

551.8  
W926t  
2007

WORKSHOP

---

# GEOTECNOLOGIAS

---

## APLICADAS ÀS ÁREAS DE

---

## VÁRZEA DA AMAZÔNIA

---

Trabalhos apresentados no  
 Workshop realizado em  
 Manaus, de 17 a 18 de  
 julho de 2007.

*Para Biblioteca  
 CPAA  
 Arquivos da Várzea  
 Manaus - 2008*



# OS SOLOS DAS VÁRZEAS PRÓXIMAS À CALHA DOS RIOS SOLIMÕES-AMAZONAS NO ESTADO DO AMAZONAS

WENCESLAU GERALDES TEIXEIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Amazônia Ocidental – Rod. AM 010 – Km 29 CEP 69011-970 – Manaus – AM, Caixa Postal 319 – lau@cpaa.embrapa.br

WILLER HERMETO PINTO<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea – ProVárzea/Ibama – Manaus – AM. willer.pinto@ibama.gov.br

HEDINALDO LIMA<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Universidade Federal do Amazonas – Ufam  
hedinaldo@ufam.edu.br

RODRIGO SANTANA MACEDO<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Universidade Federal do Amazonas – Ufam  
rodrigokatiatia@gmail.com

GILVAN COIMBRA MARTINS<sup>5</sup>

gilvan@cpaa.embrapa.br

WARLEY ARRUDA<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
warleyarruda@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

As áreas denominadas várzeas compreendem as planícies de inundação fluvial de deposição holocênica e pleistocênica que margeiam os rios de águas barrentas, ricas em material em suspensão, numa área de estudo basicamente às margens do rio Solimões. Essas áreas estão sujeitas a inundações sazonais compondo uma planície aluvial que pode alcançar uma grande extensão, com um sistema complexo de canais, lagos, ilhas e diques marginais (Sioli, 1951).

Os principais afluentes da margem direita do rio Solimões e o rio Japurá, na margem esquerda, transportam uma elevada carga de sedimentos em suspensão na água. A colmatação desses sedimentos nas planícies de inundação dá origem a solos com estratificação horizontal e vertical (neossolos flúvicos) e com características acentuadas de hidromorfismo (gleissolos).

Os solos de várzea desenvolvem-se sobre sedimentos recentes que, associados ao nível elevado do lençol freático e às inundações periódicas, condicionam um processo incipiente de pedogênese. Por sua natureza sedimentar recente, esses solos guardam estreita relação com o material de origem, ou seja, sedimentos provenientes das regiões andina e subandina, que são transportados pelos rios que drenam a região e depositados na planície aluvial (Irion, 1984).

Este estudo teve como objetivo fazer um levantamento das áreas de várzeas, a classificação e as principais características dos solos que ocorrem nas margens dos rios Solimões-Amazonas, no estado do Amazonas.

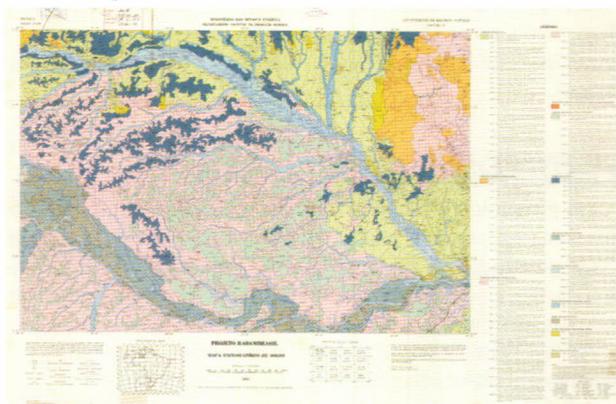
O rio Solimões regionalmente recebe o nome de Amazonas após a barra do rio Negro, nas proximidades da cidade de Manaus. Neste trabalho será utilizado o termo rio Amazonas para compreender o rio (Solimões e Amazonas) desde a divisa entre o Brasil, Colômbia e Peru, na cidade de Tabatinga, até a cidade de Nhamundá, limítrofe dos estados do Amazonas e Pará.

## MATERIAIS E MÉTODOS

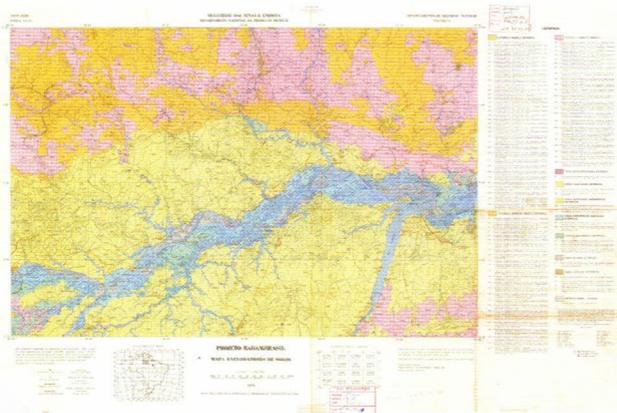
Inicialmente, foi feito um levantamento das informações pedológicas disponíveis para a área de estudo. A principal referência de informação sobre as características pedológicas das várzeas do rio Solimões são os mapas ao milionésimo do Projeto RadamBrasil, nas áreas em questão nas Folhas Manaus (SA 20) e Santarém (SA 21), que são apresentadas nas Figuras 1 e 2.

