



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## FORMAÇÃO E DINÂMICA DE TECHNOSOLOS NA CIDADE DE ARAGUAÍNA (TO)

**Carlos Augusto Machado<sup>(1)</sup>; Silvio Carlos Rodrigues<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Professor Mestre Assistente; Curso de Geografia, Universidade Federal do Tocantins, Rua Paraguai/Uxirãmas snº, E-mail: delagnesne@uft.edu.br), Doutorando em Geografia UFU/UFT; <sup>(2)</sup> Professor Doutor; Curso de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Universitário Santa Mônica, E-mail: silgel@ufu.br

**Resumo** – Os Technosolos representam um desafio para os estudos de solos devido à heterogeneidade de materiais de sua composição e a gama de fatores ambientais envolvidos na sua gênese e dinâmica em áreas urbanas. O foco central deste trabalho desenvolvido na área urbana da cidade de Araguaína, situada no norte do estado do Tocantins reside no aprimoramento da metodologia de estudo destes corpos artificiais e a proposição de medidas visando à diminuição dos impactos e facilitar as ações de planejamento ambiental. No estudo dos technosolos na cidade de Araguaína além da identificação e caracterização físico/química correntemente utilizada nos estudos pedológicos deste tema, buscou-se a inclusão de outras variáveis como: identificação por fotografias aéreas e imagens de satélite, influência do clima (pluviosidade x temperatura), inclinação do relevo, tipo de ambiente (terrestre, lagunar, fluvial e marinho) para evidenciar o comportamento e dinâmica dos Technosolos. Os primeiros resultados apontam a grande dificuldade na identificação em imagens de satélite, comportamento variado dos inúmeros materiais e nos diferentes tipos de ambientes, compactação do corpo, estrutura altamente instável em épocas de alta pluviosidade e grande migração horizontal e vertical de partículas. O entendimento da composição e dinâmica destes reside na importância da definição de tratamento dos impactos e recuperação com medidas específicas para cada caso, sejam estas para implantação de áreas verdes, áreas agrícolas, urbanização ou retirada do material.

**Palavras-Chave:** ambiente; instabilidade; recuperação.

### INTRODUÇÃO

A alteração do ambiente de forma significativa resultou na discussão acerca de uma terminologia que inclui os seres humanos com agentes geológicos resultando na proposição de um novo período geológico intitulado Tecnógeno ou Quinário segundo Ter Stepanian (1988). Os Technosolos são criados pela acumulação de material de variadas formas e composição resultante do descarte das atividades humanas, os quais adicionados ao ambiente alteram a dinâmica criando entraves ambientais e ao desenvolvimento das cidades Craul (1999), NYCSSS

(2005), Marker (2006), Peloggia (1998) e Pedron (2004).

Os technosolos são estudados por outras áreas científicas, porém empregando o termo Depósito Tecnogênico na Geologia ou Geografia, sendo os termos Anthropossolos, Solos urbanos ou Solos Antrópicos utilizados pelas ciências agrônômicas, porém grande parte das técnicas de estudo é comum às diversas áreas com o uso de descrição morfológica, análise física e química do material. Recentemente, a International Union of Soil Science (IUSS) (2010) referendou o World Reference Base for Soil Resources (WRB) (2010) apontando para uma divisão no grupo dos Anthropossolos (Áreas Agrícolas) e Technosolos (Áreas Urbanas), mas basicamente o roteiro de descrição morfológica e análise física seguem os mesmos passos de outros solos, somente destacando os tipos de fragmentos e materiais alóctones existente na camada artificial.

Fanning & Fanning (1989) classifica quatro tipos de solos produzidos pela ação humana baseados principalmente em sua composição, sendo: **Materiais “Úrbicos”** (inglês, urbic) compostos de detritos urbanos (tijolo, pedras, vidros, plásticos, etc) e materiais terrosos; **Materiais “Gárbicos”** (inglês, garbage) compostos de materiais detriticos com lixo orgânico predominantemente em condições anaeróbias; **Materiais Espólicos** (inglês, spoil) materiais terrosos escavados e redepositados em aterros com pouca quantidade de detritos; **Materiais Dragados**, resultantes de dragagens de cursos d’água.

A estrutura do ambiente onde se situa o sítio urbano de Araguaína compõe-se na maior parte de rochas sedimentares eólicas da Formação Sambaíba (215 m.a) e sedimentares marinhas da Formação Motuca (240 ma) e uma faixa de basaltos da Formação Mosquito (190 ma). Em ambientes sedimentares, a morfogênese esculpiu um relevo com amplitudes topográficas entre 260 e 300 metros, colinas suaves com declividades entre 7 e 15 % e extensos interflúvios entremeados por alguns relevos testemunhos (Tocantins, 2002).

