

Validação de sistema de aptidão agrícola das terras em projeto de assentamento de Sena Madureira, Acre

Paulo Guilherme Salvador Wadt¹, Elaine Almeida Delarmelinda², Wanderson Henrique Couto³, Lúcia Helena Cunha dos Anjos⁴, Marcos Gervasio Pereira⁵

1. Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa. Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA-RO, Brasil. E-mail: paulogswadt@dris.com.br

2. Engenheira Agrônoma, Universidade Luterana do Brasil. Doutora em Ciências do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil. E-mail: elaineadell@gmail.com

3. Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Mestre em Ciências do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Engenheiro Agrônomo, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasil. E-mail: wanderson_couto@mda.gov.br

4. Engenheira Agrônoma, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Doutora em Ciências do Solo, Purdue University. Professora, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: lanjorsrural@gmail.com

5. Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Doutor em Ciências do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Professor, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: mgervasiopereira@gmail.com

RESUMO: Sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras são instrumentos importantes na elaboração de zoneamentos ecológicos, planejamentos e readequação do uso da terra. Todavia, exigem grande volume de recursos, nem sempre disponíveis na escala de campo exigida. Para sanar esta limitação pode-se desenvolver sistemas especialistas baseados em indicadores de fácil obtenção e aplicável a diversas escalas, desde o nível de propriedade rural até regional. Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, comumente utilizado no Brasil, frente a uma nova proposição baseada em indicadores parametrizáveis, testando seu desempenho na interpretação do potencial de uso da terra em projeto de assentamento agrícola no município de Sena Madureira, estado do Acre. Os indicadores requeridos pelo novo sistema foram obtidos de estudos de levantamento solos, sendo as classes em cada sistema comparadas quanto à indicação da aptidão agrícola em cada paisagem avaliada. O sistema especialista, mesmo adotando critérios distintos principalmente quanto à definição de nível tecnológico e de sistemas de uso da terra, apresentou semelhanças com o sistema convencional. Ele também propiciou uma análise mais detalhada dos fatores de limitação agrícola, mostrando maiores variações nos graus de limitação mesmo para solos pertencentes à mesma classe taxonômica, no nível de ordem e subordem.

Palavras-chave: Capacidade de uso da terra, reordenamento ambiental, Amazônia.

Validation of the land capability system in a project of agricultural settlement in Sena Madureira, Acre

ABSTRACT: The systems for evaluating land capability are important tools in developing ecological zoning, and for planning and land use re-ordination. However, they require large amounts of resources, not always available at the required field scale. To overcome this limitation, it is possible to develop expert systems based on easily accessible indicators, and appropriate to a wide range of scales, from the farm to the regional level. The objective of this study was to compare the customary land capability system used in Brazil with a new proposal based on parameterized indicators, and to test its performance for the interpretation of land use potential in an agricultural settlement in Sena Madureira municipality, Acre State. The indicators required by the proposed system were obtained from soil surveys, and the classes obtained by each system were compared regarding the land capability in each land evaluated. The expert system, even though it adopted different criteria mainly for definition of technological systems and land use, showed similarities with the customary system. The proposed system allowed a more detailed analysis of the agricultural limiting factors, and it showed larger variations of the degrees of limitation, even for soils with the same taxonomy class, at the order or suborder level.

Key-words: Land capability, environment re-ordination, Amazon.

1. Introdução

A utilização de sistemas de avaliação do potencial de uso da terra em zoneamentos agrícolas constitui importante instrumento no planejamento e ordenamento da terra visando o uso sustentável. Dentre as metodologias utilizadas no Brasil destacam-se o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT) (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995), utilizada na maior parte dos estados da federação e o Sistema de Capacidade de Uso da Terra (CUT) (LEPSCH, 1991), adotada principalmente na região sudeste do Brasil.

Ambos os sistemas são utilizados associados a levantamentos pedológicos, em nível de média a pequena escala (1:50.000 ou menor). Entretanto, mesmo quando utilizados em sistemas geográficos com uso de imagens de satélites, muitas vezes, os indicadores adotados são simplificados, como se observa nos trabalhos de Amaral et al. (2000) e de Wadt et al. (2004), podendo resultar em inconsistências entre ambientes distintos. Acrescente-se que o

uso da metodologia ao nível de pequenas propriedades rurais torna-se inapropriado devido aos elevados custos envolvidos nesse processo, dada a necessidade de dados provenientes de levantamentos pedológicos, que por sua vez demanda equipe especializada para sua realização.

Sugestões para o aprimoramento destes sistemas de avaliação do potencial agrícola das terras tem sido proposto por vários autores, como Pereira e Lombardi Neto (2004) que estudando o potencial de uso das terras de uma quadrícula de Ribeirão Preto-SP, propuseram a parametrização de vários indicadores e ajustes nos atributos do SAAAT com o intuito de adequar a metodologia a avaliações em levantamentos semidetalhados; Chagas et al. (2006) que adaptaram metodologia de avaliação das potencialidades dos solos para o cultivo de grãos no Oeste de Santa Catarina ou Schneider et al. (2007) que propuseram uma simplificação da metodologia para utilização de indicadores secundários, de fácil obtenção, suportada por bases cartográficas e quadro guias, para

avaliar as potencialidades das terras em escala de propriedade rural ou de microbacia hidrográfica. Acrescenta-se ainda nestes autores a adoção de indicadores baseados em propriedades dos solos, processo também observado na construção de mapas digitais de abrangência mundial (GLOBAL SOIL MAP, 2010).

Estas modificações tendem pela inclusão de novos indicadores e dos respectivos parâmetros diagnósticos, visando diminuir a dependência de levantamentos de solos e adequar os critérios de interpretação às características edáficas e fisiográficas das diversas regiões brasileiras.

Todos estes aprimoramentos apresentam em comum serem aplicados a uma condição específica, como por exemplo, uma determinada bacia hidrográfica (SCHNEIDER et al., 2007), um determinado nível tecnológico (PEREIRA; LOMBARDI NETO, 2004) ou dada região geográfica (CHAGAS et al., 2006), de forma que as regras propostas somente se aplicam para as condições previamente estabelecidas nestes estudos.

Por outro lado, outros autores (GIBOSHI, 1999; FERNANDES FILHO, 1996) tem procurado desenvolver sistemas especialistas que possam interpretar os dados obtidos de levantamento de solos, sem que haja necessariamente uma revisão dos atuais sistemas de classificação.

Outro denominador comum nestas proposições está na ausência de uma revisão do sistema original no qual se basearam, normalmente o SAAAT, de modo que sua aplicação fica restrita à condição para a qual foram propostos.

Recentemente, uma nova proposição foi proposta para o SAAAT, consistindo da inclusão de novos tipos de uso da terra e modificação da conceituação de nível tecnológico (WADT, 2013; DELARME LINDA et al., 2014; WADT et al., 2014), como também novo escopo para os graus de limitação, como por exemplo, quanto à fertilidade do solo (NÓBREGA et al., 2012; WADT, 2013), deficiência de água, deficiência de oxigênio, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização (WADT, 2013).

Neste contexto, esta pesquisa teve como finalidade avaliar esta nova proposição para o SAAAT, comparando como método original seu desempenho na interpretação da capacidade de uso da terra de um projeto de assentamento agrícola de Sena Madureira, Acre.

