e a profundidade efetiva do solo. A aplicação dos conceitos, com base nos critérios definidos, permitiu determinar de forma objetiva todos os graus de limitação da fertilidade do solo, identificando também a prática de melhoramento que pode ser aplicada a cada processo degradativo da aptidão agrícola.

**Palavras-chave:** uso da terra, sistemas especialistas.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, dentre os sistemas disponíveis para avaliação da capacidade de uso das terras, o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras - SAAAT (Ramalho Filho & Beek, 1995) tem sido o mais empregado, principalmente pelo fato de possibilitar a avaliação da aptidão agrícola frente a diferentes níveis tecnológicos do agricultor.

Pelo SAAAT são avaliados cinco fatores considerados preponderantes na definição de seu potencial de uso: deficiência de fertilidade, deficiência de água, deficiência de oxigênio, impedimentos à mecanização e suscetibilidade à erosão. Cada um destes fatores é classificado em cinco diferentes graus de limitação (nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte) e intermediários,

relacionados a propriedades do solo e condições de clima e da paisagem, que resultem em menor qualidade do solo para o uso agrícola.

Dentre os fatores limitantes, o relacionado à deficiência de fertilidade do solo, que abrange um conjunto de características químicas, físicas e biológicas, é um dos mais importantes fatores condicionantes da capacidade de uso da terra, juntamente com a disponibilidade hídrica, afetando diretamente e de forma generalizada à produtividade das lavouras.

A caracterização dos graus de limitação da fertilidade do solo no sistema originalmente proposto por Ramalho Filho & Beek (1995) é feita de modo conceitual, sem a definição objetiva dos limites aceitos ou dos parâmetros para a determinação de cada um dos graus de limitação possíveis para a deficiência de fertilidade. Esta abordagem, embora correta do ponto de vista metodológico, impossibilita que o sistema seja utilizado de forma mais precisa.

Através da parametrização e da avaliação individualizada dos atributos de fertilidade, Pereira et al. (2004) propuseram uma nova abordagem do fator limitação por fertilidade, a qual proporcionou um caráter quantitativo, reduzindo o grau de subjetividade e proporcionando melhoria no nível de precisão. Outros autores propuseram melhorias no sistema pela definição de atributos que possam ser utilizados em sistemas especialistas (Giboshi, 1999), embora, nem sempre, estes indicadores sejam de fácil obtenção.

Assim, outra limitação tem sido a necessidade de levantamentos pedológicos para a aplicação do sistema, embora, já existam propostas para a utilização de indicadores que possam ser facilmente obtidos em análises de rotina ou expeditas (Schneider et al., 2007), diminuindo a dependência de levantamento de solos, quando existe uma



informação pedológica de qualidade mesmo que menos detalhada.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi rever os critérios utilizados na determinação do grau de limitação por deficiência da fertilidade do solo, estabelecendo novos indicadores e regras de decisão que possam ser aplicados em sistemas especialistas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram definidos como indicadores da Fertilidade do Solo as seguintes variáveis: a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE), a razão de adsorção de sódio no extrato de saturação (SAR), a atividade da argila (T), o fósforo remanescente (Prem), a profundidade efetiva do solo (P), a saturação por alumínio (m), a saturação por bases (V), o teor de carbono orgânico (Corg) e o teor de areia na fração terra fina seca ao ar (Areia). Todas representando as condições edáficas em amostra de solo obtida com trado retirada na profundidade de 0 a 25 cm, a exceção da variável P que foi avaliada até 100 cm de profundidade. A descrição das variáveis e os parâmetros adotados na sua interpretação são apresentados a seguir:

a) condutividade elétrica (CE): variável determinada seguindo procedimento de Embrapa (1989) e adotou-se o valor de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  para a distinção entre solos salinos e solos normais ou solos não salinos.

b) razão de adsorção de sódio (SAR): foi determinada conforme Embrapa (1989), adotando-se como critério para a distinção de solos sódicos aqueles com  $\text{SAR} = 15\%$  e solos não sódicos, aqueles com  $\text{SAR} < 15\%$ .

c) atividade de argila (T): 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 (Embrapa, 1989; Embrapa, 2006), sem descontar a contribuição do carbono orgânico. Os critérios para distinção da atividade de argila foram:  $T < 13 \text{ cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$ , considerada argila de baixa atividade; T entre 13 e  $27 \text{ cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$ , considerada argila de média atividade e;  $T > 27 \text{ cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$ , considerada argila de alta atividade.