Outros trabalhos em maior escala foram recentemente compilados por Teixeira et al. (2006) (Figura 3) e recentemente os municípios de Iranduba, Manaquiri, Manacapuru, Anamá, Anori, Codajás e Coari tiveram os mapas pedológicos compilados da base pedológica da Amazônia Legal (Sipam), compilados e publicados (Teixeira et al., 2007).

Neste trabalho foi utilizada a Base Pedológica da Amazônia Legal (Sipam) (Figura 4) e utilizando ferramentas de geoprocessamento foi feito um recorte das áreas de várzeas compreendida no Estado do Amazonas, próximas à calha dos rios Solimões-Amazonas. A seleção das áreas foi feita de forma semi-automática e posteriormente foi feita uma checagem



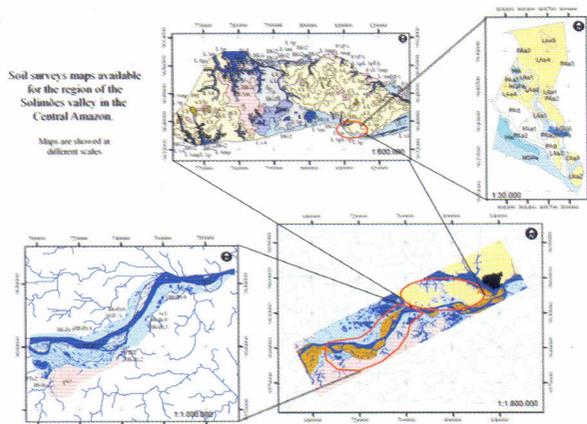
**Figura 1** – Mapa exploratório de solos – Folha SA 20 – Manaus – Projeto RadamBrasil – Escala ao milionésimo (Fonte: Brasil, 1978).



**Figura 2** – Mapa exploratório de solos – Folha SA 21 – Santarém – Projeto RadamBrasil – Escala ao milionésimo (Fonte: Brasil, 1976).

manual e selecionadas somente áreas com continuidade. Nas confluências de tributários foi utilizado como critério um buffer de 10 km se os solos tivessem características de solos das várzeas.

Posteriormente, foi feita a checagem das áreas utilizando um mosaico de radar do Projeto Suttle Radar Topographic Mission (SRTM) e com a utilização em algumas área de mapas de maior escala, como o mapa das várzeas do municípios de Manacapuru (Figura 5).



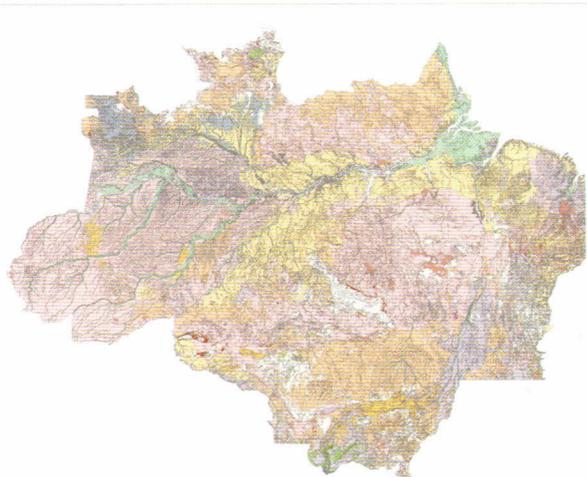
**Figura 3** – Figura mostrando diferentes mapas pedológicos disponíveis próximos a calha do rio Solimões entre os municípios de Manaus e Coari. Adaptado de Teixeira *et al.* (2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gleissolos e os neossolos flúvicos são os solos predominantes na planície aluvial ou várzea do rio Amazonas. De idade pleistocênica e holocênica são formados principalmente a partir de sedimentos provenientes de processos erosivos naturais na Cordilheira dos Andes.

As Figuras 6, 7 e 8 apresentam os mapas compilados e a legenda atualizada das unidades de mapeamento.

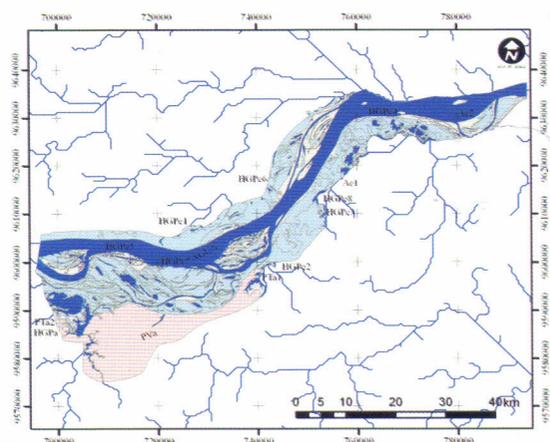
A Tabela 1 mostra as unidades de mapeamento identificadas na área de estudo. Foram identificadas 13 unidades de mapeamento em que a classe dominante foi o gleissolo com características eutróficas e distróficas. A segunda classe domi-



**Figura 4** – Mapa exploratório de solos compilado da Base Pedológica do Sistema de Proteção da Amazônia – Escala de detalhe compatível com a legenda 1:250.000 (Adaptado de SIPAM, 2001).

nante foi os neossolos flúvicos que apresentou quatro unidades de mapeamento e que também apresentou características eutróficas e distróficas. Aparecem como classes subdominantes, além dos gleissolos e neossolos flúvicos, também plintos-

