



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU

1º Simpósio
do Trópico Úmido

1st Symposium
on the Humid Tropics

1er Simposio
del Trópico Húmedo

ANAIS
PROCEEDINGS
ANALES

Volume I

CLIMA e SOLO

CLIMATE and SOIL

CLIMA y SUELO

BELEM - PARÁ - BRASIL

1986



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU

1º Simpósio do Trópico Úmido

1st Symposium
on the Humid Tropics

1^{er} Simpósio
del Trópico Húmedo

Belém, Pará, 12 a 17 de Novembro de 1984

Belém, November 12 through 17, 1984

Belém, 12 a 17 de novembre de 1984

ANAIS PROCEEDINGS ANALE

Volume I

CLIMA e SOLO

CLIMATE and SOIL

CLIMA y SUELO

BELÉM - PARÁ - BRASIL



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisas do Tópico Úmido — CPATU

EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n

Telefone: 226-6622

Telex: (091) 1210

Caixa Postal, 48

66000 Belém, PA - Brasil

Tiragem: 1.000 exemplares

Observação

Os trabalhos publicados nestes anais não foram revisados pelo Comitê de Publicações do CPATU como normalmente se procede para as publicações regulares. Assim sendo, todos os conceitos e opiniões emitidos são de inteira responsabilidade dos autores.

Simpósio do Trópico Úmido, I, Belém, 1984.

Anais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986.

6v. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36)

I. Agricultura — Congresso — Trópico. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA, II. Título. III. Série.

CDD: 630.601

MATÉRIA ORGÂNICA E ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LATOSSOLOS E PODZÓLICOS DA AMAZÔNIA

Thomas Wilhelm Wollersen¹ e Saturnino Dutra²

RESUMO: Com a finalidade de estabelecer uma base de dados de referência, foi feita uma revisão bibliográfica de dados publicados, relativos a 172 perfis de latossolos e podzólicos dos Estados do Amazonas e Pará. Desta base de dados foram considerados para tratamentos estatísticos os seguintes parâmetros: profundidade e espessura dos horizontes, teores de carbono, nitrogênio e argila, capacidade de troca catiônica, alumínio trocável e pH. Alguns perfis tinham dados das densidades real e aparente. As cores foram incluídas como dados de campo. As análises estatísticas foram feitas com auxílio do sistema SAS. A fim de se conhecerem as médias e variabilidades características dos respectivos parâmetros, para os Estados e grandes grupos de solos, foram calculados: média, erro padrão e coeficiente de variação do horizonte superficial. Foram determinadas as correlações simples entre todas as variáveis para todos os perfis e grupos de perfis. Como critério de classificação foram calculadas as relações carbono = f (profundidade) e argila = f (profundidade). Com base nos perfis estudados, os podzólicos tem no primeiro horizonte teores de carbono semelhantes nos dois Estados, em torno de 3%. Nos latossolos, o teor médio decresce entre as regiões na seguinte ordem: Amazonas, Pará, e particularmente na zona bragantina. O teor médio de carbono nos perfis de capoeira, numericamente superior, é estatisticamente igual ao de mata primária. O volume de dados representativos de culturas perenes e anuais não permite comparações estatísticas, no entanto, os dados sugerem teores médios de carbono mais baixos. Em cerca de 60% dos perfis, existe uma estreita correlação entre o valor da cor e o teor de matéria orgânica dentro do perfil. Considerada independentemente dos perfis, a cor apresenta uma correlação negativa fraca com o teor de carbono nos podzólicos e uma correlação nula nos latossolos estudados. Considerando as regressões carbono = f (profundidade), argila = f (profundidade) e a magnitude do valor de dispersão-floculação como critérios de separação de latossolos e podzólicos, 45% dos perfis são classificados conforme a classificação na literatura, 45% recebem classificação contrária e 10% não podem ser classificados. Um enfoque multivariado será dado aos parâmetros coletados para se obter uma função discriminante, a fim de se caracterizar melhor as classes de solos nas áreas estudadas. É necessário, no futuro, ampliar a base de dados para a zona bragantina e solos cultivados, para fins de comparação em estudos de avaliação dos efeitos de técnicas de manejo da matéria orgânica.

Termos para indexação: Amazônia, Pará, Zona Bragantina, latossolos, podzólicos, matéria orgânica, classificação de solo, propriedades físico-químicas.

