



**FORMULÁRIO PARA RELATÓRIO FINAL**

**1. Identificação do Projeto**

**Título do Projeto PIBIC/PAIC**

VARIABILIDADE ESPACIAL DA ERODIBILIDADE DOS SOLOS EM ÁREAS DE TERRAS PRETAS ARQUEOLÓGICAS SOB OS CULTIVOS COM FLORESTA E FEIJÃO EM MANICORÉ-AM

**Orientador**

Dr. Milton César Costa Campos

**Aluno**

Elilson Gomes de Brito Filho

**2. Informações de Acesso ao Documento**

**2.1 Este documento é confidencial?**

SIM

NÃO

**2.2 Este trabalho ocasionará registro de patente?**

SIM

NÃO

**2.3 Este trabalho pode ser liberado para reprodução?**

SIM

NÃO

**2.4 Em caso de liberação parcial, quais dados podem ser liberados?  
Especifique.**

**3. Resumo**

A investigação da qualidade do solo é uma maneira importante para verificar sua degradação e por conseqüente aplicar práticas sustentáveis de manejo. A erodibilidade é a propriedade do solo que representa a maior ou menor susceptibilidade com que suas partículas da camada mais superficial são desprendidas e transportadas para locais mais baixos por agentes erosivos,



UFAM

podendo causar problemas ambientais e econômicos. O objetivo deste trabalho é investigar a variabilidade espacial da erodibilidade dos solos em áreas de Terras Pretas Arqueológicas (TPAs) sob cultivo com floresta e feijão na região de Manicoré, AM. A coleta foi realizada nas duas áreas de TPAs, sendo estabelecida nas mesmas, malhas de 88 m x 64 m com espaçamento regular de 8 m entre os pontos, perfazendo um total de 88 pontos amostrais por malha, esses sendo esses pontos georreferenciados com um equipamento de GPS para construção do Modelo Digital de Elevação (MDE) e em seguida foram coletadas amostras nas profundidades 0,0-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m. O qual se realizou as análises texturais, matéria orgânica, fracionamento da areia e estabilidade dos agregados. Após essa etapa, foram utilizados modelos indiretos de predição de perdas do solo para estimativa dos fatores de erodibilidade ( $K$ ,  $K_i$ ,  $K_r$  e  $\tau_c$ ). sendo assim, realizadas análises estatísticas descritivas e geoestatística para modelagem da variabilidade espacial dos atributos estudados.

#### **4. Introdução**

A erodibilidade representa a suscetibilidade do solo quando exposto aos agentes erosivos, a desagregação e transporte de partículas devido às propriedades físicas, químicas, morfológicas, biológicas e mineralógicas do solo (LAL 1988; WISCHMEIER & SMITH, 1978).

A erodibilidade é representada pelo fator  $K$ , uma das variáveis da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), sendo um importante instrumento na predição das perdas de solo e no controle da erosão hídrica. Segundo BASTOS (2004) além do fator  $K$ , existe ainda três fatores que representam a susceptibilidade do solo a desagregação, que são; fator erodibilidade em sulcos –  $K_r$ ; fator erodibilidade em entressulcos –  $K_i$  e a  $\tau_c$  – tensão cisalhante crítica.

Por outro lado, a obtenção da erodibilidade é difícil de determinar, isso se deve a complexa interação que essa propriedade se encontra com o meio biótico e abiótico, o que leva a pesquisa para se estudar do solo mais detalhadamente, representado, pela área da mineralogia do solo, e levando como requisitos básicos principalmente o atributo físico da textura, onde influencia diretamente na resistência



do solo a desagregação através distribuição granulométrica (BARBOSA, 2014; FREITAS, 2014).

