

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

RAFAEL CARDOSO TEIXEIRA

ANTROPOSSOLOS EM GUARAPARI (ES): A GEOGRAFIA DOS
SOLOS ANTRÓPICOS

VIÇOSA, MINAS GERAIS

NOVEMBRO, 2015

RAFAEL CARDOSO TEIXEIRA

ANTROPOSSOLOS EM GUARAPARI (ES): A GEOGRAFIA DOS
SOLOS ANTRÓPICOS

Monografia apresentada ao curso de Geografia da Universidade Federal de Viçosa como requisito para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: André Luiz Lopes de Faria

Coorientador: Pablo de Azevedo Rocha

VIÇOSA, MINAS GERAIS
NOVEMBRO, 2015

ANTROPOSSOLOS EM GUARAPARI (ES): A GEOGRAFIA DOS
SOLOS ANTRÓPICOS

RAFAEL CARDOSO TEIXEIRA

Monografia apresentada ao curso de Geografia da Universidade Federal de Viçosa como requisito para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: André Luiz Lopes de Faria

Coorientador: Pablo de Azevedo Rocha

Aprovada: 25 de Novembro de 2015.

Prof. André Luiz Lopes de Faria
(Orientador)
(UFV)

Pablo de Azevedo Rocha
(Coorientador)
(UFV)

Prof. Liovando Marciano da Costa
(UFV)

Prof. José Furtado de Miranda
(UFAM)

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais, Renato e Maria Eremita, amigos, companheiros, dedicados e fiéis, que foram minha base em todos os momentos, compartilharam dos meus ideais alimentando-os. A esses que sempre serão meus grandes mestres, meus pais, um agradecimento profundo e eterno, com todo amor e carinho.

Aos meus irmãos, Marcos e Gislene, amigos e cúmplices desta jornada sonhada e compartilhada, por todo o carinho, questionamentos, confiança e certezas. Aos meus sobrinhos, pela possibilidade de refletir a vida. À Sabrina, por toda paciência e firmeza, sempre incentivando e “puxando a minha orelha”, sendo um porto seguro.

Aos meus amigos de longa data e de momentos recentes, por todas as trocas de sabedoria, convivência, dedicação, experiências, pela paciência e, sobretudo, companheirismo. Em especial, aos irmãos de coração, Fabricio, Fonseca, Maurício, Julinho e Thiago.

Aos alunos de pós-graduação do Departamento de Solos, Miranda e Elton, pela ajuda e incentivo na realização deste trabalho. Ao professor Liovando e ao Departamento de Solos, pela disponibilidade dos laboratórios e confiança.

Ao professor André Luiz Lopes de Faria e Pablo de Azevedo Rocha, orientadores e amigos, por todos os ensinamentos e questionamentos, por toda confiança e incentivo, aos quais sou eternamente grato.

Ao Departamento de Geografia e a Universidade Federal de Viçosa por todo aprendizado e oportunidades oferecidas nestes anos de crescimento.

Obrigado a todos, que de forma direta e indireta, contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Muito Obrigado!

“A força não provém da capacidade física. Provém de uma vontade indomável.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

ANTROPOSSOLOS EM GUARAPARI (ES): A GEOGRAFIA DOS SOLOS ANTRÓPICOS

Os Antropossolos são solos onde o principal fator de formação e diferenciação para solos naturais advém do fator de formação homem (antrópico). As pesquisas em torno dos Antropossolos vêm ganhando espaço na Pedologia e Geografia devido à importância desses volumes superficiais estarem ampliando suas áreas de ocupação na superfície terrestre, sendo o tipo de solo que mais amplia sua área de ocupação no momento geológico atual, denominado por alguns cientistas como Tecnógeno. Nessa perspectiva de ambientes tecnogênicos, esta pesquisa segue a problemática de analisar as propriedades constituintes de 4 Antropossolos localizados nas áreas periféricas do município de Guarapari-ES. Onde os Antropossolos tendem a se tornar parte integrante das áreas urbanas e suburbanas em uma paisagem integrada (elementos sócio naturais relacionados) e devem ser reconhecidos perante as suas peculiares características. O objetivo da pesquisa visa o entendimento das suas características físico-químicas e consequentemente a realização da classificação destes Antropossolos (Solos Urbanos, Tecnossolos). Para o entendimento das características dos Antropossolos e sua classificação, foi realizada uma sequência de procedimentos, onde têm-se o levantamento bibliográfico referente ao tema, depois o trabalho de campo com foco na coleta e descrição morfológica dos Antropossolos e as análises químicas e físicas de rotina de solos (Antropossolos), incluindo a análise semi-quantitativa dos elementos químicos (óxidos) por espectrômetro de microfluorescência de raios-X por energia dispersiva (μ -EDX 1300). As análises físico-químicas são necessárias para o entendimento e a categorização dos Antropossolos baseadas na classificação “Antropossolos: Proposta de Ordem (1ª aproximação)” elaborada por Curcio et al., (2004), onde identifica as características que designam os sub-grupos da classificação (saturação por bases – caráter eutrófico e distrófico, saturação por alumínio – caráter aluminico) aos quais estruturam a nomenclatura elaborada para esta classificação. Os 4 Antropossolos analisados apresentaram-se com características heterogêneas quanto a formação, tendo diversos elementos alóctones a área (lixos, rejeitos, solos e sedimentos). Onde apresentaram-se com descontinuidade físico-química entre as camadas e também caráter quanto a pedogênese incipiente nos Antropossolos que foram formados por adição de materiais alóctones. Nesta diversidade, quanto as características químicas e morfológicas, os Antropossolos foram classificados (Curcio et al. 2004) em 3 Subordens distintas (Sômico, Decapítico e Lítico), 3 Grandes Grupos (Áquico, Camádico e Parciático) e 2 Subgrupos (Alumínico e Eutrófico).

Palavras-Chave: Antropossolo, Tecnógeno, Classificação, Descontinuidade Química, Pedogênese Incipiente.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	7
1.2 ANTROPOSSOLOS – VISÃO CRÍTICA SOBRE OS SOLOS ANTRÓPICOS.....	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 SOLOS, ANTROPOSSOLOS E SOLOS URBANOS	8
2.2 ANTROPOSSOLOS NO PERÍODO TECNÓGENO.....	14
2.3 CLASSIFICAÇÃO DE ANTROPOSSOLOS SEGUNDO A EMBRAPA SOLOS	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.2 ANÁLISES QUÍMICAS.....	20
3.3 ANÁLISE QUÍMICA COM ESPECTRÔMETRO DE MICROFLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X POR ENERGIA DISPERSIVA (μ -EDX 1300).....	20
3.4 ANÁLISES FÍSICAS.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ANTROPOSSOLOS ESTUDADOS	21
4.1.1 <i>Antropossolo 1</i>	21
4.1.2 <i>Antropossolo 2</i>	23
4.1.3 <i>Antropossolo 3</i>	25
4.1.4 <i>Antropossolo 4</i>	26
4.2 ANÁLISES QUÍMICAS.....	27
4.2.1 <i>pH (Água e KCl)</i>	30
4.2.2 <i>Capacidade de Troca de Cátions (T) e Soma de Bases Trocáveis (SB)</i>	31
4.2.3 <i>Porcentagem de Saturação de Bases (V), Porcentagem de Saturação por Alumínio (m) e Índice de Saturação por Sódio (ISNa)</i>	32
4.2.4 <i>Macroelementos e Microelementos em Relação à Ação Humana</i>	34
4.3 MICROFLUORESCÊNCIA.....	37
4.3.1 <i>Análise semi-quantitativa de elementos químicos dos Antropossolos</i>	37
4.4 ANÁLISES FÍSICAS.....	41
4.4.1 <i>Análise Granulométrica</i>	41
5 CONCLUSÕES.....	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1 Introdução

1.1 Apresentação da Área de Estudo

O município de Guarapari (Figura 2) está localizado na porção Sul do Estado do Espírito Santo, que segundo a estimativa do IBGE (2015) possui população estimada em 119.802 habitantes (quadro 1).

A ocupação da área iniciou-se em 1553 com a Missão Evangelizadora do Novo Mundo do padre jesuíta José de Anchieta, que fundou uma missão jesuíta para catequizar os índios da região. A partir da Lei Estadual de 19 de setembro de 1891 Guarapari passou a ser considerado um município, ao qual vem aumentando constantemente o total populacional (quadro 1) e sua área urbana (quadro 2), o que representa grande possibilidade de modificação da paisagem pelo agente Antrópico (sociedade).

Quadro 1: Crescimento da População do Município de Guarapari-ES.

Ano	1960	1970	1980	1991	2000	2010	2015
População	14.861	24.105	38.496	61.719	88.400	105.286	119.802

Fonte: IBGE (2014); GIRARDI, G. & COMETTI, R. de S (2006, p. 58).

Observando-se os dados da tabela 1, nota-se que a população de Guarapari entre os anos de 1960 a 2015 (55 anos), teve sua população aumentada de 14.861 para 119.802 habitantes durante um crescimento populacional intenso, superior a 805% no período. Onde ocorreu um “boom” populacional, com acréscimo de 104.941 habitantes, correspondente a um crescimento médio de aproximadamente 1.908 pessoas/ano. Assim, concomitantemente à expansão populacional, também ocorreu à expansão urbana, ao qual é apresentada no quadro 2, a seguir:

Quadro 2: Crescimento da área urbana do município de Guarapari-ES.

Ano	1993	1994	1995	1997	1998	1999
Expansão*	1,0935	0,5364	0,1098	0,3753	0,5328	0,3825
Ano	2000	2003	2005	2008	2009	Total
Expansão	0,1845	0,1953	0,1386	0,1161	0,0792	3,7440

*Expansão em km². Fonte: BARRETO NETO et. al (2011, p. 6)

1.2 Antropossolos – Visão crítica sobre os Solos Antrópicos

Em uma área urbanizada, considerando-a como um ambiente tecnificado, é onde há ocorrência de elementos antrópicos, como são os Antropossolos (Antropo, do grego *anthropos* = homem, com terminação “solos”, produzidos pelo o homem) que se faz presente na paisagem integrada (constituída de elementos naturais e sociais).

Essa paisagem integrada inclui o solo como um elemento componente e também passível de modificação. Onde se constrói uma diversidade de ambientes antropizados, como Pellogia (1998), Pedron et. al (2004) entre outros observam para com os Antropossolos (Curcio et al., 2004) e outros elementos, presentes na dinâmica sócio-natural dos ambientes urbanos antropogênicos (tecnógenos¹).

No caso de Guarapari, ambientes que possuem Antropossolos recentes, tecnogênicos, aos quais estão correlacionados à modificação da paisagem a partir do crescimento populacional e consequente expansão urbana, aos quais são indicadores de modificações na fisiografia da Paisagem.

Dessa forma, observar e analisar as modificações antropogênicas, ocasionadas principalmente, e com maior intensidade, nas áreas urbanas como ocorre no município de Guarapari é perceber que a Geografia junto a Pedologia devem buscar entender as características químicas e físicas que influenciam a dinâmica do substrato dos ambientes urbanos ou onde possivelmente se faz a expansão urbana em locais periféricos. Utilizando a base de manuais (EMBRAPA, 1997) e de classificação (Curcio et al., 2004; EMBRAPA, 2013) busca-se levantar e diagnosticar informações geográficas para a caracterização dos Antropossolos, do ponto de vista do Tecnógeno, que resultem na classificação destes Antropossolos.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Solos, Antropossolos e Solos Urbanos

A *Pedologia*, ciência que estuda a formação dos solos e seus fatores junto à identificação, fertilidade, classificação, conservação, mapeamento e uso, os quais são ramos essenciais e complementares da ciência do solo (natural, agrícola ou antrópico), vem se modificando e evoluindo desde o início da Pedologia com Dokuchaev (1846-1903), considerado o pai da Pedologia.

Relevando o entendimento da formação do solo, inicialmente advinda da proposta realizada por Dokuchaev, ao qual vem passando por contínua mudança proporcionada por maior estudo quanto aos cinco fatores principais de formação, que participam com menor ou maior influência da formação de qualquer solo, ao qual

¹ Termo proposto por Ter-Stepanian (1988), para substituição da época Holoceno, sendo "período em que a atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica na modelagem da Biosfera, desencadeando processos (tecnogênicos) cujas intensidades superam em muito os processos naturais". Esse período iniciou-se há 10.000 anos, correspondendo ao momento da revolução neolítica, isto é, quando o Homem conquista as primeiras técnicas de produção de alimentos.

dependem da localização espacial, que é singular para cada ambiente, resultando em solos heterogêneos de acordo com a singular característica e relação dos fatores.