2. Material e Métodos

Visando proceder a validação do sistema informatizado foram utilizados dados de levantamento de reconhecimento dos solos do projeto de assentamento Favo de Mel (PA Favo de Mel), em Sena Madureira, AC, publicado pela Embrapa Acre (AMARAL; ARAÚJO NETO, 1998): a área de estudo está contida nas coordenadas geográficas de 9°09'46,7"S e 68°34'20,9"W; 9°16'33,2"S e 68°29'55"W; 9°19'28"S e 68°38'05"W e 9°12'25,5" S e 68°36'12,7" W, em uma região de clima tropical chuvoso (Grupo A, Köppen), de temperaturas médias anuais variando de 22 °C e 26 °C e precipitação pluviométrica anual de 2000 mm.

A principal unidade geológica da região é a Formação Solimões, caracterizada por solos cuja granulometria varia de arenosos à muito argilosos, frequentemente sob vegetação de Floresta Tropical Aberta com palmeiras e, ou, bambus (SILVEIRA et al., 2008).

Foram utilizados os dados dos perfis de solos descritos no trabalho de levantamento de reconhecimento de solos do PA Favo de Mel, comparando-se a interpretação realizada pelo

sistema informatizado com a publicada no trabalho original e que seguiu a metodologia do sistema convencional de avaliação da aptidão agrícola - SAAAT. Na comparação das metodologias, restringiu-se às informações estritamente relacionadas a descrição do perfil do solo, não sendo utilizada a paisagem regional da unidade de mapeamento.

As informações utilizadas foram: caracterização do local de abertura de perfis de solos, descrição morfológica e caracterização física e química dos horizontes pedológicos. Exclusivamente para fins de atualização da classificação dos solos, os perfis pedológicos foram reclassificados quanto a Ordem e Subordem conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) (Tabela 1).

Outras informações necessárias e não existentes na publicação original foram: a densidade das partículas, considerada para todos os solos como sendo de 2,6 dag dm⁻³, em razão desse ser o valor médio da densidade dos principais minerais (filossilicatos e tectossilicatos) que constituem um solo mineral médio (AMARO FILHO et al., 2008); o teor de fósforo remanescente, considerado ser de 10 mg dm⁻³ para solos com teor de argila maior que 350 g kg⁻¹, de 20 mg dm⁻³ para solos com teor de argila entre 150 e 350 g kg⁻¹ e de 30 mg dm⁻³ para solos com teor de argila menor que 150 g kg⁻¹ e a declividade do local de ocorrência do perfil, que no caso foi considerada a mediana da classe de relevo local.

Tabela 1. Correlação entre a classificação da publicação original e a classificação atualizada pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). / **Table 1.** Correlation between the classification of the original publication and classification updated by the Brazilian System of Soil Classification (SiBCS).

Perfil	Classificação na publicação original	Classificação atualizada SiBCS (2013)
Perfil 1	Podzólico Vermelho-Amarelo	Argissolo Amarelo
Perfil 4	Podzólico Vermelho-Amarelo	Argissolo Amarelo
Extra 4	Podzólico Vermelho-Amarelo	Argissolo Amarelo
Perfil 2	Podzólico Vermelho-Escuro	Argissolo Vermelho
Perfil 5	Podzólico Vermelho-Escuro	Argissolo Vermelho
Extra 1	Plintossolo Eutrófico	Plintossolo Háptico
Extra 2	Plintossolo Háptico	Plintossolo Háptico
Perfil 3	Plintossolo Álico	Plintossolo Argilúvico
Extra 3	Glei Pouco Húmico	Gleissolo Háptico

Para todas as unidades de paisagem, representadas cada uma por um perfil pedológico, 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. Embora esta interpretação possa conduzir a erros em outras regiões do país, na região de estudo, a presença desta coloração está implicitamente associada a limitações de drenagem.

A profundidade do solo foi considerada ser de até um metro quando os horizontes foram descritos até esta profundidade ou abaixo desta, desde que não tenha sido relatado nenhum impedimento físico nas camadas superiores. Por serem solos desenvolvidos sobre material sedimentar, a rochiosidade e a pedregosidade foram consideradas ausentes em todas as unidades de paisagem.

Para os demais dados requeridos pelo sistema, análises químicas (cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, potássio e sódio disponível, acidez potencial e carbono orgânico) e físicas (teor de argila, areia e silte) foram calculadas as médias ponderadas desses atributos, a partir dos valores informados para cada horizonte pedológico, nas profundidades de 0 a 25 cm, 25 a 60 cm e de 60 a 100 cm (Tabela 2). 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 (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).

Foram também obtidos outros indicadores de propriedades do solo por meio de equações de pedotransferência, capacidade de armazenamento de água no perfil do solo, erodibilidade do solo, porcentagem do volume de poros ocupado por ar e mudança textural (Tabela 3).

Os indicadores foram interpretados por meio de decisões booleanas aplicadas sobre os dados primários (informados pelo usuário) ou dados secundários (calculados pelo sistema), conforme método descrito por WADT (2013).

A capacidade de armazenamento de água no perfil do solo, também denominada de água disponível (AD), foi estimada pela diferença entre a água retida na capacidade de campo (CC) e a água retida no ponto de murcha permanente (PMP), as quais foram calculadas pelas equações de pedotransferência adaptadas de Arruda et al. (1987) conforme sugerido por Pereira e Lombardi Neto (2004) e utilizando-se a equação de Benites et al. (2007) para o cálculo da densidade do solo, conforme se segue:

$$D_s = [1,56 - (1,0005 \times \text{argila}) - (0,01 \times C) + (0,0075 \times SB)]$$

$$CC = \{ 3,07439 + [0,629239 \times (100 - \text{areia})] + [0,00343813 \times (100 - \text{areia})^2] \}$$

$$PMP = [398,889 \times (100 - \text{areia})] / [1308,09 + (100 - \text{areia})]$$

$$AD = \{ [(CC - PMP) / 10] \times \rho \times D_s \}$$

As estimativas da AD, CC e o PMP foram determinadas para cada camada de solo (0 a 25, 25 a 60 e 60 a 100 cm), e depois, calculadas para o perfil como um todo, considerando-se um aproveitamento parcial da água armazenada em função da camada de solo:

$$AD = [AD_{e1} + (0,78AD_{e2}) + (0,50 \times AD_{e3})]$$

Tabela 2. Atributos físicos e químicos dos perfis de solo do assentamento Favo de Mel em Sena Madureira-AC. / **Table 2.** Physical and chemical attributes of the settlement soil profiles Honeycomb in Sena Madureira-AC.