Segundo SILVA et al. (1999) a erodibilidade constitui como um fator de maior custo e morosidade para sua determinação em face de sua extensão territorial e diversidade edáfica, para fins de conservação do solo. Com isso, modelos de predição de perdas de solo que conseguem mensurar as variações espaciais e temporais dos fatores que condicionam os processos erosivos, com objetivo de prever de prever sua importância e visando implementar maneiras que possibilitam avaliar as perdas de solo com propósitos de auxiliar no meio agrícola, como na aplicação de práticas conservacionistas que reduzem bastante estas perdas, diminuindo perdas econômicas e prejuízos ambientais, melhorando a qualidade do solo, principalmente em locais onde as perdas de solo são superiores aos limites toleráveis. (AMORIM et al, 2010; FREITAS, 2014).

Segundo Silva, et al. (2000), a erodibilidade do solo (fator K) pode ser determinada de três formas. A primeira envolve a determinação do fator K em condições de campo, sob chuva natural, a qual é onerosa e muita demorada. O segundo método é semelhante ao primeiro, porém baseia-se na quantificação do fator K em função das perdas do solo sob condições de chuva simulada. O terceiro baseia-se em regressões múltiplas que contenham como variáveis independentes atributos do solo que podem ser correlacionados com o fator K obtido por um dos dois métodos anteriores, tidos como padrão.

Com isso, modelos de predição de perdas de solo que conseguem mensurar as variações espaciais e temporais dos fatores que condicionam os processos erosivos, com objetivo de prever de prever sua importância e visando implementar maneiras que possibilitam avaliar as perdas de solo com propósitos de auxiliar no meio agrícola, como na aplicação de práticas conservacionistas que reduzem bastante estas perdas, diminuindo perdas econômicas e prejuízos ambientais, melhorando a qualidade do solo, principalmente em locais onde as perdas de solo são superiores aos limites toleráveis. (AMORIM et al, 2010; FREITAS, 2014).

A geoestatística pela análise de semivariogramas, é a técnica mais utilizada para a caracterização das variabilidades espacial e temporal com o objetivo de investigar se há ou não um grau de dependência ou continuidade dos atributos



UFAM

estudados de amostra para amostra, para encontrar semivariogramas representativos depende do número de pares de pontos encontrados em determinada direção, em distancias diferentes. Portanto, é de fundamental importância o conhecimento da variabilidade espacial dos atributos do solo, pois é possível com técnicas geoestatísticas, que possibilitam a interpretação dos resultados, embasando na estrutura da variabilidade natural dos atributos, assim se tendo um maior controle dos fatores de produção das culturas e monitoramento ambiental (ALVES et al, 2014; CARVALHO et al, 2010; GOMES et al, 2007; OLIVEIRA et al, 2013).

A variabilidade espacial da erodibilidade com a avaliação de modelos de perdas com WEPP e RUSLE tem-se poucos estudos com este objetivo no Brasil. Portanto, procura-se a utilização de um menor número de parâmetros, para estimar a variabilidade dos fatores erodibilidade do solo, os quais devem ser de determinação fácil, rápida e acessível em relação ao custo, em laboratório retratar ao máximo, com a utilização da geoestatística as condições de campo. Espera-se que as informações obtidas tanto em campo quanto em laboratório seja semelhantes mesmo sabendo que em laboratório as condições são controladas e em campo não (FREITAS, 2014).

Portanto, com este trabalho objetivou-se determinar a variabilidade espacial da erodibilidade através da estimativa dos fatores  $K$ ,  $K_i$ ,  $K_r$ , e  $\tau_c$  em TPAs sob usos com floresta e feijão em Manicoré, AM.

## **5. Justificativa**

O solo é o recurso natural mais intensamente intemperizado e freqüentemente utilizado para a produção de alimentos, podendo, por isso, ter sua capacidade produtiva comprometida pela erosão hídrica, em decorrência de seu uso e manejo inadequados. Assim, o conhecimento das relações entre os fatores que causam as perdas de solo e os que permitem reduzi-las é de fundamental importância para o planejamento conservacionista da propriedade agrícola.