Os principais fatores de formação de solos apontados por Dokuchaev (1898, apud Muggler et al., 2005) são: i) o *clima local* (com suas características quanto a temperatura, umidade e pressão atmosférica); ii) o(s) *material (ais) de origem* (rochas próximas à superfície terrestre); iii) os *organismos vivos* (animais e vegetais, com especial influência dos animais de ordens inferiores); iv) o *relevo* (que proporciona diferenças na altitude e declividade); e v) *idade* (tempo cronológico). Sendo estes cinco fatores considerados como entidades importantes e correlacionados à formação de qualquer solo, de forma diferenciada, em qualquer porção emersa do espaço terrestre.

Também relevando a formação dos Solos, Hans Jenny (1941) em seu clássico livro, "*Factors of Soil Formation: a system of quantitative pedology*", originalmente publicado em 1941, também propôs cinco fatores de formação do solo, impulsionando a aplicação do modelo de Dokuchaev: *climate, topography, parent material, organisms e time*.

Nesse livro, com uma percepção diferente da exposta por Dokuchaev, Hans Jenny (1941) esclareceu que o homem era um agente pedogenético, fundamental em duas condições: eliminando a cobertura vegetal natural e conseqüentemente alterando as características do clima do solo, e promovendo práticas agrícolas que alteram as características químicas e/ou físicas dos solos (Jenny, 1941), ou seja, elementos presentes na dinâmica dos solos e também da paisagem, que se entende como:

“A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.” (Bertrand, 1971. p. 1)

Evidenciando que a paisagem, com todos os seus componentes, se torna sempre dinâmica e passível de transformação a partir da relação entre os fatores sócio-naturais que modificam os elementos já incluídos (solo, por exemplo) e criam novos elementos. Neste caso os Antropossolos, que passa a ser um componente da “Paisagem Integrada” (Bólos, 1981), de acordo com as possibilidades e resultados característicos de cada local.

Dessa forma, esta pesquisa segue a visão de que os cinco fatores citados integram a base da visão clássica de formação dos solos, que insere o Homem

(sociedade), e conseqüentemente a sua técnica, dentro do fator Organismos Vivos, onde reconhece o Homem como sendo proporcional a apenas $\frac{1}{4}$ desse fator (Dagnino, 2005). Ou seja, nesta visão clássica é colocado que o homem não é um fator de formação, mas apenas um componente do fator Organismos Vivos, independentemente se é $\frac{1}{4}$ ou mais a sua fração de importância.

Pensando a formação do solo na forma clássica, em um tempo arritmico e linear, como um sistema natural e não antrópico, como um componente da paisagem natural, os solos são entendidos, então, como:

“corpos naturais que se desenvolvem em escalas de tempo da ordem de centenas a milhares de anos, e compõem a cobertura pedológica que reveste as áreas emersas da Terra.” (Pedron et al, 2004)

Nesta afirmação acima, solos são entendidos somente como corpos naturais. Um exemplo no Brasil, com relação à influência do homem no solo, a visão clássica (SiBCS, 2013), voltada a classificação de solos, atribui a terminologia Antrópico somente para 2 casos. Um deles é referente ao horizonte diagnóstico superficial denominado de “Horizonte A Antrópico” para as ordens dos Latossolos, ao qual tem a seguinte definição de acordo com a 3ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS, 2013. p. 52):

“É um horizonte formado ou modificado pelo uso contínuo do solo pelo homem como lugar de residência ou de cultivo por períodos prolongados, com adições de material orgânico, em mistura ou não com material mineral, e contendo fragmentos de cerâmica e/ou artefatos líticos e/ou restos de ossos e/ou conchas.”

O outro caso que é utilizado o termo Antrópico é para os Gleissolos Tiomórficos Órticos, onde o termo Antrópico aparece no 4º nível categórico (subgrupos), ao qual o termo e conceito “Antrópico” ainda se encontra em fase de avaliação, indicando que são “solos alterados por atividades de mineração, construção de estradas, dragagens ou outras operações de movimentos e terras para fins não agrícolas” (SiBCS, 2013. p. 181).

Esse sistema de classificação (SiBCS, 2013) salienta que o homem é apenas um agente modificador de solos ou um fator de formação somente do horizonte A Antrópico. Quanto aos termos, formação e modificação, estes apresentam significados distintos para a pedologia, e isso deve ser relevado. Assim:

“O solo que classificamos é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde

ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas.” (SiBCS, 2013. p. 27)

O SiBCS (2013) reconhece a ação do homem perante a construção do horizonte A Antrópico, mas não reconhece uma maior importância que o homem tem sobre a formação do solo, pensando-o até mesmo como um fator de formação, onde designa o Homem como somente um fator de formação ou modificador da camada superficial dos solos, e não do solo, como um “corpo artificial” (Machado, 2012) por inteiro, em todo seu corpo tridimensional.

O que o SiBCS (2013) demonstra é que o Homem é modificador de algumas propriedades do solo já formado como tal, e não o Homem como um fator de formação de Antropossolos, com características químicas e físicas possíveis de serem detectadas somente nestes. Entendendo-se, portanto, que o Homem é um agente modificador, mas não formador de solos.

No caso do homem ser considerado um fator de formação do Solo, um conceito de transição no pensamento da Pedologia se dá pelo termo “*Anthrosols*”, onde este designa que:

“São solos que mostram muitas evidências de modificações provocadas por atividades humanas. Podem ser resultado da adição, por centenas de anos, de materiais orgânicos, aterros e nivelamentos do terreno, bem como sistemas longos e contínuos de irrigação. Na maior parte das vezes, essas modificações restringem-se à parte mais superficial do perfil (até 1 m). Esses solos podem ser encontrados onde pequenos povoados humanos permaneceram por muito tempo.” (LEPSCH, 2002. Pág. 118)

Esse conceito de transição, mesmo utilizando o termo modificação, devido à quantidade de tempo secular, se aplica muito bem no Brasil aos solos conhecidos como “Terra Preta de Índio” (TPI) ou os “Sambaquis”, designados como “Arqueo-antropossolos” (Corrêa, 2007). Já os Antropossolos (Curcio et al., 2004) são de origem atual, representado no momento que pode ser atribuído, até o presente momento, como o de maior modificação antrópica na superfície terrestre, como um ápice do Tecnógeno (Peloggia & Oliveira, 2005), onde a geologia, as feições geomorfológicas, os solos, e consequentemente a paisagem, passam a ser resultado também do agente Antrópico, representado cada vez mais por tecnologia e intensidade de modificações.

Com relação à influência do homem na paisagem, urbana ou agrícola, dando ênfase ao solo como um sistema composto, Bunting (1971) é mais conciso, onde destaca que:

“O solo é uma porção dinâmica da paisagem, de natureza tridimensional, sintetizando, em seu perfil, muitas influências mesológicas do presente e do passado. Podemos ter paisagens e perfis de solos, cada qual com sua forma natural de vegetação, ou dotado de cobertura vegetal provocada pelo homem, a agricultura e o tipo de povoamento.”

Assim, o autor esclarece que os solos são formados por influências do presente e do passado, destacando a cobertura vegetal provocada pelo Homem, ou seja, agriculturas de variadas especificidades. Onde entende que o Homem é um importante elemento de determinação da morfologia da paisagem, incluindo o solo como um dos seus componentes (litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera).

Quanto à paisagem, que segundo Santos (1996, p. 103) é “transtemporal, juntando objetos passados e presentes, uma construção transversal”. Em relação ao processo histórico de construção da paisagem, e do solo que a compõe, paisagem é também o “conjunto de formas que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza”(Santos, 1996. p. 103) e que “é um conjunto de elementos naturais e artificiais que fisicamente caracterizam uma área” (Santos, 1996. p.103).

Assim, nessa percepção quanto ao conceito de paisagem, abordada por Santos (1996), entende-se que o solo é o elemento natural correspondente aos fatores de formação do passado e em partes ao atual, ainda em construção. Quanto a paisagem e os solos que a constituem, estes podem ser interpretados como sistemas abertos, alterados continuamente por fatores externos e internos, aos quais são singulares de cada paisagem.

O Antropossolo então é o elemento artificial correspondente ao momento atual, mas que também em contínua evolução. Todos os conceitos aqui apresentados (Solos, Arqueo-antropossolos e Antropossolos) são derivados de fatores de formação em um processo histórico natural (Solos) e/ou artificial (Arqueo-antropossolos e Antropossolos). No caso artificial, os fatores naturais ainda são importantes e mostram que continuarão a ser, mas o fator Antrópico pode continuar, se estabilizar e até mesmo diminuir a sua ação, deixando evidências de sua pretérita modificação e conseqüente formação. Assim, em um processo histórico de modificação da paisagem e conseqüentemente do solo, Bunting (1971. p. 22) salienta que:

“Muitos solos têm sofrido a influência do homem através do amanho da terra ou da irrigação, que aceleram a lixiviação dos minerais. O cultivo da terra mistura-lhe as camadas superiores e, dêsse modo,

oblitera as diferenças locais que existam nos horizontes de superfície. Os solos passam, com frequência, a assemelhar-se cada vez mais uns aos outros, após lavrados. Dêsse modo, o homem pode ser considerado como um fator de formação dos solos.”

Assim, pelo potencial de modificação morfológica do solo, o Homem é entendido como um fator de formação. A classificação publicada por Curcio et al. (2004), denominado “*Antropossolos: Proposta de Ordem (1ª Aproximação)*”, voltado à caracterização e classificação de Antropossolos, apresenta a definição mais congruente, a qual se torna à base desta pesquisa:

“Compreende volume formado por várias ou apenas uma camada antrópica, desde que possua 40 cm ou mais de espessura, constituído por material orgânico e/ou inorgânico, em diferentes proporções, formado exclusivamente por intervenção humana, sobrejacente a qualquer horizonte pedogenético, ou saprolitos de rocha, ou rocha não intemperizada.” (Curcio et al., 2004. p. 21)

Quanto aos Arqueo-antropossolos, Kämpf e Kern (2005), em trabalho voltado ao estudo das TPI's, um solo carregado de historicidade, os autores salientam que:

“o material pedológico é um indicador da ocupação humana, pois, os solos são excelentes marcadores geoquímicos, que preservam ao longo do tempo uma série de características resultantes da interação entre populações humanas e os geoambientes na qual estão vivendo. Estes solos são conhecidos como antropossolos, de ampla distribuição geográfica, abrangendo praticamente todos os continentes.”

Estes autores indicam que existem três grupos de Antropossolos no Brasil: Terra Preta de Índio (TPI), Sambaquis e em ambientes cársticos, categorizados segundo Corrêa (2007) como Arqueo-antropossolos, onde estes Antropossolos mais antigos possuem grau de pedogênese avançado. Neste caso, ainda falta à inserção de um quarto grupo, o de Antropossolos atuais (tecnogênicos) junto ou próximos a ambientes urbanos, pois o autor levou em consideração somente os Arqueo-antropossolos.

A discussão quanto aos Antropossolos tem a base para entender o Homem como um fator primordial de formação desses solos que vem expandindo nas últimas décadas, principalmente em centros urbanos e suas periferias (Curcio et al., 2004), sistemas tais como o Soil taxonomy (1975) e do Soil survey manual (1984) (apud IBGE, 2007a), esclarecem que:

“Solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construídos pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se

gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil de definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo.”

Outros sistemas, como a WRB, Austrália, Rússia, entre outros reconhecem que a ação antrópica vem alterando significativamente os solos naturais e se tornando um fator de formação, transformando os solos em Antropossolos, Antrossolos, Tecnossolos, Solos Urbanos, entre outras denominações.

2.2 Antropossolos no período Tecnógeno

A formação de solos antrópicos se faz mais atuante, com rapidez e intensidade, em ambientes urbanos. Onde a modificação da paisagem e de seus elementos é realizada com maior intensidade e espacialidade, podendo ocasionar com que esses solos passem a apresentar “menores capacidades de resiliências, além de elevarem o potencial de contaminação do aquífero e susceptibilidade à erosão” (Curcio et al., 2004).