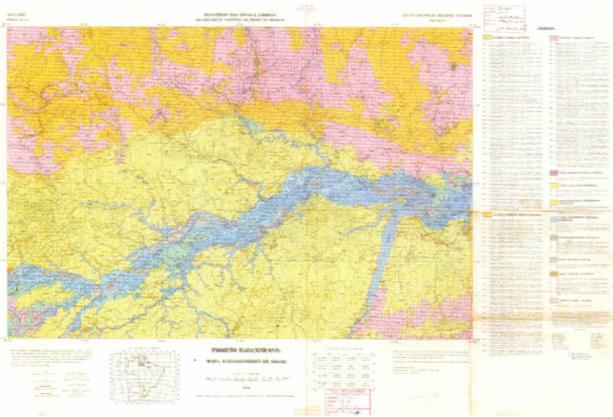
Reconnaissance soil map of aluvial soils near the city of Manacapuru - AM



- **Glei Pouco Húmico Alíco**  
HGPa - Glei Pouco Húmico alíco. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação II, IV.
- **Glei Pouco Húmico Eutrófico**  
HGPe1 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação I.  
HGPe2 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação II.  
HGPe3 - Glei Pouco Húmico alíco. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação III.  
HGPe4 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação IV.  
HGPe5 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação I, II.  
HGPe6 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação I, IV.  
HGPe7 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação II, IV.  
HGPe8 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, risco de inundação II + Plintossolo alíco A moderado textura argilosa, risco de inundação I ambos relevo plano.
- **Plintossolo Alíco**  
PTa1 - Plintossolo alíco A moderado textura argilosa, relevo plano e suave ondulad, risco de inundação I, IV.  
PTa2 - Plintossolo alíco A moderado textura argilosa, relevo plano e suave ondulad, risco de inundação I.
- **Podzóico Vermelho-Amarelo Alíco**  
PVA - Podzóico Vermelho Amarelo alíco, plintico A moderado textura argilosa, relevo plano a suave ondulad.
- **Solos Aluviais Eutróficos**  
Ae1 - Aluviais eutróficos A moderado textura indiscriminada, relevo plano, risco de inundação I.  
Ae2 - Aluviais eutróficos A moderado, textura indiscriminada, relevo plano, risco de inundação II, III.

**NOTE**  
The soil classes are presented as in the printed map and follow an older version of the Brazilian System of Soil Classification. These soils were also classified following a duration of flooding period (inundação). This scheme was divided: I) Flooding has a duration less the one month; II) Flooding between 1 and 3 months every year; III) Flooding between 3 and 6 months and IV) Flooding period is higher than 6 months.

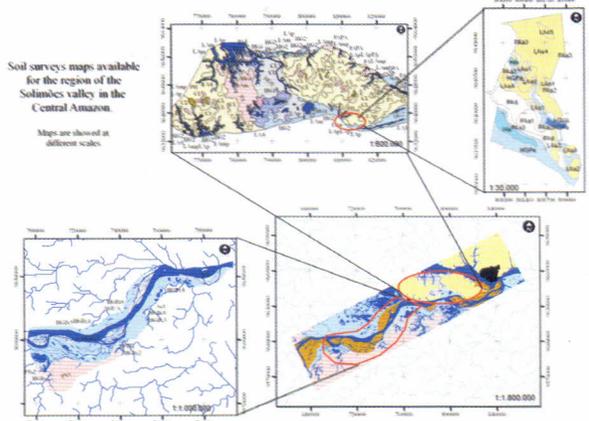
**Figura 5** – Mapa semi detalhado dos solos de várzea do município de Manacapuru (Fonte: CETEC, 1986 – Adaptado por Teixeira *et al.* 2006).



**Figura 2** – Mapa exploratório de solos – Folha SA 21 – Santarém – Projeto RadamBrasil – Escala ao milionésimo (Fonte: Brasil, 1976).

manual e selecionadas somente áreas com continuidade. Nas confluências de tributários foi utilizado como critério um buffer de 10 km se os solos tivessem características de solos das várzeas.

Posteriormente, foi feita a checagem das áreas utilizando um mosaico de radar do Projeto Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) e com a utilização em algumas áreas de mapas de maior escala, como o mapa das várzeas do município de Manacapuru (Figura 5).



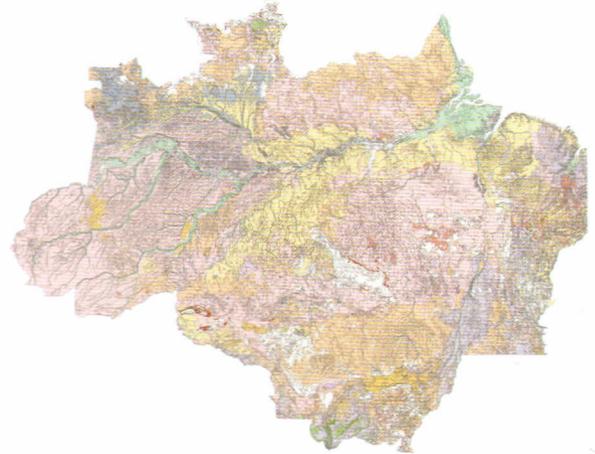
**Figura 3** – Figura mostrando diferentes mapas pedológicos disponíveis próximos a calha do rio Solimões entre os municípios de Manaus e Coari. Adaptado de Teixeira *et al.* (2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gleissolos e os neossolos flúvicos são os solos predominantes na planície aluvial ou várzea do rio Amazonas. De idade pleistocênica e holocênica são formados principalmente a partir de sedimentos provenientes de processos erosivos naturais na Cordilheira dos Andes.

