

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA - CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE - IEAA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

DEPENDÊNCIA ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO
SOLO EM ÁREA DE VÁRZEA NA REGIÃO DE HUMAITÁ, AM

Bolsista: Maílson Ferreira Nascimento, FAPEAM

HUMAITÁ - AM
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA- CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE - IEAA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB-A/0026/2013-2014
DEPENDÊNCIA ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO
SOLO EM ÁREA DE VÁRZEA NA REGIÃO DE HUMAITÁ, AM

Maílson Ferreira Nascimento
Bolsista (FAPEAM)

Orientador: Milton César Costa Campos

HUMAITÁ - AM
2014

Resumo

Os solos de várzea apresentam grande variação quanto aos seus atributos físicos e químicos em função de sua natureza poli genética. Nesse sentido o presente trabalho teve como objetivo avaliar a dependência espacial dos atributos físicos e químicos em área de várzea na região de Humaitá, AM. Foi realizado o mapeamento de uma malha de 42 x 100 m, com espaçamento regular de 08 x 10 m, nas profundidades de amostragem 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, totalizando 88 pontos. No momento estão sendo feitas análises físicas como: textura, densidade do solo, densidade de partículas, resistência do solo a penetração, macro porosidade, micro porosidade, porosidade total e análises químicas: pH em água, Ca, Mg, K, Al trocáveis e P disponível. Os dados serão analisados utilizando-se técnicas estatísticas descritivas e de geoestatística.

Palavras-Chave: Atributos do Solo, textura, Geoestatística

Sumário

1. Introdução.....	5
2. Revisão de Literatura.....	6
2.1 Aspectos gerais dos solos de várzeas.....	6
2.2 Importâncias da geostatística para a região de Humaitá.....	8
2.3 Variabilidades espacial dos atributos físico e químicos do solo.....	8
3. Metodologia.....	9
3.1 Caracterização do Meio Físico.....	9
3.2 Metodologia de Campo e Laboratório	9
3.3 Análises Físicas e Químicas.....	9
3.4 Análise estatística e geoestatística.....	11
4. Resultados e discussão.....	12
5. Referências.....	13
6. Cronograma de Atividades.....	16

1. Introdução

As várzeas são produtos dos rios, especialmente daqueles ricos em sedimentos em suspensão, que inicialmente escavaram seus leitos e, posteriormente depositaram nesses ambientes seus sedimentos, portanto, removendo ou adicionando sedimentos de uma faixa marginal e depositando na margem oposta (Lima et. al., 2007). Entre as várzeas de grande importância para a região amazônica, encontram-se as do rio Madeira, uma vez que apresentam grandes possibilidades para exploração intensiva com culturas de ciclo curto.

Sob a denominação de solos de várzea aparecem diversas classes de solos, dentre os quais na região sul do Amazonas segundo Campos (2009), predomina os Gleissolos e Neossolos Flúvicos. Essas classes de solos têm sérias limitações ao uso agrícola, devido à presença do lençol freático elevado e o risco de inundações ou alagamentos frequentes. Essas características aliadas às distinções entre as classes influenciam no comportamento desses solos (Guedes, 1999).

Conhecer a variabilidade espacial dos atributos do solo que controlam a produtividade das culturas é um fator indispensável à instalação de um programa de agricultura de precisão (Mercante et al., 2003). Dessa forma aplicação de tecnologia associada à variabilidade espacial e temporal faz-se necessária, sobretudo na pesquisa agrícola que estuda o solo e a sua capacidade produtiva (Grego & Vieira, 2005). A utilização das técnicas de geoestatística permite detectar a existência da variabilidade e distribuição espacial dos atributos de solo e de plantas, constituindo assim, importante ferramenta na análise e descrição detalhada do comportamento dos atributos físicos do solo (Vieira, 2000).

O estudo da dependência espacial apresenta-se como uma alternativa não só para reduzir os efeitos da variação do solo na produção das culturas, mas também, para estimar respostas das propriedades do solo em função de determinadas práticas de manejo, permitindo a redução dos efeitos da variabilidade horizontal e vertical do solo, em muitos casos, pode influenciar na interpretação de seus efeitos (Souza et al., 2004).

