

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO
FCTE UNESP/CÂMPUS DE OURINHOS

MARIANA DOS SANTOS MORENO

**CLASSIFICAÇÃO DE ANTROPOSSOLOS E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS POR EROSÃO ACELERADA NO CONTEXTO DO
ANTROPOCENO NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO TIMBURI,
MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP**

**Ourinhos/SP
novembro/2022**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO
FCTE UNESP/CÂMPUS DE OURINHOS

**CLASSIFICAÇÃO DE ANTROPOSSOLOS E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS POR EROÇÃO ACELERADA NO CONTEXTO DO
ANTROPOCENO NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO TIMBURI,
MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Comissão de Avaliação de TCC como
requisito para a obtenção do título de Bacharel
em Geografia pela FCTE/UNESP, Câmpus de
Ourinhos, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Maria
Cristina Perusi.

Ourinhos/SP

novembro/2022

M843c

Moreno, Mariana dos Santos

Classificação de Antropossolos e recuperação de áreas degradadas por erosão acelerada na Área de Proteção Ambiental do Timburi, município de Presidente Prudente/SP / Mariana dos Santos Moreno. -- Ourinhos, 2022
88 p. : tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Tecnologia e Educação, Ourinhos

Orientadora: Maria Cristina Perusi

1. antropoceno. 2. bioengenharia. 3. antropossolos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências, Tecnologia e Educação, Ourinhos. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Banca examinadora

Prof.^a Dr.^a Maria Cristina Perusi (Orientadora)
(FCTE/UNESP, Campus de Ourinhos)

Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes
(FCT/UNESP, Campus de Presidente Prudente)

Prof. Dr. Julio César Demarchi
(FCTE/UNESP, Campus de Ourinhos)

Ourinhos, 21 de novembro de 2022.

DEDICATÓRIA

A realização deste trabalho não teria sido possível sem a presença de algumas pessoas, cujas existências me são inestimáveis.

Agradeço aos meus pais e família, que me ajudaram a chegar onde me encontro agora. Aos meus amigos e companheiros de jornada, pelo amor, carinho, fé e apoio. Aos professores da FCTE/UNESP Ourinhos, através dos quais passei a enxergar o mundo de outra forma. À própria FCTE/UNESP Ourinhos e seus demais funcionários, pela brilhante contribuição para a minha formação, em termos materiais, financeiros e afetivos. Aos professores João Osvaldo e Leonardo, da FCT/UNESP Presidente Prudente, pela parceria e cooperação. Ao Silvio, pela prestatividade, colaboração e incentivo. À FAPESP, pela bolsa de Iniciação Científica e a oportunidade de pesquisar em tempos tão sombrios. Por fim, e mais importante,

À Maria Cristina, que me salvou a vida.

EPÍGRAFE

*“Tô louca pro mundo acabar...
Tô louca pro mundo começar...
Tô louca pro mundo acabar...
Tô louca pro mundo.”*

(Letrux)

“Ninguém pode nos salvar de nós mesmos.”

(Scorpions)

RESUMO

No Antropoceno, proposta de nova Época geológica em discussão iniciada por volta do ano de 2000, as ações antrópicas, comumente atreladas ao grande capital, provocam intensas e muitas vezes irreversíveis transformações nos bens ambientais. Especificamente sobre solos, para além dos fatores naturais de formação, o homem/sociedade vem sendo considerado como um sexto fator de formação, fato evidenciado pela antropogênese, que resulta em volumes de materiais que se diferenciam muito das feições originais: os Antropossolos. Acredita-se que essa recente classificação, embora com avanços notáveis no Brasil, permite e necessita de contribuições teórico-metodológicas, como a possibilidade de atribuir aos danosos processos erosivos acelerados a formação de solos antropogênicos. Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho foi classificar 08 perfis de Antropossolos em área fortemente degradada por erosão hídrica na APA do Timburi, localizada no município de Presidente Prudente/SP, e implantar técnicas da bioengenharia para recuperação desses danos ambientais. A referida área possui características de relevo que favorecem a deflagração de processos erosivos hídricos, predomínio de solos arenosos, oriundos de arenito, bem como um histórico de uso e cobertura da terra que não primou, em sua maioria, pela adoção de técnicas conservacionistas. Sendo assim, foram realizadas análises físicas e químicas de rotina, descrição morfológica, classificação dos Antropossolos e solos originais remanescentes, e implantação de técnicas da bioengenharia para recuperação de duas ravinas. Os principais resultados obtidos através das análises químicas e físicas, como acidez na maioria das camadas agricultáveis; valores de matéria orgânica (MO) abaixo do esperado; baixa soma de bases (SB); e valores de Capacidade de Troca de Cátions (CTC) baixos, denunciam a degradação desses solos. A presença de materiais antrópicos nos perfis analisados, como carvão, plástico, ossos de animal, organização de camadas incompatíveis com o esperado para solos típicos, entre outros resultados, permitiu inferir que se trata de Antropossolos Sômicos. A implantação dos barramentos gerou bons resultados, com a contenção de sedimentos e fixação de gramíneas. Buscou-se, portanto, contribuir com o debate sobre processos erosivos como formadores de Antropossolos no contexto do Antropoceno, bem como com a emergente discussão sobre a “antropedologia”, a fim de se promover ação efetiva de recuperação das funções ecossistêmicas do solo e, conseqüentemente, da água, vegetação e população vulnerabilizada.

Palavras-chave: antropoceno; uso e cobertura da terra; antropedologia.

ABSTRACT

In the Anthropocene, a proposal for a Geological Epoch under discussion, which began around the year 2000, anthropic actions, commonly linked to big capital, provoke intense and often irreversible transformations in environmental goods. Specifically on soils, in this context guided by the capitalist production system, said to be modern, but excluding, in addition to the natural factors of formation, man/society has been considered as a sixth formation factor, a fact evidenced by anthropogenesis, which results in volumes of materials that differ greatly from the original features: the Anthroposols. It is believed that this recent classification, although with notable advances in Brazil, allows and needs theoretical-methodological contributions, such as the possibility of attributing to the harmful accelerated erosive processes the formation of anthropogenic soils. In this sense, the general objective of this work was to classify 08 Anthroposol profiles in an area heavily degraded by water erosion in the APA do Timburi, located in the municipality of Presidente Prudente, State of São Paulo, and to implement bioengineering techniques to recover these environmental damages. This area has relief characteristics that favor the onset of water erosion processes, as well as a history of land cover that did not excel in the conservation of natural vegetation cover, an important ally against runoff. In this sense, physical and chemical routine analyzes, morphological description, classification of Anthroposols and remaining original soils, and implementation of bioengineering techniques to recover two ravines were performed. The main results obtained through chemical and physical analyses, such as pH in the agricultural layer below the ideal; organic matter (OM) values lower than expected; low base saturation (BS); and low Cation Exchange Capacity (CEC) values, denounce the degradation of these soils. The presence of anthropic materials in the analyzed volumes, such as coal, plastic and animal bones, allowed us to infer that they are Somic Anthroposols. Therefore, we sought to contribute to the debate on Anthroposols in the context of the Anthropocene, as well as to the emerging discussion about "anthropedology", in order to promote an effective action to recover the ecosystem functions of the soil and, consequently, of the water, vegetation and population.