¹Eng. Agr. Ph.D. Convênio EMBRAPA-CPATU/GTZ, EMBRAPA-CPATU, Caixa Postal 48, CEP 66000, Belém, PA.

²Eng. Agr. M.Sc. EMBRAPA-CPATU.

ORGANIC MATTER AND SOME PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF OXISOLS AND ULTISOLS IN AMAZONIA

ABSTRACT: In order to establish a reference data base, published data of 172 profiles of latosols (oxisols) and podzolic soils (ultisols) of the states of Amazonas and Pará were gathered in a bibliographic research. The following parameters of that data base were considered for statistical treatment: depth and width of horizons, carbon, nitrogen and clay content, cation exchange capacity, exchangeable aluminum and pH. Some profiles had data on bulk density and density of solids. Colours were included as field data. Statistical analyses were made utilizing SAS programs. In order to determine means and variability of the different parameters for the two states and great soils groups, means, standard deviation and coefficient of variation for the surface horizon were calculated. Simple correlations were determined between all variables for all profiles and groups of profiles. The regressions $\text{carbon} = f(\text{depth})$ and $\text{clay} = f(\text{depth})$ were calculated as classification criterion. According to the profiles studied, ultisols show similar carbon contents (about 3%), in the surface horizon in the two states. In oxisols, however, mean carbon content decreases in the order Amazonas, Pará, Zona Bragantina. Mean carbon content of secondary forest profiles is numerically greater but statistically equal to that of virgin forest profiles. The data volume representative of permanent and annual crops does not allow statistical comparisons. However, the data suggest lower carbon content means. In about 60% of the profiles there is a strong correlation between colour value and organic matter content, within the profile. Independently from profiles, the colour exhibits a weak negative correlation with carbon content in ultisols and no correlation at all in the oxisols studied. Considering the regressions $\text{carbon} = f(\text{depth})$ and $\text{clay} = f(\text{depth})$ and the magnitude of the dispersion-flocculation value as criteria to discriminate oxisols and ultisols, 45% of the profiles are classified according to their classification in the literature, 45% are classified contrarily and 10% cannot be classified. Further studies will focus on multivariate statistics with the collected data to obtain a discriminant function in order to better characterize soil classes in the study areas. In the future, it will be necessary to extend the data base for the Zona Bragantina and cultivated soils for studies to evaluate effects of management techniques of organic matter.

Index terms: Amazonia, Pará, Zona Bragantina, oxisols, ultisols, organic matter, soil classification, physico-chemical properties.

INTRODUÇÃO

Para estudos sobre o estado e o desenvolvimento da matéria orgânica do solo, uma base de dados de referência é de grande valor para se saber quais são as condições naturais dos solos e para se poder avaliar as tendências de degradação nestes solos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo em vista que o banco de dados de solos — SISOLOS (Meneguelli et al. 1983) não tendo ainda incorporado dados relativos aos Estados do Amazonas e do Pará, fo-

ram coletados dados de perfis relativos a 172 latossolos e podzólicos nestes Estados (Tabela 1). Desta base de dados foram considerados para tratamentos estatísticos os seguintes parâmetros: profundidade e espessura dos horizontes, teores de carbono (C), nitrogênio (N) e argila, capacidade de troca catiônica (CTC), alumínio trocável (Al) e pH. Alguns perfis tinham dados referentes à densidade real (d_r) e aparente (d_a). As cores foram incluídas como dados de campo.

As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio do Sistema de Análise Estatística — SAS. A fim de se conhecerem as médias e variabilidades características dos respectivos parâmetros, para os Estados e grandes grupos de solos e tipos de vegeta-

TABELA 1. Fontes de perfis analisados.