O conhecimento da variabilidade espacial dos atributos do solo subsidia a tomada de decisão para adoção de diferentes sistemas de manejo, além de outras aplicações como em mapeamento de ambientes homogêneos, entendimento dos processos pedogenéticos e estimativas de densidade amostral (Sousa Neto et al., 2008). Dessa forma as

associações entre os modelos de paisagem e os mapas de variabilidade espacial podem figurar como importantes ferramentas para visualização e entendimento das relações de causa e efeito da distribuição espacial dos atributos do solo (Hammer et al., 1995). A utilização de ferramentas geoestatísticas, além de identificar a existência ou não de dependência espacial entre as observações, pode ser aplicada em mapeamento, orientação de futuras amostragens e modelagem. Se os valores próximos não são independentes entre si, podem-se usar ferramentas mais sofisticadas de interpolação e estimação de valores em lugares não medidos, a exemplo do processo de krigagem; desta forma, uma representação mais realista da área estudada pode ser obtida (Vieira, 1995).

2. Revisão de Literatura

2.1 Aspectos gerais dos solos de várzeas

O processo de formação das várzeas se deu através da deposição de sedimentos nos vales que foram escavados pela energia da água na época da última glaciação, quando o nível do mar estava entre 70 e 100 m abaixo do nível atual. Posteriormente, com a subida do nível das águas dos oceanos, os rios diminuíram o fluxo de suas águas. Os rios com águas pobres em sedimentos em suspensão afogaram seus canais, enquanto aqueles de maior riqueza em carga sedimentar acumularam seus sedimentos nos vales, anteriormente escavados, formando a paisagem de várzea (Lima et al., 2007)

Geologicamente, as várzeas podem ser divididas naquelas formadas no Pleistoceno, (cerca de 18.000 anos) e em outras formadas no Holoceno (cerca de 5.000 anos), ambas formadas pelas flutuações do nível do mar e dos rios, devido às glaciações nestes períodos (Fajardo et al., 2009). As várzeas Holocênicas são mais jovens e possuem os solos mais férteis de toda a Amazônia, dada à deposição periódica de sedimentos resultante das inundações anuais, formando regularmente uma camada nova de solo, proveniente dos Andes (Irion, 1984).

Do ponto de vista pedológico, os solos de várzeas apresentam pouco ou nenhum desenvolvimento do perfil e estão representados pelas ordens dos Neossolos Flúvicos, Gleissolos, Organossolos e Vertissolos, podendo ser eutróficos ou distróficos dependendo de sua localização topográfica, e da qualidade das águas e dos sedimentos que os inundam (Embrapa, 1999), Os processos pedogenéticos mais comuns nestes solos são a

gleização e plintização, responsáveis pelas cores cinzentas no todo ou em algumas partes do perfil (Couto & Oliveira 2010).

Segundo Campos, (2009) As frações areias dos solos das várzeas apresentam uma grande diversidade em sua composição mineralógica, em que predominam reflexos predominantes de quartzo, micas, feldspatos, caulinita e ilmenita. Já as frações de silte apresentam uma assembleia mineralógica mais diversificada (quartzo, muscovita, feldspatos, caulinita, ilmenita e anatásio, além de picos discretos de biotita e vermiculita) e as frações de argila apresentam reflexos de mica, caulinita, quartzo e feldspato.

As principais características físicas dos solos de várzea estão relacionadas à alta densidade, baixa porosidade, alta relação microporos em relação aos macroporos, baixa capacidade de armazenamento de água, baixa condutividade hidráulica, e consistência desfavorável. Quanto à granulometria Campos, (2012) observou teores elevados de silte e argila nesse tipo de fisiografia sendo que os solos destes ambientes geomorficos guardam estreita relação com o material de origem, e são formados por sedimentos provenientes das regiões Andinas e Subandina, transportados pelos rios e depositados na planície aluvial (Lima, et al., 2007).