A cobertura pedológica apresenta a predominância de Latossolos amarelos e Neossolos quartzarênicos ambos de caráter distrófico e de alta susceptibilidade aos processos erosivos sem a cobertura vegetal de Cerrados *Stricto sensu* atualmente inexistente. Nos ambientes magmáticos, predominam colinas

suavemente onduladas com declividades entre 5 e 20 % e extensos interflúvios com predominância de Latossolos roxos notadamente eutróficos e resistentes aos processos erosivos (Machado, 2005).

A dinâmica ambiental na área urbana de Araguaína está sujeita a duas sazonalidades marcantes determinadas pelo clima regional. A primeira, exibindo forte atuação da morfogênese ocorre no período de verão com intensa atividade das águas pluviais gerando forte movimentação de sedimentos sendo mais incisiva onde dominam os Neossolos quartzarênicos situados nas áreas leste e noroeste da cidade e menos intensa nas áreas recobertas por Latossolos (Machado, 2005). No segundo período, devido à estiagem os processos ambientais perdem a intensidade devido a totais irrisórios da pluviosidade.

As áreas urbanas na região Amazônica conheceram nos últimos 20 anos intenso crescimento resultando na criação de corpos pedológicos classificados como Technosolos, deste modo, o trabalho visa demonstrar a composição e comportamento dos materiais visando o aprimoramento de uma metodologia mais abrangente no entendimento da dinâmica do corpo e os reflexos no ambiente circundante e não somente no caráter descritivo dos Technosolos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho obedeceu à seguinte estrutura de análise:

Caracterização ambiental da área de estudo destacando os aspectos geológicos e geomorfológicos utilizando o trabalho de Tocantins (2002) e Machado (2005).

Classificação dos tipos de depósitos tecnogênicos e camadas de materiais baseada no trabalho de Fanning; Fanning (1989), o qual distingue em quatro classes conforme a composição do material.

Identificação e mapeamento de Technosolos realizados através do uso de imagens de satélite IKONOS em escalas variadas disponíveis pelo programa GOOGL EARTH PRO V. A interpretação de imagens de satélite além de auxiliar na localização e identificação dos Technosolos colaborou para avaliação dos impactos ambientais (alteração na rede de drenagem, áreas de captação, depósitos fluviais e sedimentares e alteração de feições geomorfológicas).

Para o estudo foram selecionados apenas solos com área acima de 1.000 m<sup>2</sup>, áreas menores foram descartadas da caracterização por serem de difícil identificação em imagens de satélite e representam pouca expressão areal para o estudo.

Nos trabalhos de campo, os technosolos foram submetidos à análise morfológica do material para identificação de suas características em condições naturais.

Na determinação das coordenadas geográficas dos depósitos será utilizado o aparelho de Sistema de Posicionamento Geográfico (GPS, sigla em inglês) modelo Garmin Vista Hcx.

Análise dos dados e informações obtidas para o entendimento da situação atual com base na dinâmica ambiental dos depósitos tecnogênicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dinâmica ambiental na área urbana de Araguaína está sujeita a duas sazonalidades marcantes determinadas pelo clima regional. A primeira, exibindo forte atuação da morfogênese ocorre no período de verão com intensa atividade das águas pluviais gerando forte movimentação de sedimentos sendo mais incisiva onde dominam os Neossolos quartzarênicos situados nas áreas leste e noroeste da cidade e menos intensa nas áreas recobertas por Latossolos. No segundo período, devido à estiagem os processos ambientais perdem a intensidade devido a totais irrisórios da pluviosidade

Os Technosolos mais antigos da cidade de Araguaína apresentam uma decomposição avançada dos materiais e com a formação de crostas endurecidas, principalmente nos que contém resíduos de construção. Devido à decomposição, o material sofreu uma acomodação proporcionando maior estabilidade contra a ação das águas pluviais, principalmente em áreas mais planas. Na identificação dos depósitos foram encontrados todos os tipos classificados por Fanning & Fanning (Op cit), sendo o mais comum do tipo Úrbico, resultante do acúmulo de materiais da construção civil, sendo utilizados para o preenchimento de erosões e em aterros localizados em fundos de vale.

Em alguns locais, a retirada, a remobilização e o acréscimo de materiais formam uma pequena, mas extensa capa superficial sobre a cobertura pedológica que se expande à medida que as águas do escoamento superficial carregam os materiais vertente abaixo, vide figura 2.

A expansão urbana e a enorme quantidade de material descartado resultante da construção civil criaram inúmeros problemas no primeiro ciclo de crescimento (1975-1985), visto que, os resíduos foram descartados em erosões e cobertos por aterros em áreas consideradas periféricas da cidade até então, tais fatos também são recorrentes na Europa e em outras partes do mundo segundo Rogacheskaya (2006), Lehmann; Stahr ((2007) e Meuser (2010). Os Technosolos criados incorporam-se ao ambiente local encoberto pela sedimentação nos fundos de vale e de difícil detecção pelo crescimento da vegetação, vide figuras 2 e 3 e os quais mais tarde resultaram em problemas estruturais em casas construídas sobre estes materiais. Ressalta-se que as administrações públicas até o presente momento não tem uma política efetiva de controle e fiscalização de descartes de resíduos sólidos e líquidos e a situação de descaso tem se intensificado nos últimos 10 anos.

