

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Sistema Alternativo de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras: Estudo de Caso em Senador Guimard, AC¹

ELAINE ALMEIDA DELARME LINDA⁽²⁾, WANDERSON HENRIQUE COUTO⁽³⁾, LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS⁽⁴⁾, CLEIGIANE DE OLIVEIRA LEMOS⁽⁵⁾, JAIRO RAFAEL MACHADO DIAS⁽²⁾ & PAULO GUILHERME SALVADOR WADT⁽⁶⁾

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de um sistema informatizado para a avaliação da aptidão agrícola das terras em escala de propriedade rural; Para avaliação do novo sistema, vinte e sete perfis de solos, distribuídos entre as ordens dos Latossolos, Plintossolos, Neossolos Flúvicos e Argissolos, todos localizados no município de Senador Guimard, Estado do Acre, obtidos de estudo de levantamento de solos, foram usados para simular a aplicação da metodologia. A avaliação dos resultados indicou que para 3 dos nove Latossolos e para dois de dois dos Neossolos, houve problemas na identificação dos fatores de limitação, resultando em indicação inadequada para o potencial de uso da terra. Para os demais solos (81% dos perfis avaliados), o sistema apontou corretamente a aptidão agrícola das terras. São feitas sugestões para o aperfeiçoamento da metodologia.

Palavras-Chave: (aptidão agrícola; uso da terra; capacidade de uso)

Introdução

A bacia do rio Solimões, localizada na porção central do Estado do Amazonas, entre os arcos de Iquitos e Purus, foi, até o Mioceno, palco de sedimentação que culminou com a deposição da Formação Solimões. No Neógeno, com a consolidação da cadeia andina, houve inversão da drenagem de oeste para leste, com o estabelecimento da atual bacia do rio Solimões, e ao longo do seu curso, em consequência dos seus meandros e da grande quantidade de material carreado em suspensão, houve deposição de sedimentos quaternários [1].

A Formação Solimões que ocorre ao longo das escarpas mais altas de parte dos rios Solimões, Coari e Purus. Esta é constituída por argilitos friáveis cinza a cinza esverdeados, com finas intercalações de areia, tendendo a ser mais arenoso no topo. Recobrimo esta unidade ocorre a Formação Içá, que também é constituída de sedimentos arenosos inconsolidados de coloração esbranquiçadas e argilitos cinza a

amarelados. A sedimentação quaternária configura os depósitos arenosos e argilosos das várzeas e ilhas do rio Solimões, também forma escarpas, porém de menor altura.

Neste ambiente, ocorrem solos desde pouco evoluídos pedologicamente, como Cambissolos [2], até solos mais intemperizados, como os Latossolos [3], associados a uma grande variabilidade de ambientes em curta extensão territorial, o que levou à necessidade do desenvolvimento de um sistema de avaliação da aptidão agrícola que possa ser aplicado em escala de propriedade rural, sem a necessidade de levantamentos pedológicos em escala detalhada.

Neste contexto, o presente trabalho aplicou uma nova proposta de sistema especialista para o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. A proposta consiste na inclusão de novos tipos de uso da terra, modificando a conceituação e a interpretação de nível tecnológico e redefinindo o escopo para os graus de limitação quanto a fertilidade do solo, deficiência de água, deficiência de oxigênio, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do sistema alternativo em perfis de Latossolos, Argissolos, Plintossolos e Neossolos Flúvicos do município de Senador Guimard, no Estado do Acre.

Material e Métodos

Para a classificação da aptidão agrícola das terras pelo sistema especialista foram utilizados dados obtidos de estudo de levantamento de solos no sistema de capacidade de uso a nível da pequena propriedade rural, município de Senador Guimard, Estado do Acre, na Amazônia sul-ocidental [4].

Somente as informações publicadas no referido levantamento foram utilizadas, incluindo dados da caracterização do local de abertura de perfis de solos e a descrição morfológica e caracterização física e química dos horizontes pedológicos [4].