Keywords: accelerated erosion; anthropic activities; bioengineering; anthropedology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Hipótese de anexação do Antropoceno à Escala do Tempo Geológico nos últimos 2,558 milhões de anos.....	15
Figura 2.	Etapas do processo erosivo.....	22
Figura 3.	Erosões em forma de ravina na APA do Timburi.....	23
Figura 4.	Muro de gabião tipo caixa.....	26
Figura 5.	Instalação de geocolchão concluída.....	26
Figura 6.	Mapa de localização do município de Presidente Prudente/SP.....	36
Figura 7.	Mapa de solos do município de Presidente Prudente/SP.....	36
Figura 8.	Mapa de localização da Área de Proteção Ambiental e Uso Sustentável do Timburi, em Presidente Prudente/SP.....	37
Figura 9.	Mapa geomorfológico da APA do Timburi, em Presidente Prudente/SP.....	38
Figura 10.	Mapa pedológico da APA do Timburi, em Presidente Prudente/SP.....	39
Figura 11.	Classificação climática do Estado de São Paulo segundo Koppën.....	40
Figura 12.	Mapa de uso e cobertura da terra da APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	41
Figura 13.	Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares da APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	42
Figura 14.	Pontos de coleta das amostras de solo na Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi, em Presidente Prudente/SP.....	43
Figura 15.	Perfil 1: Sr. Raul (A); gramínea, baixa vertente (3 camadas).....	44
Figura 16.	Perfil 2: Sr. Luíz; gramínea, baixa vertente (5 camadas).....	44
Figura 17.	Perfil 3: Sr. Fernando; gramínea, baixa vertente (5 camadas).....	44
Figura 18.	Perfil 4: Sr. José; gramínea, baixa vertente (7 camadas).....	44
Figura 19.	Perfil 5: Sr. Raul (B), gramínea, baixa vertente (7 camadas).....	45
Figura 20.	Perfil 6: Sr. Luíz; mata, baixa vertente, topossequência (3 horizontes)	45
Figura 21.	Perfil 7: Sr. Luíz; pastagem, média vertente; topossequência (4 camadas)..	45
Figura 22.	Perfil 8: Sr. Luíz; pastagem, topo; topossequência (3 camadas).....	45
Figura 23.	Análise da consistência do solo seco durante a etapa da descrição morfológica.....	46
Figura 24.	Retirada de anel volumétrico para a análise da densidade do solo (Ds).....	46
Figura 25.	Ravina e barramento mais próximos ao córrego Primeiro de Maio na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	66

Figura 26.	Ravina e barramento à montante.....	67
Figura 27.	Barramento à montante após 15 meses de instalação, destaque para o crescimento de gramíneas	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Distribuição dos valores de pH de acordo com as amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	59
Gráfico 2.	Distribuição dos valores de MO de acordo com as amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	59
Gráfico 3.	Distribuição dos valores de CTC de acordo com as amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	60
Gráfico 4.	Distribuição dos valores de V% de acordo com as amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	61
Gráfico 5.	Percentagem das classes texturais das amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	64
Gráfico 6.	Distribuição das densidades do solo de acordo com as amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	65
Gráfico 7.	Ocorrência das classes de solos nas propriedades analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	68
Gráfico 8.	Número de amostras nas quais foram encontrados materiais incomuns ou antrópicos ao longo dos perfis de Antropossolos.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Os fatores de formação em solos naturais e em solos antropogênicos.....	18
Tabela 2.	UCs com Plano de Manejo por tipo, com destaque para as APAs no estado de São Paulo.....	34
Tabela 3	Métodos de determinação aplicados aos atributos dos perfis de solo estudados	47
Tabela 4.	Descrição morfológica dos perfis de solo estudados na APA do Timburi, município de Presidente Prudente/SP.....	48
Tabela 5.	Principais características químicas dos perfis de solo estudados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	56
Tabela 6.	Principais características físicas dos Antropossolos estudados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	61
Tabela 7.	Distribuição das classes texturais das amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP	63

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental e Uso Sustentável

ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico

AWG - Anthropocene Working Group (Grupo de Trabalho Sobre o Antropoceno)

CO - Carbono orgânico

CTC - Capacidade de Troca de Cátions

Ds - Densidade do solo

Dp - Densidade da partícula

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESEC – Estação Ecológica

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)

Flona - Florestas Nacionais

IAC - Instituto Agronômico de Campinas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICS - International Commission on Stratigraphy (Comissão Internacional Sobre Estratigrafia)

IGBP - International Geosphere Biosphere Programme (Programa Internacional Geosfera-Biosfera)

LABGEOLPED – Laboratório de Geologia e Pedologia “Ana Primavesi”

MO - Matéria orgânica

Monat - Monumento Natural

ONU - Organização das Nações Unidas

pH - Potencial hidrogeniônico

PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente

Rebio - Reserva Biológica

Ref - Reservas de Fauna

RVS - Refúgio de Vida Silvestre

Resex - Reserva Extrativista

RDS - Reserva de Desenvolvimento Sustentável

RPPN - Reservas Particulares do Patrimônio Natural

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SB - Soma de Bases

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

TPI - Terra Preta de Índio

UC - Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivos específicos.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1	Antropoceno e Antropossolos: conceitos, processos e características.....	14
3.2	Antropoceno, Geografia e Pedologia: um diálogo necessário.....	19
3.3	Processos erosivos acelerados: expressões do Antropoceno.....	21
3.4	Características físicas, químicas e morfológicas: chave para a classificação de solos.....	26
3.5	Definição de Área de Proteção Ambiental e Uso Sustentável (APA) e o surgimento da APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	31
4	MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	34
4.1	Material.....	34
4.1.1	Características gerais do município de Presidente Prudente/SP e área de estudo..	34
4.2	Amostragem dos pontos de perfis de solo na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	42
4.3	Procedimentos metodológicos.....	45
4.3.1	Procedimentos de campo.....	45
4.3.1.1	Implantação de técnicas de bioengenharia para a estabilização de processos erosivos em Antropossolos na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	47
4.3.2	Procedimentos de laboratório.....	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
5.1	Descrição morfológica dos perfis de solo analisados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP, com destaque para a presença de material antrópico ou indícios de adição.....	48
5.1.1	Perfil 1 - Sr. Raul (A).....	54
5.1.2	Perfil 2 - Sr. Luíz.....	54
5.1.3	Perfil 3 - Sr. Fernando.....	54
5.1.4	Perfil 4 - Sr. José.....	55
5.1.5	Perfil 5 - Sr. Raul (B).....	55
5.1.6	Perfil 6 - Sr. Luíz (mata, baixa vertente, topossequência).....	55
5.1.7	Perfil 7 - Sr. Luíz (pastagem, média vertente, topossequência).....	56
5.1.8	Perfil 8 - Sr. Luíz (pastagem, alta vertente, topossequência).....	56
5.2	Atributos químicos dos solos estudados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	56
5.3	Atributos físicos dos solos estudados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	62
5.4	Barramentos instalados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP.....	65
5.5	Classificação dos Antropossolos na APA do Timburi, em Presidente Prudente/SP.....	68
6	CONCLUSÕES.....	69
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
8	REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

As diferentes paisagens do planeta Terra são resultado de bilhões de anos de uma combinação complexa de movimentos tectônicos, oriundos de processos endógenos e dos agentes exógenos de transformação do relevo, principalmente vento, água e gelo (RIBEIRO, 2011). Portanto, independente das mais de 8 bilhões de pessoas no mundo, com projeção para 10 bilhões até meados do século XXI (PÁDUA, 2015), essa dinâmica continuará a acontecer.

Essa é a questão. O aumento da população mundial pressupõe maior demanda por alimentos, entre tantas outras “supostas necessidades” impostas pela sociedade de consumo, além da pressão do agronegócio para aumentar as áreas produtoras de *commodities* agrícolas. O resultado é a pressão desmesurada sobre os bens ambientais (COELHO, 2012) solo, água, macro e micro fauna e flora, além de vidas humanas, expressão máxima da degradação ambiental.

