

Avaliação da aptidão agrícola das terras em solos sedimentares associados a argilas de alta atividade da Amazônia Sul-Ocidental

Paulo Guilherme Salvador Wadt^{1*}, Wanderson Henrique do Couto², Elaine Almeida Delarmelinda³, Lúcia Helena Cunha dos Anjos⁴, Marcos Gervasio Pereira⁵

1. Engenheiro agrônomo (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro). Doutor em Agronomia (Universidade Federal de Viçosa). Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-RO, Brasil

2. Engenheiro agrônomo, Mestre em Agronomia (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro). Engenheiro agrônomo do Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasil.

3. Engenheira agrônoma (Universidade Luterana do Brasil). Doutora em Agronomia (Universidade Federal Rural de Pernambuco). Bolsista PNPd/CAPES na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

4. Engenheira agrônoma (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro). Doutora em Agronomia (Purdue University). Professora Associada da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

5. Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro). Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

* Autor para correspondência: paulogswadt@dris.com.br

RESUMO. Na região sul-ocidental da Amazônia ocorrem solos sedimentares associados a ocorrência de argilas de alta atividade, cuja distribuição apresenta alta variabilidade em pequena abrangência territorial. O sistema tradicional utilizado para a avaliação da aptidão agrícola das terras na escala necessária para o planejamento das atividades ao nível da propriedade rural não se adequa para essa. Assim, o propósito deste trabalho foi comparar um sistema alternativo para a avaliação da aptidão das terras, com a metodologia original, utilizando dados publicados de dezenove perfis de solos do município de Thaumaturgo, estado do Acre. Os resultados indicaram que o sistema alternativo se mostrou sensível para a maioria dos fatores de limitação da aptidão agrícola, à exceção de um Gleissolo e um Neossolo Flúvico. Tanto para o Neossolo como para os demais solos (Argissolos, Cambissolos, Chernossolos e Luvisolos) o sistema alternativo indicou tipos de uso da terra mais adequados para a região. Na maioria das situações, comparativamente ao método original, a indicação foi para sistemas de uso mais conservacionistas em situação de solos mais frágeis (menos desenvolvidos pedologicamente) e sistemas de uso mais intensos para solos menos frágeis.

Palavras-chave: uso da terra, ordenamento territorial, avaliação ambiental.

Evaluation of the capacity land use in sedimentary soils associated with high activity clays in the southwestern Amazon

ABSTRACT. Sedimentary soils in southwestern Amazon are associated with the occurrence of high activity clays, with wide variability in small territorial extension. Planning activities for of land use capacity at the scale needed at the farm cannot be done properly by the regular Brazilian system. Thus, the purpose of this study was to compare an alternative system for the evaluation of land suitability, with the original methodology, using published data of nineteen soil profiles from pedological survey of the district Thaumaturgo, Acre, Brazil. The results indicated that the alternative system was sensitive to identify agricultural limiting factors, except for a Gley and Fluvent soils. For Fluvents and other soils (Ultisols, Inceptisols, Chernosol, Luvisols), alternative system indicated land use most suitable for the region. In most situations, compared to the original method, soil uses systems more conservationists was indicate for fragile soils (soils least-developed) and more intense soil use systems for fragile soils.

Keywords: land use; planning territorial; environmental evaluation.

1. Introdução

Nas décadas de 1970 a 1980, a Amazônia brasileira foi considerada uma fronteira agrícola para a expansão da agropecuária; entretanto, mais recentemente, essa visão desenvolvimentista vem sendo substituída por políticas voltadas a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais na região.

Na Amazônia sul-ocidental, essa mudança de visão para o desenvolvimento da Amazônia resulta em conflito de interesses nas políticas públicas que possam conciliar as necessidades das populações migrantes, muitas destas com tradição predominantemente agrícola, com a população remanescente das atividades extrativistas do início do século 20 (LIRA et al., 2006). Isto tem levado a estudos estratégicos realizados em pequena escala (normalmente menor que 1:250.000), visando definir diretrizes políticas e de desenvolvimento para a região.

Contudo, os fundamentos dos critérios utilizados para a interpretação da capacidade de uso das terras provêm de sistemas desenvolvidos para outras regiões brasileiras, como o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras - SAAAT (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995). Ainda,

essa metodologia foi desenvolvida para a interpretação sistemática de levantamento de solos, e apropriada para avaliar a aptidão agrícola de grandes extensões de terras, devendo, conforme seus próprios idealizadores, sofrer reajustamentos para sua aplicação individualmente pequenas glebas de produtores (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995). Além disto, o fato do sistema SAAAT ser um sistema aberto, a capacidade de interpretação do potencial agrícola das terras depende da experiência prévia do avaliador (DELARMEILINDA et al., 2011).