Pensando no solo junto a espaços urbanos ou arredores, Peloggia (2005) afirma que nos últimos anos algumas propostas de aplicação do conhecimento geocientífico para o planejamento e resolução de problemas relacionados com a ocupação urbana vêm desconsiderando o fator humano e a própria condição diferenciada das paisagens modificadas pela sociedade, em termos de seu funcionamento. Assim, é para o entendimento do espaço geográfico que o estudo da temática Antropossolos ou solos urbanos (Pedron et al., 2004) se torna importante.

Referindo-se ao período Tecnógeno, onde Oliveira et al. (2005) discorrem que o Homem passa a ser um agente geológico, pensando estritamente na questão geológica, os autores destacam que:

“essa abordagem considera que, assim como os ambientes geológicos (vento, gelo, água, etc) responsáveis pelas suas principais características, os novos ambientes, criados pelo homem em substituição aos ambientes passados conferem-lhe a qualidade de agente geológico. Trata-se dos ambientes tecnogênicos, que compreendem os ambientes transformados pela agricultura, urbanização, mineração e as mais diversas obras, como estradas, barragens e reservatórios, portos etc”.

Neste caso, o autor analisa o Tecnógeno de maneira Geológica, mas pode ser pensado também de forma geral na inserção para com outros elementos da paisagem, onde se inclui o Solo, sendo um substrato presente na paisagem e passível de ser

transformado pelo agente geológico e também pedológico Homem, como é reconhecido neste e em outras pesquisas (Peloggia, 1998; Pedron et al., 2004, entre outros). Assim, se o homem passa a ser um fator de alteração geológica, podemos categorizá-lo, em alguns casos de transformação, também como um agente ou fator de formação pedológico.

Um dos percussores destes novos estudos voltados ao Tecnógeno é Ter-Stepanian (1988). Que ao tomar conhecimento das mudanças ocasionadas pelo homem, passa a denominá-lo como um “novo e inesperado agente geológico”. Onde designa que “o Holoceno é o começo do Tecnógeno”, ao qual deve ser “considerado a época de transição do Quaternário ou Pleistoceno, para o Quinário ou Tecnógeno” e que o final do Holoceno ocorrerá no momento em que “as condições ambientais modificadas [tecnogênicas] serão preponderantes na Terra” (Ter-Stepanian, 1988, apud Oliveira et al, 2005), sendo o início deste momento também denominado de Revolução Neolítica, representado pela revolução agrícola, onde a sociedade passa a desenvolver as primeiras técnicas voltadas a produção de alimentos (Silva et al., 2014).

De acordo com Oliveira (1995) o Tecnógeno marcaria a forte influência da ação humana sobre “as novas coberturas pedológicas e as novas formações geológicas que se encontram em processo de geração” e que neste momento, o Tecnógeno é o:

“período em que a atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica na modelagem da biosfera, desencadeando processos (tecnogênicos) cuja intensidade supera em muito os processos naturais”. (Oliveira, 1990, apud Casseti, 2005).

Referente a esse pensamento de inserção do Tecnógeno, com modificações (processos tecnogênicos, aos quais são a técnicas e intervenções no ambiente) não somente na Biosfera, mas também na Litosfera, Hidrosfera e Atmosfera, segue-se um esquema (Figura 2) apresentado por Ter-Stepanian (1988) na cronologia:

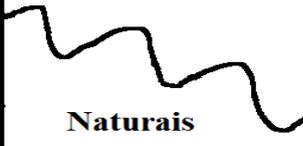
PERÍODO	ÉPOCA	PAISAGENS
QUINÁRIO	Tecnógeno	Tecnogênicas
QUARTENÁRIO	Holoceno 10.000 a	 Naturais
	Pleistoceno 1,81 Ma	

Figura 1: Ilustração Cronológica da proposta conceitual de Ter-Stepanian. Idades segundo IUGS (Fontes: Ter-Stepanian, 1988; IUGS, 1989, apud Salgado-Laboriau, 1994).

De acordo com o argumento de Ter-Stepanian (1988), esta pesquisa releva o “preponderante na Terra” de um espaço global (Terra) para o local (compreendido na paisagem), em ambientes urbanos e suas proximidades, onde se têm um espaço geográfico diverso e completamente geográfico, que demonstra estreita relação entre homem e natureza, ou mesmo como Santos (1996) foi preciso definir, a “natureza socializada”. Nesse sentido, Peloggia (1998), indicando uma ação antrópica, que é transformadora e ativa, sugere que:

“É pela produção que o homem exerce sua ação transformadora sobre a natureza, modificando-a e criando para si novas condições de existência, aproveitando-lhe as possibilidades, tirando-lhe as vantagens, suprimindo-lhe os obstáculos, e adequando-a as finalidades humanas. Enfim, humanizando-a.”

Ainda em relação a isso, Peloggia (1998) e Peloggia & Oliveira (2005) argumentam que a ação do homem provoca alterações nas características naturais da paisagem e pode ter consequências passíveis de abordagem sob três níveis:

- I – Formas – modificações no relevo e nas alterações fisiográficas da paisagem;
- II – Processos – alterações na fisiologia das paisagens;
- III – Depósitos Superficiais – solos formados pela atividade humana.

Dessa forma, os solos ou Antropossolos, sendo elementos que compõem e são importantes na paisagem, a sua alteração, como salienta os autores no período Tecnógeno, proporciona alterações em menor ou maior escala nos três níveis, tendo como maior relação aos Antropossolos o nível III.

Segundo Curcio et al. (2004, p. 20), “para que possa ser categorizada uma condição de antropogênese”, algumas das condições a seguir devem ter ocorrido:

- inversão ou mistura de horizontes genéticos e/ou diagnósticos;
- presença de materiais antrópicos;
- remoção de horizontes do solo feito pelo homem, de forma manual, por máquinas e/ou implementos;
- modificações na paisagem ocasionadas pelo homem através da ação de máquinas e/ou implementos;
- composição granulométrica e química modificadas;
- presença de materiais tóxicos e/ou sépticos.

Em relação ao Tecnógeno (Quinário), a formação dos Antropossolos insere-se neste momento geológico, onde Rohde (1996) sugere uma maneira simples de entender esta nova era juntamente ao Quaternário, onde esclarece que "o Quaternário seria o

período do aparecimento do homem e o Quinário, o homem sobrepondo-se ativamente em relação à natureza".

Assim, a presente pesquisa parte do pressuposto de que os Antropossolos são formações compreendidas no decorrer do Tecnógeno (Quinário), em termos mais atuais, nos últimos anos ou décadas de modificação, resultante nas características dos Antropossolos analisados no município de Guarapari-ES.

2.3 Classificação de Antropossolos Segundo a EMBRAPA Solos

Com mencionado anteriormente, o SiBCS (2013) somente reconhece a ação Antrópica nos solos em relação a modificações provocadas em algumas características do solo ou em algum de seus horizontes. Já a classificação realizada por Curcio et al (2004), voltada a classificação de Antropossolos, separa as intervenções ou ações antrópicas, que resultam na formação de Antropossolos, em três principais intervenções:

I) Adição – incorporação de materiais inertes e/ou nocivos sobre os solos e/ou saprolitos, e/ou regolitos, e/ou rochas;

II) Decapitação – retirada parcial ou total de solos e/ou saprolitos, regolitos e rochas, por intervenção direta do ser humano;

III) Mobilização – movimentação parcial ou total de solos inclusive podendo alcançar saprolitos, regolitos e rochas.

Estas ações resultam em basicamente quatro nomenclaturas, aos quais representam-se no segundo nível hierárquico (segunda ordem ou subordem), que são:

- . Lítico – ação de adição de lixos nocivos no solo;
- . Sômicos – para conjugação de ações de mobilização com adição de materiais não nocivos;
- . Decapíticos – para a decapitação de solos e/ou saprolitos e rochas;
- . Móbilicos - para quando se verifica somente a mobilização do solo.

Como pode ser notada, a ação de adição resulta em duas subordens (Lítico e Sômico), pois diferem-se quanto aos materiais inseridos no ambiente, podendo ou não provocar contaminação do mesmo.

Assim, nota-se que os Antropossolos podem ser definidos como solos em que as características não são explicáveis por modelos baseados apenas na evolução dos fenômenos naturais (solos naturais como Argissolo, Latossolo, Cambissolo entre outros), tendo que considerar as ações antrópicas (deposição, remoção, mistura) como

um dos fatores do processo ou o principal fator de formação e evolução para estudá-los, entendê-los e classificá-los.

A nomenclatura, com inserção da primeira ordem, Antropossolos e das Subordens ainda insere os termos voltados aos Grandes Grupos e Subgrupos, como apresentado no quadro 1 proposto por Curcio et al. (2004, p. 23) junto a EMBRAPA Solos. A proposta de classificação morfológica segue-se no quadro 3:

Quadro 3: Elementos formativos e seus significados das subordens, grande grupos e subgrupos da ordem Antropossolos.

CLASSE	ELEMENTO FORMATIVO	TERMOS DE CONOTAÇÃO E MEMORIZAÇÃO
<i>SUBORDENS</i>		
Líxico	Lix	Lix. Detritos domésticos ou industriais
Sômico	Som	Soma. Adição de horizontes do solo
Decapítico	Decapit	Decapitado. Remoção de horizontes do solo
Mobilico	Móbil	Mobilização. Movimentação de horizontes dos solos
<i>GRANDES GRUPOS</i>		
Aquico	Áqui	Água. Sujeito à saturação por água
Órtico	Órt	Típico. Condição Habitualmente encontrada
Totálico	Total	Inteiro. Retirada total do solo
Parciálico	Parciál	Parte. Retirada de partes do solo
Mésclico	Mésc	Mistura. Mistura de horizontes do solo
Camádico	Camád	Camada. Materiais do solo dispostos em camadas
Êquico	Êqui	Igual. Camadas dispostas semelhantes ao solo original
Inêquico	Inêqui	Desigual. Camadas dispostas não semelhantes ao original
<i>SUBGRUPOS</i>		
Tóxico	Tóx	Nocivo. Presença de materiais nocivos ao ambiente
Séptico	Sépt	Nocivo. Presença de organismos patogênicos
Eutrófico	Eutróf	Rico. Alta saturação por bases
Distrófico	Distróf	Pobre. Baixa saturação por bases
Alumínico	Alumín	Alumínio. Altos teores de alumínio trocáveis
Homogênicos	Homogên	Homogêneo. Constituição uniforme
Heterogênicos	Heterogên	Heterogêneo. Constituição desuniforme
Saprolítico	Saprolít	Decomposto. Rocha intemperizada

Para realização da classificação das subordens (segundo nível), dos grandes grupos (terceiro nível) e dos subgrupos (terceiro nível) é necessário o reconhecimento das características morfológicas dos Antropossolos, pois estas características indicam a qual nomenclatura da classificação o Antropossolo se encaixa.