As características dos atributos químicos de acordo com Campos, (2012) os solos de várzea da região sul do Amazonas apresentam teores elevados de Ca^{2+} e Mg^{2+} , saturação por bases, CTC, e pH em água e em KCl, já os teores de acidez trocável (Al^{3+}) e acidez potencial, (H+Al) são considerados baixos, quando comparados com áreas de terra firme. A maioria desses solos de acordo com Medeiros et al., (2004) é pobre em fósforo, potássio e matéria orgânica.

2.2 Importâncias da geostatística para a região de Humaitá, AM

Na região de Humaitá estudos que visam avaliar a distribuição espacial dos atributos do solo de várzea são poucos ou inexistentes. Dessa forma este estudo apresenta-se com uma oportunidade de investigar a distribuição espacial dos atributos do solo em ambientes de várzea na região de Humaitá, AM.

Entre as várzeas de grande importância para a região amazônica, encontram-se as do rio Madeira, uma vez que apresentam grandes possibilidades para exploração intensiva com culturas de ciclo curto, no entanto poucas são as informações disponíveis sobre os atributos desses solos, logo pesquisas nesse sentido são fundamentais para determinar o manejo mais racional.

Os solos de várzea apresentam grande variação quanto aos seus atributos físicos e químicos em função de sua natureza poli genética. Logo o conhecimento dessas variações no solo constitui um importante passo para que se possa indicar um manejo mais adequado, assim as técnicas da geoestatística figura-se como uma importante ferramenta para detectar tais variações.

2.3 Variabilidades espacial dos atributos físico e químicos do solo

O estudo da variabilidade espacial dos atributos de características físicas e químicas do solo assume importância, nos indicativos de alternativas de manejo, visando não só reduzir os efeitos da variabilidade espacial sobre a produtividade das culturas, como também estimar respostas das plantas a determinadas práticas de manejo. Em razão da ação do sistema de manejo do solo e o tráfego de máquinas em áreas agrícolas não serem uniformes em toda área, as avaliações da distribuição espacial das características físicas assumem grande importância (Silva et al., 2004).

O solo, por mais uniforme que seja, apresenta variações nos atributos físicos e químicos. Mesmo em áreas consideradas homogêneas, até pertencentes a uma mesma classe de solo, existe variação espacial de determinados atributos a curtas distâncias, em grau suficiente para interferir na produtividade das culturas (Amaro Filho et al., 2007).

O uso da geoestatística permite que a estrutura de dependência espacial seja modelada e visualizada espacialmente, e assim indicar alternativas de manejo adequadas considerando a variabilidade das suas características físicas e químicas do solo sobre o desenvolvimento das plantas (Mendes et al., 2008).

Entre os principais indicadores físicos de qualidade de solo sob o ponto de vista agrícola, está a textura, estrutura, resistência à penetração, profundidade de enraizamento, capacidade de água disponível, percolação e transmissão da água (Gomes & Filizola, 2006). Vários autores observam que a variabilidade das propriedades físicas do solo apresenta dependência espacial (Eguchi et al., 2002; Carvalho et al., 2003; Campos et al., 2007).

O estudo da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo tem a sua principal importância atribuída à aplicação de fertilizantes e corretivos em taxas variáveis. Assim o conhecimento da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo torna-se fundamental para aperfeiçoar as aplicações localizadas de corretivos e fertilizantes,

reduzindo a degradação ambiental provocada pelo excesso destes, melhorando o controle do sistema de produção das culturas (Souza et al., 2004).

3. Metodologia

3.1 Caracterização do Meio Físico

A área de estudo localiza-se na região de Humaitá, sul do Estado do Amazonas, sob as coordenadas geográficas de 7° 30' 24" S e 63° 04'56" W.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração (Am), temperaturas variando entre 25 e 27 °C e precipitação média anual de 2.500 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho e umidade relativa do ar entre 85 e 90%.