As Figuras 6, 7 e 8 apresentam os mapas compilados e a legenda atualizada das unidades de mapeamento.

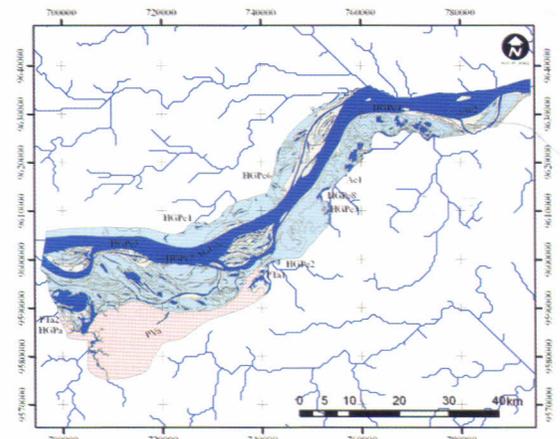
A Tabela 1 mostra as unidades de mapeamento identificadas na área de estudo. Foram identificadas 13 unidades de mapeamento em que a classe dominante foi o gleissolo com características eutróficas e distróficas. A segunda classe domi-



**Figura 4** – Mapa exploratório de solos compilado da Base Pedológica do Sistema de Proteção da Amazônia – Escala de detalhe compatível com a legenda 1:250.000 (Adaptado de SIPAM, 2001).

nante foi os neossolos flúvicos que apresentou quatro unidades de mapeamento e que também apresentou características eutróficas e distróficas. Aparecem como classes subdominantes, além dos gleissolos e neossolos flúvicos, também plintossolos.

### Reconnaissance soil map of alluvial soils near the city of Manacapuru - AM



- Glei Pouco Húmico Alúco**
- HGP1a - Glei Pouco Húmico alúco. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação II, IV.
- Glei Pouco Húmico Eutrófico**
- HGP1e1 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação I.
- HGP2e2 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação II.
- HGP3e3 - Glei Pouco Húmico alúco. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação III.
- HGP4e4 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação IV.
- HGP5e5 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação I, II.
- HGP6e6 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação I, IV.
- HGP7e7 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, relevo plano, risco de inundação II, IV.
- HGP8e8 - Glei Pouco Húmico eutrófico. A moderado, textura silteosa, risco de inundação II + Plintossolo alúco. A moderado, textura argilosa, risco de inundação I ambos relevo plano.
- Plintossolo Alúco**
- PIA1 - Plintossolo alúco. A moderado, textura argilosa, relevo plano e suave ondulado, risco de inundação I, IV.
- PIA2 - Plintossolo alúco. A moderado, textura argilosa, relevo plano e suave ondulado, risco de inundação I.
- Podzólico Vermelho-Amarelo Alúco**
- PVA - Podzólico Vermelho-Amarelo alúco, plântico. A moderado, textura argilosa, relevo plano a suave ondulado.
- Solos Aluviais Eutróficos**
- Ae1 - Alúvicos eutróficos. A moderado, textura indocrimada, relevo plano, risco de inundação I.
- Ae2 - Alúvicos eutróficos. A moderado, textura indocrimada, relevo plano, risco de inundação II, III.

**NOTE**  
The soil classes are presented as in the printed map and follow an older version of the Brazilian System of Soil Classification. These soils were also classified following a duration of flooding period (inundação). This scheme were divided: I) flooding has a duration less the one month, II) flooding between 1 and 3 months every year, III) flooding between 3 and 6 months and IV) flooded period is higher than 6 months.

**Figura 5** – Mapa semi detalhado dos solos de várzea do município de Manacapuru (Fonte: CETEC, 1986 – Adaptado por Teixeira *et al.* 2006).