A área mais crítica em virtude da expansão urbana com a formação de Technosolos encontra-se na microbacia hidrográfica do córrego Neblina, a qual atravessa o centro da cidade. Esta microbacia na última década sofreu inúmeras modificações geomorfológicas, pedológicas e hidrológicas em função de inúmeras obras civis que modificam sua drenagem e seu leito fluvial, com obras de retificação, canalização, estreitamento e alargamento da calha fluvial em diversos pontos.



Figura 2 – Technosolo com grande heterogeneidade de materiais e sedimentos na área central de Araguaína. Foto: Machado, C. A. (2009).

O carreamento de sedimentos arenosos para a calha fluvial do alto e médio curso soma-se aos sedimentos argilosos do baixo curso formando bancos de areia estabilizados por uma vegetação adaptada as condições de poluição com o constante assoreamento. Além da grande carga de sedimentos recebida pelo córrego adiciona-se a este quadro inúmeros poluentes orgânicos e inorgânicos e grande quantidade de resíduos sólidos e materiais de construção descartados próximos aos córregos para aterro e compactados para obras civis.

Esta soma de materiais naturais e humanos forma um depósito com camadas pouco compactadas e quando se realiza construções de casas ou mesmo ruas pavimentadas sobre estas áreas, invariavelmente apresentando rachaduras, afundamento e causando prejuízos.



Figura 3 – Technosolo Gárbico em Antiga Erosão.SPOT Image, 21/06/2009, Escala: 1:300 mts. Fonte: GoogleEarth PRO V 10/02/2010.

Como exemplo da composição de um Technosolo em ambiente fluvial sobre ao qual se assentam inúmeras obras civis pode-se observar a figura 4, na

qual o perfil apresenta uma camada de matéria orgânica de aproximadamente 5 cm (linha azul), sendo seguida por faixa rica em argila com 20 cm (linha amarela), posteriormente por uma faixa de 30 cm de material areno-argiloso (linha azul) e finalmente uma camada de 40 cm até a linha d'água de cascalhos de tamanhos variados sobre matriz arenosa, materiais plásticos e diversos fragmentos (linha vermelha).

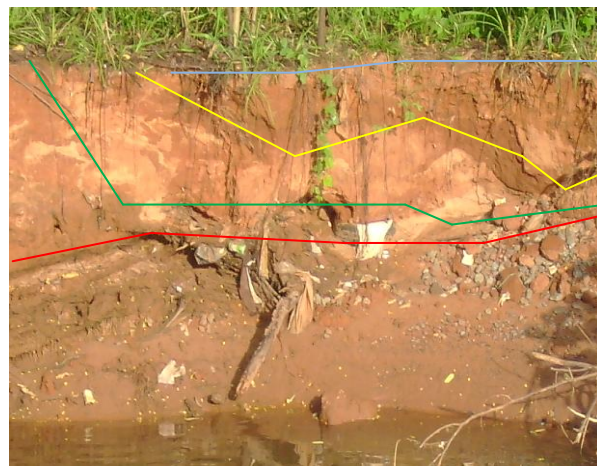


Figura 4 – Technosolo Espólico no Córrego Neblina. Foto- Machado, C. A. (Julho/2008).

Na segunda bacia hidrográfica urbana de maior importância da cidade de Araguaína chamada de Baixa Funda, localizada na área leste da cidade, encontram-se inúmeros e variados tipos de Technosolos, porém com uma gênese diferenciada de outros locais. Nesta bacia hidrográfica é comum a formação de solos acrescidos de materiais de construção civil, geralmente descartados em erosões para preenchimento das valas e sendo compactados em seguida. Devido à idade do material que permanece no local a mais de 15 anos, grande parte dos fragmentos maiores foram decompostos resultando numa acomodação do material. Em algumas camadas destes solos encontram-se faixas endurecidas com a formação de crostas influenciadas por materiais de obras civis como cimento e cal, o que acarreta a dificuldade de infiltração das águas pluviais. Na figura 5 visualiza-se uma grande vossoroca que foi preenchida com materiais de aterro, mas devido à intensa força hidráulica das águas pluviais o aterro não suportou a carga e o processo erosivo retomou o processo de expansão, sendo parcialmente freado pelo crescimento de gramíneas. Algumas casas próximas ao córrego situadas sobre os Technosolos desmoronaram não suportando a acomodação do material e a atuação dos processos erosivos.