Perfil	Prof. cm	Argila	Areia	Silte	CO	Ca	Mg	K	Na	Al	Al+H
PA/P1	0-25	250	525	225	9,1	0,39	0,34	0,09	0,01	4,14	5,56
	25-60	480	370	150	3,0	0,50	0,18	0,04	0,01	5,48	5,93
	60-100	410	390	200	2,0	0,15	0,28	0,06	0,01	4,58	5,74
PA/P4	0-25	144	674	182	6,4	0,00	0,10	0,07	0,00	2,00	5,04
	25-60	211	583	20	2,4	0,00	0,12	0,03	0,01	2,02	4,01
	60-100	289	332	379	1,0	0,00	0,21	0,02	0,00	2,61	4,44
PA/Ex4	0-25	100	706	194	6,2	0,22	0,28	0,15	0,03	1,10	3,58
	25-60	250	610	119	2,7	0,04	0,40	0,04	0,01	1,78	3,65
	60-100	130	410	110	1,9	0,00	0,40	0,03	0,01	3,25	4,25
PV/P2	0-25	243	522	224	0,4	3,23	1,04	0,15	0,02	0,61	2,93
	25-60	459	349	150	2,2	0,67	1,57	0,07	0,01	3,37	2,46
	60-100	410	390	200	1,4	0,12	0,75	0,08	0,01	3,75	5,90
PV/P5	0-25	218	498	284	9,7	3,60	3,26	0,03	0,03	3,54	7,36
	25-60	288	435	276	2,7	2,15	3,66	0,02	0,02	8,72	11,41
	60-100	318	394	288	2,2	1,98	3,90	0,02	0,02	10,64	11,73
FT/P3	0-25	312	460	228	5,5	2,63	1,67	0,17	0,05	6,62	15,24
	25-60	703	100	197	1,8	2,10	9,07	0,26	0,1	25,92	52,76
	60-100	713	33	252	0,9	2,73	9,35	0,27	0,14	30	60
FX/Ex1	0-25	176	118	706	9,8	9,50	2,32	0,03	0,42	0,22	1,69
	25-60	434	230	336	4,1	5,78	4,68	0,03	0,33	5,32	13,43
	60-100	405	215	380	2,1	3,85	6,85	0,05	0,22	11,05	23,61
FX/Ex2	0-25	350	182	468	13,5	13,12	4,28	0,39	0,03	2,54	6,56
	25-60	613	53	335	4,9	1,88	4,42	0,31	0,03	19,15	39,50
	60-100	580	20	400	3,0	0,50	3,50	0,28	0,06	26,00	52,45
GX/Ex3	0-25	394	131	475	10,1	8,60	4,00	0,03	0,37	0,78	4,25
	25-60	570	135	295	3,9	4,65	4,68	0,03	0,22	5,95	15,30
	60-100	250	525	225	4,6	3,55	5,20	0,04	0,21	7,75	18,78

Onde: DS, densidade do solo, em g dm⁻³, CC, água armazenada da capacidade de campo, em %; PMP, água armazenada no ponto de murcha permanente em %, AD, água armazenada no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, em mm; argila, partículas de tamanho argila na fração na terra fina seca ao ar (TFSA), em dag kg⁻¹;

areia, partículas de tamanho areia na TFSA, em dag kg⁻¹; C, teor de carbono orgânico do solo, em cmolc kg⁻¹; SB, soma de bases trocáveis do solo, em cmolc kg⁻¹; p, espessura da camada do solo, em cm; e AD c1, AD c2 e ADc3 correspondem a quantidade de água disponível armazenada nas camadas de 0 a 25 cm, de 25 a 60 cm e de 60 a 100 cm de profundidade.

Tabela 3. Propriedades do solo estimadas a partir de equações de pedotransferência para a classificação dos graus de limitação. / **Table 3.** Soil properties estimated from pedotransfer equations for classifying the degrees of limitation

Perfil	Profundidade								
	0-25 cm		25-60 cm		60-100 cm		Todo perfil		
	AD1	A1	AD2	A2	AD3	A3	ADg	MT	Ke
PA/P1	37,91	47,27	52,12	42,7	56,64	40,15	10,89	1,56	0,23
PA/P4	36,53	55,65	55,26	57,84	58,28	35,12	108,78	1,40	0,22
PA/Ex4	35,51	58,23	53,15	51,83	63,60	46,46	108,77	2,50	0,23
PV/P2	38,30	46,68	49,23	40,56	58,72	40,48	106,06	1,88	0,22
PV/P5	39,52	43,57	56,08	38,48	62,56	36,91	114,55	1,27	0,25
FX/Ex1	24,52	26,85	44,10	33,88	49,97	31,09	83,91	2,58	0,41
FX/Ex2	27,74	32,57	21,16	38,44	19,94	37,87	54,23	1,74	0,31
FT/P3	38,77	42,25	27,64	37,34	23,33	36,9	72,00	1,27	0,24
GX/Ex3	25,05	31,12	33,84	31,26	37,09	36,65	70,00	1,46	0,36

D: declividade (%); Ker: coeficiente de erodibilidade (t.h.MJ⁻¹mm⁻¹); A: volume de poros ocupados por ar (%); AD: água disponível (mm); ADg: água disponível geral (mm); MT: gradiente textural.

Outro indicador utilizado foi a erodibilidade dos solos (Ke), calculada conforme equação de Williams (ZHANG et al., 2008):

$$Ke = \{0,2 + 0,3 \times \exp [-0,0256 \times \text{areia} \times (1 - \text{silte})/100]\} \times [(\text{silte}/(\text{argila} + \text{silte}))^{0,3}] \times \{1 - (0,25 \times C / (C + \exp(3,72 - 2,95 \times C)))\} \times \{1 - ((0,7 \times N) / (N + \exp(-5,51 + 22,9 \times N)))\}$$

Onde, Ke é a estimativa da erodibilidade do solo, em t.h.MJ⁻¹mm; N, corresponde ao fator de ajuste determinado pela expressão (1 - (Areia/100)); areia, silte e argila correspondem as porcentagens dessas frações na TFSA e C, teor de carbono, em dag kg⁻¹. Esta equação foi adotada por depender exclusivamente de propriedades do solo obtidas facilmente em análises laboratoriais de rotina.

O percentual de volume de poros ocupados pelo ar (A) foi determinado pelas expressões:

$$Vt = (1 - Ds/Dp)$$

$$A = [((Vt - CC) \times 100) / Vt]$$

Onde: A, volume de poros ocupados por ar, em %; Vt, porosidade total do solo, em %, CC, volume de água armazenado no solo, em %; Ds, densidade do solo, em g dm⁻³ e Dp, densidade das partículas do solo, em g dm⁻³.

A mudança textural, adimensional, foi calculada pela razão entre o teor de argila da camada intermediária (25-60 cm) e a camada superior (0-25 cm), pela expressão:

$$MT = \text{argila-i} / \text{argila-s}$$

Onde: MT = mudança textural, argila-i e argila-s, respectivamente, teor de argila da TFSA nas camadas de 25 a 60 cm e de 0 a 25 cm, em dag kg⁻¹.

Na classificação da aptidão das terras pelo sistema informatizado, foram adotados novos conceitos para níveis de manejo ou níveis tecnológicos:

Nível Tecnológico A (NT-A) foi considerado o manejo do solo baseado na adoção de práticas modernas em

agroecologia, cientificamente comprovadas ou baseadas em sólido conhecimento empírico que indique sua adequação à sustentabilidade do uso da terra, associada à baixa dependência de insumos externos à propriedade e o máximo de aproveitamento dos recursos internos à propriedade rural.

Nível Tecnológico B (NT-B) foi considerado o manejo do solo baseado na adoção de práticas voltadas para a maximização do uso da terra, com uso de técnicas agroecológicas ou convencionais que permitam a intensificação do uso dos recursos naturais e utilização de insumos para maximizar a produtividade; neste nível de manejo a mecanização quando presente será de baixa intensidade de uso e restrita a práticas não voltadas diretamente ao manejo do solo.

Nível Tecnológico C (NT-C), considerado o manejo do solo baseado na adoção de práticas voltadas para a otimização da lucratividade do uso da terra, com intensa utilização de insumos dependentes de capital, como fertilizantes e sementes melhoradas e de insumos dependentes de escala, como a mecanização agrícola.