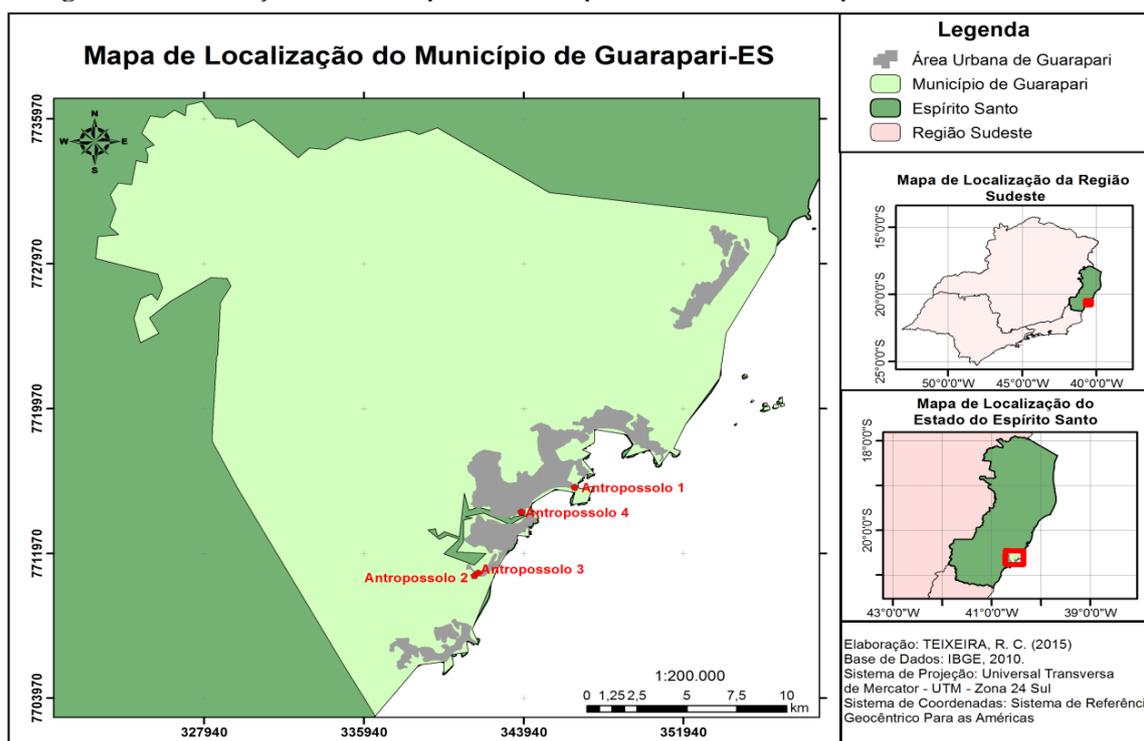
Para a classificação dos subgrupos (quarto nível) é necessária à realização de análises laboratoriais de química (saturação por bases, caráter alumínico, entre outros) e/ou biológicos para o enquadramento taxonômico, com exceção dos Homogênicos, Heterogênicos e Saprolíticos (que ainda se baseiam na morfologia).

3 Material e Métodos

A presente pesquisa, localizada no município de Guarapari (Figura 2) segue uma seqüência de procedimentos modificados a partir da base proposta por Gomes et al. (2012). As modificações realizadas são a partir das análises laboratoriais e da inserção da análise pelo μ -EDX 1300, aos quais estão apresentados abaixo:

- I) levantamento bibliográfico, tendo por finalidade subsidiar a elaboração do referencial teórico-metodológico da pesquisa;
- II) trabalho de campo, com viés de reconhecimento da área, localização e espacialização dos Antropossolos, coleta de amostras e sua consequente classificação de acordo com Curcio et al (2004);
- III) análises laboratoriais dos antropossolos (química e física);
- IV) análise química por espectrômetro de microfluorescência de raios X por energia dispersiva (μ -EDX 1300).

Figura 2: Localização do Município de Guarapari-ES e dos 4 Antropossolos analisados.



A referência utilizada para as análises laboratoriais dos Antropossolos é o material “Manual de Métodos de Análise de Solo” (EMBRAPA, 1997). Ao qual aborda os parâmetros para análises quanto às características físicas e químicas de solos.

É importante destacar que os princípios utilizados para análise de solos são aqui compreendidos como possíveis de serem aplicados para os Antropossolos, pois as análises tomam como ênfase as características intrínsecas de qualquer tipo de solo.

O que distingue Solo de Antropossolo é a inserção do fator de formação de Homem (Curcio et al., 2004), que modifica a constituição física, química e mineralógica, ao qual são passíveis de seguirem os mesmos padrões de análises usados para solos naturais.

3.1 Classificação dos Antropossolos Estudados

Para a realização da classificação dos Antropossolos, a nomenclatura utilizada baseia-se na proposta de classificação realizada por Curcio et al (2004), denominada de “*Antropossolos: Proposta de Ordem (1ª aproximação)*”, que se apresenta no quadro 3 (p. 18), ao qual tem a seguinte hierarquia de classificação: Ordem – Subordem – Grandes Grupos – Subgrupos.

3.2 Análises Químicas

Para as análises químicas dos Antropossolos, as análises realizadas são a proposta pela EMBRAPA (1997), que são: o pH (água), com princípio de medição do potencial eletronicamente por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão solo:líquido (água), 1:2,5 – para cálculo do pH em que o solo se encontra; valor de T (Capacidade de Troca de Cátions); valor de V (Percentagem de Saturação de Bases); valor de m (Percentagem de Saturação com Alumínio), valor de ISNa (Índice de Saturação por Sódio) e macronutrintes e micronutrientes do solo.

3.3 Análise Química com espectrômetro de microfluorescência de raios-X por energia dispersiva (μ -EDX 1300)

Para complementar as análises químicas, foi realizada a análise semi-quantitativa dos elementos químicos pelo espectrômetro de microfluorescência de raios-X por energia dispersiva (μ -EDX 1300, Shimadzu, Kyoto, Japão), para avaliar a constituição química dos Antropossolos, seguindo a metodologia proposta por Alves et al. (2015), onde o autor esclarece que a análise por este equipamento é rápida, eficiente, prática e não destrutiva ao se avaliar os elementos químicos presentes no solo.

A sequência de procedimentos para análise iniciou-se pela secagem das amostras, onde 3g de cada camada dos Antropossolos foram destorroadas com

almofariz e pistilo de ágata, posteriormente passadas em peneiras de 200 mesh e uma parte destas gramas (aproximadamente 1,5 g) foi prensada (4 t/min) em prensa hidráulica para a confecção de pastilhas com 2 mm de altura. Quando a amostra possuía textura arenosa foi realizada a adição de até duas gotas de solução de polietilenoglicol (PEG 6000 - 100 g/L) para aglutinar a amostra, pois materiais arenosos possuem baixa capacidade de agregação. As pastilhas de cada amostra foram acondicionadas em um porta amostra onde foi realizada a leitura no aparelho μ -EDX 1300.

Este aparelho foi previamente calibrado para a análise semi-quantitativa dos elementos químicos. Ao qual o método semi-quantitativo é baseado nos parâmetros fundamentais da técnica de fluorescência de raios-X. Para esta calibração foi utilizado uma amostra de referência de solo do NIST, Soil II Montana (2711a), obtendo-se os coeficientes de sensibilidade do equipamento para cada elemento químico.

3.4 Análises Físicas

Para as análises físicas dos Antropossolos, a análise realizada foi à granulométrica, para obtenção da composição dos constituintes mineralógicos do solo – argila, silte e areia. Onde estas propriedades físicas auxiliam no entendimento de outras propriedades observadas (química e microfluorescência) e no processo de formação dos Antropossolos.

4 Resultados e Discussões

4.1 Classificação dos Antropossolos Estudados

4.1.1 Antropossolo 1

O Antropossolo 1 (figura 3), denominado de “Praia da Cerca” (nome dado à localização da área de coleta) passou por uma sequência de modificações antrópicas. A área, formada majoritariamente por solo arenoso, foi coberta por materiais alóctones, com características totalmente diferentes do local. Onde resultou na primeira camada (00-11 cm) classificada texturalmente como “franco-argilo-arenoso”, a segunda camada foi classificada como “Argila” e as camadas seguintes (mais profundas) como arenosas.

Este Antropossolo possui dois momentos distintos e correlacionados de formação. Sendo o primeiro advindo de um processo natural de formação, onde ocorria a formação do horizonte A, com desenvolvimento de vegetação. No segundo momento,

houve a adição de materiais alóctones a área, formando um novo horizonte A e enterrando o antigo A (horizonte A enterrado – 36-47 cm).

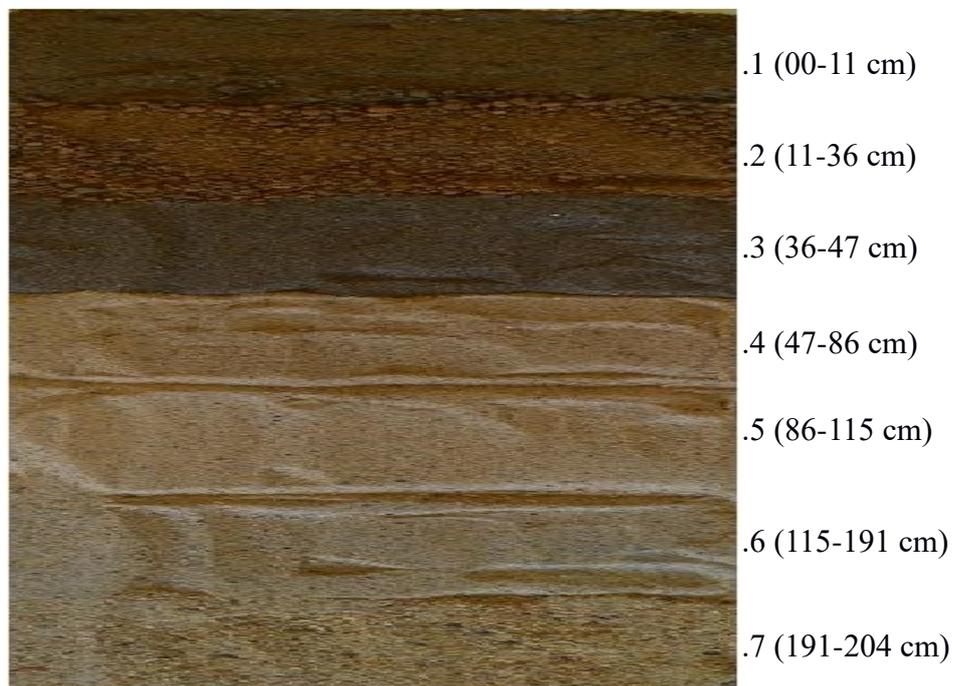


Figura 3: Antropossolo 1, esquema de perfil montado a partir de amostras das camadas coletadas em campo.

Observa-se nos resultados químicos que há uma ruptura dos valores do elemento P (análise química de rotina) entre as camadas 1.1, 1.2 e 1.3. Assim como demonstrado para os óxidos P_2O_5 , MnO, ZnO, Na_2O , Al_2O_3 . Onde ocorre a separação visível entre as camadas adicionadas (1.1 e 1.2) e as camadas subjacentes, completamente arenosas. Observando que os valores químicos são altos para as camadas adicionadas e observando a característica quanto à classificação textural de o solo ser arenoso (podendo ocasionar baixa adsorção), indaga-se que a constituição química das camadas mais profundas advém de lixiviação destes elementos para as camadas subjacentes.

Assim, a caracterização química do Antropossolo é resultado da adição de materiais alóctones, assim a Subordem utilizada é Sômico (adição de horizontes ou outras camadas ao solo). Como a adição de camadas foi realizada neste Antropossolo, para os Grandes Grupos ficou caracterizado como Camádico (materiais de solos dispostos em camadas). Para a caracterização do Subgrupo, observou-se os dados químicos (quadro 4), ao qual se constatou alta saturação por bases, onde algumas camadas tiveram índice de V% igual a 100, e somente uma camada (1.3 – 37-47 cm) com valor mais baixo que as outras, com 77,80%, mesmo assim com alto valor. Desta forma o Subgrupo para este Antropossolo é denominada como sendo Eutrófico.

Com a observação dos processos de transformação deste Antropossolo, das características morfológicas e químicas, este Antropossolo é classificado como: Antropossolo Sômico Camádico Eutrófico.

4.1.2 Antropossolo 2



Figura 4: Perfil do Antropossolo 2.

O Antropossolo 2 (figura 4), denominado de “Pista de Motocross” (nome dado à localização da área de coleta) passou por um processo de retirada das camadas superficiais provenientes de um Latossolo, ao qual a modificação da área decorre de construção de uma pista de motocross, onde foi retirado e movimentado grande quantidade de camadas superficiais, deixando o solo exposto. Sobrando, para o perfil coletado, como em grande proporção a área, apenas partes do horizonte B e o horizonte C (figura 5).



Figura 5: Ambiente de localização do Antropossolo 2, local de retirada do solo para construção de uma pista de motocross.

Assim, a partir da ação de retirada das camadas superficiais, a Subordem de Antropossolo é o Decapítico (decapitado, com remoção de horizontes do solo). Como somente uma parte do solo fora retirado, sobrando partes do horizonte B e o C por inteiro, a denominação para os Grandes Grupos ficou caracterizada como Parciálico (retirada de partes do solo). Para os Subgrupos, a denominação foi de Distrófico (baixa saturação por bases) onde se baseou para este Antropossolo em análises químicas (quadro 4), gerando a Saturação Por Bases (V), ao qual a média dos quatro horizontes foi de 28% para o valor de V, sendo que o maior valor foi de 35,2%. Além do índice V, em uma relação inversa, os valores encontrados para a Saturação por Alumínio (m) foram altos, com somente o horizonte em contato com a superfície (00-45 cm) apresentou-se com valor m abaixo de 50%. Dessa forma, dentro das características que definem os Sub-grupos, para este Antropossolo será utilizada a opção de categorizar o Antropossolo como Alumínico, devido ao alto valor de alumínio presente neste.