Fonte	Perfis
Falesi et al. 1970	3, 4, 5, 6
Falesi et al. 1969	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
Brasil, 1976	16, 33, <u>47</u> , <u>49</u> , <u>50</u> , <u>51</u> , 58, <u>03</u> , <u>15</u> , 19, <u>24</u> , 38, <u>05</u> , <u>06</u> , <u>09</u> , 10, 14, 17, <u>21</u> , <u>23</u> , 25, <u>26</u> , <u>29</u> , <u>30</u> , <u>32</u> , <u>37</u> , <u>46</u> , <u>54</u> , 61, 01, 02, 04, 11, 12, 13, 18, 20, <u>07</u> , <u>08</u> , <u>22</u> , <u>28</u> , <u>31</u> , <u>42</u> , <u>43</u> , <u>44</u> , <u>52</u> , <u>60</u>
Silva, 1975	1, 2, 4, 6
Brasil, 1978	4, 26, 100, 97, 83, 102, 105, 31, 101, 104, 77, 74, 48, 52, 69, 107, 108, 114, 133, 10, 7, 75, 71, 111, 47, 17, 86, 88, 120, 132, 9, 13, 14, 19, 62, 117, 23, 49, 51, 61, 63, 67, 91, 95, 121, 122, 128, 3, 8, 21, 39, 42, 43, 53, 54, 55, 64, 57, 76, 90, 85, 87, 89, 98, 103, 113, 109, 123, 5, 1, 6, 78, 80, 81, 82
Brasil, 1974	2, 3, 4, 5, 7, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Brasil 1973	1, 2, 3, 21, 22
Silva et al. 1970	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11
Vieira et al. 1967	13, 16, 25

Perfis com dados de densidade

ção, foram calculados: média, erro padrão e coeficiente de variação dos horizontes superficiais. Foram determinadas as correlações simples entre todas as variáveis. Como critério de classificação foram ajustadas as seguintes relações: carbono=f (profundidade), e argila=f (profundidade), segundo Bennema (1982).

RESULTADOS

Os teores médios de matéria orgânica, expressos como teores de C e N, bem como os outros parâmetros, são apresentados na Tabela 2. No horizonte superficial os teores médios de C, independentemente das regiões estudadas, apresentam teores da ordem de 3% nos podzólicos, sendo maior a variabilidade desses teores no Estado do Pará, em comparação ao Estado do Amazonas. Nos latossolos, o teor médio de C de-

crece entre as regiões na seguinte ordem: Amazonas, Pará e particularmente na Zona Bragantina, possuindo uma média estatisticamente igual à dos podzólicos no Amazonas. Os solos sob capoeira apresentam numericamente teores médios maiores do que os solos sob mata primária, porém, devido ao pequeno número de repetições, esta diferença não é significativa. O volume de dados representativos de culturas perenes e anuais não permite comparações estatísticas, mas os dados sugerem teores médios mais baixos de carbono. O nitrogênio mostra tendências semelhantes. A capacidade de troca catiônica apresenta valores em todas as regiões, independentemente da vegetação, em teor de 10 meq./100g. As médias de argila mostram uma tendência para os horizontes superficiais serem mais arenosos em solos de capoeira quando comparados aos solos de mata. O pH e o Al trocável refletem o efeito da calagem da queima nos solos sob

TABELA 2. Médias, intervalos de confiança (95%) e coeficiente de variação (%) no 1º horizonte.

Vegetação		Tipo de solo Latossolos			Podzólicos		
		Região	AM	PA	ZB	AM	PA
Espessura (cm)	M	11 ⁻² (58)	14 ⁻² (42)			10 ⁻² (64)	12 ⁻³ (59)
	C	12 ⁺⁹ (47)	14 ⁺³ (26)	16 ⁺³ (37)			
Carbono (%)	M	2.6 ⁺⁴ (52)	1.4 ⁻³ (51)			3.0 ⁺⁴ (56)	2.9 ^{+1.1} (93)
	C	2.7 ^{+3.4} (91)	1.5 ⁺⁸ (71)	.7 ⁺² (35)			
Nitrogênio (%)	M	.17 ⁻⁰³ (42)	.13 ⁻⁰⁴ (53)			.20 ⁻⁰³ (50)	.27 ⁻⁰⁸ (47)
	C	.18 ⁺²² (16)	.14 ⁺⁰⁶ (54)	.06 ⁺⁰² (42)			
CTC (meq./10g)	M	10.9 ^{+1.4} (41)	8.1 ^{+1.4} (41)			11.2 ^{+1.4} (52)	14.2 ^{+3.7} (64)
	C	14.3 ^{+16.1} (81)	10.2 ^{+4.2} (55)	9.2 ^{+4.1} (50)			
Alumínio (meq./100g)	M	2.1 ⁻³ (55)	1.7 ⁺⁴ (61)			2.2 ⁺⁵ (93)	2.7 ^{+1.3} (118)
	C	2.6 ^{+3.5} (97)	.5 ⁺³ (86)	1.3 ⁺⁵ (43)			
Argila (%)	M	45 ⁻⁷ (47)	33 ⁺¹¹ (70)			23 ⁺³ (93)	30 ⁺⁶ (46)
	C	38 ⁺⁵⁴ (104)	19 ⁺⁷ (50)	12 ⁺³ (25)			
PH (H ₂ O)	M	3.8 ⁺¹ (12)	4.2 ⁻³ (18)			3.8 ⁺¹ (12)	4.1 ⁺³ (18)
	C	4.4 ⁺³ (5)	5.5 ⁺⁶ (16)	5.0 ⁺⁴ (9)			
PH (KCl)	M	3.6 ⁺¹ (6)	3.9 ⁻³ (16)			3.6 ⁺¹ (7)	3.7 ⁺³ (18)
	C	3.8 ⁺² (4)	4.7 ⁺⁶ (16)	(4.0+(N=2))			
Densidade real (g/cm ³)	M	2.52 ⁺⁰⁶ (3)	2.55 ⁻⁰³ (1)			2.53 ⁻⁰² (1)	2.52 ⁻⁰⁴ (3)
	C			2.54 ⁺⁰¹ (.02)			
Densidade aparente (g/cm ³)	M	1.09 ⁺⁰⁹ (9)	1.17 ⁺¹⁴ (13)			1.12 ⁺²⁸ (22)	1.15 ⁺¹¹ (18)
	C			1.45 ⁺⁰⁸ (5)			