O sistema especialista é baseado em algoritmo computacional que utiliza equações de pedotransferência para estimar propriedades do solo não determinadas analiticamente, como também, possui regras baseadas em decisões booleanas para a interpretação dos dados

¹ Projeto de pesquisa financiado pelo CNPq (Editais CT-Hidro e CT-Amazônia) e Embrapa

² Mestrando do Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, Bolsista CNPq, Universidade Federal do Acre. BR 364, km4, Campus Universitário, Rio Branco, AC, CEP 69900-970. E-mail: elaineadell@gmail.com.

³ Mestrando do Curso de Pós-graduação em Agronomia, Ciência do Solo, Bolsista CAPES, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 465, km 7, Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: whcouth@gmail.com.

⁴ Professor Associado do Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: lanjosh@ufrj.br. Bolsista CNPq e FAPERJ

⁵ Sistemas de Informação, Bolsista CNPq/Embrapa Acre. Rod BR 364, KM 14. Caixa Postal 321, Rio Branco, AC. CEP 69910-350. E-mail: cleigiane@cpafac.embrapa.br.

⁶ Engenheiro Agrônomo, D.Sci., Pesquisador A, Embrapa Acre. Rod BR 364, KM 14. Caixa Postal 321, Rio Branco, AC. CEP 69910-350. E-mail: paulo@cpafac.embrapa.br.

primários (informados pelo usuário) ou secundários (produzidos pelo sistema informatizado). O sistema pode ser acessado pela internet (www.satira.eti.br), na opção de menu de avaliação da aptidão agrícola das terras (SAAAT).

Outras informações necessárias para a realização da interpretação e não existentes na publicação original [4] foram: precipitação média anual, valor de referência de 1950 mm; a densidade das partículas, considerada para todos os solos como sendo de $2,6 \text{ dag dm}^{-3}$, e o teor de fósforo remanescente, estabelecido como sendo de 10 mg dm^{-3} para solos com teor de argila maior que 35 dag kg^{-1} ; de 20 mg dm^{-3} para solos com teor de argila entre 15 e 35 dag kg^{-1} ; e de 30 mg dm^{-3} para solos com teor de argila menor que 15 dag kg^{-1} . Para a declividade da gleba foi considerada a mediana do intervalo de declividade informado através da classe de relevo local.

Todas as unidades de paisagem na área de estudo foram representadas, cada uma, por um perfil pedológico, e foi considerado não haver risco de salinidade ou sodicidade.

As informações sobre a profundidade de restrição à drenagem foram associadas aos horizontes com presença de cores mosqueadas ou variegadas ou a indicativos de cores acinzentadas, independente da composição do material do respectivo horizonte. A profundidade do solo para avaliação das propriedades foi tomada como de até um metro, e nos perfis os horizontes foram descritos até esta profundidade ou abaixo desta, desde que não tenha sido relatado nenhum impedimento físico nas camadas superiores. A rochosidade e a pedregosidade foram identificadas como ausentes em todas as unidades de paisagem.

Para os demais dados requeridos pelo sistema (análises químicas e físicas nas profundidades de 0 a 25 cm, 25 a 60 cm e de 60 a 100 cm), foram calculados os valores das médias ponderadas de cada uma das camadas, a partir dos valores informados para cada horizonte pedológico. Para o cálculo da média ponderada, somou-se o produto do valor de cada propriedade do solo pela espessura do respectivo horizonte, dividindo-se pela espessura de cada uma das camadas a serem informadas no sistema (25 cm para a camada de 0 a 25 cm; 35 cm para a camada de 25 a 60 cm e, 40 cm para a camada de 60 a 100 cm).

As informações obtidas por meio da média ponderada foram: os teores de cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, potássio e sódio disponível e acidez potencial; teor de argila, areia e silte; e teor de carbono orgânico.

Exclusivamente para fins de atualização da classificação dos solos, os perfis pedológicos foram reclassificados quanto a Ordem e Subordem com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [5].