Com a observação das características morfológicas e químicas, este Antropossolo é classificado como: Antropossolo Decapítico Parciálico Alumínico.

4.1.3 Antropossolo 3



Figura 6: Perfil do Antropossolo 3.

O Antropossolo 3 (figura 6), denominado como “Bico do Urubu” (nome dado à localização da área de coleta) caracteriza-se como sendo um depósito de diversos materiais: material mineral (solo), orgânico (ossos e restos de vegetação), e artefatos humanos (porcelana, plástico, vidro, entre outros). A área apresenta-se como um aterro sobreposto a um manguezal, voltado para fins de loteamento (Figura 7).



Figura 7: Ambiente de localização do Antropossolo 3, área de depósito de diversas matérias em via de loteamento.

Assim, a Subordem do Antropossolo é o Lítico (detritos domésticos ou industriais). Como se apresenta sobreposto a um manguezal, com periódica influência de saturação por água, caracteriza-se como sendo pertencente aos Grandes Grupos como Áquico (sujeito a saturação por água). Para os Subgrupos, a denominação foi Eutrófico devido ao alto valor do índice V, com menor valor para a camada mais superficial (00-15 cm) com 74,3% e média de 89,1% para todas as camadas.

A partir da observação das características morfológicas e químicas, este Antropossolo é classificado como: Antropossolo Lítico Áquico Eutrófico.

4.1.4 Antropossolo 4



Figura 8: Perfil do Antropossolo 4.

O Antropossolo 4 (figura 8), denominado “Mangue do Traveco” (nome popular dado à localização da área de coleta) caracteriza-se como sendo proveniente de depósitos de solo e de diversos outros artefatos antrópicos sobreposto a um manguezal. Nesse caso, este Antropossolo foi provavelmente gerado por adição de diversos materiais alóctones a área, os quais são: restos de construção (tijolos, porcelana, azulejos), plásticos, restos vegetais e tecidos.



Figura 9: Ambiente de localização do Antropossolo 4, com influência do sistema de drenagem urbana, esgoto e mangue.

Dessa forma, a Subordem deste Antropossolo é o Lítico (detritos domésticos ou industriais). Assim como o Antropossolo 3, provavelmente ocorre periódica influência de saturação por água, sendo pertencente aos Grandes Grupos como Áquico (sujeito a saturação por água). Para o Subgrupo, a denominação se faz como Eutrófico, com média de 73,76% para as camadas. Onde possui uma alta heterogeneidade dos valores de V, tendo 46,4% na camada 40-80 cm e de 100% na camada 10-40 cm.

A partir das características morfológicas e químicas, este Antropossolo é classificado como: Antropossolo Lítico Áquico Eutrófico.

4.2 Análises Químicas

Segundo Kämpf e Kern (2005), o material pedológico representa-se como um indicador da ocupação e modificação humana, pois os “solos são excelentes marcadores geoquímicos”, pois preservam ao longo do tempo diversas características resultantes da interação entre geoambientes e populações humanas no local onde estão vivendo.

Essa afirmação de Kämpf e Kern (2005) se encaixa também em Antropossolos atuais, onde ocorrem várias modificações no aspecto químico dos ambientes. Os mesmos autores indagam que as Terras Pretas de Índios (TPI's) possuem um índice alto de fertilidade. Em relação à fertilidade, o mesmo se encontra na diversidade de

elementos presentes nos solos formados em ambientes urbanos (Antropossolos), como encontrado nos Antropossolos analisados em Guarapari, com exceção, neste caso ao Antropossolo 2 (Quadro 4).

Os autores destacam que as TPI's distinguem-se dos demais solos amazônicos por apresentarem usualmente valores altos de P disponível, pH, Ca, Mg, T, V, Zn e Mn. Denevan (2001), discursando sobre o registro da ação humana pré-histórica no solo, salienta algumas modificações, que também são passíveis de observação nos Antropossolos atuais, além de características químicas, também as detectáveis por estratigrafia.

Essas características apontadas pelos autores podem ser observadas nas propriedades químicas dos Antropossolos atuais, aos quais são formados mais recentemente em comparação as TPI's e Sambaquis, que também são advindos de processos de modificação antrópica. Onde em alguns casos, os Antropossolos distinguem-se das TPI's e Sambaquis pela ocorrência de pedogênese incipiente.

Quadro 4: Atributos químicos e físicos das amostras de Antropossolos do município de Guarapari-ES.

	Perfil	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	ISNa	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classe Textural
		H2O	mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³						%			kg kg ⁻¹				kg kg ⁻¹
Antropossolo Sômico Camádico Eutrófico	1.1 (00-11 cm)	5,10	21,90	70,00	199,80	6,19	0,69	0,00	0,00	7,93	7,93	7,93	100,0	0,00	10,95	0,326	0,364	0,066	0,245	Franco Argilo Arenoso
	1.2 (11-36 cm)	5,18	4,40	11,00	126,70	5,36	0,56	0,00	0,20	6,50	6,50	6,70	97,0	0,00	8,22	0,295	0,205	0,072	0,428	Argila
	1.3 (36-47 cm)	5,39	28,40	9,00	140,70	5,25	0,42	0,00	1,80	6,30	6,30	8,10	77,8	0,00	7,55	0,102	0,824	0,015	0,058	Areia
	1.4 (47-86cm)	5,21	17,20	7,00	143,70	2,83	0,25	0,00	0,20	3,72	3,72	3,92	94,9	0,00	15,94	0,293	0,655	0,016	0,036	Areia
	1.5 (86-115 cm)	5,28	19,60	4,00	141,70	2,32	0,19	0,00	0,20	3,14	3,14	3,34	94,0	0,00	18,45	0,107	0,851	0,004	0,037	Areia
	1.6 (115-191 cm)	6,00	17,90	8,00	134,70	2,19	0,16	0,00	0,00	2,96	2,96	2,96	100,0	0,00	19,79	0,371	0,592	0,004	0,033	Areia
	1.7 (191-204 cm)	5,23	10,10	7,00	145,70	2,40	0,24	0,00	0,20	3,29	3,29	3,49	94,3	0,00	18,15	0,496	0,450	0,024	0,029	Areia
Antropossolo Decapítico Parciállico Aluminico	2.1 (00-45 cm)	4,59	1,00	0,00	10,80	0,64	0,45	0,30	2,10	1,14	1,44	3,24	35,20	20,80	1,45	0,282	0,114	0,100	0,503	Argila
	2.2 (45-95 cm)	4,92	0,50	0,00	20,80	0,35	0,20	0,70	2,10	0,64	1,34	2,74	23,40	52,20	3,30	0,285	0,111	0,061	0,542	Argila
	2.3 (95-140 cm)	4,25	0,50	0,00	32,80	0,37	0,18	0,70	1,70	0,69	1,39	2,39	28,90	50,40	5,97	0,329	0,072	0,141	0,458	Argila
	2.4 (140+ cm)	5,92	0,00	0,00	12,80	0,41	0,21	0,70	2,10	0,68	1,38	2,78	24,50	50,70	2,00	0,146	0,073	0,181	0,600	Muito Argilosa
Antropossolo Lítico Áquico Eutrófico	3.1 (00-15 cm)	6,18	24,80	24,80	338,10	4,84	2,01	0,00	3,00	8,66	8,66	11,66	74,30	0,00	12,61	0,337	0,123	0,090	0,410	Argila
	3.2 (15-80 cm)	6,60	71,50	71,50	1.498,70	1,64	3,47	0,00	0,30	12,02	12,02	12,32	97,60	0,00	52,89	0,396	0,116	0,131	0,357	Franco Argilo Arenoso
	3.3 (80+ cm)	4,89	90,50	80,50	2.740,10	3,31	5,12	0,00	1,00	20,86	20,86	21,86	95,40	0,00	54,50	0,463	0,142	0,114	0,281	Franco Argilo Arenoso
Antropossolo Lítico Áquico Eutrófico	4.1 (00-10 cm)	4,69	124,9	186,00	1.972,80	2,38	3,79	0,00	0,00	15,22	15,92	20,32	74,90	4,40	42,21	0,317	0,499	0,061	0,122	Franco Arenoso
	4.2 (10-40 cm)	7,66	32,7	53,00	388,30	4,35	0,66	0,70	5,10	6,83	6,83	6,83	100,00	0,00	24,72	0,440	0,356	0,060	0,144	Franco Arenoso
	4.3 (40-80 cm)	6,18	28,0	7,00	2.089,60	3,52	6,24	11,9	21,80	18,86	30,76	40,66	46,4	38,70	22,34	0,211	0,593	0,096	0,100	Areia Franca

Quadro 5: Atributos químicos dos Antropossolos do município de Guarapari-ES.

	Amostra	Fe	Mn	Zn	Cu	S
		mg dm ⁻³				
Antropossolo Sômico Camádico Eutrófico	1.1 (00-11 cm)	9,20	15,73	1,79	0,27	-----
	1.2 (11-36 cm)	23,60	9,00	0,60	0,24	-----
	1.3 (36-47 cm)	2,30	7,60	0,21	0,20	-----
	1.4 (47-86cm)	2,80	6,40	0,11	0,18	-----
	1.5 (86-115 cm)	5,00	6,00	0,15	0,21	-----
	1.6 (115-191 cm)	7,70	6,30	0,90	0,21	-----
	1.7 (191-204 cm)	4,00	6,30	0,09	0,20	-----
Antropossolo Decapítico Parciállico Alumínico	2.1 (00-45 cm)	17,90	0,90	0,39	0,16	-----
	2.2 (45-95 cm)	9,60	0,40	0,30	0,11	-----
	2.3 (95-140 cm)	7,60	0,50	0,22	0,11	-----
	2.4 (140+ cm)	8,60	0,40	0,87	0,14	-----
Antropos- solo Lixico Áquico Eutrófico	3.1 (00-15 cm)	19,70	3,00	3,60	1,07	202,20
	3.2 (15-80 cm)	168,50	13,60	25,20	5,32	255,40
	3.3 (80+ cm)	808,20	2,90	75,80	10,12	628,10
Antropos- solo Lixico Áquico Eutrófico	4.1 (00-10 cm)	747,10	3,80	21,72	11,98	567,00
	4.2 (10-40 cm)	157,00	36,90	11,80	3,80	126,00
	4.3 (40-80 cm)	1.370,90	26,00	8,65	2,42	1.668,00

4.2.1 pH (Água e KCl)

Como a disponibilidade de nutrientes é influenciada pelo pH ao qual o solo (Antropossolo) se apresenta, algumas questões devem ser relevadas a característica de pH ao qual o Antropossolo possui.

Em solos de caráter ácido ($\text{pH} < 7$), tende-se a ocorrer fixação de P pelo Fe e Al, onde tem a tendência dos valores de alguns macronutrientes (Mg, Ca e K, por exemplo) serem baixos em solos com estágio de pedogênese evoluída. Em solos de caráter alcalino ($\text{pH} > 7$), a tendência é que a disponibilidade de alguns elementos seja baixa, onde pode ocorrer elevação dos teores de alguns macronutrientes (Ca, Mg e K, por exemplo) contrapondo-se a uma deficiência de alguns micronutrientes.

Com relação aos valores de pH, este influencia outras propriedades químicas, tais como valores de T (CTC total) e t (CTC efetiva), são observadas na sequência de análises apresentadas no próximos tópicos.

4.2.2 Capacidade de Troca de Cátions (T) e Soma de Bases Trocáveis (SB)

Como citado anteriormente sobre as TPI's (Kämpf e Kern, 2005), os autores destacaram que estes Arqueo-antropossolos apresentam-se com altos valores de T, SB e V. Dessa forma, a análise destes índices para os Antropossolos possibilita entender a modificação destes valores e como se apresentam nas camadas antrópicas, principalmente em Antropossolos formados pela ação de adição de diversos constituintes, tanto em Arqueo-antropossolos ou Antropossolos tecnogênicos.