Por degradação ambiental, entendem-se os impactos negativos que ocorrem no meio ambiente, diretamente relacionados à ação antrópica, “como um processo que por finalidade diminui a capacidade produtiva dos ecossistemas, deste modo, se torna difícil para as áreas afetadas retornarem a um uso econômico” (RUBIRA, 2016, p. 147). Nesse contexto, os agentes exógenos que, desde os primórdios exercem uma função modeladora da superfície, ao se depararem com solos com baixo aporte orgânico, desestruturados, compactados, degradados quimicamente, entre outras características deletérias, passam a ser sinônimos de erosão acelerada ou antrópica.

Este tipo de erosão está diretamente relacionado à ação direta ou indireta do indivíduo ou da sociedade nos sistemas solo, relevo, vegetação e/ou água, gerando desequilíbrio do ecossistema (DEMARCHI; PIROLI, 2021). Uma das consequências dos processos erosivos é a perda da fertilidade e, conseqüentemente, da capacidade produtiva dos solos, o assoreamento e contaminação dos corpos hídricos, em especial por agroquímicos impregnados nas partículas transportadas pela água, entre outros impactos ambientais negativos. Acrescenta-se a essa lista a possível inviabilização das atividades agrícolas, principalmente para a agricultura familiar.

Além disso, identifica-se um aumento dos processos erosivos acelerados num ritmo estimado entre cem a mil vezes a taxa de erosão natural, resultando em solos degradados física, química e biologicamente, o que pressupõe maior uso de fertilizantes (CAPECHE, 2016), intensa mecanização, revolvimento dos horizontes, dizimação de fungos e bactérias, responsáveis por importantes serviços ecossistêmicos como a decomposição da matéria

orgânica, dinâmica do carbono orgânico, formação e estabilização de agregados e disponibilização de nutrientes para as plantas, entre outras funções (FAO, 2015).

No trabalho em tela, concebe-se a ideia de que a erosão acelerada, que em muito se diferencia da natural, é inerente ao Antropoceno, últimos 70 anos, aproximadamente. Essa nova Época geológica caracteriza-se pela profunda alteração dos sistemas atmosféricos, pedológicos, hidrológicos, biológicos e dos demais, sumariamente pelos seres humanos (DELLASSALA et al., 2017) e, por isso, urge reconhecê-la como a força motriz e desencadeadora desses processos.

No Antropoceno, as intrínsecas contradições entre a sociedade e a natureza estão cada vez mais intensificadas, principalmente porque essas ações estão construindo e reorganizando os ambientes físicos (TEIXEIRA et al., 2022). Em se tratando deste momento inusitado, a Geografia configura-se como um indispensável suporte investigativo, uma vez que um de seus papéis é dimensionar, mensurar, antever e mitigar a relação, quando degradante, homem/sociedade-natureza. De acordo com Ponte e Szlafsztein (2019) os fatores antropogênicos expressam a maneira como a sociedade se relaciona com o ambiente, e o modelo, a princípio, não é o melhor a ser seguido. Para Hernández (2021), o Antropoceno representa uma especial ocasião para a ciência geográfica inteirar-se ainda mais a respeito do atual panorama mundial, visto que a nova Época carrega em si um caráter integrador, no qual as forças humanas e naturais (antroposfera e biosfera) se criam e recriam, abrindo espaço para a Geografia, com toda a sua capacidade crítica e reflexiva, considerar o Antropoceno como um conceito nuclear em seus estudos (HERNÁNDEZ, 2021).

Com a acentuada degradação dos bens ambientais no Antropoceno, os solos, película externa da superfície terrestre, dotada de valorosas funções para o funcionamento dos ecossistemas naturais, agrícolas e urbanos, são alvos de grandes intervenções mobilizadoras, que acarretam, como consequência, a deflagração de processos erosivos acelerados, impermeabilização, compactação, alteração da estrutura original, entre outros (LADEIRA, 2012). Considerado um dos problemas ambientais mais sérios do planeta (YIN; CHANG; HUANG, 2022), os processos erosivos estão relacionados à degradação de terras agrícolas (THOMAZ; ANTONELI, 2019) e urbanas.

Nesse cenário, o Brasil figura como sendo um *hotspot* de erosões onde, por conta de seu clima predominantemente tropical, as águas pluviais predominam e as erosões hídricas, somadas às atividades antrópicas, passam a ser aceleradas (GUERRA et al., 2014; DEMARCHI; PIROLI, 2020), diretamente ligadas à remoção da cobertura vegetal e à ocupação desordenada (GUERRA; JORGE, 2012).

Isto posto, é pertinente afirmar que, no Antropoceno, os processos erosivos podem ser deflagrados em todos os tipos de solos, a depender do manejo adotado, entre outras variáveis, que possuem influência direta na aceleração ou retardo das erosões. Para além de outros fatores, estes processos podem dar origem aos Antropossolos, volumes advindos da antropogênese, que resulta em solos muito díspares dos originais, altamente artificializados e compostos por materiais de origem antrópica. Estes volumes pedológicos estão em expansão mundial e, por isso, torna-se imprescindível estudá-los, de modo que o conhecimento e popularização desta proposta de classe de solos possam contribuir para uma possível sistematização teórica e prática acerca destes solos, bem como apontar maneiras de estabilização ou reversão de potenciais danos ambientais (CURCIO; LIMA; GIAROLA, 2004), principalmente aqueles relacionados aos processos erosivos acelerados.

A Ordem de solos supracitada foi proposta por Curcio, Lima e Giarola (2004), sendo entendida como volume com uma ou várias camadas antrópicas, com no mínimo quarenta centímetros de espessura de artefatos antrópicos, adição, revolvimento ou retirada de material, formado exclusivamente por intervenção humana. Apresentam morfologia muito variável e drenagem diversa, “diretamente relacionado à natureza e materiais constitutivos, técnica de estruturação para formação do volume, bem como do ambiente de deposição” (CURCIO; LIMA; GIAROLA, 2004, p. 21). Nesse sentido, parte-se do princípio de que áreas fortemente degradadas por erosão acelerada levem à formação de Antropossolos Sômicos em compartimentos de relevo como da média para a baixa vertente que, de acordo com os referidos autores, formam-se quando há adição de materiais não nocivos ao solo preexistente.

Urge reforçar que os processos erosivos começam a atuar na superfície, horizonte A, que, embora mineral, caracteriza-se pela presença de matéria orgânica, cor parda ou brunada, pela decomposição de restos vegetais e animais, criando um ambiente propício para atividade biológica (PEREIRA, 2019). É nesse horizonte, quando presente, que é feito o preparo e o plantio. Portanto, é o que tende a ter seus atributos físicos, químicos e biológicos degradados e, num estágio mais avançado, parcial ou totalmente transportados pelos processos erosivos. Desta forma, caso a premissa seja confirmada, pretende-se contribuir com essa discussão, ainda pouco explorada pela Pedologia (MYSCZAK; PAULA, 2017), no sentido de afirmar que mesmo de forma indireta, manifestada no uso da terra em diferentes épocas, a ação antrópica pode resultar na formação desta peculiar classe de solo.