c) fósforo remanescente (Prem): determinado pela concentração de equilíbrio de P após a adição de  $60 \text{ mg P kg}^{-1}$  solo. Solos com alta capacidade de adsorção de P foram considerados aqueles com  $\text{Prem} < 20 \text{ mg kg}^{-1}$ , e os com baixa capacidade de adsorção de P foram aqueles com  $\text{P rem} = 20 \text{ mg kg}^{-1}$ .

d) profundidade do solo (P): foi avaliada em função da ausência de impedimentos físicos à penetração de raízes até as profundidades de 50 e 100 cm, sendo estes limites adaptados de Embrapa (2006):  $P < 50 \text{ cm}$ , solo raso;  $P$  entre 50 e 100 cm, solo pouco profundo e  $P > 100 \text{ cm}$ , solo profundo a muito profundo.

e) saturação por alumínio (m): foi considerada a porcentagem de alumínio trocável dividido pela capacidade de troca de cátions efetiva do solo (soma dos teores de Ca, Mg, K, Na e Al trocáveis). Os critérios foram  $m < 30\%$ , solos com baixa limitação quanto ao alumínio trocável;  $m > 30\%$ , solos com elevada limitação quanto ao alumínio trocável.

f) saturação por bases (V): foi considerada a porcentagem da soma de bases trocáveis (soma dos teores de Ca, Mg, K e Na trocáveis) dividido pela capacidade de troca de cátions do solo. O critério foi baseado em Embrapa (2006), sendo que:  $V < 50\%$ , solos distróficos;  $V = 50\%$ , solos eutróficos. Quando a saturação por bases for menor que 25% e a atividade de argila for baixa, será considerada como saturação de bases muito baixa.

g) carbono orgânico (Corg): determinado por oxidação a quente por dicromato de potássio em meio ácido, sendo que solos com teor de carbono orgânico menor que  $6 \text{ dag kg}^{-1}$  (quando textura areia) foram considerados com elevada limitação.

h) areia: porcentagem de areia na fração terra fina seca ao ar, determinada conforme Embrapa (1989). O critério adotado foi  $\text{Areia} < 850 \text{ d kg}^{-1}$ , solos não arenosos;  $\text{Areia} = 850 \text{ d kg}^{-1}$ , solos arenosos.

A partir destes indicadores, foram definidos os graus de limitação quanto à deficiência de fertilidade do solo em cinco categorias (Ramalho Filho & Beek, 1995): nulo(N), ligeiro(L), moderado(M), forte (F) e muito forte (MF), conforme se descreve a seguir:

Nulo – Refere-se a solos que possuem de média a elevadas reservas de nutrientes e sem problemas de limitação quanto à salinidade ou sodicidade.

Estes solos devem apresentar uma CE menor que  $2 \text{ dS m}^{-1}$ , SAR deve ser menor que 15% e  $\text{Areia} < 850 \text{ g kg}^{-1}$ . Atendidas estas condições, estes solos devem apresentar alta atividade de argila e baixa capacidade de adsorção de fosfato ou, média atividade de argila, valor  $m < 30\%$ , serem solos profundos e com baixa capacidade de adsorção de fosfato.

Ligeiro – Refere-se a terras com médias reservas de nutrientes e sem problemas de limitação quanto à salinidade e sodicidade. Distinguem-se dos solos com grau de limitação nulo por apresentarem um fator de



limitação relacionado à atividade de argila, profundidade ou capacidade de adsorção de fosfato.

Estes solos devem apresentar uma CE menor que  $2 \text{ dS m}^{-1}$ , SAR deve ser menor que 15% e Areia  $< 850 \text{ g kg}^{-1}$ . Atendidas estas condições, estes solos devem apresentar alta atividade de argila associada a alta capacidade de adsorção de fosfato, ou quando com média atividade de argila, deverão apresentar baixa saturação por alumínio associada a solos rasos ou pouco profundos, ou então, a solos com alta capacidade de adsorção de fosfato. Caso os solos apresentem baixa atividade de argila, deverão ser eutróficos e com baixa capacidade de adsorção de fosfato.

Moderado - Refere-se a terras com limitadas reservas de nutrientes devido a salinidade, acidez ou baixa reserva de nutrientes associadas a alta capacidade de adsorção de fosfato.