Os valores de T e SB (Quadro 4, p. 28) comparando os 4 Antropossolos analisados, apresentam-se baixos somente nas camadas do Antropossolo 2, confirmando as características observadas na coleta e descrição morfológica de campo, devido ao Antropossolo não possuir nenhum acréscimo de material que possivelmente cause aumento dos referentes valores.

Isso ocorre no Antropossolo 2 devido este ser proveniente da decapitação de um solo natural, especificamente um Latossolo. Para o Antropossolo 1, observam-se valores de T e SB relativamente baixos em comparação aos Antropossolos 3 e 4, aos quais os valores apresentam-se elevados. Assim, em um esquema dos valores médios de T e t das camadas de cada Antropossolo, a sequência, em ordem crescente é:

Quadro 5: Valores médios de T e t em ordem crescente.

Perfil	2	1	3	4
T	2,79	5,21	15,28	22,60
Perfil	2	1	4	3
t	1,38	4,83	13,64	13,85

* valores de T e t em cmolc/dm³.

Para os valores médios de SB das camadas dos Antropossolos, a sequência em ordem crescente é:

Quadro 6: Valores médios de SB em ordem crescente.

Perfil	2	1	4	3
SB	0,78	4,38	13,64	13,85

* valores de SB em cmolc/dm³.

Em solos ácidos a tendência é que o valor de t seja inferior ao valor de T. Dessa forma é isso que se observa nos quatro Antropossolos, onde todas as camadas, com exceção ao valor de pH em água (7,66) para a camada 4.2 do Antropossolo 4, apresentaram valores de pH ácido e o valor de t menor que o de T, a exceção para as camadas 1.1 (Antropossolo 1) e 4.2 (Antropossolo 4).

No Antropossolo 4, os valores de T e t possuem diferenças consideráveis devido aos valores de m (discutidos no tópico 4.1.3), onde nos solos com material adicionado (Antropossolos 1, 3 e 4) é o único que apresenta camadas com algum valor de m, com 4,40% na camada 4.1 e 38,70% na camada 4.3.

4.2.3 Percentagem de Saturação de Bases (V), Percentagem de Saturação por Alumínio (m) e Índice de Saturação por Sódio (ISNa)

O valor V se faz pela soma de bases e a capacidade de troca de cátions a pH 7,0, indicando qual a percentagem da troca de cátions, nos coloides, estão ocupados por bases, ou seja, quanto por cento das cargas negativas estão ocupadas por Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} e Na^{+} , em relação à troca dos cátions ácidos H^{+} e Al^{3+} . Destacando a partir do valor V se o solo possui caráter distrófico ou eutrófico, que é um critério necessário para a classificação dos Antropossolos. Sendo o valor V proveniente da seguinte fórmula:

$$V(\%) = \frac{SB \times 100}{T}$$

O índice m expressa quanto por cento da t está ocupada pela acidez trocável (Al^{3+}), onde a percentagem de cargas negativas do solo que está ocupada por Al^{3+} em torno de pH próximo ao natural do solo. Sendo que o valor m também é uma das bases para a correta e completa classificação dos Antropossolos, podendo designar o solo como sendo de caráter alumínico, caso possua altos teores de alumínio trocável. Sendo o índice m proveniente da seguinte fórmula:

$$m(\%) = \frac{100 \times \text{Al}^{3+}}{t}$$

Com relação ao ISNa, foi utilizado esta análise devido a localização junto a planície costeira do município de Guarapari, ao qual uma parte dos Antropossolos analisados estão em contato com manguezais ou áreas de influência da água marinha, onde a diferenciação dos teores de ISNa também revela aspectos químicos particulares destes Antropossolos. Assim, a fórmula utilizada para o cálculo de ISNa é a seguinte:

$$\text{ISNa}(\%) = \frac{100 \times \text{Na}^{+}}{T}$$

Kämpf e Kern (2005), como dito anteriormente, salientaram que os Arqueo-antropossolos possuem, em geral, altos valores de V. Consequentemente os valores de m, dependendo do tipo de material adicionado ao solo, tendem a ter valores baixos. Em ambos os valores, Curcio et al. (2004) destacam que “as características químicas como

saturação por bases e alumínio trocável são muito variáveis” entre as camadas que são formadas os Antropossolos. Assim, a variação dependerá das características naturais do material de origem ou do solo antecessor e do tipo de constituintes adicionados a estes Antropossolos. Essas variações são observadas no quadro 4, contendo as camadas e os seus respectivos índices V, m e ISNa.

Observa-se no quadro 4 que dos quatro Antropossolos analisados, somente o Antropossolo 2 possui em todo o seu perfil a característica de ser Distrófico, com média de V para todas as camadas com valor de aproximadamente 28%. Enquanto os outros três perfis coletados são caracterizados como sendo Eutróficos, apresentando-se com valores elevados (acima de 50%) de V em quase todas as camadas, com exceção ao Antropossolo 4 que apresentou um valor baixo (46,4%) na camada de 4.3 (40-80 cm). Com relação à média de V(%) para todas as camadas, segue-se em ordem crescente:

Quadro 7: Valores médios de V(%) em ordem crescente.

Perfil	2	4	3	1
V(%)	28	73	89,1	94

Para o índice m, houve grande diferença entre os perfis analisados, onde o Antropossolo 1 e o 3 apresentaram valor de 0% em todas as camadas. O Antropossolo 2, característico de um solo natural (Latosolo), onde fora decapitado, apresenta-se com camadas advindas do horizonte B, agora exposto em superfície, e do horizonte C. Neste caso, em oposição aos valores de V, os valores de m são relativamente altos (comparado aos outros Antropossolos), compreendendo a maior parte das cargas do solo, com menor valor de m na camada superficial (1.1 – 20,8%) e valores de m acima de 50 % nas três camadas mais profundas. O Antropossolo 4 apresentou valores diferenciados entre as camadas, valor baixo na camada 4.1 (0-10 cm) com 4,4%, valor nulo na camada 4.2 (10-40 cm) e 38,7% na camada 4.3 (40-80 cm). Os valores do Antropossolo 4 estão distribuídos de forma descontínua, possivelmente advinda de materiais heterogêneos depositados diferentemente para cada camada e de ocorrência de pedogênese incipiente no perfil.

Para o ISNa, que não se faz presente como um caráter para a identificação e classificação de Antropossolos de acordo com os requisitos categorizados por Curcio et al. (2004), foi aqui inserida devido a característica da área estudada: uma cidade litorânea que apresenta influências das águas oceânicas. Assim, os valores referentes ao Antropossolo 2 foram baixos, enquanto para o Antropossolo 1 foi relativamente baixo,

com médias de 14,15%, comparado aos outros dois Antropossolos: Antropossolo 3 – com menor valor (12,61%) na camada 3.1 (00-15) cm e média de 53,69% para as duas camadas subjacentes; Antropossolo 4 – com média de 29,75%, com destaque para a camada superficial (4.1), que apresentou o maior valor – 42,21%, ao contrário do que ocorre nas outras amostras, onde os valores aumentam da camada mais superficial para as mais profundas, principalmente em locais de contato com manguezal.

O caso especial dos valores acontece no Antropossolo 4 (camada 4.3), como apresentado acima. Com o valor de Saturação por Bases (V) igual a 46,45% e o valor m igual a 38,70%. Onde foi o único Antropossolo contendo material alóctone que teve altos valores de m em uma de suas camadas, sendo esta, conseqüentemente, se separada das demais, sendo caracterizada como Distrófica.

A partir da observação dos valores, fica claro que ocorrem poucas relações de troca de reações entre as camadas vizinhas em torno de todo o corpo dos solos analisados, à exceção do Antropossolo 2, pois se faz no contato natural entre os horizontes B e C de um pretérito solo natural (Latossolo) em vias de pedogênese ativa mais evoluída que os demais Antropossolos.

4.2.4 Macroelementos e Microelementos em Relação à Ação Humana

Segundo Sokoloff e Carter (1952), as concentrações de P, N, Ca, Cu, Zn, Ag, Mn e outros elementos, presentes no interior ou no entorno de um sítio arqueológico, um tipo de Arqueo-antropossolo, ao qual é o foco de seu trabalho, podem ser interpretados como locais onde o “lixo” era depositado. Estes elementos são apontados por Kämpf e Kern (2005) como sendo propriedades que constituem “assinaturas antrópicas”.

Este mesmo viés, visando à detecção de elementos que estão associados à modificação antrópica, será seguido nesta pesquisa a partir das análises químicas dos solos com seus elementos químicos integrantes do complexo sortivo², avaliando os valores de macronutrientes e micronutrientes gerados nas análises químicas. Os elementos selecionados para este caso, como marcadores geoquímicos, e os que estão presentes na constituição destes Antropossolos de forma representativa são: I) Macroelementos – Ca, Mg, P, K e S (quadro 4); II) Microelementos – Cu, Fe, Mn e Zn (quadro 5). Curcio et al. (2004, p. 11) destacam que esses corpos tridimensionais

² Complexo Sortivo do solo é conjunto dos cátions que estão ocupando a CTC do solo, saturando-a, juntamente com as cargas negativas dos colóides.

“guardam características muito distintas entre si, tendo em vista a natureza diversa dos seus constituintes, técnicas de composição e tempo de formação.”

Além destes elementos, os valores de $H+Al$ e Al^{3+} também foram analisados (quadro 4). Pois são elementos que participam do valor de T , que depende do $H+Al$, sendo $T = K + Ca + Mg + Na + (H+Al)$, e o valor de t que depende do Al , sendo $t = K + Ca + Mg + Na + Al$.

No caso do Antropossolo 1, os valores de Zn e Cu são baixos devido ao tipo de materiais adicionados, onde não foi formado pela adição de lixos (que propicia o aumento destes micronutrientes), mas de outros materiais que aumentassem os valores de alguns elementos, formando um aterro, com camadas depositadas horizontalmente. Mesmo sendo materiais formados em outros ambientes, os valores dos elementos presente neste Antropossolo são representativos, como observado para o Ca , Na , K , P e Mn .

O Antropossolo 2 diferencia-se dos demais Antropossolos analisados devido a sua formação, esclarecida anteriormente, caracterizando-o como um Antropossolo com baixos valores de SB , V , T e t , macronutrientes e micronutrientes comparados aos outros 3 Antropossolos. Onde, em oposição, têm-se altos valores para o índice m . Este Antropossolo, como dito anteriormente, possui valores muito baixos de macronutrientes e micronutrientes comparados aos outros 3 Antropossolos e também valores consideráveis para $H+Al$. Assim, o $H+Al$ representa altos percentuais do valor T deste Antropossolo, tendo para as camadas, as seguintes percentagens de $H+Al$ no valor T das camadas: 2.1 – 64,81%, 2.2 – 76,64%, 2.3 – 71,13% e 2.4 – 77,78%. Para o valor de t , as percentagens referentes para o Al^{3+} são: 2.1 – 20,83%, 2.2 – 52,24%, 2.3 – 50,36% e 2.4 – 50,72%.

O Antropossolo 3, localizado em uma área onde foram adicionados materiais alóctones ao ambiente sobre uma área de manguezal, tem valores representativos de macronutrientes e micronutrientes, e valores consideráveis para $H+Al$ e nulos para Al^{3+} . Onde o $H+Al$ corresponde, em sequência, aos seguintes percentuais do índice T : 3.1 – 25,73%, 3.2 – 2,44% e 3.3 – 4,57%. Dessa forma, a única camada que o $H+Al$ tem grande influência no índice T é somente a camada 3.1, ao qual se encontra em contato direto com a superfície, onde possivelmente o material alóctone desta camada possui valores representativos para $H+Al$ devido às características de origem do material adicionado.

Os macronutrientes e micronutrientes desse Antropossolo encontram-se em valores consideráveis, onde se destaca o Na, ao qual possui valores altos. Assim, os percentuais de saturação pelo sódio (ISNa) nas camadas em sequência são (quadro 4): 3.1 – 12,61%, 3.2 – 52,89% e 3.3 – 54,50%. Dessa forma, o ISNa neste Antropossolo é alto em comparação aos demais Antropossolos, devido provavelmente ao contato deste Antropossolo com o mangue, onde este se encontra em contato direto nas camadas mais profundas, as quais possuem ISNa acima de 50%. Outro elemento representativo neste Antropossolo é o Fe, ao qual possui valores em centenas de mg/dm³ nas duas camadas mais profundas (3.2 e 3.3). Algo que não ocorreu em nenhum outro Antropossolo aqui analisado. Nem mesmo no Antropossolo 4, que semelhantemente, também se encontra em área de aterro sobre um manguezal.