Em síntese, neste sistema, o NT-C corresponde ao nível de manejo do solo preconizado para o sistema de Capacidade de Uso da Terra; o NT-B corresponde a uma agricultura moderna, baseada no uso intensivo de insumos, porém sem a aplicação da mecanização para otimizar a lucratividade da terra; o NT-A corresponde a moderna agricultura agroecológica.

Nesta nova conceituação, em qualquer um dos níveis tecnológicos entende-se que há a utilização de conhecimento empírico, assimilado por tradição, experiências causais, ingênuas ou não e o conhecimento científico, assimilado por sistema de proposições rigorosamente demonstradas, por meio de pesquisa, análise e síntese.

Abandonou-se, portanto, a conceituação anterior de que o

NT-A seria uma agricultura primitiva (técnica e culturalmente), o NT-C a agricultura avançada (também técnica e culturalmente) e o NT-B, a agricultura de nível intermediário entre estes dois extremos. A nova conceituação proposta implica que os diferentes níveis tecnológicos refletem visões e alternativas de uso da terra com base em princípios e conhecimento que possibilitam o uso sustentável da paisagem, refletindo, todavia, diferenças quanto à origem e intensidade de uso de tecnologias e insumos.

A adoção desta nova conceituação implica também na mudança do conceito processos de melhoramentos da terra. Por exemplo, o processo de correção da acidez do solo passa a ser uma técnica associada ao NT-C, e eventualmente ao NT-B, caso a correção não tenha que ser feita via mecanização agrícola. Por isto, nestes níveis tecnológicos, a acidez do solo não deve ser considerada como um fator de limitação de uso da terra, mas somente como uma medida necessária para que otimizar o uso do recurso terra no nível tecnológico considerado.

Em função desta nova conceituação, como também da necessidade de critérios objetivos, foi realizada ampla revisão na definição dos fatores de limitação para o uso da terra (deficiência de fertilidade do solo, deficiência de água, deficiência de oxigênio, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização), de modo que estes cinco fatores de limitação foram classificados em cinco níveis (Nulo, Ligeiro, Moderado, Forte e Muito Forte), associando um numeral indicativo ao processo funcional do solo afetado pela limitação identificada (por exemplo, salinidade, acidez do solo), e não mais como indicativo da viabilidade de correção da limitação, como ocorria no método original de Ramalho Filho e Beek (1995).

Para todos os fatores de limitação acima relacionados, o grau Nulo e Ligeiro refere-se a ausência de limitações que não possam ser superadas facilmente dentro do respectivo nível tecnológico. Deve-se atentar, que um dado processo que ocorra no solo poderá resultar em graus de limitação distinto em função do nível tecnológico adotado. Por exemplo, o baixo estoque de nutrientes promove uma limitação maior no NT-A, que no NT-C, já que neste último, a prática da fertilização mineral deve ser considerada como uma tecnologia disponível e utilizada corriqueiramente.

No grau de limitação Moderado, a viabilidade do uso da terra dependerá da adoção de sistemas que resultem em menor demanda pelos fatores edáficos relacionados a produtividade da terra.

Para os graus de limitação Forte e Muito Forte, as limitações ocorrem com intensidade que somente a redução da intensidade de uso da terra com sistemas conservacionistas será sustentável em médio a longo prazo. Nestes graus, deve-se considerar que o uso da terra com sistemas de produção intensivos pode resultar em grave processo de degradação de sua capacidade produtiva.

As conceituações detalhadas dos diferentes graus de limitação foram baseadas nos critérios descritos detalhadamente por Wadt (2013).

Quanto ao uso da terra foram considerados os seguintes tipos principais:

- Culturas anuais: cultivo do solo com espécies agrícolas de ciclo produtivo de curta duração (até um ano e meio) e rápido crescimento (implicando em exigências nutricionais elevadas), representando a condição de uso mais intensivo do solo. Neste

sistema de uso da terra há necessidade de novas operações de cultivo a cada ciclo produtivo, sendo exemplo típico o cultivo de cereais e exemplos marginais, o cultivo de cana-de-açúcar e de culturas bianuais, como a mandioca. Adotou-se a notação A, B e C para este tipo de uso da terra, respectivamente para os NT-A, NT-B e NT-C;

- Culturas perenes: cultivo do solo com espécies agrícolas cuja duração do ciclo produtivo se prolonga por vários anos e, embora sejam exigentes no uso dos recursos edáficos, sua adoção implica em redução na frequência de operações de preparo do solo e de plantio, proporcionando menor exposição da terra aos processos erosivos. São exemplos típicos a cafeicultura e citricultura e exemplos marginais, as capineiras. O componente arbóreo. Quando presente, ocorre em monocultivos, como pomares de frutíferas arbóreas em geral. Adotou-se a notação D, E e F para este tipo de uso da terra, respectivamente para os NT-A, NT-B e NT-C;

- Sistemas agroflorestais: cultivo do solo com onde haja a combinação de culturas arbóreas com outras espécies agrícolas, em sistema consorciado. Representam o uso de solo de média intensidade, porém, com maior plasticidade quanto a exigências edáficas. Neste sistema o aproveitamento da fertilidade do solo e da disponibilidade hídrica é melhorado e há menor exposição aos processos erosivos, à exceção do período de implantação do sistema. Se houver previsão de plantios anuais em mais de 50% da área da gleba, o sistema deve ser considerado como mais intensivo (anuais ou perenes). Adotou-se a notação G, H e I para este tipo de uso da terra, respectivamente para os NT-A, NT-B e NT-C;

- Pastagens e silvipastoris: utilização do solo com sistemas de média intensidade de uso, caracterizados pela manutenção da vegetação ou cobertura do solo de forma permanente (durante todo o ano) e baixa exportação de nutrientes, constituídos por pastagens de gramíneas, leguminosas ou consórcios entre estas, e dedicados ao pastoreio direto. O componente arbóreo, quando presente, representa menos de 20% da área de cobertura do solo. Adotou-se a notação J, K e L para este tipo de uso da terra, respectivamente para os NT-A, NT-B e NT-C;

- Silvicultura: sistema de uso da terra de baixa intensidade, caracterizado por cultivos florestais, equiâneos ou não, com operações de manejo do solo concentradas somente na época da implantação do sistema e da colheita, sendo que esta ocorre com intervalos ou ciclos de vários anos após o plantio, havendo baixa exposição aos processos erosivos, porém podendo implicar em grande remoção de nutrientes na fase da colheita. Exemplos típicos são os cultivos de florestas plantadas de eucaliptos e espécies arbóreas para produção de lenha, celulose ou madeira. Adotou-se a notação M, N e O para este uso da terra, respectivamente para os NT-A, NT-B e NT-C.

- Extrativismo: sistema de uso da terra de baixa intensidade, em que ocorre a exploração de espécies da vegetação original, preservando-a e implicando na ausência de operações de manejo do solo que altere sua condição original ou lhe exponha a qualquer processo erosivo de maior intensidade; a exportação de nutrientes também é mínima nestes sistemas. Adotou-se a notação P, Q e R para este uso da terra, respectivamente para os NT-A, NT-B e NT-C.

Nesta conceituação, áreas de preservação permanente (APP) não são consideradas para sua classificação quanto à aptidão agrícola, por entender-se que sua identificação e

por entender-se que sua identificação e classificação é afetada por normas e legislação ambiental, independentemente de suas características agrônomicas e da sustentabilidade que possa proporcionar aos sistemas de produção agrícola. Neste sentido, as identificações das APPs são consideradas prioritárias sobre a aptidão agrícola, ou seja, somente faz sentido determinar a aptidão agrícola das áreas que não são caracterizadas como APP.