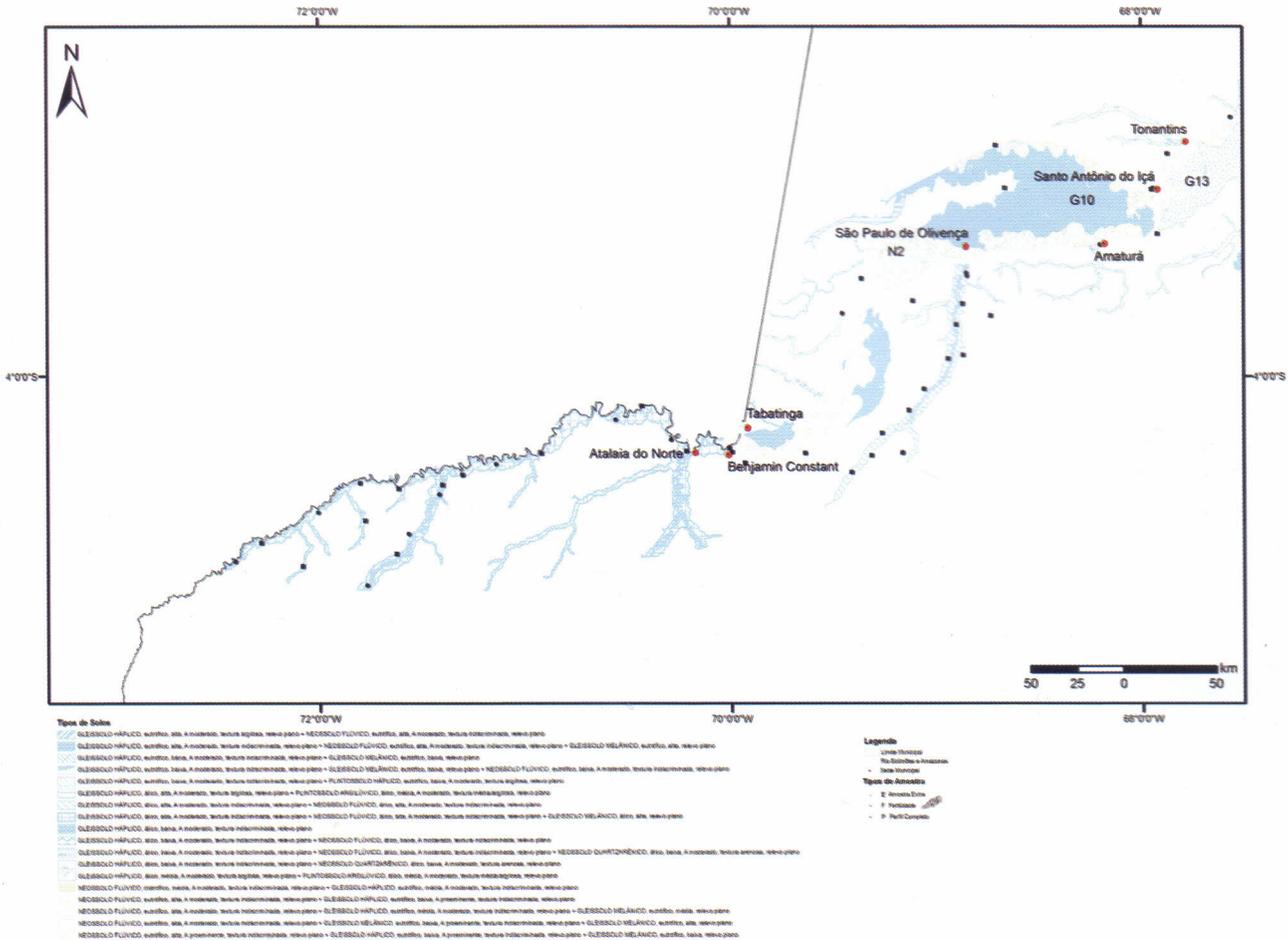


Figura 6 - Mapas dos solos de várzea próximo a calha do rio Solimões no trecho denominado Alto Solimões, entre os municípios de Atalaia do Norte e Tonantins – Estado do Amazonas.

Tabela 1 – Principais unidades de mapeamento das várzeas do rio Solimões – Amazonas no Estado do Amazonas (Compilado da Base do SIPAM, 2001)

Principais unidades de mapeamento das varzeas do rio Amazonas no Estado do Amazonas

Classe de solo dominante	Classe subordinante	Classe subordinante
GLEISSOLO, álcico, alta, A moderado, textura argilosa, relevo plano	PLINTOSSOLO, álcico, média, A moderado, textura média/argilosa, relevo plano	GLEISSOLO HÚMICO, álcico, alta, relevo plano
GLEISSOLO, álcico, alta, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	SOLO ALUVIAL, álcico, alta, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	AREIA QUARTZOSA HIDROMÓRFICA, álcico, baixa, A moderado, textura arenosa, relevo plano
GLEISSOLO, álcico, alta, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	SOLO ALUVIAL, álcico, alta, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	
GLEISSOLO, álcico, baixa, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	SOLO ALUVIAL, álcico, baixa, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	
GLEISSOLO, álcico, baixa, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	AREIA QUARTZOSA HIDROMÓRFICA, álcico, baixa, A moderado, textura arenosa, relevo plano	
GLEISSOLO, álcico, baixa, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	SOLO ALUVIAL, álcico, baixa, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	
GLEISSOLO, álcico, média, A moderado, textura argilosa, relevo plano	PLINTOSSOLO, álcico, média, A moderado, textura média/argilosa, relevo plano	
GLEISSOLO, eutrófico, alta, A moderado, textura argilosa, relevo plano	SOLO ALUVIAL, eutrófico, alta, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	
GLEISSOLO, eutrófico, alta, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	SOLO ALUVIAL, eutrófico, alta, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	
GLEISSOLO, eutrófico, baixa, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO HÚMICO, eutrófico, baixa, relevo plano	GLEISSOLO HÚMICO, eutrófico, alta, relevo plano
GLEISSOLO, eutrófico, baixa, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO HÚMICO, eutrófico, baixa, relevo plano	SOLO ALUVIAL, eutrófico, baixa, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano
GLEISSOLO, eutrófico, baixa, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO HÚMICO, eutrófico, baixa, relevo plano	
SOLO ALUVIAL, distrófico, média, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO, eutrófico, média, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	
SOLO ALUVIAL, eutrófico, alta, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO, eutrófico, baixa, A proeminente, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO HÚMICO, eutrófico, alta, relevo plano
SOLO ALUVIAL, eutrófico, alta, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO, eutrófico, média, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO HÚMICO, eutrófico, média, relevo plano
SOLO ALUVIAL, eutrófico, alta, A moderado, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO, eutrófico, baixa, A proeminente, textura indiscriminada, relevo plano	
SOLO ALUVIAL, eutrófico, alta, A proeminente, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO, eutrófico, baixa, A proeminente, textura indiscriminada, relevo plano	GLEISSOLO HÚMICO, eutrófico, baixa, relevo plano





**Figura 9.** Área de Neossolos Flúvicos com cultivo de feijão de corda, margem esquerda do rio Solimões, município de Iranduba.