Vegetação: M = mata primária; C = mata secundária (capoeira). Região: AM = Estado do Amazonas; PA = Estado do Pará (sem ZB); ZB = Zona Bragantina (Estado do Pará)

TABELA 3. Médias, intervalos de confiança (95%), coeficiente de variação (%) dos estoques de carbono entre 0 cm e 100 cm (t C/ha)

		Latossolos	Podzólicos
		100 ⁺¹⁸ (35)	98 ⁺²⁵ (52)
AM	121 ⁺¹⁸ (21)	121 ⁺²² (22)	142 (N = 2)
PA	95 ⁺²² (52)	95 ⁺³⁵ (42)	95 ⁺²⁸ (56)
ZB	66 ⁺⁹ (12)	66 ⁺⁹ (12)	

AM = Estado do Amazonas

PA = Estado do Pará (sem ZB)

ZB = Zona Bragantina (Estado do Pará)

capoeira. As médias de densidade aparente são iguais nos solos estudados, com exceção dos solos da zona bragantina, os quais se apresentam com maior densidade devido a uma textura mais arenosa.

As médias do estoque de carbono à profundidade de 0-100 cm são apresenta-

das na Tabela 3. Em termos médios, os latossolos e podzólicos estudados apresentam um estoque de aproximadamente 100 t/ha de carbono. Estes valores decrescem na seguinte ordem: Amazonas, Pará e particularmente na zona bragantina. Nos primeiros 30 cm de profundidade encontram-se, em média, 45 t/ha de carbono.

Das correlações (Tabela 4), destacam-se as de C com a CTC, as quais foram altamente positivas e significativas. A correlação CTC x argila é, com exceção da zona bragantina, praticamente nula. No seguinte modelo de regressão linear múltipla $CTC = f(C, \text{argila})$, a argila praticamente não contribui para explicar a variação total da CTC. Não há correlação entre C e argila nos solos do Amazonas e do Pará. Na zona bragantina, esta correlação apresentou-se negativa. A densidade aparente mostra clara dependência dos teores de argila

e carbono, isto é, quanto mais altos são os teores de argila e carbono mais baixa é a densidade. As correlações entre C e Al são pouco expressivas ou nulas nos podzólicos e nos latossolos, tanto no Estado do Pará como particularmente na zona bragantina. Nos outros grupos de perfis existem correlações positivas. Nestes solos o C favorece uma maior saturação de Al e um pH mais baixo. Nos solos de capoeira ocorrem correlações positivas entre C e pH, o que pode ser uma indicação de tipos diferentes de matéria orgânica nestes solos.