A aptidão agrícola foi classificada como Boa, Regular, Restrita e Inapta, para cada um dos níveis tecnológicos e tipos de uso da terra, tomando-se como base os requisitos que inferem na sustentabilidade do uso da terra e na sua viabilidade agrícola e biológica.

Considerou-se viabilidade agrícola a condição da terra em sustentar a produção agrícola sem exigir níveis crescentes de insumos além daquele normalmente considerado apropriado para o respectivo nível tecnológico, resultando em margem de lucro e sustentabilidade adequada para a exploração agrícola; viabilidade biológica foi considerada a capacidade do solo em acumular biomassa em níveis adequados, porém, exigindo níveis crescentes de insumos para manter o mesmo nível produtivo, portanto, com perda de sua sustentabilidade em longo prazo (DIAS FILHO, 2007).

Neste contexto, as classes foram conceituadas como:

Classe Boa: terras onde não haja limitação que cause diminuição do seu potencial de uso em relação a sua viabilidade agrícola e a viabilidade biológica. Esta classe foi representada pela notação grafada em letras maiúsculas.

Classe Regular: quando houver fatores de limitação que causem restrição ao uso da terra, diminuindo sua viabilidade agrícola, porém, sem comprometer a viabilidade biológica. Esta classe foi representada pela notação grafada em letras minúsculas;

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

Classe Inapta: quando houver fatores de limitação que causem inviabilização econômica da exploração agrícola pela elevada exigência de insumos ou promova de forma irreversível a degradação da capacidade produtiva da terra. Esta classe de aptidão é representada pela palavra 'inapta'.

A classificação da aptidão das terras, obtida pelo sistema informatizado e construído com base nas conceituações e critérios acima descritos, foi comparada com a classificação realizada no trabalho original, a qual foi feita conforme o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras - SAAAT (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995). Utilizou-se a mesma classificação do trabalho original, para evitar qualquer possibilidade de tendenciosidade na interpretação.

3. Resultados e Discussão

Os perfis avaliados foram três Argissolos Amarelos (PA/P1, PA/P4 e PA/Ex4), dois Argissolos Vermelhos (PV/P2 e PV/P5), um Plintossolos Argilúvicos (FT/P3), dois Plintossolos Háplicos (FX/Ex1 e FX/Ex2) e um Gleissolo Háplico (GX/Ex3).

Na classificação da aptidão agrícola das terras pelo sistema convencional (SAAAT), os três Argissolos Amarelos (PA/P1, PA/P4 e PA/Ex4) foram classificados como de Aptidão Restrita para pastagens naturais (Tabela 4).

Esta indicação da aptidão para pastagens naturais é uma

das principais inconsistências do SAAAT, que quando aplicado em determinado bioma cuja vegetação natural não seja pastagens, pode resultar em indicação ecologicamente inapropriada. Além disto, do ponto de vista agrícola, não faz sentido a indicação de um uso em função de sua cobertura natural; esta situação valeria inclusive para regiões onde há ocorrência de pastagens naturais. Por exemplo, a aptidão para pastagens naturais indicada por Pedron et al. (2006) esteve sempre associada a áreas com aptidão restrita a culturas anuais nos níveis tecnológicos A ou B, sendo a aptidão para pastagens uma condição de uso da terra imposta pelas limitações ao uso agrícola, antes que uma situação inerente do tipo de cobertura vegetal do bioma avaliado.

No trabalho original, estes solos foram considerados com aptidão restrita para pastagem natural devido apresentarem grau de limitação Muito Forte para deficiência de fertilidade, ou seja, foram solos mal providos de nutrientes e com remotas possibilidades de serem utilizados com cultivos agrícolas (RAMALHO-FILHO; BEEK, 1995).

O sistema informatizado também indicou grau de limitação variando de Forte a Muito Forte para deficiência de fertilidade. Contudo, quando se considera o nível tecnológico C, as limitações existentes seriam passíveis de correção, tornado possível o uso mais intensivo do Argissolo Amarelo (perfil PA/P1). Além disto, altos teores de alumínio trocável, associados a solos eutróficos ou com altos teores de bases trocáveis em solos com presença de minerais 2:1 não são considerados adequados como indicadores de acidez nestes ambientes (GAMA; KIEHL, 1999; WADT, 2002), e, portanto, não podem ser considerados como determinantes da limitação por deficiência de fertilidade.

O sistema informatizado indicou para o Argissolo Amarelo (PA/P1) aptidão Boa para culturas anuais no NT-C. Analisando os indicadores obtidos para esse perfil, somente a deficiência de fertilidade foi limitante, sendo este fator de pouca relevância para o NT-C onde o uso de fertilizantes é uma prerrogativa do sistema de produção. Nos níveis tecnológicos A e B, a indicação foi de aptidão Boa para pastagens e silvipastoris.

Para os demais Argissolos foi indicada aptidão Boa para pastagens e silvipastoris no NT-B, Boa para silvicultura no NT-C e Boa para extrativismo no NT-A, em função da associação da limitação por deficiência de fertilidade e por susceptibilidade à erosão.

A indicação de aptidão Boa para pastagens é distinta da indicação do uso para pastagens naturais. No caso presente, a indicação de aptidão Boa para pastagens e silvipastoris decorre de limitações de fertilidade do solo (NT-A) e susceptibilidade a erosão (NT-B), sem relação com a cobertura natural.

A utilização de mais de um nível tecnológico vem sendo abandonada nos estudos de aptidão agrícola (FLORIO et al., 1999; GOMES et al., 2005) por ser o nível primitivo, conforme conceituado por Ramalho Filho e Beek (1995), atualmente inexistente em várias regiões do país. Por outro lado, na nova conceituação proposta, o NT-A, entendido como uma agricultura de base agroecológica, é compatível mesmo nas regiões com agricultura mais desenvolvida, e com exigências para sua sustentabilidade distinta daquela do NT-B e, principalmente, do NT-C.

Mesmo assim, a regra proposta no sistema informatizado

não está completamente satisfatória para os dois Argissolos Amarelos (PA/P4 e PA/Ex4), pois a aptidão no NT-C nestes dois perfis pode ter sido subestimada quanto a magnitude do grau de limitação para suscetibilidade à erosão, uma vez que a declividade de 5% não é limitante para cultivos de lavouras perenes neste nível tecnológico e o coeficiente de erodibilidade foram os menores entre os perfis avaliados (Figura 1).