Outrossim, caso medidas de recuperação destas áreas degradadas não sejam adotadas, as consequências para o meio físico e antrópico certamente serão ainda mais danosas. À vista disso, buscou-se, com o trabalho em tela, contribuir para o atual, emergente e urgente debate

teórico-metodológico acerca desta nova Época geológica, apresentando evidências, sobretudo morfológicas, que retratam a situação dos (Antropo)solos no (Antropo)ceno. Para tanto, trabalhou-se na Área de Proteção Ambiental e Uso Sustentável (APA) do Timburi, município de Presidente Prudente/SP, fortemente degradada por erosões hídricas aceleradas, advindas das desmedidas ações antrópicas, que não primaram, historicamente, pela manutenção da cobertura vegetal original, em detrimento da legislação vigente, bem como da predisposição natural do relevo e dos solos originais a estes processos degradantes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Classificar Antropossolos em área fortemente degradada por erosão hídrica na APA do Timburi, localizada no município de Presidente Prudente/SP e implantar técnicas da bioengenharia para recuperação desses danos ambientais.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar física, química e morfológicamente perfis de solo representativos dos tipos de solo e dos usos da terra da APA do Timburi;
- Analisar a dinâmica dos processos erosivos e suas consequências nas características morfológicas, físicas e químicas dos solos;
- Aprofundar o debate sobre os Antropossolos no contexto do Antropoceno.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Antropoceno e Antropossolos: contexto, conceitos, processos e características

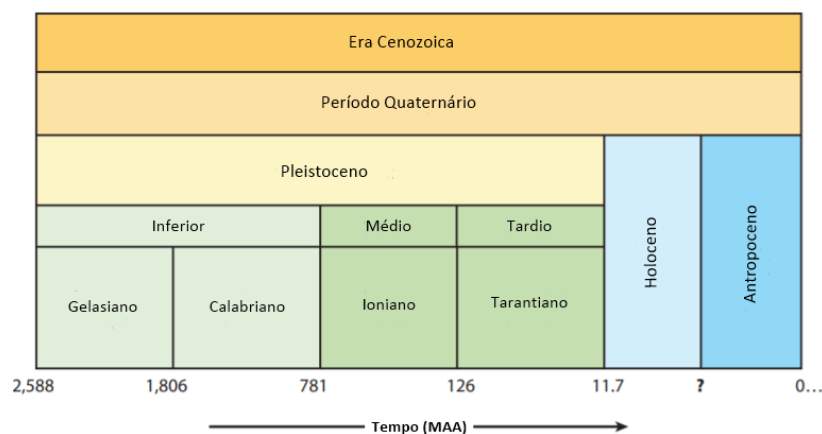
As ações antrópicas na superfície terrestre têm provocado uma série de transformações numa escala sem precedentes. Nesse sentido, há uma nova Época geológica que caracteriza essas transformações: o Antropoceno (PÁDUA, 2019). George-Louis Leclerc, em 1775, já havia observado as marcas do humano na Terra devido à ampliação industrial na Europa. Em 1864, George Perkins Marsh “antecipou” o Antropoceno (CRAIG, 2019) e, no ano de 1873, o geólogo Antonio Stoppani escreveu sobre o “antropozóico”, emitindo um alerta para o fato de que a humanidade havia dominado a Idade Moderna (TRISCHLER, 2016). Em 1926, Vladimir Vernadsky introduziu o termo “Antropoceno” e mencionou o geólogo Aleksei Pavlov, que afirmou que a espécie humana estava se tornando uma força geológica crescente (CHAKRABARTY, 2018).

No ano de 2000, o termo foi retomado pelo químico Paul Crutzen e pelo biólogo Eugene F. Stoermer, numa publicação conjunta no boletim de notícias do Programa Internacional Geosfera-Biosfera (*IGBP*) (SILVA; ARBILLA, 2018). Ao proporem essa nova Época, observaram que os humanos provocaram transformações nunca vistas, como as concentrações de carbono na atmosfera, por exemplo (CRUTZEN; STOERMER, 2000; MONASTERSKY, 2015). Estes cientistas indicaram como início do Antropoceno o século XVIII, marcado pelas Revoluções Industriais.

O Grupo de Trabalho Sobre o Antropoceno (*Anthropocene Working Group*), parte integrante da Comissão Internacional sobre Estratigrafia (*International Commission on Stratigraphy*), data o início desta Época para o ano de 1950, quando do fim da Segunda Guerra Mundial e da invenção e uso de artefatos como as bombas atômicas, por exemplo (MARCHESAN, 2019). Por outro lado, demais estudiosos consideram o início da agricultura, há 11 mil anos, como marco para o prelúdio do Antropoceno (SILVA; ARBILLA, 2018). Pádua (2019), assim como a delimitação feita pelos cientistas da Comissão Internacional sobre Estratigrafia (CLAUDINO-SALES, 2020), concebe a década de 1950, início da “Grande Aceleração”, como marco inicial.

A despeito de toda a controvérsia sobre o marco inicial (FIGURA 1), é correto afirmar que durante toda a história da vida da Terra, nenhuma outra espécie teve a capacidade ou habilidade de provocar tantas mudanças e criar informações para além do planeta (ELLIS, 2017). Nesse ínterim, cabe a hipótese trazida por Malm (2018) sobre o próprio termo “Antropoceno”, que poderia generalizar as ações antrópicas e atribuir iguais responsabilidades a distintos grupos e populações existentes, quando, na verdade, estes contribuem em escalas grandemente desiguais para com as transformações na superfície do planeta.

Figura 1. Hipótese de anexação do Antropoceno à Escala do Tempo Geológico nos últimos 2,558 milhões de anos



Fonte: Malhi (2017), adaptado por Moreno (2022)

Essa discussão torna-se ainda mais profunda quando se considera as contribuições de Cózar (2019), citado por Hernández (2021), argumentando que o Antropoceno, para além do marco estratigráfico, cobra um marco mental acerca de sua existência. Para este último, apesar de o Antropoceno ser extraoficial, as discussões acerca deste assunto continuam a crescer. Para o primeiro, existem quatro narrativas que diferenciam os atores protagonistas e que, intrinsecamente, influem sobre a data de início da nova Época.

A primeira narrativa, naturalista, admite que pode haver uma mudança de paradigma de um modo de vida insustentável para um que seja, de fato, sustentável. A ciência seria a mediadora desta mudança, apoiada, sobretudo, na Economia Ambiental, reconhecendo a sociedade humana como um coletivo integrado, sem discriminar alguma culpabilidade sobre os diferentes agentes sociais.

A segunda, pós-natureza (*postnaturaleza*), adota a ideia de que não existe mais pureza nas esferas terrestres, pois a humanidade teria acabado com a natureza a partir do momento em que veio à Terra, mesmo sendo parte dela. Nesse sentido, as tecnologias de controle do natural, como a engenharia genética, por exemplo, teriam um papel decisivo no contexto do Antropoceno.

A terceira, ecocatastrofista, presume que o atual momento geológico é fruto da derrocada civilizacional provocada pelo sistema capitalista e a sociedade de consumo. Para que as transformações provocadas pelos seres humanos sejam revertidas, tornam-se necessárias a implementação de práticas econômicas alternativas, a adoção de práticas sociais comunitárias e a reordenação da economia, devendo ser de escala local ou biorregional.

A quarta e última, ecomarxista, sustenta a hipótese de que a expansão capitalista pelo globo, acompanhada do imperialismo, causou uma degradação profunda ao planeta. Nesse ínterim, as ações provocadas por esses eventos só poderão acontecer mediante a realocação das necessidades humanas para o centro dos interesses, em detrimento do lucro, dentro de uma sociedade não capitalista.

Portanto, o debate está posto e urge uma análise profunda acerca dos quadros de degradação do solo por erosão hídrica no contexto do Antropoceno, possível a partir do conceito de Antropossolo¹.

Uma vez que o Antropoceno caracteriza-se por profundas transformações nos sistemas naturais, é possível afirmar, sem sombra de dúvidas, que a pedosfera não foge à regra. Nesse

¹ Para além dos Antropossolos, na literatura há uma discussão acerca dos depósitos tecnogênicos, conceito bastante utilizado na ciência geomorfológica e que diz respeito aos volumes criados por ações antrópicas. Peloggia (2017) descreve estes materiais como sendo formações superficiais criadas por processos de acumulação diretamente realizados ou induzidos por seres humanos.

sentido, a proposta da ordem dos Antropossolos, iniciada por Curcio, Lima e Giarola (2004), baseia-se no questionamento sobre a formação, pela ação antrópica, de superfícies e paisagens artificializadas, bem como a urgência de sistematização dos conhecimentos sobre esses volumes pedológicos.