**Tabela 2.** Áreas em hectares e os percentuais das classes de solos dominantes das várzeas próximas à calha dos rios Solimões–Amazonas no estado do Amazonas.

Classe de Solo	ha	%
Gleissolos eutróficos	3.428.856	56.1
Neossolos Flúvicos eutróficos	2.159.141	35.3
Gleissolos distróficos	508.867	8.3
Neossolos Flúvicos distróficos	14371	0.2
Total	6.111.235	100

solos e neossolos quartzarênicos.

Na Tabela 2 são apresentadas as áreas em hectares e os percentuais das classes dominantes das unidades de mapeamento. Nessa análise estatística foi feita uma divisão também levando-se em consideração a classificação da fertilidade do solo (características eutróficas e distróficas).

Na Tabela 2 verifica-se que mais de 60% dos solos da várzea, no trecho em estudo, são gleissolos, sendo que entre estes, mais de 50% são eutróficos. Os neossolos flúvicos eutróficos somam mais de 2.000.000 ha. Estes dados mostram que poucas áreas da várzea apresentam limitação de fertilidade para a produção agrícola. As áreas de solos com características distróficas geralmente estão associadas às margens de lagos onde a carga de sedimentos ricos em nutrientes é menor. Essas áreas também têm a tendência de apresentar sedimentos mais finos (textura argilosa e muito argilosa) em contraste com a grande quantidade de silte que apresentam os solos próximos da calha do rio. Abaixo, são discutidas as principais características das classes predominantes nessa área de estudo dos gleissolos e neossolos flúvicos.

A natureza do material de origem, a posição na paisagem, as condições restritas de drenagem e as inundações periódicas a que podem estar sujeitos esses solos resultam em

velocidades reduzidas de intemperismo e do processo de pedogênese, sendo por isso os solos mais novos da paisagem nessa região. Solos mais novos são menos estruturados, apresentam teores mais elevados de areia e silte e são mais susceptíveis a perdas por erosão. Contudo, na maior parte das várzeas estudadas o processo erosivo não causa perdas aos gleissolos, especialmente, devido a sua ocorrência em relevo plano e suave ondulado, onde se encontram, e à pequena diferença de cota entre o nível do solo e o nível das águas. As maiores perdas desses solos são devido ao “fenômeno das terras caídas”, que consiste do desbarrancamento dos solos nas margens do rio, fenômeno que chega a ocorrer em grande extensão, em algumas áreas, mesmo sendo recobertas pela vegetação original.

Os neossolos flúvicos estão associados principalmente ao dique aluvial (barranco do rio) e às partes mais elevadas do interior da várzea, enquanto os gleissolos ocorrem na parte mais interior e mais rebaixada da várzea, por isso mais frequentemente encontram-se saturados ou completamente submersos. Quando associados aos igapós, chavascais, aningaís ou outras áreas muito baixas, no interior da várzea, os gleissolos não são cultivados.

Apesar de apresentarem, especialmente, os neossolos flúvicos elevada fertilidade natural e elevada reserva de nutrientes, as condições de drenagem e a elevação sazonal do nível das águas tornam-se frequentemente limitantes ao cultivo desses solos em parte significativa do ano. A Figura 5 mostra uma classificação adicional pelo período de alagamento nas diferentes posições da paisagem das várzeas próximas de Manacapuru. Esse tipo de classificação das várzeas por período provável de alagamento é de fundamental importância em estudos de zoneamento dessas áreas.

Na várzea, os solos eutróficos, normalmente, possuem teores elevados de silte e de areia fina, com elevada capacidade



**Figura 10.** Perfil de Gleissolo, a classe de solo predominante nas margens dos rios na região estudada. Observa-se as cores acinzentadas típicas de ambientes hidromórficos. (Parintins - AM)

de troca de cátions e elevados teores de cátions trocáveis, especialmente cálcio, magnésio e, em alguns casos, sódio. Em contraste aos solos bem drenados de terra firme, os solos de várzea apresentam reação menos ácida, níveis mais elevados de nutrientes, menores teores relativos de alumínio trocável e grande quantidade de argila de atividade alta.

Esses solos apresentam ainda composição mineralógica bastante variada, como reflexo da diversidade e da natureza recente do material de origem, das condições periódicas de hidromorfismo e do reduzido grau de pedogênese. Os poucos estudos sobre a mineralogia dos solos de várzea revelam a presença de minerais primários, notadamente mica, clorita e feldspatos, além de conteúdo apreciável de esmectita, caulinita e vermiculita (Sombroek, 1966; Irion, 1984). Os minerais considerados acessórios também são bastante variáveis, observando-se caulinita, mica, quartzo, feldspato, montmorilonita, vermiculita aluminosa, lepidocrocita, hematita e gibbsita.

### Características dos solos de várzea

Neste item são apresentados os principais critérios utilizados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (Embrapa, 1999) para classificar os gleissolos e os neossolos flúvicos.