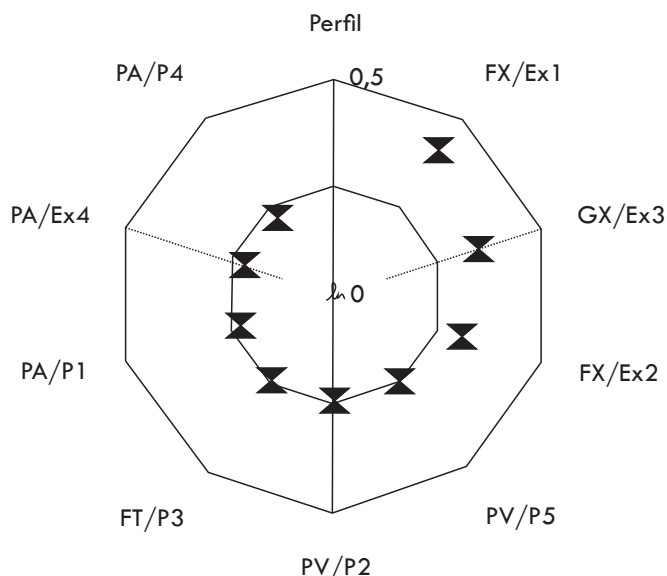


Figura 1. Coeficiente de erodibilidade (K_e) da camada superficial, estimado por equação de pedotransferência, para os nove perfis de solos avaliados: três Argissolos Amarelos (PA/P4; PA/Ex4; PA/P1), dois Argissolos Vermelhos (PV/P2; PV/P5), Gleissolo Háplico (GX/Ex3) e Plintossolos Háplicos (FX/Ex2; FX/Ex1) e Plintossolo Argilúvico (FT/P3), em $MJ\ mm\ (ha\ h)^{-1}$. / **Figure 2.** Coefficient of erodibility (K_e) the surface layer, estimated by equation pedotransfer, for the nine profiles evaluated soils: three Argissolos Yellow (PA / P4; PA / Ex4; PA / P1), two Argissolos Red (PV / P2; PV / P5), Gleysol Haplic (GX / Ex3) and Plinthosols Haplic (FX / Ex2, FX / Ex1) and Plinthosol Argilúvic (FT / P3) in $MJ\ mm\ (ha\ h)^{-1}$.

Os dois sistemas de avaliação do potencial agrícola das terras tiveram respostas semelhantes com relação a avaliação do grau de limitação para suscetibilidade à erosão, apesar do sistema informatizado considerar também a erodibilidade como um indicador de susceptibilidade à erosão. A erodibilidade não tem sido considerada como um fator de avaliação do grau de susceptibilidade a erosão (CHAGAS et al., 2006; PEREIRA; LOMBARDI NETO, 2004), e em avaliação da aptidão das terras para culturas agrícolas específicas, nem mesmo a susceptibilidade à erosão tem sido considerada (ARAÚJO; ASSAD, 2001). Este indicador, por ser derivado de uma equação de pedotransferência, pode diminuir o grau de precisão da decisão, porém, acrescenta uma informação valiosa para a sustentabilidade do uso da terra.

Com relação aos Argissolos Vermelhos, no perfil PV/P5, o SAAAT indicou aptidão Restrita para silvicultura e, ou, pastagem natural atribuídas a relevo, toxicidade de alumínio e baixo estoque de nutrientes, enquanto o sistema informatizado indicou aptidão de classe Boa para pastagens e silvipastoris no NT-A, Boa para culturas perenes no NT-B e Boa para culturas anuais no NT-C, pela deficiência de fertilidade de grau Moderada.

Poucos autores não adotam a deficiência de fertilidade como um critério de classificação das terras; por exemplo, Rasheed e Venugopal (2009) avaliando a aptidão de terras para cana-de-açúcar na Índia utilizaram apenas parâmetros

climáticos e características físicas do solo. Por outro lado, a deficiência de fertilidade tem sido considerada na maioria dos trabalhos, embora, adotando-se critérios distintos. Por exemplo, Chagas et al. (2006) utilizaram para avaliar a deficiência de fertilidade a CTC, a saturação por bases, a saturação por alumínio e a textura do solo. Gomes et al. (2005) utilizaram o critério de solos de caráter álico para determinar o grau de deficiência em fertilidade para fins de reflorestamento. Entretanto, estes autores, utilizam estes critérios de forma independentes com outras características do solo; por exemplo, não distinguem o problema do caráter álico ou da elevada saturação por alumínio em função da mineralogia do solo, o que cria possibilidades de interpretações equivocadas em ambientes singulares como os solos da formação Solimões (MARQUES et al., 2002).

Para o segundo Argissolo Vermelho (PV/P2) sua aptidão foi definida como Restrita para culturas no nível NT-A e Regular para culturas nos NT-B e NT-C, dado que sua classificação morfológica indicou a classe de drenagem Mal Drenado.

O sistema informatizado não identificou problemas de drenagem neste solo, resultando em aptidão Boa para culturas perenes no NT-A e Boa para culturas anuais nos NT-B e NT-C. Esta classificação foi resultante do grau de limitação Ligeiro para suscetibilidade à erosão, já que o coeficiente de erodibilidade situou-se entre 0,1 a 0,3 $MJ\ mm\ (ha\ h)^{-1}$. A classe de drenagem mal drenado indicada no trabalho original não foi consistente com a ausência de cores variegadas ou mosqueadas e pela estimativa do volume de poros com ar no solo, associado ao relevo suave ondulado.

Neste solo, pelo sistema informatizado houve identificação de grau de limitação ligeiro para deficiência de água, mesmo em região com precipitações anuais na ordem de 2000 mm anuais. Isto se explica pelo sistema informatizado considerar a estimativa da capacidade de armazenamento de água solo, como proposto por Pereira e Lombardi Neto (2004).

A tendência de se aprimorar os indicadores de disponibilidade hídrica tem sido constante na literatura, alguns autores utilizando dados históricos de precipitação para definir a disponibilidade hídrica (MARQUES; DANIEL, 2000) ou mesmo dados de balanço climático para culturas específicas (ARAÚJO; ASSAD, 2001). No caso da região em estudo, a ocorrência de vegetação primária da tipologia Floresta Aberta com bambus tem sido associada a deficiência hídrica causada pela junção de solos pouco profundos, argilosos e com elevada atividade de argila (SILVEIRA et al., 2008).

Para os Plintossolos, o SAAAT indicou aptidão variando de Regular a Restrita para lavouras, nos três níveis tecnológicos. A drenagem foi considerada de grau imperfeita nos três perfis analisados, o que se justifica pela formação desses solos ser atribuída a expressiva plintização, implicando em condições de restrição à percolação de água e excesso de umidade (OLIVEIRA, 2008). Por outro lado, o sistema informatizado associou estes solos ao grau de limitação de Ligeiro a Muito Forte quanto à deficiência de oxigênio, Ligeiro a Forte quanto a impedimentos à mecanização, Ligeiro para susceptibilidade à erosão e de Ligeiro a Moderado para deficiência de fertilidade do solo. Em dois perfis (FT/P3 e FX/Ex1), foi também encontrado grau de limitação Ligeiro para deficiência

de água. Helsseln (1997) também avaliando a aptidão de Plintossolos em um assentamento no estado do Rio Grande do Sul identificou restrição à drenagem nessa ordem de solos, no entanto o autor utilizou uma metodologia adaptada a região e baseada em levantamento detalhado dos solos da área identificando a aptidão a partir de quadros- guia desenvolvidos de acordo com as peculiaridades da região estudada.

Este cenário resultou em indicação de aptidão Boa para extrativismo no NT-A e NT-B para o FT/P3, cujo perfil apresentou grau de limitação Forte no que tange a deficiência

de oxigênio e suscetibilidade à erosão. Considerando que esse perfil apresenta restrição a drenagem a partir dos 20 cm de profundidade e sendo, portanto, mal drenado, o sistema especialista indicou grau de limitação Muito Forte, adequado as limitações geralmente apresentadas por essa ordem de solo. No entanto a aptidão não poderia ser classificada como Boa para o extrativismo, já que apesar dessa atividade não resultar em intenso uso do solo e consistir da extração de produtos oriundos de espécies nativas, a condição de área muito mal drenada resulta em restrições quanto à trafegabilidade.