Na área de estudo ocorre na transição entre os sedimentos aluviais atuais, holocênicos e os sedimentos da Formação Solimões, do Plioceno Médio – Pleistoceno Superior, com materiais provenientes de deposições de ambientes continentais, fluviais e lacustres (Brasil, 1978).

O relevo está inserido na província geomorfológica de acumulação da Planície Fluvial, que é constituída por uma área aplainada resultante de acumulação fluvial, periódica, geralmente comportando diques marginais (Brasil, 1978).

A vegetação é composta por uma diversidade de vegetais específicos e adaptada a esse ambiente. Que devido à dinâmica fluvial, erosiva e sedimentar afetam a estabilidade do habitat, uma vez que hidro morfismo dos solos e a ausência de oxigênio limitam o crescimento da vegetação (Pereira, 2007).

3.2 Metodologia de Campo e Laboratório

Foi realizado o mapeamento de uma malha de 42 x 100 m, com espaçamento regular de 08 x 10 m, nas profundidades de amostragem 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, totalizando 88 pontos em cada uma das profundidades totalizando 264 pontos amostrais nas 3 profundidades. Esses pontos foram georreferenciados com um equipamento de GPS para construção do Modelo Digital de Elevação (MDE).

3.3 Análises Físicas e Químicas

Estão sendo realizadas as análises nas amostras coletadas na malha. A análise granulométrica está sendo realizada pelo método da pipeta, utilizando uma solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 10 minutos, seguindo metodologia proposta pela Embrapa (1997). A fração argila está sendo separada por sedimentação, a areia grossa e fina por tamisação e o silte, calculado por diferença.

Para as determinações do macro porosidade, micro porosidade, densidade do solo e porosidade total, foi coletado amostras indeformadas utilizando-se anéis volumétricos com capacidade de 50 cm³, na profundidade de 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m. Em seguida as amostras foram envoltas em filme de PVC transparente e acondicionadas em formas de isopor. No laboratório, as amostras estão sendo preparadas retirando-se o excesso de solo das suas extremidades, em seguida saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água numa bandeja de alumínio, até atingir cerca de 2/3 da altura das amostras.

A porosidade total é obtida pela diferença entre a massa do solo saturado e a massa do solo seco em estufa a 105°C durante 24 horas. A micro porosidade do solo é determinada pelo método da mesa de tensão. Pela diferença entre a porosidade total e a micro porosidade é obtido a macro porosidade. A determinação da umidade é obtida pela diferença entre a massa do solo úmido e a massa do solo seco em estufa a 105°C durante 24 horas. A densidade do solo é calculada pela relação entre a massa do solo seco e o volume do anel volumétrico. A densidade de partícula é determinada pelo método do balão volumétrico, todas as análises estão sendo realizadas conforme metodologia da (Embrapa, 1997).

A resistência do solo à penetração é determinada em laboratório nas amostras coletadas com os cilindros volumétricos, utilizando um penetrômetro eletrônico modelo MA-933, com velocidade constante de 0,1667 mm s⁻¹, equipado com uma célula de carga de 200 N, haste com cone de 4 mm de diâmetro de base e semiângulo de 30°, receptor e interface acoplado a um microcomputador, para registro das leituras por meio de um software próprio do equipamento.

Em cada ponto da malha, foi coletadas amostras indeformadas nas profundidades 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m. Para determinação da estabilidade dos agregados do solo. Serão determinados agregados na classe >2 mm, agregados na classe 2-1 mm e DMG. As amostras são levemente destorroadas, de forma manual, e passadas em

peneira de 9,51 mm de diâmetro de malha, secadas à sombra, para as análises relativas à agregação. A separação e estabilidade dos agregados serão determinadas segundo Kemper & Chepil (1965), com modificações, nas seguintes classes de diâmetro: >2,0; 2,0-1,0; 1,0-0,25; 0,25-0,10; 0,10-0,05 e <0,05 mm. Os agregados serão colocados em contato com a água sobre a peneira de 4,76 mm por quinze minutos, a massa do material retido em cada peneira, será colocada em estufa a 105 °C. Os resultados serão expressos em percentual dos agregados retidos nas peneiras >2 mm, 2-1 mm e do diâmetro médio geométrico (DMG).

Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis serão extraídos por KCl, o potássio, sódio e fósforo disponível, serão extraídos por Mehlich⁻¹, a acidez potencial (H+Al) será extraído com solução tamponada a pH 7,0 de acetato de cálcio utilizando-se metodologia proposta pela Embrapa (1997). Com base nos resultados das análises químicas, serão calculadas as somas de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V%) e por alumínio. O pH será determinado potencio metricamente utilizando-se relação 1:2,5 de solo: em água (Embrapa, 1997).

3.4 Análise estatística e geoestatística

Os atributos do solo serão analisados por meio da análise estatística descritiva, sendo calculado a média, mediana, o coeficiente de variação, o coeficiente de assimetria e curtose. As hipóteses de normalidade dos dados serão testadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, por meio do software computacional Minitab 14 (Minitab, 2000).

Para a caracterização da variabilidade espacial, será utilizada a análise geoestatística (Isaaks & Srivastava, 1989). Com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca, a qual é estimada por:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad 1$$

Sendo: $\gamma(h)$ - valor da semivariância para uma distância h ; $N(h)$ - número de pares envolvidos no cálculo da semivariância; $Z(x_i)$ - valor do atributo Z na posição x_i ; $Z(x_i+h)$ - valor do atributo Z separado por uma distância h da posição x_i .

Os ajustes dos modelos experimentais ao semivariograma serão baseadas no maior valor do coeficiente de determinação e no menor valor da raiz quadrada do erro médio, e a escolha do melhor ajuste será realizada utilizando a técnica conhecida por “*jack-knifing*”.

Para analisar o grau da dependência espacial dos atributos do solo, Será utilizado a classificação de Cambardella et al., (1994), em que são considerados dependência espacial forte os semivariograma que têm um efeito pepita <25% do patamar, moderada quando está entre 25 e 75% e fraca, >75%.

Após o ajuste dos modelos matemáticos permissíveis será feita à interpolação dos dados por meio da krigagem. Será utilizado o inverso do quadrado da distância como interpolador para os atributos que não apresentaram estrutura de dependência espacial. A análise geoestatística será feita no software Surfer versão 8.00.

4. Resultados e discussão

Toda pesquisa científica requer, além de dedicação, um investimento financeiro para alcançar os objetivos estabelecidos no planejamento de qualquer projeto. A Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) vem a anos desempenhando importante papel no fomento de projetos de iniciação científica. No entanto, a maior enchente do rio madeira que atingiu as várzeas altas e até mesmo as cidades inclusive desabrigando milhares de pessoas, fez com que o cronograma de atividades sofresse um enorme atraso, principalmente nas primeiras etapas do projeto, o que impossibilitou trazer por este meio os resultados que seriam apresentados até o presente momento.

Contudo, a busca constante do saber aliado ao comprometimento com a pesquisa científica serve como motivação para conclusão deste projeto, mesmo fora do prazo previsto no planejamento. Diante dos imprevistos citados acima, espera-se divulgar até a apresentação oral resultados preliminares de algumas variáveis e a conclusão do projeto o mais breve possível, com intuito de ser divulgado a comunidade científica o que foi gerado.

Segue abaixo alguns links da repercussão nacional da cheia histórica do rio madeira.

<http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2014/04/em-humaita-rio-madeira-atinge-cota-historica-e-deixa-18-mil-desabrigados.html>

<http://noticias.r7.com/cidades/cheias-historicas>

<http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,rio-madeira-sobe-mais-e-encobre-50-de-humaita-am,1146434>

http://acritica.uol.com.br/amazonia/Humaita-retrato-cheia-Rio-Madeira_0_1107489241.html

5. Referências

AMARO FILHO, J.; NEGREIROS, R. F. D.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; MOTA, J. C. A. Amostragem e variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho em Mossoró, RN. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.31, p.415-422, 2007.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radam Brasil, folha SB. 20, Purus. Rio de Janeiro, 1978. p. 561.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F. & KONOPKA, A.E. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 58:1501-1511, 1994.