Para os referidos autores, esses solos compreendem:

[...] volume formado por várias ou apenas uma camada antrópica, desde que possua 40cm 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 saprólitos de rocha, ou rocha não intemperizada. Constituem valores com morfologia muito variável em razão da natureza de seus materiais constitutivos, técnicas de composição e tempo de formação. Em geral, apresentam pequeno grau de evolução, caracterizado pela pequena relação pedogenética entre as camadas (CURCIO; LIMA; GIAROLA, 2004, p. 21).

Sobre esse assunto, alguns países adotam expressões como *Anthrosols* ou *Anthroposols*, mas a maioria trabalha com a denominação “Tecnosolos”, *Technosols* (DIAS, 2017), em referência ao período Tecnógeno. No Atlas de Solos da África, Jones et al. (2013) sugerem que os solos profundamente modificados pela atividade agrícola sejam incorporados à classe dos *Anthrosols*, assim como a Classificação Australiana de Solos.

Para Dias (2017), os solos antrópicos são típicos da exploração agrícola, mineral e urbana, e estão distribuídos tanto em áreas urbanas quanto rurais. De acordo com a Base de Referência Mundial para Recursos de Solos (WRB, 2014), que denomina os solos e cria legendas para mapas pedológicos, os Antropossolos compreendem os que foram profundamente modificados por meio de atividades humanas, resultado da adição de material orgânico ou mineral, carvão vegetal, resíduos domésticos, irrigação e/ou cultivo. Conforme o referido documento, nesta categoria está incluída a Terra Preta de Índio (TPI), com depósitos de materiais de populações pré-colombianas, exclusivas do bioma amazônico (PESSOA JÚNIOR, 2012; TEIXEIRA et al., 2022).

Os trabalhos de Dudal (2004) e Ladeira (2012) consideram o homem/sociedade como um sexto fator de formação dos solos, justamente pela escala de transformações e modificações da superfície que acontecem no Antropoceno (TABELA 1).

Tabela 1. Os fatores de formação em solos naturais e em solos antropogênicos

SOLOS NATURAIS	SOLOS ANTROPOGÊNICOS
$S = f(c, o, r, m, t)$	$S = f(a) c, o, r, m, t$
S = interação entre os fatores f = função c = fator clima o = fator organismos r = fator relevo m = fator material de origem t = fator tempo	S = interação entre os fatores f = função a = ação humana c = fator clima o = fator organismos r = fator relevo m = fator material de origem t = fator tempo

Fonte: Teixeira et al. (2022)

Nakazawa (1994) citado por Peloggia (1997), destaca o processo de urbanização do estado de São Paulo e a implementação da agricultura em áreas de vegetação original, causando depauperamento ao solo, tornando-o vulnerável aos processos erosivos, nesse caso, antrópicos ou acelerados. Nesse sentido, parte-se do princípio de que a degradação dos solos pode dar origem aos Antropossolos.

Como assinalam Curcio, Lima e Giarola (2004), a nomenclatura dessa classe de solos segue alguns designativos que estão de acordo com a forma e materiais resultantes da intervenção humana. No segundo nível hierárquico, de subordem, de acordo com os autores supracitados, seguem as denominações: Líxicos, quando da adição de lixo; Sômicos, quando da adição de outros volumes não nocivos; Decapíticos, quando da decapitação de solos e rochas; e Móbilicos, quando da mobilização do solo. A classificação dos Antropossolos nesse nível é de caráter essencialmente morfológico.

Mysczak e Paula (2017), ao aplicarem a proposta de primeira ordem dos Antropossolos, analisaram um bairro em Curitiba/PR que apresenta área urbana em expansão e uma variedade de usos. Foram adotadas técnicas de geoprocessamento e fotointerpretação, além de considerações sobre o uso e ocupação da terra, onde foram identificados, em 39,7% da área de estudo, Antropossolos Líxicos, Sômicos, Móbilicos e Decapíticos. Os Antropossolos Sômicos foram identificados a partir de características morfológicas, sendo que os volumes pedológicos encontrados foram mobilizados ou transportados de outros lugares.

Dias (2017) realizou um estudo de caso, através da utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), na região litorânea do Paraná/PR, caracterizada por ocupações recentes e irregulares, aterro de manguezal e presença de mineração e lixão. Realizaram-se análises dos solos, entrevistas, e considerou-se o uso e ocupação da terra. Foram identificadas três subordens de Antropossolos do segundo nível categórico: Sômicos, Decapíticos e

Líxicos. No tocante aos Sômicos, foram identificados em 03 pontos de coleta, e assim foram classificados devido à adição de materiais diretamente sobre a vegetação de mangue. Conforme a autora, esses volumes apresentam, entre si, características muito distintas, e são expressões de vulnerabilidade socioambiental.

Araújo (2019), ao trabalhar no município de Cáceres/MT, identificou Antropossolos Móbilicos, Sômicos e Líxicos em perímetro urbano, com diversos graus de urbanização. Krause et al. (2021), em trabalho realizado em Visconde do Rio Branco/MG, observaram perfis de Antropossolos em uma área de mineração e atividades agrícolas intensas. Foram analisados volumes provenientes do sopé da encosta, dos terraços fluviais, do terço médio da encosta e de áreas de acúmulo de material, originadas por antropogênese. Ao final, foram identificados Antropossolos Móbilicos e Sômicos.

3.2 Antropoceno, Geografia e Pedologia: um diálogo necessário

Apesar da pretérita preocupação da sociedade humana em conhecer o ambiente no qual se vive, a Geografia, como ciência, foi institucionalizada tardiamente, entre os séculos XVII e XIX, na Alemanha (COSTA; NASCIMENTO, 2019). Nesse sentido, a história do pensamento geográfico é permeada pelos clássicos estudos de Alexander Von Humboldt e Karl Ritter. Este primeiro estudioso, embora não fosse geógrafo, trouxe inestimáveis contribuições à ciência geográfica, principalmente por ter sido um austero viajante, que, com suas investigações naturalistas, sistematizou conceitos e saberes essenciais para uma ciência que ainda era gestada. Conforme destacam Vitte e Silveira (2010, p. 608):

A geografia moderna, particularmente a geografia física, nasce das reflexões da época de Humboldt, principalmente em suas obras *Quadros da natureza* e *Cosmos* (Humboldt, 1952, 2005), nas quais as noções de natureza e morfologia foram fundamentais para a constituição de outra interpretação da natureza e de sua espacialidade na superfície da Terra.

Para a consolidação da Geografia enquanto ciência, o território alemão teve papel decisivo, principalmente porque determinadas motivações políticas mostravam-se presentes, bem como o processo de fragmentação territorial do país. Sendo assim, salienta-se que essa sistematização de conhecimentos geográficos deu-se um século depois de sua gênese, sendo que “sua origem é ideológica, no qual o saber só tem existência institucional enquanto instrumento de dominação de uma classe” (LEONEL, 1985 citado por MORMUL; ROCHA, 2013). Em outras palavras, pode-se afirmar que a formação desta ciência visava respaldar o sistema capitalista, que, na época, objetivava expandir-se e perpetuar-se sobre outros

territórios, sobretudo através da intervenção da ideologia burguesa (MORMUL; ROCHA, 2013; COSTA; NASCIMENTO; 2019).