Amaral et al (2000) propuseram ajustes na metodologia para sua aplicação em pequenas propriedades rurais; entretanto, a alternativa proposta fundamentou-se na utilização de imagens temáticas de pequena escala, não sendo capaz de detectar variações nas dimensões necessárias para a pequena produção agrícola. Schneider et al. (2007) também sugeriram a utilização de indicadores edáficos de fácil obtenção em escala de propriedade rural ou microbacia hidrográfica, porém, cuja interpretação depende da experiência do avaliador para a definição dos parâmetros e indicadores a serem considerados em cada situação.

Para a Amazônia, preconiza-se o uso de sistema que permita a interpretação da capacidade de uso da terra com menor dependência de levantamentos de solo sistemáticos, e que possam reconhecer as diferentes funções do solo. Por exemplo, em fração considerável dos solos da bacia do Acre e outras partes da bacia do Alto Solimões, ocorrem solos que apresentam forte influência de processos erosivos originários da região Andina, resultando em sedimentos com predomínio de argilas de alta atividade (LIMA et al., 2006) associadas ou não a elevados teores de alumínio trocável (MARQUES et al., 2002), cuja toxicidade das formas consideradas trocáveis tem sido questionada para estes solos (CUNHA et al., 2014), resultando ainda em grande variabilidade de condições físicas e químicas em pequenas extensões territoriais.

Para superar essas limitações, tem sido desenvolvido novo sistema de interpretação da capacidade de uso da terra, denominado Recomendação do Uso Sustentável da Terra – RUST (WADT, 2013), baseado este na interpretação direta das propriedades do solo e adaptado para uso em sistemas informatizados.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi comparar a interpretação do sistema SAAAT com o sistema RUST, testando o desempenho na interpretação da capacidade de uso da terra em solos sedimentares da Amazônia associados a argilas de alta atividade.

2. Material e Métodos

Foram utilizados dados de levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos da Reserva Extrativista do Alto Juruá (LBI-REAJ), Marechal Thaumaturgo, Acre (MELO; AMARAL, 2000). Das informações deste levantamento, foram recuperados os dados da caracterização do local de abertura de perfis pedológicos e respectiva descrição morfológica, caracterização física e química dos horizontes amostrados.

A classificação dos solos foi atualizada para o nível de Ordem e Subordem com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) e a seguir as unidades pedológicas foram avaliadas quanto ao Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – SAAAT (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

A mesma avaliação da aptidão agrícola foi realizada com base no sistema de Recomendações para o Uso Sustentável da Terra - RUST (WADT, 2013), sistema desenvolvido para aplicação com algoritmo computacional baseado em decisões booleanas para a interpretação dos dados primários (informados pelo usuário) ou secundários (calculados pelas equações de pedotransferência) (DELARMELINDA et al., 2014; WADT et al., 2014).

No RUST, os dados do LBI-REAJ foram utilizados como unidades de paisagem independentes, cada qual representada 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 até o limite de um metro, sendo desconsiderada as informações do levantamento pedológico descritos a partir desta profundidade. A rochividade e a pedregosidade foram identificadas como ausentes em todas as unidades de paisagem.

Para os demais dados requeridos pelo sistema RUST (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.

Outras informações necessárias para a realização da interpretação e não existentes nos dados compilados de LBI-REAJ: precipitação média anual, valor de referência de 1900 mm; a densidade das partículas, considerada para todos os solos como sendo de $2,65 \text{ dag dm}^{-3}$, 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.

Os níveis tecnológicos (ou nível de manejo adotado) foram avaliados de acordo com os conceitos apresentados por WADT (2013) e DELARMELINDA et al. (2014), onde, o 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

associados a um numeral indicativo do fator de limitação predominante conforme descrito em WADT (2013).

Quanto ao uso da terra foram consideradas culturas anuais, culturas perenes, sistemas agroflorestais, pastagens e silvipastoris, silvicultura e extrativismo, sendo a aptidão agrícola, para cada um destes sistemas classificada em Boa, Regular, Restrita e Inapta (WADT, 2013).