### Gleissolos (glei pouco húmico, glei húmico)

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos é a classe de solos hidromórficos constituídos por material mineral que apresenta horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm de profundidade, ou com profundidade entre 50 e 125 cm, caso esteja: i) imediatamente abaixo de horizontes A ou E (que po-



**Figura 11** – Perfil típico de um Neossolo Flúvico onde se observa a estratificação das diferentes camadas de deposição. Paraná do Baixo – Iranduba – AM

dem ser gleizados ou não); e ii) precedido por qualquer tipo de horizonte B, exceto plânico e plântico, e/ou C, com presença de mosqueados abundantes com cores de redução, sem apresentar, contudo, os requisitos para enquadramento nas classes dos vertissolos, dos espodosolos, dos planossolos, dos plintossolos ou dos organossolos. A Figura 10 apresenta um perfil típico de gleissolo nas margens do rio Amazonas, no município de Parintins – AM.

Em condições naturais, são solos mal ou muito mal drenados, que apresentam seqüências de horizontes A-Cg, A-Big-Cg, A-Bi-Cg, A-Btg-Cg, A-Bt-Cg, A-E-Btg-Cg, A-Eg-Btg-Cg, Ag-Cg, H-Cg. Esses solos, por serem mal ou muito mal drenados e se caracterizarem pelo processo de gleização, que implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas devido à redução e solubilização do ferro, permitindo a expressão das cores neutras dos minerais de argila ou, ainda, precipitação de compostos ferrosos.

Os gleissolos normalmente desenvolvem-se a partir de sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia em áreas abaciadas ou depressões e, eventualmente, em áreas inclinadas sob influência do afloramento de água subterrânea (surgentes). São solos formados sob vegetação hidrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea.

Em geral, apresentam textura fina e não se incluem nas classes texturais areia ou areia franca. Os solos dessa classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água permanece estagnada internamente ou a saturação é por fluxo lateral no

solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície.

Podem ser de alta ou baixa fertilidade natural e têm nas condições de má drenagem a sua maior limitação de uso. Na área de estudo, a ocorrência dessa classe de solo é mais expressiva nas áreas mais rebaixadas, mais distantes da margem do rio em direção à área de floresta ou dos lagos de várzea.

As classes mais frequentes na área-foco deste estudo são os gleissolos háplicos com argila de atividade alta (Ta) com elevada saturação de bases (eutróficos). Esses solos possuem argila de atividade alta ( $T \geq 27$  cmolc/kg de argila) e alta saturação por bases ( $V \geq 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100 cm a partir da superfície do solo.

A potencialidade agrícola desses solos é dependente das sérias limitações atribuídas ao lençol freático elevado e ao risco de inundação frequentes. Os horizontes subsuperficiais apresentam estrutura maciça no horizontes  $\text{Cg}$  ou  $\text{Bg}$ . As cores dominantes são as escuras nas camadas superficiais e acinzentadas e azuladas nos horizontes subsuperficiais. Esta característica faz com que algumas áreas com esses solos sejam denominadas localmente de “barro azul”. Nestas áreas a vegetação predominantemente é de solos alagados como os aningais e chavascals.

A textura dominante parece ser dominada pela distância em relação ao curso do Solimões. Os que são próximos às margens da calha são predominantemente siltosos e os que se localizam mais no interior das áreas alagadas, próximos a pequenos cursos de água e lagos, são predominantemente argilosos.

A maior parte dos gleissolos nas várzeas do rio Amazonas no trecho do estudo são eutróficos, com algumas áreas apresentando caráter distrófico (Tabela 2). Os eutróficos apresentam boa disponibilidade de nutrientes enquanto os distróficos são fortemente ácidos, geralmente de textura argilosa, com elevada saturação por alumínio.

Apresentam baixa suscetibilidade à erosão por ocorrer em relevo plano. Há limitação forte a muito forte pela falta de oxigênio nas raízes devido ao excesso de água em grande parte do ano. Entretanto, nas áreas eutróficas a cultura de vazante é bastante disseminada e pode ser sustentável nas localidades próximas a centros consumidores. O excesso de água restringe ou mesmo impede o acesso da maquinaria, condicionando sérias limitações à utilização de implementos agrícolas, evidenciando também sua inaptidão para uso com cultivos perenes e silvicultura de espécies pouco tolerantes à deficiência de oxigênio.

### Neossolos flúvicos (solos aluviais)

Os neossolos flúvicos são derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre horizonte C, constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si, e devem apresentar um dos seguintes requisitos: distribuição irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, dentro de 150 cm da superfície do solo; e/ou camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo, dentro de 150 cm da superfície do solo (Embrapa, 1999). Compreende solos apresentando pequena expressão dos processos pedogenéticos como consequência de características do próprio material, de sua resistência ao intemperismo ou composição química e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

Apresentam seqüência de horizontes A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C, sem atender, contudo, aos requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos chernossolos, vertissolos, plintossolos, organossolos ou gleisso-

los. Essa classe admite diversos tipos de horizontes superficiais, incluindo o horizonte O ou H hístico, com menos de 30 cm de espessura quando sobrejacente à rocha ou à material mineral.