De acordo com os supracitados autores, o pensamento geográfico, ao longo da história, sofreu diversas influências, mas importa sublinhar o fato de que o processo de consolidação da Geografia conecta-se diretamente às mudanças nos modos de produção e, por isso, sua dinâmica assistiu às repercussões do sistema capitalista (MORMUL; ROCHA, 2013).

Em decorrência da adaptação deste campo de conhecimento em relação à suas diversas contribuições para os diferentes países, surgem as escolas “alemã, francesa, norte-americana, britânica e russa, com o propósito de promover estudos de interesses particulares” (COSTA; NASCIMENTO, 2019, p. 6). Por conta disso, em determinado momento, junto ao nascimento das Ciências Naturais e Humanas, houve uma compartimentação dos estudos em Geografia, que passaram a ser pautados em dois diferentes vieses: Geografia Física e Geografia Humana.

Esta ciência, em seu caráter clássico, incumbe-se de estudar a interação entre sociedade e natureza, de acordo com as distintas escalas espaço-temporais (HERNÁNDEZ, 2021). Entretanto, no Antropoceno, admite-se que as ações humanas estão provocando impactos profundos e irreversíveis à natureza, ao passo que se converteram em uma força geológica, que precisa ser incorporada às discussões referentes ao pensamento geográfico. Para o referido autor:

As sociedades humanas aumentaram a densidade técnica do território e a digitalização está transformando decisivamente as relações humanas. Mas a tecnificação do território e a digitalização da sociedade não se dão em um ambiente imutável, mas em uma Natureza que não pode absorver a pressão antrópica indefinidamente sem ver seu funcionamento original transformado (HERNÁNDEZ, 2021, p. 305).

Assim, admite-se a improrrogável discussão acerca do Antropoceno na Geografia, uma vez que este representa uma oportuna ocasião para que esta ciência deixe de tratar a natureza e a sociedade como elementos independentes (HERNÁNDEZ, 2021). Em verdade, a sociedade humana é um produto do mundo natural, apesar de não mais estar submetida à natureza (ELLIS, 2017). Segundo o referido autor, o Antropoceno convoca os geógrafos a retornarem às suas raízes e construir uma ponte que una a compartimentação disciplinar das geografias física e humana. Para Knitter et al. (2019), deve-se edificar algo ainda mais resistente, de modo que sejam pensadas análises para além do social-natural, já que, da mesma maneira que importam os estudos referentes à água, à atmosfera e às placas tectônicas, por exemplo, assuntos como racismo, gênero e repercussões do colonialismo também

merecem atenção. É preciso incluir as demandas econômicas e socioculturais específicas de cada local. Suertegaray (2017) propõe diversas indagações a respeito das “várias geografias” existentes, com questões relacionadas ao principal objeto de estudo e aos conceitos fundantes desta ciência. A referida autora, como afirma, tem buscado compreender o espaço geográfico enquanto conexão da sociedade e natureza.

Assim como o Antropoceno reflete suas particularidades na ciência geográfica, a Pedologia, ciência do solo, também é instigada a se rearranjar frente às intrínsecas urgências deste momento, principalmente porque os Antropossolos apresentam morfologias muito distintas daquelas dos volumes naturais.

Nesse contexto, percebe-se na Pedologia a incorporação de recursos teórico-metodológicos para os desafios impostos pelos solos do Antropoceno, como, por exemplo, a criação e implementação do termo “*anthropedology*” (RICHTER, 2020), que diz respeito aos solos formados pelo sexto fator: o homem. Sendo assim, a ciência do solo está sendo desafiada pelas atuais demandas, inerentes ao Antropoceno, a se rearranjar e, para Certini e Scalenghe (2021), os solos antropogênicos devem ser a principal testemunha, ou o *golden spike*, para o início da nova Época geológica, que ainda não está definido e constitui um caloroso debate no meio científico. Mageshen, Ramayier e Meena (2022) afirmam que a “antropedologia” é o futuro da ciência do solo, ao passo que, na atualidade, considera-se o agente antrópico como formador, e não apenas “perturbador” dos solos.

Nesse ínterim, busca-se contribuir com a discussão de uma “antropedologia” brasileira, apontando para a urgência do estudo desses solos, que se encontram em plena expansão mundial.

3.3 Processos erosivos acelerados: expressões do Antropoceno

O solo, sistema dinâmico que serve como hábitat para diversos organismos (BINKLEY; FISHER, 2013), é um ecossistema extremamente complexo. No Antropoceno, essa característica se intensifica, em especial pela constante degradação física, química, biológica e morfológica, resultado de processos erosivos, um dos mais sérios problemas ambientais, sobretudo em terras agrícolas (YING, CHANG; HUANG, 2022; THOMAZ; ANTONELI, 2008).

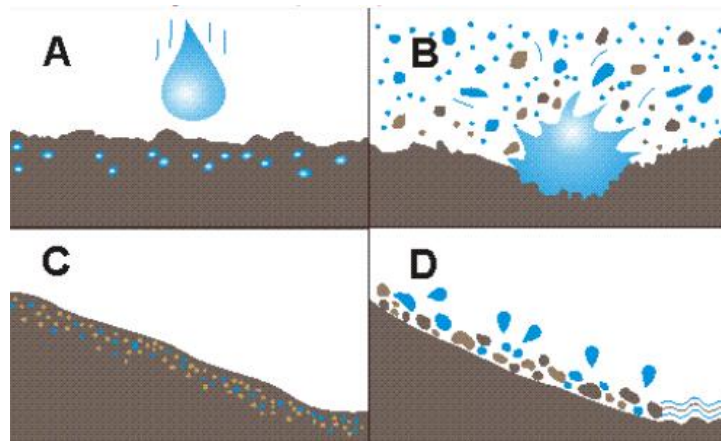
Com o vertiginoso crescimento da população mundial, a demanda por recursos para atender a uma sociedade em expansão deve aumentar ainda mais, propiciando mudanças no uso da terra, como a derrubada de florestas e a mobilização do solo para atividades agrícolas. Nos dias atuais, aproximadamente 3,2 bilhões de pessoas são negativamente afetadas pela

degradação do solo provocada por atividades humanas (SCHOLLES et al., 2018), sendo que esses processos levam à diminuição da fertilidade desse bem ambiental, resultado da compactação, poluição e salinização (ALBUQUERQUE, 2017).

Almeida, Silva e Santos (2020, p. 104) reafirmam este fato quando indicam que a erosão natural “ocorre sem a interferência de qualquer ação da sociedade. Porém, quando se rompe o equilíbrio devido à interferência antrópica, dá-se origem à erosão acelerada ou erosão antrópica, caracterizada pelo emprego de intensa atividade humana”.

O processo erosivo é caracterizado pela desagregação, transporte e deposição de sedimentos, resultado da “interação entre as características da chuva, a erodibilidade do solo, a configuração do relevo, o uso e cobertura da terra, o manejo agrícola, as práticas de conservação e a estrutura da paisagem” (DEMARCHI; PIROLI, 2020, p. 126). Quando a cobertura vegetal é ausente e as gotas de chuva geram impacto em um terreno descoberto, causando o chamado efeito *splash*, as partículas são desprendidas e a erosão hídrica é desencadeada (MOREIRA et al., 2020) (FIGURA 2). No território brasileiro, predominantemente tropical, este tipo de erosão é bastante expressivo, uma vez que as águas pluviais são o agente erosivo que mais se destaca (GUERRA et al., 2014).