São solos salinos, porém nunca sódicos. Não sendo salinos, devem apresentar Areia  $< 850 \text{ g kg}^{-1}$  associada a uma das condições seguintes: quando com argilas de média atividade, devem apresentar saturação por alumínio maior que 30%; quando com argilas de baixa atividade, devem ser eutróficos e com alta capacidade de adsorção de fosfato.

Forte - Refere-se a solos com baixa reserva de nutrientes, associada ou não a elevada acidez ou com problemas de sodicidade não associada a salinidade.

São solos sódicos, porém nunca salinos. Não sendo solos sódicos, apresentam Areia  $= 850 \text{ g kg}^{-1}$  e com teor de carbono orgânico maior que  $6 \text{ dag kg}^{-1}$  de solo; não sendo solos salinos, sódicos ou com Areia  $= 850 \text{ g kg}^{-1}$ , são solos com argila de baixa atividade, distróficos, porém com saturação por bases (V) acima de 25%.

Muito Forte - Refere-se a solos extremamente pobres em nutrientes associados à elevada acidez ou com elevada salinidade associada à elevada sodicidade.

São solos salinos e sódicos. Quando não sódicos, apresentam Areia  $= 850 \text{ g kg}^{-1}$  e com teor de carbono orgânico menor ou igual a  $6 \text{ dag kg}^{-1}$  de solo. Sendo solos não sódicos e com Areia  $< 850 \text{ g kg}^{-1}$ , devem apresentar baixa atividade e saturação por bases muito baixa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os indicadores utilizados são simples e de fácil mensuração (baseados em análises de rotina em fertilidade e de salinidade), aplicáveis em diferentes escalas (bastando que sejam em condições homogêneas), extrapoláveis (independentes das

condições pedológicas ou climáticas), versáteis (parte dos indicadores podem ser utilizados para avaliar outras características quanto à aptidão agrícola) e relevantes às condições ecológicas (descrevem os principais processos de disponibilidade de nutrientes ou de toxicidade).

Adicionalmente, as regras de decisão construídas a partir destes indicadores possibilitaram o desenvolvimento de algoritmo computacional para a distinção dos graus de limitação das terras quanto à deficiência de fertilidade do solo (Figura 1). Pelo algoritmo, é possível identificar os fatores de limitação devidos aos seguintes atributos edáficos: alta salinidade e sodicidade (MF1), elevada salinidade (M1) ou elevada sodicidade (F1); solos com textura areia (F2) ou textura areia e baixo teor de carbono (MF2), solos com alta adsorção de fosfato, e com reservas de nutrientes alta (L1), média (L2) ou baixa (M3); solos com média reserva de nutrientes e rasos (L2) ou fortemente ácidos (M2); solos eutróficos com baixas reservas de nutrientes (L4), ou solos com baixa reserva de nutrientes e ligeiramente distróficos (F3) ou fortemente distróficos (MF3).

A partir das definições utilizadas para a determinação do grau de limitação, as regras de decisão possibilitaram a identificação das práticas de melhoramento que poderão ser aplicadas nos níveis de manejo B e C (Ramalho Filho & Beek, 1995).

Assim, pode-se prever para cada nível tecnológico e sistema de cultivo, não apenas o grau de limitação associado à determinada classe de aptidão (boa, regular, restrita), mas também se o nível tecnológico permite a adoção da prática agrícola necessária para a eliminação da limitação.

## CONCLUSÃO

Os critérios adotados permitiram a definição objetiva dos graus de limitação quanto à deficiência de fertilidade do solo.