3. Resultados e Discussão

Os solos avaliados foram formados a partir de sedimentos da Formação Solimões, e 100% dos perfis avaliados (dezenove ao total) apresentaram atividade de argila acima de $27 \text{ cmol}_{(+) } \text{ kg}^{-1}$ solo. Os resultados da interpretação da capacidade de uso pelos dois sistemas testados foram apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Avaliação da aptidão agrícola das terras pelo sistema SAAAT e pelo sistema RUST, em um Argissolo Amarelo (PA), um Argissolo Vermelho (PV), sete Cambissolos Háplicos (CX), um Chernossolo Háplico (MX), um Gleissolo Háplico (GX), um Neossolo Fluvisol (RU) e seis Luvisolos Crômico (TC) de Marchal Thaumaturgo, Acre. / **Table 1.** Evaluation of agricultural potential of the land by SAAAT system and the system RUST, in a Yellow Argisol (PA), a Red Argisol (PV), seven Cambisols Haplic (CX), one Chernosol Haplic (MX), one Gleysol Haplic (GX), one Fluvisol (RU) and six Luvisols Chromic (TC) of Marchal Thaumaturgo, Acre.

Perfis	Ordem	Método Original		Sistema RUST			Observações	
		Aptidão Agrícola	Fatores limitantes	A	B	C	Fatores limitantes	
10	PA	4(p): Restrito pastagem plantada	Mecanização, erosão e fertilidade	Restrita CP	Restrito SAF	Regular P	Erosão e mecanização.	Interpretação distinta quanto a toxicidade de alumínio
11	PV	4(p) restrito pastagem plantada	Mecanização, erosão e fertilidade	Restrita P	Restrita SAF	Regular P	Erosão, mecanização e água	Distinção quanto ao grau de deficiência de água e o estoque de nutrientes
03, 05, 07, 12, 13	CX	3(a) restrito para lavoura NT-A	Mecanização e erosão	Restrita CP	Restrito SAF	Restrito SAF	Erosão e mecanização	interpretação concordante
14	CX	3(a) restrito lavoura NT-A	Mecanização e erosão	Restrito CA	Regular CA	Regular CA	Água	diferiu quanto a mecanização, erosão e pela deficiência de água
77	CX	2ab(c) regular lavoura NT A e B e restrito lavoura NT C	Mecanização e erosão	Restrita CP	Restrito CP	Restrito CP	Erosão	Distinção quanto ao grau de impedimento a mecanização
09	MX	3(a) restrito lavoura NT-A	Mecanização e erosão	Restrita CP	Restrito SAF	Restrito SAF	Erosão e mecanização	interpretação concordante
06 e 15	GX	4 p regular pastagem plantada	Oxigênio e mecanização	Restrita CP	Restrito SAF	Restrito P	Erosão e mecanização	Distinção quanto à deficiência de oxigênio
16	RU	4 p regular pastagem plantada	Oxigênio; mecanização	Restrito CA	Regular CA	Regular CA	Água e mecanização	Distinção quanto à deficiência de oxigênio e de água
01	TC	4(p) restrito pastagem plantada	Mecanização, erosão e fertilidade	Restrito P	Restrito SAF	Regular P	Erosão, mecanização e água	Interpretação distinta quanto a toxicidade de alumínio e deficiência de água
04	TC	3(a) restrito lavoura NT A	Fertilidade e erosão	Restrita CP	Restrito SAF	Restrito SAF	Erosão e mecanização	Interpretação distinta quanto a toxicidade de alumínio e quanto ao impedimentos a mecanização
08	TC	3(a) restrito lavoura NT A	Mecanização, erosão e fertilidade	Restrita CP	Restrito SAF	Restrito SAF	Erosão e mecanização	Interpretação distinta quanto a toxicidade de alumínio
72; 73; e 76	TC	2(a)b regular lavoura NT - B e restrito lavoura NT A	Erosão	Restrita CP	Restrito SAF	Restrito SAF	Erosão e mecanização	Distinção quanto aos impedimentos a mecanização