As TPAs são solos que apresentam pouquíssimas manchas no território nacional, apresenta uma alta fertilidade natural, logo, o interesse de estudo por esse tipo de solo tem gerado várias pesquisas e por esse motivo pode ser cultivada sem ao menos entrar com insumos, mais com o tempo de uso sem o devido manejo e



UFAM

conservação, pode ocasionar principalmente a perda de solo pelos diversos tipos erosão do solo. Portanto, este trabalho é uma oportunidade de mensurar a variabilidade espacial da erodibilidade do solo em diferentes áreas de TPAs a partir de modelos indiretos de determinação.

## **6. Objetivos**

### **5.1 Objetivos Gerais**

Avaliar a variabilidade espacial da erodibilidade dos solos em áreas de Terras Pretas Arqueológicas sob usos com floresta e feijão em Manicoré-AM.

### **5.2 Objetivos Específicos**

Investigar a variação espacial dos atributos da erodibilidade  $K$ ,  $K_i$ ,  $K_r$  e  $T_c$  em áreas de terras pretas arqueológicas sob uso com floresta.

Determinar a variabilidade espacial dos atributos da erodibilidade  $K$ ,  $K_i$ ,  $K_r$  e  $T_c$  em áreas de terras pretas arqueológicas sob uso com feijão guandu.

## **7. Metodologia**

### **6.1 Metodologia de campo e laboratório**

Os estudos serão realizados em duas áreas de TPAs, sub usos com floresta e feijão. Para cada área de TPA, será estabelecida uma malha de 88 m x 64 m com espaçamento regular de 8m entre os pontos amostrais. Os solos serão amostrados nos pontos de cruzamento das malhas, sob as profundidades de 0,00-0,05; 0,05-0,10; e 0,10-0,20 m, perfazendo um total de 88 pontos amostrais em cada área, e totalizando 264 amostras. Esses pontos serão georreferenciados com um equipamento de GPS para construção do Modelo Digital de Elevação (MDE).

### **6.2 Análises Físicas**

Em cada ponto amostral, foram coletadas amostras com estrutura preservada na forma de “torrão”, para determinação da estabilidade dos agregados do solo. As amostras serão levemente destorroadas, de forma manual, e passadas em peneira de 9,51 mm e 4,76mm de diâmetro de malha, secadas à sombra, para as análises relativas à agregação. A separação e estabilidade dos agregados foram 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 provenientes da peneira de 4,76mm foram colocados em contato com a



água sobre a peneira de 2,0 mm por quinze minutos, a massa do material retido em cada peneira, será colocada em estufa a 105°C. Os resultados foram expressos em percentual dos agregados retidos nas peneiras >2 mm, 2-1 mm e < 1,0 mm, sendo determinado o diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG).

Em seguida, se realizou as análises granulométricas, utilizando-se o método da pipeta, com solução de NaOH 1 mol como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 15 minutos, seguindo metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). A fração argila foi separada por sedimentação, as areias muito grossa, grossa, média, fina e muito fina por tamisação e o silte foi calculado por diferença.

Adiante, realizou-se o peneiramento das amostras para determinação das dimensões das partículas sólidas analisadas, utilizando-se de um Agitador de Peneiras, modelo SOLOTEST com reostato digital marcador de tempo e frequência, para o fracionamento das partículas através das vibrações, acelerando assim o peneiramento. Considerando o tipo de solo e a finalidade deste trabalho, cada amostra será agitada durante 15 minutos utilizando-se as peneiras comuns com malhas de 2mm, 1mm, 0,5mm, 0,250mm, 0,125mm e 0,063mm. As peneiras ficaram arranjadas de modo a poderem ser encaixadas umas nas outras formando uma coluna de peneiração. Na parte superior desta coluna existe uma tampa para evitar perdas de material durante a peneiração, e na base encaixa-se uma peneira "cega", denominada "pan", destinada a receber as partículas menores que atravessarem toda a coluna sem serem retidas em nenhuma das peneiras.