Os níveis tecnológicos (ou nível de manejo adotado) foram avaliados de acordo com os seguintes conceitos:

Para nível tecnológico A (NT-A) foi considerado o manejo onde há baixo uso de insumos externos e o máximo aproveitamento de recursos internos à

propriedade; o nível tecnológico B (NT-B) foi considerado aquele onde há maior intensidade no uso de insumos que sejam dependentes de capital, porém, sem dependência com a escala de aplicação (insumos cuja viabilidade econômica depende da escala produtiva, como por exemplo, a mecanização agrícola com uso de tratores); e, finalmente, o nível tecnológico C (NT-C) foi considerado como aquele dependente de capital e de escala de aplicação.

Os graus de limitação quanto à fertilidade do solo, deficiência de água, deficiência de oxigênio, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização foram classificados em cinco níveis (nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte), associados a um numeral indicativo do fator de limitação predominante (e não como indicativo da viabilidade de correção da limitação, como proposto no método original [6]).

Quanto ao uso da terra foram considerados: culturas anuais, culturas perenes, sistemas agroflorestais, pastagens e silvipastoris, silvicultura e extrativismo.

A aptidão agrícola, para cada um destes sistemas pode ser classificada em Boa, Regular, Restrita e Inapta. As classes de aptidão agrícola foram avaliadas independentemente para cada um dos três níveis tecnológicos.

Classe Boa: terras onde não houver nenhum fator de limitação que cause limitação abaixo de 90% de seu potencial de uso quando a viabilidade econômica e a viabilidade biológica das culturas cultivadas. Esta classe é representada pela notação grafada em letras maiúsculas.

Classe Regular: quando houver fatores de limitação que causem restrição ao uso da terra, diminuindo sua viabilidade econômica abaixo de 90% de seu potencial, porém, sem comprometer a viabilidade biológica em menos de 90% de seu potencial. Esta classe é representada pela notação grafada em letras minúsculas;

Classe Restrita: quando houver fatores de limitação que causem restrição ao uso da terra, diminuindo tanto a viabilidade econômica e biológica abaixo de 90% de seu potencial. Esta classe é representada pela notação grafada em letras minúsculas entre parênteses; e

Classe Inapta: quando houver fatores de limitação que causem inviabilização econômica a exploração agrícola ou resultem em degradação da capacidade produtiva da terra. Esta classe de aptidão é representada pela palavra 'inapta'.

A classificação da aptidão agrícola das terras, obtida pelo sistema especialista conforme os conceitos acima expostos, foi comparada com a classificação não especialista realizada no trabalho original, a qual foi feita conforme o sistema preconizado por Ramalho Filho & Beek [6].

Resultados e Discussão

A aptidão agrícola das terras pelo sistema alternativo foi realizada para nove Latossolos (Tabela 1), quatro Plintossolos (Tabela 2), dois Neossolos Flúvicos (Tabela 3) e doze Argissolos (Tabela 4). Nas tabelas citadas e resultados abaixo, são apresentados apenas os graus de limitação superior a nulo, para qualquer um dos fatores avaliados.

Para os Latossolos (Tabela 1), o grau de limitação para fertilidade variou de ligeiro a muito forte e o grau de limitação para susceptibilidade a erosão variou de ligeiro a moderado. Três dos nove perfis de Latossolos (11PM, 48R, 89R) também apresentaram grau de deficiência de água variando de ligeiro a moderado. O perfil 11PM apresentou uma estimativa para a capacidade total de armazenamento de água de apenas 31,8 mm (teor de silte+argila de 970 dag kg⁻¹). Os perfis 89R e 48R apresentaram estimativa para a capacidade de armazenamento de água de 75,1 e 100,4 mm, o que necessita ser melhor avaliado no futuro.