Os dois Argissolos estudados (Tabela 1) apresentaram caráter alítico para o complexo de troca catiônico das argilas. Quando a interpretação da aptidão agrícola foi realizada pelo SAAAT, estes solos foram considerados

como tendo aptidão restrita para pastagem plantada (correspondendo ao nível tecnológico B). No sistema RUST, os usos da terra variaram de restrita para culturas perenes no NT-A e para SAFs no NT-B, para regular para

pastagem no NT-C. O sistema RUST indicou para o NT-B uso mais intensivo (SAFs), porém com a mesma classe de aptidão (restrito). Pelo método SAAAT foi indicada toxicidade por alumínio, dado que o sistema SAAAT não considera o fato do alumínio trocável por solução KCl 1M quando associado a solos de alta CTC não ser um indicador adequado para a biodisponibilidade do alumínio (CUNHA et al., 2014). Nos solos da formação Solimões, o elevado teor de alumínio extraível com KCl 1 N provém de alumínio de diferentes graus de polimerização retido nos espaços entre-camadas dos minerais de argila e da instabilidade em ambiente ácido das esmectitas presentes nestes solos (MARQUES et al., 2002), não estando em equilíbrio com a solução do solo, onde a atividade de alumínio é baixa, com pouco ou nenhum efeito deletério sobre o desenvolvimento radicular, mesmo de plantas sensíveis a este elemento (GAMA; KIEHL, 1999).

Para os sete Cambissolos Háplicos estudados (Tabela 1), o sistema SAAAT indicou na maioria das vezes aptidão variando de restrita a regular para lavouras, para o NT-A e, eventualmente, para nos NT-B ou C. Por outro lado, o sistema RUST indicou usos menos intensivos (SAF e culturas perenes), sempre para a classe de aptidão restrita. A única exceção foi um perfil (14) cuja aptidão foi considerada regular para culturas anuais no sistema RUST e restrita para lavouras no NT-A, para o sistema SAAAT.

Comparando-se as interpretações obtidas para os Argissolos e os Cambissolos, o sistema RUST indicou uso mais intensivo para o solo mais desenvolvimento (Argissolo) e uso menos intensivo para os solos menos desenvolvimentos (Cambissolos), o que é coerente com as vulnerabilidades associadas ao uso destes solos nesta região, principalmente se consideramos que estes solos ocorrem em regiões de relevo mais movimentado e de elevada precipitação média anual (MELO; AMARAL, 2000).

Quanto aos fatores de limitação, o sistema RUST foi menos sensível a identificação de impedimentos à mecanização, principalmente por considerar unicamente o relevo local e apontou problemas de limitação de água que não foram detectados no sistema SAAAT, que não considera a capacidade do solo em armazenar água, mas principalmente as condições climáticas (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

A maior limitação devido a deficiência de água apontada pelo sistema RUST deve-se a este considerar a presença de atividade de argila, aliada a redução da macroporosidade do solo, como fatores que contribuem para reduzir a disponibilidade hídrica do sistema solo-planta; estas condições detectadas em função das propriedades do solo foram condizentes com a vegetação nativa associada a maioria dos Cambissolos da região: florestas abertas com presença de bambus variando de abundante a predominante (SILVEIRA et al, 2008).

Para o único Chernossolo (Tabela 1) a interpretação dos fatores limitantes foi semelhante, porém, o sistema RUST indicou usos menos intensivos (restrito para culturas perenes no NT-A) que o sistema SAAAT (restrito para lavouras no NT-A), porém, indicou falta de aptidão para o NT-B e C para lavouras, enquanto o sistema RUST indicou aptidão restrita para SAFs nestes mesmos níveis tecnológicos. Considerando-

se as diferentes propostas metodológicas, ambas podem ser consideradas adequadas, apesar do sistema RUST proporcionar uma interpretação mais ampla.

Para o Gleissolo (Tabela 1), claramente o sistema RUST falhou em identificar a deficiência de oxigênio; mesmo assim, as classes de uso indicada por ambos os sistemas não são adequadas para esta ordem de solo, podendo-se considerar que ambos as metodologias foram falhas quanto a interpretação deste tipo de ambiente, que deveria ser indicado para extrativismo vegetal.

Também para o Neossolo Flúvico (Tabela 1), o sistema SAAAT falhou em identificar a deficiência de oxigênio e apontou deficiência de água. Se consideramos que grande parte da agricultura de subsistência nesta região da Amazônia ocorre sobre Neossolos Flúvicos, foi coerente a aptidão restrita para culturas anuais indicada pelo sistema RUST, para o NT-A. Para o NT-B e C, o uso indicado (regular para culturas anuais) está inapropriado, e considerando que a descrição morfológica deste solo possui as mesmas limitações associadas ao Gleissolo, o uso mais indicado também seria para extrativismo.