### **6.3 Análises Químicas**

Na parte química foram feitas as análises referentes à determinação da matéria orgânica (M.O), estimada com base no carbono orgânico total de acordo com metodologia de Walkley-Black, e modificado por Yoemans e Bremner (1988). Considerando-se que os húmus contem aproximadamente 58% de carbono, a M.O. será estimada pela expressão:

$$\text{M.O.} = \text{C.O.} \times 1,724$$



UFAM

#### 6.4 Cálculo dos fatores Erodibilidade ( $K$ , $K_i$ , $K_r$ ) e Tensão Cisalhante Crítica ( $T_c$ )

Para determinação das perdas de solo, se utilizou modelos indiretos de predição, no qual estimam os valores dos fatores erodibilidade através de equações que envolvem os valores dos atributos do solo analisados em laboratório. Assim, no presente trabalho foram utilizados os modelos USLE e WEPP para determinação dos fatores condicionantes da erosão nas TPAs.

Para o cálculo da erodibilidade global do solo da USLE (fator  $K$ ,  $t\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}\ ha\ h$ ) se utilizou a equação proposta por DENARDIN (1990) (Eq. 1):

$$K = 0,00000748 M + 0,00448059 p - 0,0631175 DMP + 0,01039567 X32 \quad (1)$$

em que,

$M$  = novo silte (novo silte + nova areia);

$p$  = permeabilidade codificada segundo WISCHMEIER et al. (1971);

$DMP$  = diâmetro médio ponderado das partículas do solo inferiores a 2,00 mm;

$X32$  = nova areia ( $MO/100$ );

Novo silte = silte + areia muito fina, %;

Nova areia = areia muito grossa + areia grossa + areia média + areia fina, %.

Para o cálculo da erodibilidade em entressulcos do modelo WEPP ( $K_i$ ,  $kg\ s\ m^{-4}$ ) foram utilizadas as equações propostas por FLANAGAN E LIVINGSTON (1995) (Eq. 2 e 3):

$$K_{iWEPP} = 2728000 + 192100 AMF, \quad \text{areia} \geq 30\% \quad (2)$$

$$K_{iWEPP} = 6054000 - 55130 ARG, \quad \text{areia} < 30\%$$

(3)

em que,

$AMF$  = percentual de areia muito fina, %;

$ARG$  = percentual de argila, %.

Para calcular a erodibilidade em sulcos ( $K_r$ , s  $m^{-1}$ ) do modelo WEPP foram utilizadas as equações propostas por FLANAGAN E LIVINGSTON (1995) (Eq. 4, 5, 6 e 7):

$$K_{rWEPP} = 0,00197 + 0,00030 AMF + 0,03863 e^{-1,84 MO} \quad \text{areia} \geq 30\% \quad (4)$$

$$T_{cWEPP} = 2,67 + 0,065 ARG - 0,058 AMF \quad \text{areia} \geq 30\% \quad (5)$$

$$K_{rWEPP} = 0,0069 + 0,134 e^{-0,20 \cdot ARG} \quad \text{areia} < 30\% \quad (6)$$

$$T_{cWEPP} = 3,5 \quad \text{areia} < 30\% \quad (7)$$

em que,

AMF = percentual de areia muito fina, %;

e = base dos logaritmos neperianos;

MO = percentual de matéria orgânica do solo, %;

ARG = percentual de argila, %;

## 6.5 Análises Estatísticas

Em seguida foram para a estatística, calculados os valores de média, mediana, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, coeficiente de assimetria, coeficiente de curtose, mínimo e máximo das variáveis determinadas em laboratório. A hipótese de normalidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, no software estatístico Minitab Release 14 (Minitab, 2000).

A seguir, sfoi realizada a caracterização da variabilidade espacial dos fatores erodibilidade, utilizando-se a análise geoestatística. Sob teoria da hipótese intrínseca, o semivariograma experimental será estimado pela Eq. (8).

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (8)$$



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  $x_i$ .

Do ajuste de um modelo matemático aos valores calculados de  $\hat{\gamma}(h)$  são definidos os coeficientes do modelo teórico para o semivariograma (o efeito pepita,  $C_0$ ; patamar,  $C_1$ ; variância estrutural,  $C_0 + C_1$ ; e o alcance,  $a$ ). O efeito pepita é o valor da semivariância para distância zero e representa o componente da variação ao acaso; o patamar é o valor da semivariância em que a curva estabiliza sobre um valor constante; o alcance é a distância da origem até onde o patamar atinge valores estáveis, expressando a distância além da qual as amostras não são correlacionadas.