Tabela 4. Comparativo das classificações da aptidão agrícola das terras realizadas pelo sistema convencional e pelo sistema especialista. / **Table 4.** Comparison of the classifications of agricultural potential of the land held by the conventional system and the expert system.

Notações para os perfis	SAAAT ⁽¹⁾	Considerações SAAAT	Sistema Informatizado- SI ⁽²⁾	Considerações SI
PA/P1	5(n): restrita para pastagem natural.	Apesar do relevo ser bastante limitante, esta classe apresenta a alta toxidez de alumínio e o baixo conteúdo de nutrientes como fator predominantemente limitante.	JKC: boa para pastagens e silvipastoris nos NT-A e NT-B, e boa para culturas anuais no NT-C.	Grau de limitação forte para deficiência de fertilidade (F3) e ligeiro para susceptibilidade à erosão (L1).
PA/P4	5(n): restrita para pastagem natural.	Idem acima.	PKO: boa para extrativismo no NT-A, boa para pastagens e silvipastoris no NT-B e boa para silvicultura no NT-C.	Graus de limitação muito forte para deficiência de fertilidade (MF3), ligeiro para deficiência de oxigênio (L) e moderado para susceptibilidade à erosão (M1).
PA/Ex4	5(n): restrita para pastagem natural.	Idem acima.	PKO: boa para extrativismo no NT-A, boa para pastagens e silvipastoris no NT-B e boa para silvicultura no NT-C.	Grau de limitação muito forte para deficiência de fertilidade (MF3) e moderado para susceptibilidade à erosão (M1).
PV/P2	2(a)bc: restrita para lavoura no manejo primitivo, regular para lavoura nos sistemas de manejo transicional e avançado.	Devido à associação esta classe apresenta drenagem imperfeita como fator limitante.	DBC: boa para perenes no NT-A e boa para culturas anuais nos NT-B e NT-C.	Grau de limitação ligeiro para deficiência de fertilidade (L), deficiência de água (L) e para susceptibilidade à erosão (L1).
PV/P5	5sn: restrita para silvicultura e, ou, pastagem natural.	Idem acima.	JEC: boa para pastagens e silvipastoris no NT-A, boa para culturas perenes no NT-B e boa para culturas anuais no NT-C.	Grau de limitação moderado para deficiência de fertilidade (M) e ligeiro para susceptibilidade à erosão (L1).
FX/Ex1	2(a)bc: restrita para lavoura no manejo primitivo, regular para lavoura nos sistemas de manejo transicional e avançado.	Deficiência de oxigênio, devido à drenagem imperfeita.	DBL: boa para culturas perenes no NT-A, boa para culturas anuais no NT-B e boa para pastagens e silvipastoris no NT-C.	Grau de limitação ligeiro para deficiência de fertilidade (L), deficiência de água (L) e deficiência de oxigênio (L), susceptibilidade à erosão (L1) e para impedimentos à mecanização (L1).
FX/Ex2	2(a)bc: restrita para lavoura no manejo primitivo, regular para lavoura nos sistemas de manejo transicional e avançado.	Idem acima.	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 fertilidade (L) e deficiência de oxigênio (L), e forte para impedimentos à mecanização (F1).
FT/P3	3(abc): restrita para lavoura no sistema de manejo primitivo, transicional e avançado.	Idem acima.	PQ: boa para extrativismo nos níveis NT-A e NT-B.	Grau de limitação moderada para fertilidade (M3), ligeiro para deficiência de água (L) e susceptibilidade à erosão (L1), muito forte para deficiência de oxigênio (MF) e forte para impedimento à mecanização (F1).
GX/Ex3	2ab: regular para lavoura nos sistemas de manejo primitivo e transicional.	O fator limitante para esta classe é a deficiência de oxigênio.	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 fertilidade (L) e deficiência de oxigênio (L), e forte para impedimentos à mecanização (F1).

⁽¹⁾ Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras; ⁽²⁾ Sistema Informatizado. (PA/, Argissolo Vermelho-Amarelo; PV/, Argissolo Vermelho; FX/ Plintossolo Háptico; FT/, Plintossolo Argilúvico; GX/, Gleissolo Háptico; /P1, /P2, /EX1, /EX2... correspondem respectivamente a perfil 1, perfil 2... perfil extra 1, perfil extra 2, respectivamente).

Para o FX/Ex1 o sistema indicou aptidão Boa para culturas perenes no NT-A, Boa para culturas anuais no NT-B, e Boa para pastagens e silvipastoris no NT-C, apresentando apenas graus de limitação Ligeiros. A deficiência de fertilidade de grau Ligeiro esteve relacionada a alta atividade de argila somada ao eutrofismo e a alta capacidade de adsorção de fósforo que proporcionou a limitação, tornando a aptidão Regular para culturas anuais no NT-A, onde há baixo uso de insumos externos à propriedade, e para o NT-C a deficiência de oxigênio limitou o uso da terra em razão do solo apresentar restrição à drenagem a partir dos 0,6 m de profundidade.

Para o FX/Ex2 o sistema identificou aptidão Boa para culturas perenes nos NT-A e NT-B e Boa para pastagens e silvipastoris no NT-C. Ocorreu a indicação de grau de limitação Forte para impedimentos à mecanização (Tabela 4) em decorrência da restrição à drenagem a partir dos 0,2 m de profundidade.

O Gleissolo (GX/Ex3) quando avaliado pelo SAAAT, apresentou aptidão Regular para lavouras nos sistemas de manejo primitivo e intermediário, e sem aptidão para o sistema de manejo avançado, tendo sido identificado como limitação a deficiência de oxigênio. No sistema especialista, foi considerado como tendo aptidão Boa para culturas perenes no NT-A e NT-B e Boa para pastagens no NT-C. O sistema informatizado identificou como grau de limitação Ligeiro para fertilidade e deficiência de oxigênio e grau Forte para impedimentos à mecanização. Claramente, falhou ao não identificar a maior restrição à deficiência de oxigênio (por serem estes solos sujeitos a alagação periódica). O sistema indicou limitação forte para impedimentos à mecanização em decorrência deste solo apresentar profundidade de restrição à drenagem a partir dos 0,2 m, implicando na necessidade de revisão das regras adotadas pelo sistema informatizado para avaliar de forma adequada solos desta ordem.

Streck (1992) avaliando Gleissolos em uma microbacia do estado do Rio Grande do Sul propôs uma metodologia também fundamentada em levantamentos de solos e inseriu parâmetros de perdas de solo para os tipos de uso e as práticas conservacionistas recomendadas.

Embora os dois sistemas testados não sejam completamente comparáveis, por adotarem critérios distintos principalmente quanto à definição de nível tecnológico e de sistemas de uso da terra, foi possível constatar algumas semelhanças entre as interpretações para o potencial de uso da terra obtido por cada um destes sistemas.

Em geral, o sistema informatizado resulta em uma análise mais detalhada, refletindo maiores variações nos graus de limitação mesmo para solos pertencentes à mesma ordem e subordem. Por outro lado, o sistema informatizado mostrou-se incoerente principalmente para a análise do Gleissolo, sugerindo a necessidade de aprimoramento das regras de decisão. A constatação de grau Forte para impedimentos à mecanização devido à profundidade de restrição à drenagem também pode estar sendo estimada de forma imprecisa.