Para os seis Luvisolos estudados (Tabela 1), o sistema RUST diferiu do sistema SAAAT por indicar maior grau de deficiência de água e menor grau de deficiência de oxigênio. Além disto, à exceção do perfil 01, onde foi indicada aptidão restrita para pastagem plantada no sistema SAAAT, em todos os demais perfis, foi indicado uso menos intensivo no sistema RUST (culturas perenes ou sistemas agroflorestais), em comparação com o sistema SAAAT que indicou aptidão de restrita a regular para culturas anuais (no nível tecnológico A e B, neste caso para os perfis 72, 73 e 76). De modo semelhante ao observado para Argissolos e Cambissolos, o sistema RUST tendeu a indicar usos menos intensivos para solos menos desenvolvidos, em relação ao que se observa quanto ao uso do método original.

Nos solos da formação Solimões, a variabilidade química e física dos solos apresenta-se relativamente grande em pequenas distâncias, uma vez que a modelagem do terreno determinada pelos movimentos tectônicos recentes e os processos erosivos atuantes no período quaternário (CAVALCANTE, 2006), expõe diferentes materiais de solos em função de pequenas variações na quota do terreno ou na sua posição em relação a rede de drenagem atual (LIMA et al., 2006), de forma que a aptidão agrícola da terra para fins de planejamento das atividades produtivas em nível de propriedade rural necessita ser realizada em pequenas escalas (1:25.000 ou menor), o que torna o sistema SAAAT oneroso, se considerada as dimensões territoriais das áreas antropomorfizadas na Amazônia sul-occidental.

O sistema RUST, por ser independente da necessidade de levantamentos pedológicos convencionais e requerer um mínimo de treinamento para sua aplicação, consiste em uma alternativa para a gestão da terra neste nível de detalhamento. Entretanto, os algoritmos necessitam serem aperfeiçoados, principalmente para avaliar condições de solo mais extremas, como aquelas representadas por Neossolos Flúvicos e os Gleissolos.

4. Conclusão

A adaptação do sistema SAAAT para escala de propriedade rural mostrou-se adequado para uso em solos pouco desenvolvidos, de formação sedimentar recente e associados a argilas de alta atividade, indicando para a maioria das ordens de solos, classes de uso mais adequadas à sustentabilidade destes ambientes.

Para Neossolos Flúvicos e, principalmente Gleissolos, ambos os sistemas não apresentam interpretação inadequada para o planejamento do uso da terra na escala de propriedade rural.

5. Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro concedido.

6. Referências bibliográficas

- AMARAL, E.F.; MUNIZ, P.S.B.; OLIVEIRA, S.G.; AMARAL, E.F. **Planejamento do uso da terra e implantação de práticas agroflorestais em pequenas propriedades rurais do Estado do Acre com base em imagens de satélite**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000, 30 p.
- CAVALCANTE, L.M. **Aspectos geológicos do Estado do Acre e implicações na evolução da paisagem**. Rio Branco: Embrapa Acre. 2006. 25p. (Documentos, 104).
- CUNHA, G. O. de M.; ALMEIRA, J.A. de; BARBOZA, B. B. Relação entre o alumínio extraível com KCl e o oxalato de amônio e a mineralogia da fração argila, em solos ácidos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1387-1401, 2014
- 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.
- 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.; SHIMIZU, S. H.; COUTO, W. H. Avaliação da Aptidão Agrícola dos Solos do Acre por Diferentes Especialistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1841-1853, 2011.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2a. Edição. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- 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.
- plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 475-482, 1999.
- LIMA, H.N.; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.E.G.R.; KER, J. C.; LIMA, A.M.N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 59-68, 2006.
- LIRA, E. M. de; WADT, P. G. S.; GALVÃO, A. de S.; RODRIGUES, G. S. Avaliação da capacidade de uso da terra e dos impactos ambientais em áreas de assentamento na Amazônia ocidental. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, p. 316-326, 2006.
- MARQUES, J.J.; TEIXEIRA, W.G.; SCHULZE, D.G.; CURTI, N. Mineralogy of soil with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. **Clay Minerals**, vol. 37, p. 651-661, 2002.
- MELO, A.W.F.; AMARAL, E.F. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos da reserva extrativista do Alto Juruá, Marechal Thaumaturgo, Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 77p. 2000.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1995. 65p.
- SCHNEIDER, P.; GIASON, E.; KLANT, 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. Ambientes físicos e coberturas vegetais do Acre. In: Daly, D. C.; Silveira, M. (Org.). **Primeiro catálogo da flora do Acre, Brasil**. Rio Branco: Editora da UFAC, 2008, v. 1, p. 33-66.
- WADT, P. G. S. **Payments for Farm Environmental Services**. 1. ed. Plant City: CPS, 2013. 105p.
- 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.