CARVALHO, M. P.; TAKEDA, E. Y.; FREDDI, O. S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.27, p.695-703, 2003.

CAMPOS, M. C. C.; FERRAZ, F. B.; FREITAS, E. W. S.; SOUZA, Z. M. Dependência espacial de atributos físicos e hídricos de um Espodossolo da zona da mata de Pernambuco. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.7, p.84-91, 2007.

CAMPOS, M. C. C.; **Pedogeomorfologia aplicada a ambientes Amazônicos do Médio Rio Madeira**. Recife, 2009. 260p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

CAMPOS, M. C. C. **Caracterização e gênese de solos em diferentes ambientes fisiográficos na região sul do Amazonas**. Goiânia, Ed. PUC Goiás, p. 34-43. 2012.

COUTO, E. G.; OLIVEIRA, E. 2010. The soil diversity of pantanal, p. 40-64. in the pantanal of mato grosso ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonall wetland. sofia: pensoft

EGUCHI, E. S.; SILVA, E. L. da; OLIVEIRA; M. S. de. Variabilidade espacial da textura e da densidade de partículas em um solo aluvial no Município de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.6, p. 242-246, 2002.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Nacional Brasileiro de Classificação de Solo. Brasília. p. 412. 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FAJARDO, J. D. V.; SOUSA, L. A. G.; ALFAIA, S. S. características químicas de solos de várzeas sob diferentes sistemas de uso da terra, na calha dos rios baixo solimões e médio amazonas. **Revista acta amazônica**. vol. 39. 731 – 740. 2009.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola. **Embrapa Meio Ambiente**. Jaguariúna, p.1-8, 2006.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:169-177, 2005.

GUEDES, P. A. U. **Adição de silício e fósforo em solos de várzea inundados cultivados com arroz: dinâmica do pH, Fe, Mn, Si, e P em solução e resposta da planta**. 1999, 102f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

HAMMER, R. D.; YOUNG, N. C.; WOLENHAUPT, T. L.; BARNEY T. L.; HAITHCOATE, T. W. Slope Class Maps Form Soil Survey and Digital Elevation Models. **Soil Sci. Soc. Am. J.** Madison, v.59, p.509-519, 1995.

IRION, G. Sedimentation and Sediments of Amazon rivers and evolution of the Amazon landscape since pleocene time. Dordrecht, Dr. W Junk Publishers, p. 201-203 1984.

ISAAKS, E.H. & SRIVASTAVA, R.M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989. 561p.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. **Aggregate stability and size distribution**. In: BLACK, C. A. (Ed.) *Methods of soil analysis*. Madison: ASA, 1965. pt. 1, cap. 39, p. 499-510. (Agronomy, 9).

LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; SOUSA, K. W. Os solos da paisagem da várzea com ênfase no trecho entre Coari e Manaus. in: **Projeto piatam**. ed. EDUA. v. 02; p. 35 – 52. 2007.

MEDEIROS, R. D. de; DO Ó, W. C. R. ; GIANLUPPI, D. Características químicas e físico-hídricas de solos de várzeas em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2004. 13p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 3).

MENDES, A. M. S.; FONTES, R. L. F.; OLIVEIRA, M. Variabilidade espacial da textura de dois solos do Deserto Salino, no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Ciência Agronômica**. v.39, p. 19-27, 2008.

MERCANTE, E.; URIBE, O. M. A.; SOUZA, E. G. variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado. Cascavel-PR, R. **Bras. Ci. Solo**, 27:1149-1159, 2003.

MINITAB Release 14.1. **Statistical Software**. US/Canada. 2000.

PEREIRA, H. S. A dinâmica da paisagem socioambiental das várzeas do rio solimões-amazonas. in: **Projeto piatam**. ed. EDUA. v. 02; p. 35 – 52. 2007.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **Ciência Rural**. v.34, p.399-406, 2004.