O grau de deficiência para fertilidade do solo ligeiro, encontrado em dois dos perfis (89R e 48R) são explicados pelo efeito da matéria orgânica em aumentar a CTC do solo, e esta CTC ser associada erroneamente a atividade de argila elevada (34 cmol₍₊₎ kg⁻¹, no perfil 89R e 27 cmol₍₊₎ kg⁻¹, no perfil 48R). Uma possibilidade para evitar este tipo de problema pode ser obtida pelo desconto da contribuição da matéria orgânica do solo sobre a CTC na camada superior (4,5 x teor de carbono orgânico), regra não adotada no algoritmo original. Com relação à aptidão agrícola, a exceção do perfil 89R, todos os demais foram classificados com tendo aptidão boa para culturas anuais ou perenes, nos NT-B e NT-C. No perfil 89R, a indicação para pastagens no NT-C foi atribuída em razão da deficiência de água estimada erroneamente. A aptidão para culturas perenes foi atribuída a susceptibilidade à erosão. No NT-A, a fertilidade do solo passa a ser um fator determinante para a menor aptidão agrícola, ao extremo de solos com 3% de saturação de bases ser indicado como com aptidão boa para extrativismo. Esta condição, com relação a fertilidade do solo, deveria estar restrita apenas a Neossolos Quartzarênicos.

Os quatro Plintossolos (Tabela 2) apresentaram deficiência de oxigênio variando de ligeiro a forte, deficiência de água variando de ligeiro a moderado, susceptibilidade à erosão moderada e impedimentos à mecanização variando de grau moderado a forte. A deficiência de fertilidade variou de grau ligeiro a moderado. Estas variações atendem às expectativas quando as limitações encontradas para os Plintossolos, de modo que a aptidão agrícola nestes solos tendeu a ser apropriada para pastagens, silvicultura ou mesmo extrativismo, na maioria dos casos e níveis tecnológicos.

Para os dois Neossolos Flúvicos (Tabela 3), foi estimado grau moderado de susceptibilidade à erosão, o que é provavelmente um equívoco se considerado a posição destes solos no relevo local e na paisagem regional. Este problema, também já identificado para Gleissolos, ocorre devido a estimativa da erodibilidade destes solos estar sendo considerada como o fator predominante mesmo para casos em que os solos são considerados como em área de várzea. A solução para este problema será passar a considerar a posição do solo na paisagem (área de sedimentação) ou associar à avaliação da erodibilidade características de solos de áreas de baixadas. No caso destes solos, a aptidão

agrícola indicada para o perfil 1ABR foi particularmente inadequada, por recomendar culturas anuais no NT-B e NT-C e culturas perenes no NT-A. Mas esta indicação foi dependente da avaliação equivocada para a susceptibilidade à erosão, quando associada aos demais fatores de limitação.

Para os Argissolos (Tabela 4), os fatores de limitação forma de graus ligeiro a moderado para fertilidade do solo, ligeiro para deficiência de água, ligeiro para deficiência de oxigênio, moderado para susceptibilidade a erosão e impedimentos à mecanização variando de ligeiro a forte. Observa-se para estes solos uma grande uniformidade para o grau de limitação quando este apresenta, para um dado perfil, grau superior a nulo. Em geral, no NT-B, estes solos apresentaram aptidão agrícola boa para culturas anuais ou culturas perenes; no NT-A, a aptidão agrícola boa para perenes e, em um único perfil, boa para pastagens ou silvipastoris (perfil 59R). Para o NT-C, a aptidão agrícola foi boa para culturas perenes ou pastagens. Estes resultados indicam que, para os Argissolos, tanto os fatores de limitação quando a indicação da aptidão agrícola estão coerentes com a expectativa de potencial de uso das terras pertencentes a esta ordem.

Conclusão

O sistema alternativo para avaliação da aptidão agrícola das terras mostrou-se adequado para a interpretação de Argissolos e Plintossolos, porém, frágil para Neossolos Flúvicos e Latossolos, exigindo nestes casos aperfeiçoamentos dos algoritmos.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro por meio dos editais CT-Amazônia, Casadinho e CT-Hidro.