Essa classe de solo está associada às áreas de maior elevação na paisagem, dentro das limitações de várzea. Na paisagem de várzea do rio Solimões, também é comum a ocorrência de neossolos flúvicos Ta eutróficos gleissólicos. Estes solos apresentam horizonte glei dentro de 150 cm da superfície do solo.

Os neossolos flúvicos apresentam textura bastante variável com camadas de textura arenosa, média e argilosa.

Nessa classe estão incluídos os solos que foram anteriormente classificados como solos aluviais e algumas áreas de areias quartzosas hidromórficas.

Os neossolos flúvicos nessa região ocorrem principalmente às margens dos rios e lagos. Os eutróficos estão associados à colmatagem de sedimentos ricos do rio Solimões e os distróficos aos pequenos rios de água preta e proximidades de lagos, onde a quantidade de sedimentos é reduzida e há teores bastante elevados de ácidos orgânicos em dissolução (Vieira & Santos, 1987).

Em grande maioria, são solos com elevada fertilidade natural que desempenham papel de suma importância na produção agrícola da região, pois são intensamente utilizados pelos agricultores ribeirinhos durante o período de baixa das águas dos rios. Entretanto, apresentam sérias restrições para as culturas perenes e silvicultura devido principalmente ao excesso de água durante longos períodos.

Sua potencialidade agrícola também é em função de sua posição na paisagem: as várzeas onde ocorrem os neossolos flúvicos apresentam formações mais antigas e estáveis que permitem a utilização agrícola e pecuária mais intensiva. Nas várzeas instáveis ocorre o fenômeno conhecido localmente como “terras caídas”, provocado pelo solapamento ocasional das águas e pela pouca resistência do solo em relação à força da correnteza, conforme discutido anteriormente.

Nas partes mais rebaixadas, próximas às margens do rio Solimões, é comum a ocorrência de bancos de areia, regionalmente denominado de “praia”. Essas áreas são cultivadas com culturas de ciclo curto, por ocasião da vazante do rio. Os solos mais comumente encontrados nessas áreas são os neossolos quartzarênicos hidromórficos, solos com presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano, na maioria dos anos, imperfeitamente ou mal drenados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A unidade de paisagem denominada várzea apresenta características bastante peculiares e distintas da paisagem de terra firme. Os solos férteis contrastam com as afirmativas de que os solos da Amazônia são pobres; as grandes extensões que a planície de inundação atinge em determinados locais levam ao questionamento da legislação fundiária e sobre áreas de proteção permanente para matas ciliares, prevista numa legislação nacional baseada em rios de vales encaixados. O endemismo de determinados tipos de vegetação e fauna, em alguns ambientes de várzea, condiz com a criação de áreas de preservação para estes ambientes, talvez os mais ameaçados da Amazônia.

Um programa de zoneamento ecológico econômico das várzeas poderia selecionar áreas para atividades produtivas, sob os solos férteis desta área, de forma sustentável que poderiam contribuir de forma significativa para a produção primária na Amazônia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Projeto RADAM. Folha SA 21. Santarém. Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 1976. 552 p. + Mapas
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Projeto RADAM. Folha SA 20. Manaus. Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 1978. 628p. + Mapas
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999. 412p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos, 1999. 412p.
- CETEC. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Levantamento de reconhecimento de solos e aptidão agrícola em áreas abrangidas pelo PDRI - AM. Município de Manacapuru CETEC. Belo Horizonte. 1986. 185 p. + mapas
- IPEAM. Os solos da área Cacau-Pirêra - Manacapuru. IPEAM. Belém. 198 p + 1 mapa. 1970. (Série: Solos da Amazônia, v. 2 - 3)
- IRION, G. Clay minerals of Amazonian soils. In: The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. SIOLI, H (Ed). Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, 1984. p.537-579 (Monographiae biologicae, v. 56).
- KITAGAWA, Y. & MÖLLER, M.R.F. Clay mineralogy of some typical soils in the Brazilian Amazon region. Pesquisa agropecuária brasileira., 14:201-208, 1979.
- SIPAM. Base pedológica da Amazônia Legal. Base em formato digital referente a levantamento em escala de detalhe compatível com a escala de 1:250.000. SIPAM / IBGE. 2001 - DVD.
- SIOLI, H. Alguns resultados e problemas da limnologia amazônica. Belém, IPEAN, 1951. p.3-44 (IPEAN. Boletim Técnico, 24).
- SOMBROEK, W.G. Amazon soils; a reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon region. Wageningen, Center for agricultural publications and documentation, 1966. 262p.
- TEIXEIRA, W. G.; LIMA, H. N., MARTINS, G. C., ARRUDA, W. da C.; MACEDO, R.; SILVA, M. A. da. Caracterização dos solos próximos à calha do rio Solimões entre os municípios de Coari e Manaus In: I Congresso Internacional do Piatam, 2005, Manaus. Ambiente, Homem, Gás e Petróleo, 2005. p.85 - 86
- TEIXEIRA, W. G., LIMA, H. N.; ARRUDA, W. da C., MARTINS, G. C. A digital soil data base of region near the Solimões river between the cities of Coari and Manaus - Brazilian Amazon. In: DMS for regions and countries with sparse spatial data infrastructures, 2006, Rio de Janeiro. DMS for regions and countries with sparse spatial and data infrastructures. Rio de Janeiro: SBCS, 2006. p.CD ROM
- VIEIRA, L.S., SANTOS, P.C.T. Amazônia: seus solos e outros recursos naturais. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1987. 416p.