Na determinação da existência ou não da dependência espacial, utilizar-se o exame de semivariogramas, por meio do programa GS+ (GS+ Geostatistics for the Environmental Sciences, 2004). Em caso de dúvida entre mais de um modelo para o mesmo semivariograma, considerara-se o melhor  $R^2$  (coeficiente de determinação). Na elaboração dos mapas de distribuição espacial das variáveis será utilizado o programa Surfer 8.

## 8. Resultados e Discussão

Os valores de média e mediana, em ambas as áreas observa-se (tabela 1) que são similares tendendo assim a uma distribuição simétrica do dados, o que pode ser confirmados com os valores de assimetria próximos de zero, com exceção do fator  $K_i$ ,  $K_r$  e areia sendo esse dois fatores altamente influenciados pelos teores de areia (Freitas, 2014). Submetidas ao teste de normalidade segundo kolmogorov-sminov todos foram significativos com exceção da variável silte na área de floresta. Apesar de a normalidade dos dados não ser exigência da geoestatística, essa permite observar maior precisão das estimativas da krigagem, as quais são com base nos valores médios (Isaaks & Srivastava, 1989; Cressie, 1991; Oliveira et al., 2013).

**Tabela 1.** Estatística Descritiva de área de terra preta sob cultivo de Floresta e Feijão amostra composta 0,0-0,20m.



# UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

## RELATÓRIO FINAL PIBIC/PAIC 2015-2016



UFAM

Estatística Descritiva	Areia	Silte	Argila	MO	DMP	K	Kr	Ki	Tc
	-----g.kg <sup>-1</sup> -----				--mm-	t ha <sup>-1</sup> MJ <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> ha.h	Kg.N <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup>	Kg.s.m <sup>-4</sup>	N.m <sup>-2</sup>
Média	705,97	199,49	94,54	36,63	2,57	-0,13	0,001868	2464000	3,35
Mediana	706,44	199,87	94,19	36,45	2,59	-0,13	0,002161	2541299	3,34
<sup>1</sup> CV%	4,42	15,12	11,54	24,97	10,60	20,31	97,95	58,09	15,63
Curtose	-0,23	0,12	-0,33	0,07	-0,75	6,51	-0,72	-0,88	-0,79
Assimetria	-0,29	0,31	0,19	0,02	-0,23	1,57	-0,53	-0,10	0,13
<sup>2</sup> d	0,067*	0,047ns	0,064*	0,064*	0,069*	0,079*	0,111*	0,068*	0,095
Feijão 0,00-0,20m									
Média	752,36	161,71	85,95	39,46	2,53	-0,117	0,003311	3587026	2,97
Mediana	762,46	156,38	86,59	38,78	2,53	-0,116	0,003119	3463849	3,02
<sup>1</sup> CV%	4,78	21,98	16,42	23,67	12,00	15,92	37,43	22,11	8,75
Curtose	1,49	0,45	0,09	-0,88	-0,42	-0,45	3,12	-0,88	2,84
Assimetria	-1,11	0,77	0,21	0,19	-0,28	0,26	1,44	1,44	-1,23
<sup>2</sup> d	0,08*	0,08*	0,09*	0,09*	0,08*	0,06*	0,09*	0,09*	0,12*

<sup>1</sup>CV: coeficiente de variação; <sup>2</sup>d: teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov; \*significativo a 5 % de probabilidade.