TABELA 4 Coeficiente de Correlação X (100)

	Vegetação	Tipo de solo		Latossolo			Podzólico	
		Região	AM	PA	ZB	AM	PA	
C - CTC	M		87	90		63	75	
	C		100	87	43			
C - Al	M		53	55		0	19	
	C		95	14	20			
C - argila	M		6	25		-19	-29	
	C		21	-8	-62			
C - pH	M		-60	-28		-42	-23	
	C		-38	20	50			
C - da	M		-43	-55		-63	-44	
	C				-23			
Argila - da	M		-37	-85		-55	-58	
	C				-55			
CTC - argila	M		4	26		9	-15	
	C		18	4	-60			

AM = Estado do Amazonas

PA = Estado do Pará (sem ZB)

ZB = Zona Bragantina (Estado do Pará)

M = Mata

C = Capoeira

A cor do solo é uma característica útil para estimar o teor de matéria orgânica nos solos das zonas temperadas, porém, nos trópicos, o método é freqüentemente contestado. Considerando somente os perfis com ausência de mosqueados nos primeiros três horizontes, a correlação entre o valor da cor

(segundo Munsell) e o teor de carbono foi insignificante nos latossolos e ligeiramente negativa ($r = -0,4$) nos podzólicos. Analisando os perfis individualmente, a maioria (cerca de 60%) dos latossolos e podzólicos mostram uma dependência muito nítida ($r^2 \geq 75\%$) entre cor e carbono. Segundo estes

resultados, a cor dificilmente se presta para avaliar o teor de C, porém, serve muito bem para caracterizar a distribuição de matéria orgânica dentro do perfil.

Segundo Bennema (1982), os latossolos (oxisols) e podzólicos (ultisols) diferenciam-se conforme as suas regressões $C=f(\text{profundidade})$ e $\text{argila}=f(\text{profundidade})$, e o valor crítico de dispersão-floculação (Tabela 5). Em função do primeiro critério, em torno da metade dos latossolos e podzólicos são classificados conforme a classi-

ficação existente na literatura. O segundo critério classifica cerca de 60% dos perfis corretamente. O terceiro critério deixa um quarto dos perfis sem classificação. O primeiro e o segundo critérios juntos classificam cerca de 30% dos perfis conforme a literatura. Considerando que pelo menos dois dos três critérios estejam de acordo com a literatura, aproximadamente 45% dos perfis são classificados corretamente conforme a literatura, 45% com classificação contrária, e 10% sem classificação.

TABELA 5. Três critérios analíticos de classificação dos solos.

Critério	Classificação
1º Critério	- Regressão % C = $a_0 + a_1 \cdot \text{profundidade}^b$ (Bennema 1982). Se b é maior ou igual a -0,7 e menor ou igual a -0,4 o solo será classificado como Latossolo (L), caso contrário será classificado como Podzólico (P).
2º Critério	- Regressão % argila = $a_0 + a_1 \cdot \log(\text{profundidade} + 1)$ (Bennema 1982). Se o coeficiente de determinação r^2 é maior ou igual a 90%, o solo será classificado como Latossolo (L), caso contrário como Podzólico (P).
3º Critério	- Valor crítico de dispersão-floculação (100 % C/% argila). Se o grau de floculação é maior ou igual a 97% e se o quociente 100 % C/% argila é maior do que 0,8, o solo será classificado como Latossolo (L), se o quociente é menor do que 1,0, o solo será classificado como Podzólico (P) (Bennema 1982).

Quando se considera a probabilidade de que um solo, classificado em função dos critérios analíticos, tem determinada classificação na literatura, 60% dos solos classificados como Latossolo, segundo os três critérios (LLL), são latossolos segundo a literatura e 67% dos solos classificados (PPP) são podzólicos, segundo a literatura (Tabela 6).

DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho mostraram que se deve ter cuidado nas afirmações relacionadas a solos degradados, sem aparentemente considerar as diferenças existentes nos teores de matéria orgânica em condições naturais. Os solos de capoeira

podem se apresentar com melhores condições que os solos de mata. Esta situação não pode ser afirmada para a zona bragantina, tendo em vista a deficiência de dados coletados em solos de mata.

A importância de matéria orgânica como fator determinante da CTC e da densidade do solo é evidente neste estudo.

É necessário, no futuro, ampliar a base de dados para a zona bragantina e so-

TABELA 6. Classificação dos solos em função de três critérios analíticos.