## REFERÊNCIAS

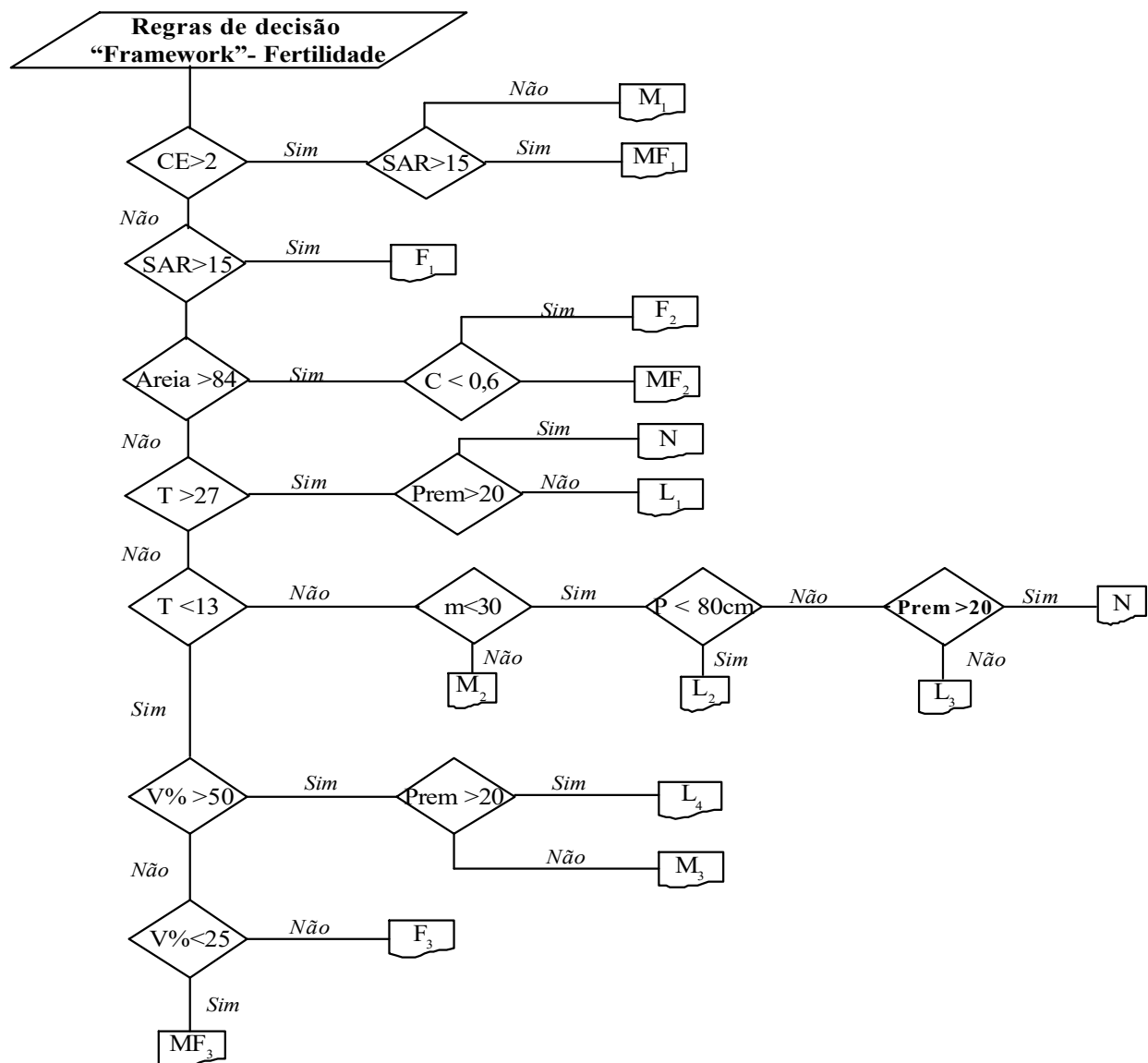
- GIBOSHI, M.L. Desenvolvimento de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra. Campinas:UNICAMP, 1999, 77p. (Dissertação de Mestrado).
- PEREIRA, L.C.; LOMBARDI NETO, F.; TOCCHETTO, M.R.L.; GOMES, M.A.F. Nova Abordagem do Fator de Limitação "Fertilidade do Solo" Utilizado na Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. In: XV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e de Água, 2004, Santa Maria.



Manejo: integrando a ciência do solo na produção de alimentos, 2004.

RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 1995. 65p.

SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; KLANT, E. Classificação da aptidão agrícola das terras: um sistema alternativo. Guaíba: Agrolivros, 2007, 70p.



**Figura 1.** Fluxograma para definição do grau de limitação da fertilidade do solo (N = nulo, L = ligeiro, M = moderado, F = forte e MF = muito forte), em função das variáveis: condutividade elétrica (CE), razão de adsorção de sódio (SAR), atividade da argila (T), saturação de bases (V%), teor de fósforo remanescente (P rem), teor de carbono (C), teor de areia (Areia), saturação de alumínio (m%) e profundidade do solo (P).