Referências

- [1] HORBE, A.M.C.; PAIVA, M.R.P.; MOTTA, M.B.; HORBE, M.A. 2007. Mineralogia e geoquímica dos perfis sobre sedimentos neógenos e quaternários da bacia do Solimões na região de Coari - AM. *Acta Amazônia*, v. 37, p. 81-90.
- [2] VOLKOFF, B.; MELFI, A. J.; CERRI, C. C. 1989. Solos podzólicos e cambissolos eutróficos do alto rio Purus (Estado do Acre). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 13, n. 3, p. 363-372.
- [3] SILVA, J. R. T. 1999. **Solos do Acre: caracterização física, química e mineralógica e adsorção de fosfato**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 117 p. Dissertação de Doutorado..
- [4] RODRIGUES, T.E.; GAMA, J.R.N.F.; SILVA, J.M.L.; VALENTE, M.A.; SANTOS, E.S.; ROLIM, P.A.R. 2003. Caracterização e classificação de solos do município de Senador Guimard, Estado do Acre. Belém: Embrapa Amazônia Ocidental, 69p. .
- [5] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2006, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2a. Edição. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p.
- [6] RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K.J. 1995. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3.ed. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 65p.

Tabela 1. Classes de aptidão agrícola das terras indicadas pelo sistema alternativo, para solos da Ordem dos Latossolos, do município de Senador Guimard, Estado do Acre.

Ordem	SAAAT-NP	Considerações
Latossolo Amarelo (Perfil 1CQ; 4CQ); Latossolo Vermelho (Perfil 5EA) Latossolo Vermelho Amarelo (Perfil 17PM)	JBF: boa para culturas anuais no NT-B, boa para culturas perenes no NT-C e boa para pastagens e silvipastoris no NT-A.	Grau de limitação moderado para fertilidade (M3) e susceptibilidade à erosão (M1).
Latossolo Vermelho (Perfil 21PM e 4PM)	JBC: boa para culturas anuais nos NT-B e NT-C, boa para pastagens e silvipastoris no NT-A.	Grau de limitação moderado para fertilidade (M3) e ligeiro para susceptibilidade à erosão (L1).
Latossolo Vermelho (Perfil 11PM)	PKC: boa para culturas anuais no NT-C, boa para pastagens e silvipastoris no NT-B e boa para extrativismo no NT-A..	Grau de limitação muito forte para fertilidade (MF3), moderado para deficiência de água (M1) e ligeiro para susceptibilidade à erosão (L1).
Latossolo Vermelho (Perfil 48R)	DBF: boa para culturas anuais no NT-B e boa para culturas perenes nos NT-A e NT-C.	Grau de limitação ligeiro para fertilidade (L) e deficiência de água (L), e moderado para susceptibilidade à erosão (M1).
Latossolo Vermelho Amarelo (Perfil 89R)	MKL: bom para pastagens e silvipastoris nos NT-B e NT-C e bom para silvicultura no NT-A.	Grau de limitação ligeiro para fertilidade (L) e moderado para deficiência de água (M1) e susceptibilidade à erosão (M1).

Tabela 2. Classes de aptidão agrícola das terras indicadas pelo sistema alternativo, para solos da Ordem dos Plintossolos, do município de Senador Guimard, Estado do Acre.

Ordem	SAAAT-NP	Considerações
Plintossolo Háptico (Perfil 27PM)	DBL: boa para culturas anuais no NT-B, boa para culturas perenes no NT-A e boa para pastagens e silvipastoris no NT-C.	Grau de limitação ligeiro para deficiência de água (L) e deficiência de oxigênio (L) e moderado para susceptibilidade à erosão (M1) e impedimentos à mecanização (M1).
Plintossolo Háptico (Perfil 8EA)	MKL: boa para pastagens e silvipastoris nos NT-B e NT-C e boa para silvicultura no NT-A.	Grau de limitação ligeiro para deficiência de oxigênio (L), e moderado para deficiência de água (M1), susceptibilidade à erosão (M1) e impedimentos à mecanização (M1).
Plintossolo Háptico (Perfil 22PM)	PQR: boa para extrativismo nos três níveis tecnológicos.	Grau de limitação moderado para fertilidade (M3) e susceptibilidade à erosão (M1), ligeiro para deficiência de água (L), e forte para deficiência de oxigênio (F) e impedimentos à mecanização (F1).
Plintossolo Argilúvico (Perfil 13EA)	MKL: boa para pastagens e silvipastoris nos NT-B e NT-C e boa para silvicultura no NT-A.	Grau de limitação ligeiro para fertilidade (L) e deficiência de oxigênio (L), moderado para deficiência de água (M1) e susceptibilidade à erosão (M1), e forte para impedimentos à mecanização (F1).