Verifica-se que o coeficiente de variação foi menor para a areia em ambas as áreas e maior para o fator Kr também em ambas as áreas. Warrick & Nielson (1980) propõem limites para classificar a variabilidade de variáveis do solo através do CV (%), na qual têm se CV < 12%, 12 < CV < 60%, e CV > 60% para baixa, média e alta variabilidade, respectivamente. Assim como também Nogueira (2007) menciona que CV menores que 35% indicam que a série é homogênea e a média tem significado; já CV entre 35% e 60% revelam que a série amostral é heterogênea e a média possui pouco significado; e CV acima de 60% significam que a série é heterogênea e a média não possui significado algum. Tendo em vista os métodos de classificação se diz que, somente os valores de areia, argila e DMP nas áreas de Floresta e areia e Tc na área de Feijão apresentaram variabilidade baixa, demais variáveis se concentrando em variabilidade média entre 12 – 60 % em todas as áreas, com exceção do fator Kr que apresentou CV de quase 98% logo ele será de uma série heterogênea não possuindo significado.

A observação K que ocorre de forma indireta, baseando-se em regressões múltiplas que contenham como variáveis independentes atributos mineralógicos,



físicos, morfológicos e químicos do solo ou relações destes (Freitas, 2014). Na falta de dados locais obtidos experimentalmente, o modelo WEPP utiliza equações da rotina interna para estimar o fator de erodibilidade do solo em entressulcos ( $K_i$ ), os quais necessitam apenas dos teores de areia e argila (FLANAGAN; NEARING, 1995). Dados semelhantes em trabalhos de erodibilidade sob cultivo de cana-de-açúcar também constatou os CV de K e  $K_r$  como sendo os maiores, estando esses valores associados a granulometria, assim como os teores de matéria orgânica e DMP (FREITAS, 2014). Vale ressaltar que as frações texturais são estáveis, ou seja, se modificam pouco ao longo do tempo, apresentando baixo coeficiente de variação. (SOARES et al., 2015). Logo percebe os fatores de DMP e MO como ocasionadores desses valores de variação tão altos.

## 9. Referências

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

CAMPOS, M.C.C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T.; FREITAS, E.V.S. Dependência espacial de atributos químicos em área cultivada com cana-de-açúcar em Pereira Barreto, SP. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v.38, n.4, p.350-359, 2007.

CPRM. Centro de Pesquisa de Recursos Minerais. **Hidroclimatologia, geologia, recursos minerais, geomorfologia e unidades de paisagens**. Manaus, 2001. 93p. (Relatório Técnico).

CRESSIE, N. Statistics for spatial data. New York, John Wiley, 1991. 920p.

CUNHA, T.I.F.; MADARI, B.E.; BENITES, V.M.; CANELAS, L.P.; NOVOTNY, E.H.; MOUTTA, R.O.; TROMPOWSKY, P.; SANTOS, G.A. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte A antrópico da Amazônia (Terra Preta). **Acta Amazônica**, v.37, p.91-98, 2007.

DALCHIAVON, F.C.; CARVALHO, M.P.; NOGUEIRA, D.C.; ROMANO, D.; ABRANTES, F.L.; ASSIS, J.T.; OLIVEIRA, M.S. Produtividade da soja e resistência mecânica à penetração do solo sob sistema plantio direto no cerrado brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.8-19, 2011.

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



UFAM

GERMAN, L.A. Historical contingencies in the coevolution of environment and livelihood: contributions to the debate on Amazonian Black Earth. **Geoderma**, v.111, p.307–331, 2003.

GLASER, B. **Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century**. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, v.362, p.187–196, 2007.

FLANAGAN, D. C.; LIVINGSTON, S. J. **USDA - Water erosion prediction project: WEPP user summary**. West Lafayette: National Soil Research Laboratory & USDA - Agricultural Research Service, 1995. p. 25-26. (Report, 11).

FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A., eds. **Water Erosion Prediction Project - WEPP**. West Lafayette, USDA, 1995. p.1-47. (Report, 10). McBRATNEY, A. G.; MENDONÇA SANTOS, M. L.; MINASNY, B. On digital soil mapping. **Geoderma**, v.117, n.1-2, p.3–52, 2003.

FREITAS, L. D. Qualidade e erodibilidade de latossolos sob mata e cultivo de cana-de-açúcar. (2014). p. 125. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista – UNESP. São Paulo: Jaboticabal.