Figura 2. As etapas do processo erosivo



Fonte: Derpsch et al. (1991) citado por Sá (2018)

Em seu início, a erosão laminar, muito presente em áreas de uso agrícola (VALLE JUNIOR, 2008), arrasta as partículas superficiais do solo uniformemente, sem a formação de sulcos. A partir da concentração do fluxo d'água, formam-se pequenas ravinas que podem se aprofundar; caso estes canais atinjam grandes dimensões e alcancem o aquífero freático, tem-se o voçorocamento, forma erosiva mais grave, difícil de recuperar e quase sempre relacionada às ações antrópicas (SILVA, 1995; ANDRADE; PORTOCARRERO; CAPECHE, 2005; BRANCO, 2014) (FIGURA 3).

Figura 3. Erosões em forma de ravina na APA do Timburi



Foto: Perusi (2021)

Conforme Santos (2007), no caso da erosão hídrica, os principais fatores climáticos condicionantes são a quantidade, a distribuição e a energia cinética das chuvas.

Desse modo, Kertzman et al. (1995, p. 31) destacam que:

A frequência da manifestação dos processos erosivos do tipo laminar e em sulcos e o desenvolvimento de ravinas profundas e voçorocas mobilizam milhares de m³ de sedimentos em pouco tempo, destruindo terras de cultura, equipamentos urbanos e obras civis. No Estado de São Paulo, estima-se que 80% da área cultivada esteja sofrendo processo erosivo além dos limites de tolerância, representando uma perda anual de 200 milhões de toneladas de terra, com prejuízos econômicos fabulosos [...].

Conforme os apontamentos de Guerra e Cunha (1995) existem fatores que determinam a maior ou menor suscetibilidade de uma área a processos erosivos, e estes são resumidos à erosividade, que é causada pelas águas pluviais; à erodibilidade, que depende do tipo de solo; às características das encostas e comprimento de rampa: o relevo; e ao tipo de cobertura vegetal. Ainda, as ações antrópicas podem acelerar ou retardar tais processos.

As taxas de erosão são expressivamente altas quando se trata de extensas áreas de cultivo e pastagem (FAO, 2015), uma vez que a degradação desses locais “é um processo evolutivo de perda de vigor e produtividade forrageira, sem possibilidade de recuperação natural, que afeta a produção e o desempenho animal e culmina com a degradação do solo e dos recursos naturais em função de manejos inadequados” (MACEDO; KICHEL; ZIMMER, 2000).

Conforme os referidos autores, as áreas destinadas a este tipo de atividade, somente no Brasil Central, apresentam taxas de 80% de degradação. A Organização das Nações Unidas (ONU, 2019) declarou que, devido às erosões, o mundo perde uma quantidade de solo correspondente a um campo de futebol a cada cinco minutos. Em virtude do Antropoceno e do adensamento das técnicas, o que acarretou em maior pressão sobre os bens ambientais e,

consequentemente, grande depauperação dos solos, perde-se, mundialmente, cerca de 14 toneladas de terra por hectare por ano (GUERRA et al., 2014).

Para Araújo et al. (2003) citados por Moreira et al. (2020), um grande rebanho em uma área limitada pode levar à competição pela pastagem e ultrapassar a produtividade natural do local, destruindo a vegetação e acelerando os processos erosivos. Essa pressão exacerbada dos animais sobre a cobertura vegetal pode resultar em consequências graves e configura a realidade da maioria das pastagens brasileiras. Para além disso, o processo de escoamento superficial é responsável por carrear “nutrientes, matéria orgânica, sementes e defensivos agrícolas que, além de causarem prejuízos à produção agropecuária, causam a poluição dos recursos hídricos” (MANZATTO; FREITAS JUNIOR; PERES, 2002, p. 52). A isso se somam as perdas socioeconômicas que, muitas das vezes, exigem onerosos reparos ou intervenções.

Conforme Almeida e Ridente Junior (2001) citados por Filizola et al. (2011, p. 2), para que os processos erosivos sejam controlados, deve-se basear em princípios básicos de manejo de solos, buscando minimizar impacto das gotas de chuva, facilitar a infiltração de água no solo, e disciplinar o escoamento superficial, seja ele difuso ou, em especial, concentrado”.

Nesse ínterim, de acordo com Filizola et al. (2011), existem alguns procedimentos que podem ser utilizados para a estabilização e controle de voçorocas, baseados na proposta de São Paulo (1989), Bertolini e Lombardi (1994), Almeida e Ridente Jr. (2001):

- Cercar a área em torno da voçoroca, para impedir o acesso de animais veículos e pessoas;
- Drenar a água subterrânea que aflora no fundo e nas laterais da voçoroca (*piping*);
- Controlar o escoamento superficial em toda bacia de captação, para evitar que o escoamento concentrado em um ou mais canais, como costuma acontecer, chegue até a voçoroca;
- Suavizar os taludes da erosão, pois as vertentes das voçorocas são geralmente muito íngremes, havendo a necessidade de diminuir a declividade;
- Construir paliçadas ou pequenas barragens;
- Vegetar a erosão, com plantas de sistema radicular abundante;
- Controlar a erosão associada a estradas e caminhos urbanos (FILIZOLA et al., 2011, p. 2)

Para além das técnicas supracitadas, a bioengenharia pode ser utilizada para a estabilização de processos erosivos. Segundo Martins (2013), são obras caracterizadas pela simplicidade na elaboração e por visarem estabilizar margens e encostas, além de terem grande sucesso por contribuir com o aumento do teor de matéria orgânica e da biodiversidade. As metodologias utilizadas na bioengenharia são inúmeras e bastante vantajosas, principalmente pelos aspectos técnicos, pois possibilitam um aumento da proteção da

superfície degradada contra os processos erosivos superficiais, laminares, lineares e permitem a estabilidade das encostas (SANTANA, 2011).

De acordo com os referidos autores, ecologicamente, propiciam melhores condições para o desenvolvimento da cobertura vegetal, melhorando o regime hídrico do solo, a estrutura, bem como criando habitats para espécies da fauna e da flora, pois utilizam materiais biodegradáveis. No aspecto econômico, reduzem custos de construção e manutenção de obras de contenção onerosas, e fazem com que as áreas voltem a ser produtivas. No plano estético, as estruturas mecânicas e edáficas montadas interagem com a paisagem, auxiliando na restauração e conservação de encostas e margens de cursos e corpos d'água.

No caso das estruturas mecânicas de contenção, são utilizadas em processos erosivos lineares de pequeno e médio porte e visam reter, regular ou controlar o movimento da enxurrada. Desta forma, diminuem a velocidade do escoamento e o carreamento de sedimentos, aumentando a infiltração e, conseqüentemente, estabilizando o processo erosivo e possibilitando o estabelecimento da cobertura vegetal no entorno (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999; CAPECHE, 2008; TEIXEIRA; GUIMARÃES, 2012). A utilização de paliçadas de bambu é uma alternativa de baixo custo utilizada em vários trabalhos, devido à sua eficiência para contenção das erosões, disponibilidade de acesso ao material e facilidade na construção e manutenção das barreiras de contenção (CAPECHE, 2008; BARBOSA, 2012; SANTANA, 2011; TEIXEIRA; GUIMARÃES, 2012). Para além desta técnica, Luz et al. (2020) apontam outros tratamentos utilizados na bioengenharia para a contenção de processos erosivos: Sistema de Confinamento Celular (SCC), bermalonga, geocolchões, muros de gabião, entre outros (FIGURAS 4 e 5).

Figura 4. Muro de gabião tipo caixa



Fonte: Muniz et al. (2015)

Figura 5. Instalação de geocolchão concluída



Fonte: Luz et al. (2020)

Santarosa (2014), ao utilizar técnicas de bioengenharia para a contenção de processos erosivos, observou que após a instalação dessas estruturas, as erosões não apresentaram

alterações abruptas, enquanto que Julian, Nakata e Nunes (2016) perceberam maior crescimento da vegetação e diminuição da remoção de solo e sedimentos, demonstrando que essa técnica é eficaz e estabilizadora destes processos.