Os Technosolos da cidade de Araguaína estão localizados em sua maior parte próximos a nascentes ou em topografias mais acentuadas, áreas estas ocupadas por moradias e loteamentos irregulares construídos sobre material instável, os quais com o passar do tempo causam problemas estruturais as casas já precariamente edificadas. Em alguns casos o material depositado foi coberto por sedimentos das

partas mais elevadas das vertentes e deste modo ocultando o problema.



Figura 5 – Depósito Tecnogênico Espóico no Médio Curso do Córrego Baixa Funda. Foto: Carlos A. Machado (jul/2006).

## CONCLUSÕES

1. Na cidade de Araguaína, os Technosolos apresentam grande dificuldade de tratamento devido à grande variedade de materiais e a presença de moradias.
2. Os Technosolos em ambientes aquáticos tem grande mobilidade de materiais devido a força hidráulica das águas e a grande quantidade de matéria orgânica facilita o desenvolvimento de uma vegetação de grande porte, porém com reduzida biodiversidade.
3. As altas pluviosidades e temperaturas da região Amazônica tornam os Technosolos muito instáveis e sujeitos a escorregamentos e afundamentos, mesmo em inclinações suaves, devido a rápida decomposição da fração orgânica.
4. Devido à grande quantidade de Technosolos constituídos a base de materiais descartados da construção civil com grande facilidade para a compactação e formação de crostas, estas áreas apresentam dificuldade de infiltração das águas pluviais.
5. Em Technosolos com materiais resultantes de lixo doméstico e em solos de textura arenosa circundantes no entorno do corpo ocorre a contaminação do lençol freático e cursos d'água.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

## REFERÊNCIAS

COLTRINARI, L. **Natural and Anthropogenic Interactions In The Brazilian Tropics**. In: BERGER, A. R. ; IAMS, W. (Orgs), *Geoinicators: Assessing*

- Rapid Environmental Changes in Earth Systems*. Rotterdam:Brookfield, 1996. p. 295-310.
- CHEMEKOV, Y. F. **Technogenic Deposits**. In: Inqua Congress, 11, Moscow, 1983, Abstracts v. 3, p. 62.
- CRAUL, P. J. **Urban Soils: Applications and Principles**. Wiley, New York, 1999.
- EFLAND, W. R. ; POUYAT, R. V. **The Genesis, Classification and Mapping os Soils ins Urban Areas**. In: *Urban Ecosystem*, nº 01, 1997. p. 217-228.
- FANNING, D. J. ; FANNING, M. C. B. **Soil: Morphology, Genesis and Classification**. New York, John Wiley & Sons, 1989.
- INTERNATIONAL UNION OF SOIL SCIENCE (IUSS) **World Reference Base for Soil Resources (WRB) 2010** Disponível em: <http://www.fao.org/nr/land/soils/soil/en>. Acessado em 10/10/2010.
- LEHMANN, A. ; STAHR, K. **Nature and Significance of Anthropogenic Urban Soils**. In: *Journal os Soils and Sediments*, nº 07 (4), 2007. p. 247-260.
- MACHADO, C.A . ; OLIVEIRA, V. M. de **Planejamento Ambiental Para a Cidade de Araguaína – TO**. In: *Revista Interface, Porto Nacional (TO)*, v.02, n.02, maio 2005.p.52-65.
- MARKER, B. **Urbanisation and The Geoenvironment**. In: *Geology and Ecosystems*. Igor S. Zektser (Org.) New York: Springer, 2006. p. 123-147.
- MEUSER, H. **Anthropogenic Soils**. In: Meuser, H. *Contaminated Urban Soils*. London: Springer, 2010. p. 121- 193.
- NYCSSS (NEW YORK CITY SOIL SURVEY STAFF) **New York City Reconnaissance Soil Survey**. United State Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Staten Island (NY), 2005.
- PEDRON, F. de A. et al. **Solos Urbanos**. *Revista Ciência Rural*, v. 34, n.05, p. 1647-1653, set-out, 2004.
- PELOGGIA, A. U. G. **O Homem e o Ambiente Geológico: Geologia, Sociedade e Ocupação Urbana no Município de São Paulo**. São Paulo, Xamã, 1998.
- ROGACHEVSKAYA, L. M. **Impacts of Technogenic Disasters on Ecogeological Process**. In: *Geology and Ecosystems*. Igor S. Zektser (Org.) New York: Springer, 2006. p. 161-169.
- TER-STEPANIAN, G. **The Beginning of Technogene**. In: *Bulletin of International Association of Engineering Geology*, nº 38, 1988. p. 133-142.
- TOCANTINS. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente (SEPLAN). **Projeto de Gestão Ambiental Integrada do Bico do Papagaio**. Folha Araguaína SB-22-Z-D. Palmas: SEPLAN, 2002.