4. Conclusão

A utilização de um sistema especialista baseado em indicadores de paisagem de fácil verificação, e nas propriedades físicas e químicas de solos determinadas diretamente ou por meio de equações de pedotransferência foi promissora na interpretação do potencial de uso da terra,

alcançando na maioria dos casos resultados mais coerentes que o sistema convencional.

O sistema especialista falhou, principalmente, quanto à determinação do grau de limitação para suscetibilidade à erosão para solos com severas restrições à drenagem, como no caso do Gleissolo, sendo necessário a revisão de algumas regras de decisões para sanar essa deficiência.

5. Agradecimentos

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

6. Referências Bibliográficas

- AMARAL, E.F.; ARAÚJO NETO, S. E. **Levantamento de reconhecimento dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do projeto de assentamento Favo de Mel, Sena Madureira, AC.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 1998. 75p (Documentos, 36).
- AMARAL, E.F. do; MUNIZ, P.S.B.; OLIVEIRA, S.G. de; AMARAL, E.F. do. **Planejamento do uso da terra e implantação de práticas agroflorestais em pequenas propriedades rurais no Estado do Acre com base em imagens de satélite.** Rio Branco: Embrapa Acre. 2000. 30p. (Documentos, 56).
- AMARO FILHO, J.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; MOTA, J.C.A. **Física do solo: conceitos e aplicações.** Fortaleza: Imprensa Universitária, 2008. 290 p.
- ARAÚJO, A.G.; ASSAD, M.L.L. Zoneamento pedoclimático por cultura a partir de levantamento de solos de baixa intensidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p.103-111, 2001.
- ARRUDA, F.B.; ZULLO JÚNIOR, 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.O.A.; FIDALGO, E.C.C.; COELHO, M.R.; MADARI, B.E. Pedotransfer functions for estimating soil bulk density from existing soil survey reports in Brazil. **Geoderma**, v. 139, p. 90-97, 2007.
- CHAGAS, C.S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; PEREIRA, N.R.; FERNANDES FILHO, E. I. Aplicação de um sistema automatizado (ALES - Automated Land Evaluation System) na avaliação das terras das microrregiões de Chapecó e Xanxerê, oeste catarinense, para o cultivo de grãos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 509-522, 2006.
- DELARMELINDA, E. A.; WADT, P. G. S.; ANJOS, L. H. C.; MASUTTI, C. S. M.; SILVA, E. F.; SILVA, M. B. E.; COELHO, R. M.; SILVA, L. M.; SHIMIZU, S. H.; COUTO, W. H. Aplicação de sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras em solos do Estado do Acre, Amazônia. **Biota Amazônia**, v. 4, p. 87-95, 2014.
- DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2013. 306p.
- FERNANDES FILHO, E. I. **Desenvolvimento de um sistema especialista para determinação da aptidão agrícola de duas bacias hidrográficas.** 1996. 71 f. Tese (Doutorado em solos e nutrição de plantas) - Departamento de solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.
- FIORIO, P.R.; DEMATTÊ, J.A.M.; MELÉM Jr., N.J.; MAZZA, J.A. Potencialidade do uso da terra na microbacia hidrográfica do córrego do ceveiro na região de Piracicaba. **Scientia Agrícola**, v. 56, p. 1273-1280, 1999.
- GAMA, J.R.N.F.; KIEHL, J.C. Influência do alumínio de um Podzólico Vermelho-Amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 475-482, 1999.
- GIBOSHI, M.L. **Desenvolvimento de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra.** 1999. 77 f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

- GLOBAL SOIL MAP CONSORTIUM. Disponível em: <<http://www.globalsoilmap.net/>>. Acesso em: 12 out. 2010.
- GOMES, J.B.V.; LUMBREAS, J.F.; OLIVEIRA, R.P. de; BHERING, S.B.; ZARONI, M.J.; ANDRADE, A. G. de; CALDERANO, S. B. Aptidão para reflorestamento das sub-bacias dos canais do Mangue e do Cunha, município do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p.459-466, 2005.
- HESSELN, N.E. **Levantamento de solos e avaliação da aptidão de uso das terras do Assentamento Capela (Nova Santa Rita/RS)**. Porto Alegre: UFRGS, 1997, 109p. (Dissertação de Mestrado).
- LEPSCH, I.F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, 1991. 175p.
- MARQUES, G.G.; DANIEL, L.A. **Disponibilidade hídrica e aptidão agrícola das terras da região do semi-árido brasileiro como subsídios para a gestão dos recursos hídricos**. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27, Porto Alegre, 2000. Anais. Porto Alegre, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000, p.1-12.
- MARQUES, J.J.; TEIXEIRA, W.G.; SCHULZE, D.G.; CURI, N. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. *Clay Minerals*, v. 37, p. 651-661, 2002.
- NÓBREGA, M. de S.; WADT, P. G. S.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G. Indicadores de capacidade de uso da terra para escala de propriedade rural: deficiência de fertilidade do solo. *Biota Amazônia*, v. 2, p. 1-7, 2012.
- OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. 3.ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592p.
- PEDRON, F. de A. POELKING, E.L.; DALMOLIN, R.S.D.; AZEVEDO, A.C. de; KLANT, E. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. *Ciência Rural*, v. 36, p. 105-112, 2006.
- PEREIRA, L.C.; LOMBARDI NETO, F. **Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras: proposta metodológica**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36p. (Documentos, 43)
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1995. 65p.
- RASHEED, S.; VENUGOPAL, K. Land suitability assessment for selected crops in Vellore district based on agro-ecological characterization. *J. Indian Soc. Remote Sens*, v. 37, p. 615-629, 2009.
- SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; KLAMT, E. **Classificação da aptidão agrícola das terras: um sistema alternativo**. Guaíba: Agrolivros, 2007, 70p.
- SILVEIRA, M.; DALY, D.C.; SALIMON, C.I.; WADT, P.G.S.; AMARAL, E.F.; PEREIRA, M.G.; PASSOS, V. Ambientes físicos e coberturas vegetais do Acre. In: DALY, D.C.; SILVEIRA, M., ed. **Primeiro Catálogo da flora do Acre, Brasil**. Rio Branco, AC: EDUFAC, 2008. p. 36-63.
- STRECK, E.V. **Levantamento de solos e avaliação do potencial de uso agrícola das terras da microbacia do Lajeado Atafona (Santo Angelo/RS)**. Porto Alegre: UFRGS, 1992, 167p. (Dissertação de Mestrado).
- WADT, P. G. S. **Payments for Farm Environmental Services**. 1. ed. Plant City: CPS, 2013. v. 1. 105 p.
- WADT, P. G. S.; SOUZA, C. B. da C. de; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; SILVA, L. M. Aptidão Agrícola das Terras aplicada em pequenos estabelecimentos rurais do sudoeste amazônico. *Biota Amazônia*, v. 4, p. 25-30, 2014.
- WADT, P.G.S. **Manejo de solos ácidos do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2002, 28p. (Documentos, 79).
- WADT, P.G.S.; OLIVEIRA, L.C. de; OLIVEIRA, T.K. de; CAVALCANTE, L. M. **Sistema de Aptidão das Terras para Recuperação Ambiental: uma Metodologia de Planejamento Ambiental**. Rio Branco: Embrapa Acre. 2004. 38p. (Embrapa Acre, Documentos, 87).
- ZHANG, K.L.; SHU, A.P.; XU, X.L.; YANG, Q.K.; YU, B. Soil erodibility and its estimation for agricultural soils in China. *Journal of Arid Environments*, v. 72, p. 999-1008, 2008. (ol), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.