Comparando os Antropossolos 1 e 3, ambos derivados de adição de material alóctone ao ambiente, destaca-se a grande diferença dos valores de Mg, K e Na (macronutrientes), onde o Antropossolo 3 possui para estes, valores mais altos do que os encontrados no Antropossolo 1. Além do macronutriente S, que possui valores altos devido a área de manguezal, agora enterrado.

O Antropossolo 4, também localizado em uma área advinda de manguezal ao qual foi também aterrado por uma diversidade de materiais heterogêneos, encontra-se em via de ser loteado, é o Antropossolo que possui a maior diferenciação e descontinuidade química (basicamente de todos constituintes) entre as camadas deste Antropossolo.

Para o Al³⁺ e H+Al ocorrem diferenciações bruscas (descontinuidade), onde na camada superficial (D1), não ocorre nenhum dos dois constituintes. Porém, nas duas camadas seguintes, ocorrem estes, e de forma representativa. Para o Al³⁺, em relação ao t, as percentagens são as seguintes: 4.1 – 0%, 4.2 – 10,25% e 4.3 – 38,69%. Para o H+Al corresponde, em sequência, aos seguintes percentuais do índice T: 4.1 – 0%, 4.2 – 74,67% e 4.3 – 53,61%.

Para os elementos P, Zn, Cu e K, a tendência foi de diminuição dos valores da camada superficial (4.1) para a camada mais profunda (4.3), enquanto para os elementos Mg, Fe, Na e S, tem-se valores altos na camada superficial (4.1), na camada intermediária (4.2) os valores caem bruscamente em comparação a camada acima e na camada subjacente (4.3) os valores voltam a ficar mais elevados, até mesmo que a

camada 4.1. Apresentando neste caso, valores muito altos como demonstrado nos quadros 4 e 5, com os valores para cada constituinte.

O Antropossolo 4, em comparação aos outros analisados, é o que mais representa a afirmação sobre descontinuidade química dos Antropossolos a partir da inserção de diversos materiais depositados pelo Homem em camadas, sendo que Curcio et al. (2004) caracterizam estes Antropossolos como ainda não evoluídos e com pequeno grau de relação pedogenética entre as camadas, ou seja, característica de uma pedogênese incipiente.

4.3 Microfluorescência

A partir da microfluorescência, busca-se analisar quimicamente os quatro Antropossolos, utilizando o espectrômetro de microfluorescência de raios-X por energia dispersiva (μ -EDX 1300, Shimadzu, Kyoto, Japão), para avaliar as diferenças “introduzidas” por ação humana (Gomes et al. 2012) para os valores semi-quantitativos de óxidos entre os perfis dos Antropossolos.

4.3.1 Análise semi-quantitativa de elementos químicos dos Antropossolos

A utilização do aparelho espectrômetro de microfluorescência de raios-X por energia dispersiva (μ -EDX 1300) possibilita o conhecimento dos valores semi-quantitativos de óxidos³ de elementos químicos presente nos Antropossolos.

Por essa análise, Alves et al. (2015) relata que “a análise por este equipamento é rápida, eficiente, prática e não destrutiva ao se avaliar os elementos presentes no solo.” Os óxidos analisados para os quatro Antropossolos são: Óxido de Cálcio (CaO), Óxido de Magnésio (MgO), Óxido de Sódio (Na₂O), Óxido de Potássio (K₂O), Óxido de Ferro (Fe₂O₃), Óxido de Enxofre (SO₃), Óxido de Alumínio (Al₂O₃), Óxido de Silício (SiO₂), Óxido de Titânio (TiO₂), Óxido de Fósforo (P₂O₅), Óxido de Manganês (MnO) e Óxido de Zircônio (ZrO₂).

Com relação às unidades utilizadas, para os óxidos que se apresentam nestes Antropossolos com valores maiores, a unidade utilizada será % (pontos percentuais). Para os óxidos que tenham valores menores, será utilizada a unidade em ppm (partes

³ Óxidos são compostos químicos binários formados por átomos de oxigênio junto a outros elementos, como por exemplo: Ca (CaO), Mg (MgO) e Na (Na₂O).

por milhão). Para os elementos representados em %, estes são denominados de macroelementos⁴ (devido a maior quantidade destes nos Antropossolos) e para os representados em ppm, estes são denominados de microelementos (devido a menor quantidade destes nos Antropossolos).

Os dados adquiridos pela microfluorescência estão apresentados nas tabelas a seguir, referentes a cada Antropossolo (tabelas 1,2, 3 e 4).

I) Antropossolo 1

Tabela 1: Valores de óxidos (% e ppm) do Antropossolo 1.

Elementos		CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SO ₃ (%)
Perfil	Pf (cm)						
1.1	00-11	2,1933	1,3869	1,4700	0,1135	5,3592	0,0827
1.2	11-36	0,6053	1,5232	2,4126	0,0516	7,4852	0,056
1.3	36-47	4,0162	1,1196	1,5696	0,2489	1,7223	0,1173
1.4	47-86	9,9396	1,1396	1,7693	0,3106	1,4752	0,1486
1.5	86-115	6,2834	1,0465	1,8437	0,2526	0,8302	0,0878
1.6	115-191	10,6218	1,5796	2,8985	0,2932	1,4580	0,2093
1.7	191-204	31,6919	1,6605	2,3091	0,3719	1,5229	0,562
		Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	MnO (ppm)	ZrO ₂ (ppm)
1.1	00-11	16,2760	71,0364	1,2924	2426,92	177,19	1733,91
1.2	11-36	22,0052	63,9768	1,3845	0000,00	48,71	1049,97
1.3	36-47	3,3587	85,1663	1,6485	2865,85	365,46	4238,45
1.4	47-86	3,2025	79,4181	1,2368	6037,36	306,47	3389,89
1.5	86-115	2,6510	85,3637	0,6428	5242,35	359,24	1372,75
1.6	115-191	2,6625	77,2706	1,4796	7205,92	362,75	4502,16
1.7	191-204	1,6620	40,6868	0,5897	15409,84	323,32	1360,33

Junto aos valores semi-quantitativos, a observação das características físicas (classificação textural) é uma importante base para entender a diferença dos valores de alguns óxidos presentes neste perfil. Para os valores apresentados para o Antropossolo 1, alguns dos óxidos de maior representatividade (macroelementos) são analisados em sequência.

O SiO₂, encontrado com maior percentual na camada 1.5, apresentando-se com 85,3637% do valor, é o óxido de maior valor entre todos os 4 Antropossolos analisados, onde ocorre em todas as camadas com percentual alto. O CaO, encontrado com maior percentual na camada 1.7, apresentando-se com média percentual para todas as camadas de 9,3359% é devido a presença de conchas marinhas, principalmente nas camadas mais

⁴ Os termos macroelementos e microelementos não são assim denominados devido aos termos de macro e micronutrientes. Mas são advindos da escolha do nome dado devido à relativa quantidade presente nos Antropossolos.

profundas. Para este óxido, em geral não ocorreu um crescimento ou decréscimo em sequência a profundidade, mas um valor abrupto entre as camadas 1.6 e 1.7, mesmo ambos sendo arenosos. O Al_2O_3 e Fe_2O_5 tem uma mudança abrupta entre as camadas 1.2 e 1.3 ao qual se mantém com valores próximos nas camadas seguintes. Outros óxidos caracterizados como macroelementos, porém com média de percentuais menores entre os elementos são: MgO , TiO_2 , K_2O e SO_3 .

Para óxidos os caracterizados como microelementos, com valores médios em ppm, segue-se em ordem decrescente: P_2O_5 , ZrO_2 e MnO .

II) Antropossolo 2

Tabela 2: Valores de óxidos (% e ppm) do Antropossolo 2.

Elementos		CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SO ₃ (%)
Perfil	Pf (cm)						
2.1	00-45	0,0145	1,3559	1,6646	0,0429	6,2071	0,0716
2.2	45-90	0,0259	1,3652	1,8116	0,0625	6,4557	0,0778
2.3	90-140	0,0171	1,0634	1,5992	0,0824	5,3818	0,0777
2.4	140+	0,0238	1,5715	1,7299	0,1381	12,1475	0,1254
		Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	MnO (ppm)	ZrO ₂ (ppm)
2.1	00-45	23,1162	57,0441	1,42	0,00	12,43	686,70
2.2	45-90	24,4009	62,3068	1,66	206,49	19,86	879,93
2.3	90-140	24,6827	59,1985	1,57	762,87	36,28	694,11
2.4	140+	28,7629	48,7205	2,03	154,05	44,31	805,68

Para os valores apresentados para o Antropossolo 2, os óxidos de maior representatividade (macroelementos) são o SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 . Neste Antropossolo, que é advindo da decapitação de um Latossolo, sendo as camadas provenientes dos antigos horizontes B e C, os valores de basicamente todos os óxidos foram baixos, com exceção dos 3 óxidos mencionados anteriormente.

O P_2O_5 destaca-se quanto aos seus resultados, ao qual possui valor de 0,00 ppm na camada 2.1, e posteriormente apresenta valores mais representativos (2.2, 2.3 e 2.4), apesar de baixos (em ppm). No caso deste Antropossolo, onde a classificação textural o define majoritariamente como argiloso, os valores de óxidos relacionados aos macronutrientes e micronutrientes são baixos, seguindo o padrão observado na análise de rotina. Com valores baixos para V, T, t e valor alto para m.

III) Antropossolo 3

Tabela 3: Valores de óxidos (% e ppm) do Antropossolo 3.

Elementos		CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SO ₃ (%)
Perfil	Pf (cm)						
3.1	00-15	0,2770	1,6296	2,259	0,1348	4,7458	0,1471
3.2	15-80	0,1634	1,4056	1,9323	0,1325	5,8287	0,1654
3.3	80+	0,4521	0,9085	1,5829	0,1136	5,2636	0,806
		Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	MnO (ppm)	ZrO ₂ (ppm)
3.1	00-15	20,8164	68,2155	1,0210	88,36	64,83	784,71
3.2	15-80	19,8831	67,6604	1,3516	1128,85	53,08	713,51
3.3	80+	16,5187	69,2475	1,0965	546,80	68,94	699,83

Entre os valores de óxidos para o Antropossolo 3, assim como os 2 dois Antropossolos anteriores (1 e 2), destacam-se os óxidos referentes aos macroelementos SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃, aos quais Barbosa et al. (2015) destacam como sendo os óxidos essenciais na composição de manguezais.

Enquanto na análise de rotina os valores de Na e S foram altos. Em relação aos óxidos Na₂O e SO₃, estes se apresentaram normais quanto à quantidade, com valores próximos aos Antropossolos 1 e 2. Os demais óxidos também se apresentaram com valores relativamente normais, sem nenhuma mudança abrupta, ou com nenhum aspecto peculiar, diferenciado dos demais

IV) Antropossolo 4

Tabela 4: Valores de óxidos (% e ppm) do Antropossolo 4.

Elementos		CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SO ₃ (%)
Perfil	Pf (cm)						
4.1	00-10	0,4839	0,8893	0,4599	0,3963	1,9401	0,6191
4.2	10-40	0,2137	0,6921	1,1982	0,2528	1,5941	0,5803
4.3	40-80	0,7351	1,5367	2,3747	0,0604	1,0748	3,8500
		Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	MnO (ppm)	ZrO ₂ (ppm)
4.1	00-10	6,2779	69,3275	0,4777	413,10	86,51	447,31
4.2	10-40	5,1703	72,4404	0,3104	870,63	147,39	257,63
4.3	40-80	3,9245	81,4889	0,2142	78,89	115,17	362,22

Sendo o Antropossolo 4 uma área de material alóctone adicionado sobre um manguezal, os valores de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃, como evidenciados em manguezais por Barbosa et al (2015), apresentaram-se como os de maiores valores. Onde em geral a

classe textural deste Antropossolo é Franco Arenoso, evidenciando a classe e aos altos valores de SiO₂.