Critério	Classificação	% de solos classificados na literatura		Probabilidade de classificação		
		Latossolos	Podzólicos	Latossolos	Podzólicos	Σ
1º critério	L	46	48	47	53	100%
	P	54	52	48	52	100%
	Σ	100	100	-	-	-
2º critério	L	60	38	50	50	100%
	P	40	62	37	63	100%
	Σ	100	100	-	-	-
3º critério	L	53	44	53	47	100%
	P	20	31	38	62	100%
	?	27	25	50	50	100%
	Σ	100	100	-	-	-
1º e 2º critério	LL	28	20	56	44	100%
	LP	18	28	38	62	100%
	PL	32	18	62	38	100%
	PP	22	34	37	63	100%
	Σ	100	100	-	-	-
Dois dos três critérios	L	43	41	46	54	100%
	P	50	47	47	53	100%
	?	7	12	33	67	100%
	Σ	100	100	-	-	-
Três critérios	LLL	21	12	60	40	100%
	PPP	7	12	33	67	100%

los cultivados, para fins de comparação em estudos de avaliação dos efeitos de técnicas de manejo da matéria orgânica.

Devido às dificuldades de diferenciar entre podzólicos e latossolos, existe um interesse em critérios quantitativos de classificação. Os três critérios propostos por Ben-nema mostraram-se bastante limitados no seu poder discriminante, segundo a maneira simples como foram aplicados. Um enfoque multivariado dado também aos outros parâmetros para se obter uma função discriminante, talvez permitirá caracterizar melhor as classes de solos nas áreas estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENNEMA, J. Acid soils of the humid tropics of South America, with special reference to the well drained soils on old alluvial sediments. In: WORKSHOP ON MANAGEMENT OF LOW FERTILITY ACID SOILS OF THE AMERICAN HUMID TROPICS. Paramaribo, 1981. **Proceedings...** São José, IICA, 1982. 220p. (IICA. Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos, 266).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM. **Folha SA-23 São Luís e parte da folha SA-24 Fortaleza;** geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973. (MME. DNPM. Levantamento de Recursos Naturais, 3).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. **Folha SA-22 Belém;** geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. (MME. DNPM. Levantamento de Recursos Naturais, 5).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SA-21 Santarém;** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. 522p. (MME. DNPM. Levantamento de Recursos Naturais, 10).
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SA-20 Manaus;** geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978; 628p. (MME. DNPM. Levantamento de Recursos Naturais, 18).
- FALESI, I.C.; CRUZ, E. de S.; PEREIRA, F.B. LOPES, E. de C.; SILVA, B.N.R. da; ARAÚJO, J.V.; GUIMARÃES, G. de A. & SILVA, R.P. da. **Os solos da área Manaus-Itacoatiara.** Belém, IPEAN, 1969. 117p. (IPEAN. Estudos e Ensaios, 1).
- FALESI, I.C.; VIEIRA, L.S.; SILVA, B.N.R. da; RODRIGUES, T.E.; CRUZ, E. de S.; GUIMARÃES, G. de A. & LOPES, E. de C. **Levantamento de reconhecimento dos solos da colônia Agrícola Paes de Carvalho, Alenquer-Pa.** Belém, IPEAN, 1970. 150p. (IPEAN. Solos da Amazônia, v.2, n.2).
- MENEGUELLI, N. do A.; ASSIS, D.S.; SÉCHET, P.; ARAÚJO, A.R.; LIMA, W.N.; ARAÚJO, L.M. de; PAGANINE, M.L.G. & DRUMMOND, W.L. **SISSOLOS-Manual de uso.** Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1983. 245p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 4).
- SILVA, B.N.R. da; ARAÚJO, J.V.; RODRIGUES, T.E.; FALESI, I.C.; RÊGO, R. da S. & GUIMARÃES, G. de A. **Os solos da área de Cacau Pirera-Manacaparu.** Belém. IPEAN, 1970, 198p. (IPEAN. Solos da Amazônia, v.2, n.3).
- SILVA, B.N.R. da. **Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da ilha de Mosqueiro (Pará) com auxílio de fotointerpretação.** Piracicaba, ESALQ, 1975. 156p. Tese Mestrado. Solos e Nutrição de Plantas.
- VIEIRA, L.S.; SANTOS, W.H.P. dos; FALESI, I.C. & OLIVEIRA, F.J.P.S. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região bragantina do Estado do Pará. Pesq. Agrop. Bras., 2:1-63, 1967.**