Tabela 3 Classes de aptidão agrícola das terras indicadas pelo sistema alternativo, para solos da Ordem dos Neossolos Flúvicos, do município de Senador Guimard, Estado do Acre.

Ordem	SAAAT-NP	Considerações
Neossolo Flúvico (Perfil 1ABR)	DBC: boa para culturas anuais nos NT-B e NT-C e boa para culturas perenes no NT-A.	Grau de limitação ligeiro para deficiência de água (L) e susceptibilidade à erosão (L1).
Neossolo Flúvico (Perfil 11PC)	MKL: boa para silvicultura no NT-A boa para pastagens e silvipastoris nos NT-B e NT-C.	Grau de limitação ligeiro para fertilidade (L) e deficiência de oxigênio (L), e moderado para deficiência de água (M1) e susceptibilidade à erosão (M1).

Tabela 4. Classes de aptidão agrícola das terras indicadas pelo sistema alternativo, para solos da Ordem dos Argissolos, do município de Senador Guimard, Estado do Acre

Ordem	SAAAT-NP	Considerações
Argissolo Vermelho (Perfil 11EA)	DBF: boa para culturas anuais no NT-B e boa para culturas perenes nos NT-A e NT-C.	Grau de limitação ligeiro para fertilidade (L) e deficiência de água (L), moderado para susceptibilidade à erosão (M1) e ligeiro para impedimentos à mecanização (L2).
Argissolo Vermelho (Perfil 59R)	JBF: boa para culturas anuais no NT-B, boa para culturas perenes no NT-C e boa para pastagens e silvipastoris no NT-A.	Grau de limitação moderado para fertilidade (M3) e susceptibilidade à erosão (M1) e ligeiro para impedimentos à mecanização (L2).
Argissolo Vermelho (Perfil 54R; 52R; 8PM; 6PM; 1EA) Argissolo Vermelho Amarelo (Perfil 50R)	DBF: boa para culturas anuais no NT-B e boa para culturas perenes nos NT-A e NT-C.	Grau de limitação ligeiro para deficiência de água (L), moderado para susceptibilidade à erosão (M1) e ligeiro para impedimentos à mecanização (L2).
Argissolo Vermelho Amarelo (Perfil 12EA)	DEL: boa para culturas perenes no NT-A e NT-B e boa para pastagens e silvipastoris no NT-C.	Grau de limitação ligeiro para deficiência de água (L) e deficiência de oxigênio (L), e moderado para susceptibilidade à erosão (M1) e impedimentos à mecanização (F1).
Argissolo Vermelho Amarelo (Perfil 49R)	DEL: boa para culturas perenes no NT-A e NT-B e boa para pastagens e silvipastoris no NT-C.	Grau de limitação ligeiro para deficiência de água (L) e deficiência de oxigênio (L), e moderado para susceptibilidade à erosão (M1) e impedimentos à mecanização (M2).
Argissolo Vermelho Amarelo (Perfil 16PM)	DEL: boa para culturas perenes no NT-A e NT-B e boa para pastagens e silvipastoris no NT-C.	Grau de limitação ligeiro para fertilidade (L), deficiência de água (L) e deficiência de oxigênio (L), e moderada para susceptibilidade à erosão (M1) e impedimentos à mecanização (F1).
Argissolo Vermelho Amarelo (alítico) (Perfil 7EA)	DEL: boa para culturas perenes nos NT-A e NT-B e boa para pastagens e silvipastoris no NT-C.	Grau de limitação ligeiro para deficiência de água (L) e deficiência de oxigênio (L), moderado para susceptibilidade à erosão (M1) e forte para impedimentos à mecanização (F1).