Para os óxidos, as mudanças abruptas não foram tão evidentes. No caso do Na₂O, ocorreu aumento em profundidade, algo esperado pela influência da água marinha, mas ocorreu uma mudança abrupta entre as camadas 4.1 (0,4599%) e 4.2 (1,1982%). Para o caso do Fe₂O₃, a diferença não se mostra tão alto como ocorre para as bases na análise de rotina, sendo as mudanças nos valores do óxido mais amenas que a de bases. Para o S, com altos valores de bases nas camadas 4.1 e 4.3 constatados na análise de rotina, o SO₃ teve o maior valor entre as camadas de todos os outros Antropossolos na camada 4.3, de contato direto ao manguezal agora enterrado.

4.4 Análises Físicas

4.4.1 Análise Granulométrica

A análise e a determinação de distribuição das partículas das camadas dos Antropossolos, quanto ao tamanho, segue a análise tradicional dos solos naturais. Onde as partículas minerais podem apresentar grande variabilidade de seus tamanhos, contendo argilas, siltes, areias, cascalhos, pedras e rochas advindas ou não do acréscimo pelo agente antrópico.

As amostras foram analisadas com espessura menor que 2,00 mm, aos quais são agrupadas em três principais frações: argila, silte e areia. Estas frações do solo designam a classe textural, ao qual possibilita a classificação textural do solo ou das camadas.

Quanto à estrutura dos Antropossolos, estes em geral possuem pouco ou nenhum desenvolvimento da estrutura. Com exceção do Antropossolo 2, ao qual teve a pedogênese em fase ativa, tendo início a formação estrutural. Quanto à diversidade de constituintes, os Antropossolos 3 e 4 possuíam restos de concreto, tijolos e cerâmica. Sendo materiais alóctones a formação dos Antropossolos.

A classificação textural de cada Antropossolo, e de suas camadas em si possibilita entender a dinâmica de algumas características químicas, aos quais estão em plena relação, devido ao tipo de materiais e elementos que o Antropossolo possui. As características físicas quanto às frações e a classe textural estão apresentadas no quadro 4.

5 Conclusões

Os 4 Antropossolos estudados no município de Guarapari (ES) mostraram-se com muitas diferenças entre si, mesmo entre os Antropossolos 3 e 4 (formados sobre manguezal e de mesma classificação), ao qual evidencia a grande variabilidade de características físico-químicas presentes e o processos que levaram a formação destes Antropossolos.

Com relação à estabilidade destes Antropossolos, observou-se que o Antropossolo 2 apresenta maior estabilidade em comparação aos outros 3. Essa pouca estabilidade é ocasionado pela a heterogeneidade de constituintes físico-químicos naturais e antrópicos destes 3 Antropossolos (restos de vegetação, plásticos, vidros, papéis, ossos entre outros) e seu incipiente grau de desenvolvimento de estrutura. O que não ocorre no Antropossolo 2, onde não houve adição de materiais antrópicos e existe um desenvolvimento da estrutura no agora decapitado horizonte B. Assim, os Antropossolos se distinguem dos solos naturais quanto à resiliência, podendo gerar contaminação do ambiente (solo e água) e aumento da erosão (relacionado a pouca ou nenhuma estrutura formada).

Como detectado pela base da constituição química (macronutrientes, micronutrientes, SB, T, t, V, m, óxidos e outros), observou-se que nos Antropossolos com adição de materiais antrópicos houve aumento da concentração de bases e também a ocorrência de descontinuidade química entre as camadas, como evidenciado nas análises químicas de rotina e na análise de microfluorescência de raios-X por energia dispersiva.

Está característica quanto à descontinuidade relaciona-se a pedogênese incipiente (pequeno grau de evolução pedogenética) entre as camadas, variabilidade do complexo sortivo entre as camadas e outras características químicas que se apresentaram com clareza nos Antropossolos 1, 3 e 4. Pelos valores da constituição química ficou claro que assim como os Arqueo-antropossolos, os Antropossolos Tecnógenos, derivados da adição de diversos materiais a sua base, tendem a possuir altos valores de nutrientes e elementos químicos diversos (óxidos, por exemplo), diferenciando-se dos Arqueo-antropossolos pela pedogênese incipiente entre as camadas constituintes.

Dessa forma, devido à diversidade de características entre as camadas (horizontes), ocorreram algumas dificuldades na classificação destas camadas, onde se diagnosticou alta diversidade entre as camadas (observado nas análises químico-físicas). O que possibilitou somente a classificação do perfil por completo, mas os horizontes foram individualizados pelas suas características químico-físicas muito diferentes das encontradas nos solos naturais (horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais), onde nos Antropossolos com caráter eutrófico, estes foram eutrofizados. Ao qual apresentam caráter eutrófico devido à ação de adição de materiais com alto valor de bases pelo fator de formação Homem.

Pelo ambiente de localização dos Antropossolos, em especial aos casos dos Antropossolos 3 e 4, os valores de S e Na foram detectados como elevados, ao qual no momento de classificação alguns apontamentos quanto a um possível Subgrupo poderia ser adicionado, sendo referente ao caráter quanto à quantidade de sais presente nos Antropossolos (sódico, salino ou sálico) que foram altos nestes perfis.

Assim, fica claro a importância quanto ao entendimento dos Antropossolos, sua classificação e espacialização nos ambientes urbanos e suburbanos. Onde os estudos e as referências devem ser aumentados e melhorados, pois a classificação tende a adquirir novos elementos com a evolução destes estudos, pois pelo que se constatou nesta pesquisa, os Antropossolos são formados por uma enorme diversidade de ações antrópicas e também por uma grande diversidade de elementos que passam a ser parte integrante do Antropossolo.

No caso de Guarapari-ES, os Antropossolos analisados integram a base do ambiente urbano e suburbano do município, o qual necessita conhecer estas modificações como encontrados principalmente nos Antropossolos 2 (pista de motocross), 3 (loteamento) e 4 (contato direto com a população), pois encontram-se nas proximidades da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra.

6 Referências Bibliográficas

ALVES, E. E. N.; ROCHA, P. A.; SIEBENEICHLER, E. A.; COSTA, L. M.; VERGÜTZ, L.; SCHAEFER, C. E. G. R. 2015. Determinação da massa por área mínima de amostras de solo e vegetal para análise no μ -EDX. In: XV Simpósio Mineiro de Solos. 2015., Viçosa. Anais, p. 28-30.

BARBOSA, I. C. C.; MÜLLER, R. C. S.; ALVES, C. N.; BERRÊDO, J. F.; SOUZA FILHO, P. W. M. Composição Química de Sedimento de Manguezal do Estuário Bragantino (PA) – Brasil. Revista Virtual de Química., 2015, 7 (4), 1087-1101.

- BARRETO NETO, A. A.; MARCHESI, A. F.; LORENA, R. Mapeamento espaço-temporal da expansão urbana da Região Metropolitana da Grande Vitória no período de 1991 a 2009, no estado do Espírito Santo. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra, n. 13, p. 1-27, 1971.
- BOLÓS, M.I.C. Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. Revista de Geografía. Barcelona, v. 15, n. 1-2. 1981. pp. 45-68.
- BUNTING, B. T. Geografia dos solos. Rio de Janeiro, Zahar Editores. 1971.
- CASSETI, V. Geomorfologia. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: 10 de Agosto de 2015.
- CORRÊA, G.R. Caracterização pedológica de arqueo-antropossolos no Brasil: sambaquis da região dos Lagos (RJ) e terras pretas do índio na região do baixo rio Negro/Solimões (AM). Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2007. 115p. (Dissertação de Mestrado)
- CURSIO, G. R.; LIMA, V. C.; GIAROLA, N. F. B. Antropossolos: Proposta de Ordem (1ª aproximação). Colombo: EMBRAPA Florestas, 2004.
- DAGNINO, R. S; FREITAS, M; VALERIANO, M; LADEIRA, F; CARPI JUNIOR, S. Identificação de Antropossolos em Picinguaba (Ubatuba, SP) para o estudo do Tecnógeno. In: X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA, 2005, Guarapari, ES. Anais do X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2005. p. 6 p.
- DAGNINO, R. S. Antropossolo: A metamorfose do solo pela ação humana. Instituto de Geociências UNICAMP, 2005. Fonte: <http://pt.slideshare.net/ricardosdag/antropossolo-presentation>. Acessado em 5 de Maio de 2015.
- DENEVAN, W. M. Cultivated landscapes of native Amazônia and the Andes. Oxford, Oxford University Press, 2001. 396p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- GIRARDI, G.; COMETTI, R. de S. Dinâmica do uso e ocupação do solo no litoral sul do estado do Espírito Santo, Brasil. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 13, p. 51-73, jan./jun. 2006. Editora UFPR.
- GOMES, T. C.; RIFFEL, E. S.; PITTELKOW, G. C. & PAUL, C. R. 2012. Caracterização e espacialização dos depósitos tecnogênicos no bairro Camobi: subsídio ao planejamento urbano do município de Santa Maria-RS. Revista Geonorte, Edição Especial, V.2, N.4, p.276 – 288.
- IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual Técnico de Pedologia 2.ed. Rio de Janeiro, 2007a. (Manuais Técnicos em Geociências, 4).
- IBGE Cidades. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. 2015. <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=320240>. Acessado em 5 de Novembro de 2015.

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 12 de Agosto de 2015.

IUSS Working Group WRB. 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

JENNY, H. Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology. McGraw-Hill, New York, 1941. 281 p.

JIN-LING YANG, GAN-LIN ZHANG. Formation, characteristics and eco-environmental implications of urban soils – a review. Soil Science and Plant Nutrition, 1-17. 2015. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00380768.2015.1035622#.VhhdE3pViko>. Acessado em 09 de Setembro de 2015.

KÄMPF, N. e KERN, D.C. O solo como registro da ocupação humana Pré-Histórica na Amazônia. Tópicos em Ciências do Solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, vol.4, 2005, 207-320p, 2005.

LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos Solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

MACHADO, C. A. Gênese e Morfologia de Depósitos Tecnogênicos na Área Urbana de Araguaína (TO). Tese de Doutorado, Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 2012.

MUGGLER, C. C.; CARDOSO, I. M.; RESENDE, M.; FONTES, M. P. F.; ABRAHÃO, W. A. P; CARVALHO, A. F. Conteúdos Básicos de Geologia e Pedologia. 2005. (Apostila).

MUNSELL, A. H. Soil Color Charts. Baltimore: Macbeth, 1981

OLIVEIRA, A.M.S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, Salvador, 1990, ABGE, p. 411-415.

OLIVEIRA, A.M.S. 1995. A Abordagem Geotecnogênica: a Geologia de Engenharia no Quinário. In: Bitar O.Y. (coord.). Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente. ABGE: IPT, São Paulo, 231-241 p.

PEDRON, F. A; DALMOLIN, R. S. D; AZEVEDO, A. C; KAMINSKI, J. Solos Urbanos. Revista Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1647-1653, 2004.

PELOGGIA, A. O HOMEM E O AMBIENTE GEOLÓGICO – Geologia, Sociedade e Ocupação Urbana no Município de São Paulo. São Paulo. Ed. Xamã, 1998. 270 p.

PELOGGIA, A.U. & OLIVEIRA, A.M.S. 2005. Tecnógeno: Um novo campo de estudos das Geociências. X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA, 10), 4p.

LADEIRA, F. S. B. A Ação Antrópica Sobre os Solos nos Diferentes Biomas Brasileiros - Terras Indígenas e Solos Urbanos. Entre Lugar, v. 3, p. 127-139, 2012.

ROHDE, G. 1996. Epistemologia Ambiental: uma abordagem filosófico-ciêntífica sobre a efetuação humana alopoiética. Porto Alegre: EDIPUCRS, 234 p.

SANTOS, M. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo. Razão e Emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

SILVA, É. C. N.; DIAS, M. B. G.; MATHIAS, D. T. A abordagem tecnogênica: reflexões teóricas e estudos de caso. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 5, p. 01-11, 2014.

SOIL taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1975. 754 p. (Agriculture handbook, n. 436).

SOIL survey manual. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1984. cap.1. (Agriculture handbook, n. 430).

SOKOLOFF, V. P; CARTER, G. F. Time and trace metals in archaeological sites. *Science*, v.116, p.1-5, 1952.

TER-STEPANIAN, G. The Beginning of Technogene. In: *Bulletin of International Association of Engineering Geology*, Paris, n 38, 1988. p. 133-142.