ISAAKS, E.H. & SRIVASTAVA, R.M. An introduction to applied geostatistics. New York, Oxford University Press, 1989.561p.

kÄMPF, N.; KERN, D.C. **O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia**. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P.; CARDOSO, E.j.. (Ed.). *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005, p.277-320.

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).

KERN D. C.; KAMPF N.; WOODS W. I.; DENEVAN W. M.; COSTA M. L. & FRAZÃO F. J. L.; *Win Sombroek in memoriun*. **Evolução do conhecimento em terra preta de índio**. 2001; cap. 6; p 72-73.

KERN, D. C. **Geoquímica e pedogeoquímica de sítios arqueológicos com terra preta na floresta nacional de Caxiuanã (Portel-PA)**. 1996. 124p. Tese de Doutorado. Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará Belém.

LEHMANN, J.; KERN, D.C.; GERMAN, L.; MCCANN, J.M.; MARTINS, G.C.; MOREIRA, A. (2003) Soil fertility and production potential. In: LEHMANN, J.; KERN, D. C.; GLASER, B.; WOODS, W.I. *Amazonian dark earths; origin, properties and management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 105–124.



UFAM

LIMA, H. N.; SCHAEFER, C. E. R.; MELLO, J. W. V.; GILKES, R.J.; KER, J.C. Pedogenesis and pre-Columbian land use of “Terra Preta Anthrosols” (“Indian black earth”) of Western Amazonia. **Geoderma**. v.110, p.1–17, 2002.

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

NEVES JUNIOR, A. F. **Qualidade física de solos com horizonte antrópico (Terra Preta de Índio) na Amazônia Central**. Piracicaba, 2008, 94f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

NEVES, E.G.; PETERSON, J.B.; BARTONE, R.N.; SILVA, C.A. Historical and socio-cultural origins of Amazonian dark earths. In: LEHMANN, J.; KERN, D.C.; GLASER, B.; WOODS, W. I. **Amazonian dark earths; origin, properties and management**, 1. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p.29-50.

NOGUEIRA, M. C. S. **Experimentação agrônômica I**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2007. 463p.

OLIVEIRA, I. A., CAMPOS, M. C. C., SOARES, M. D. R., AQUINO, R. E., MARQUES JÚNIOR, J., & NASCIMENTO, E. P. (2013). Variabilidade espacial de atributos físicos em um Cambissolo Háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 1103-1112.

SILVA, S. A.; SOUZA LIMA, J. S.; XAVIER, A. C.; TEIXEIRA, M. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-amarelo húmico cultivado com café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 34, n. 2, p. 15-22, 2010.

SMITH, N.J.H. **Anthrosol and human carrying capacity in Amazonia**. In: ANNALS OF THE ASSOCIATION OF AMERICAN GEOGRAPHERS, 70. 1980, Durham, Anais. Durham, 1980. p. 553-566.

SOARES, M. D. R., CAMPOS, M. C. C., SOUZA, Z. M., BRITO, W. B. M., FRANCISCON, U., & CASTIONE, G. A. (2016). Variabilidade espacial dos atributos físicos do solo em área de Terra Preta Arqueológica sob pastagem em Manicoré, AM. **Revista de Ciências Agrárias/ Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, 58(4), 434-441.

SOMBROEK, W.G.; RUIVO, M.L.; FEARNside, P.M.; GLASER, B.; LEHMANN, J. **Amazonian Dark Earths as carbon stores and sinks**. In.: LEHMANN, J.; KERN, D.C.; GLASER, B.; WOODS, W.I. (Eds.). Amazonian Dark Earths: origin, properties, and management. Dordrecht: kluwer Academic Publishers, 2003. p.125-139.

SOUZA, Z.M.; BARBIERI, D.M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T.; CAMPOS, M. C. C. Influência da variabilidade espacial de atributos químicos de um latossolo





# UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

## RELATÓRIO FINAL PIBIC/PAIC 2015-2016