3.4 Características físicas, químicas e morfológicas: chave para a classificação de solos

Alguns fatores existentes no meio físico determinam as taxas de erosividade, que diz respeito ao potencial da chuva em erodir superfícies, considerando características como a sua intensidade, duração, índice pluviométrico, frequência e energia cinética. (SILVA et al., 2020), como as características do relevo, a classe de solo e a cobertura vegetal (GUERRA; CUNHA, 1994). Durante o processo erosivo, são degradadas as propriedades físicas, químicas e biológicas, que possuem funções fundamentais para o funcionamento do solo (TAVARES FILHO, 1987; SILVA et al., 2020). Conforme descrevem Gomes e Filizola (2006), os indicadores de qualidade do solo são indispensáveis para a sustentabilidade dos ambientes, enquanto que Zalamena (2008) afirma que utilizar as características químicas do solo para avaliar as mudanças relacionadas aos tipos de uso da terra é uma prática utilizada há vários anos. Ainda, Falleiro et al. (2003, p. 1098) chama a atenção para o fato de que:

(...) as intensidades de revolvimento do solo e de incorporação dos resíduos culturais promovem modificações nos teores de matéria orgânica (MO), na capacidade de troca de cátions (CTC), no pH, na dinâmica dos íons e na agregação do solo.

No que se refere aos atributos químicos, o potencial hidrogeniônico (pH), exerce papel de importante indicador químico de suscetibilidade dos solos às erosões, já que “define a acidez ou a alcalinidade relativa de uma solução” (YOSHIOKA; LIMA, 2005); quanto mais hidrogênio (H) for retido no complexo de troca, mais ácido ele será e, conseqüentemente, maior será o grau de erodibilidade (GUERRA; BOTELHO, 1996), visto que, nesse cenário, a MO e seu poder agregador são degradados.

Para Lopes (1998), os diferentes tipos de materiais de origem influenciam no grau de acidez ou de alcalinidade dos solos; os geomateriais originados de rochas de origem básicas (basalto, diabásio, gabro), por exemplo, geralmente apresentam valores de pH mais altos do que aqueles formados de rochas ácidas (granito, riolito).

Nesse sentido, para Kiehl (1979), os solos que se apresentam ácidos estão saturados com H^+ e Al^{+3} , nocivos para todas as culturas (RONQUIM, 2010), ao passo que Raij (1983) afirma que a acidificação do solo consiste na remoção dos cátions básicos do complexo de troca de catiônica. Segundo o supracitado autor, a acidez dos solos pode aumentar devido a cultivos agrícolas e adubações, que podem ocasionar a perda de cátions básicos. Primavera

(2016) salienta que o pH de 5,6 é ideal para os solos tropicais, já que nessas condições o potencial de hidrogênio do solo é corrigido por microrganismos decompositores de matéria orgânica (MO) (PRIMAVESI, 2016).

A MO é responsável pela formação e estabilidade de agregados no solo e, por isso, representa um dos principais fatores controladores de erodibilidade (GUERRA, 1990; SOUZA, 2018). Os autores declaram que os agregados controlam a formação de crostas no solo, e quando são rompidos, o escoamento superficial aumenta. Para Raij (1983, p. 14), a MO é acumulada no solo a partir do:

Desenvolvimento gradativo de vegetais, fixando o carbono a partir do CO₂ atmosférico, incorporando nitrogênio, em pequenas adições anuais, proveniente em parte das águas de chuva e em parte da fixação do nitrogênio do ar atmosférico por parte de microrganismos.

Através da diminuição dos efeitos da toxicidade de elementos químicos, como o alumínio, a MO contribui para o aumento da qualidade do solo (SOUZA et al., 2018). Ainda, favorece a Capacidade de Troca de Cátions (CTC), auxiliando na retenção de cátions e impedindo a sua lixiviação (FREITAS et al., 2017). Para além, considerando que os seres edáficos, que compõem a biota do solo, se alimentam principalmente de sua decomposição, é a principal fonte de energia e nutrientes para estes organismos (MAIA; PARRON, 2015).

Para Ronquim (2010, p. 17), a MO pode representar “mais de 80% do valor total da CTC” e, quanto mais humificada, mais benefícios pode trazer, já que este componente possui a capacidade de afetar as propriedades químicas do solo. Por fim, a matéria orgânica auxilia no crescimento das plantas através de seus efeitos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, tendo efeitos diretos e indiretos na disponibilidade de nutrientes para o crescimento vegetal (SILVA, s/d). A CTC é responsável pela retenção de cátions (Ca⁺ + Mg⁺² + K⁺ + H⁺ + Al³⁺), posteriormente disponibilizados às plantas, e significa a soma das cargas negativas nas partículas microscópicas do solo (SOUZA; LIMA; TEIXEIRA, 2009). Conforme Lepsch (2011, p. 187) a troca catiônica se dá quando:

Um íon positivamente carregado, dissolvido na solução do solo, aproxima-se da superfície de um coloide, podendo, com essa proximidade (e se ocorrer em quantidade suficiente), ser trocado por outro que está diretamente adsorvido nas cargas negativas dessa superfície. A adsorção de um novo cátion é então compensada pela liberação de um ou mais cátions do coloide em direção à solução do solo.

Os principais coloides, partículas do solo de reduzido tamanho, inferiores a 0,002 mm, encarregados da troca de cátions são os argilominerais, as substâncias húmicas e os óxidos de ferro e alumínio. Chama-se a atenção para o fato de que a MO, componente essencial da superfície do solo, possui CTC de cerca de 1.500 a 5.000 mmol_cdm⁻³, enquanto que os

argilominerais mais comuns em solos tropicais, como a caolinita e a montmorilonita, carregam valores que variam de 50 a 1.000 $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$ (RONQUIM, 2010).

Ainda conforme Lepsch (2011), quantificar a CTC dos solos é de extrema importância, já que permite inferir a quantidade de nutrientes que determinado volume é capaz de adsorver, sendo esta prática essencial para a classificação pedológica.

A soma de bases (SB) de um solo relaciona-se à “soma dos teores de cátions permutáveis, como o Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), Potássio (K^+) e Sódio (Na^+), exceto H^+ e Al^{3+} ”. Por sua vez, a saturação por bases (V%) está ligada à soma das bases trocáveis, que é expressa em porcentagem (RONQUIM, 2010). De acordo com o referido autor, O V% trata-se de um importante indicativo em termos de fertilidade do solo, sendo que estes últimos podem ser divididos de acordo com a porcentagem de saturação. Quando o valor apresentado for maior ou igual a cinquenta por cento ($V\% \geq 50\%$), é eutrófico; caso seja menor ($V\% < 50\%$), é distrófico (COSTA, 2016).

No tocante aos parâmetros físicos do solo, pode-se afirmar que os mais “utilizados para avaliar sua qualidade são a textura, estrutura, agregação das partículas, densidade, condutividade hidráulica, resistência à penetração, taxa de infiltração de água e porosidade” (SILVA et al., 2020). A textura, relacionada às partículas primárias (areia, silte e argila), figura como um desses principais indicadores de qualidade e produtividade, uma vez que influencia a dinâmica da adesão e coesão entre as partículas, densidade do solo, porosidade e condutividade hidráulica (WANG et al., 2005 citado por CENTENO, 2017).

Para Guerra e Botelho (1994), esse parâmetro confere maior ou menor resistência do solo frente ao escoamento superficial, sendo que a areia fina e o silte são as partículas mais finas, fáceis de serem erodidas. Isto posto, é de se esperar que os solos arenosos sejam mais vulneráveis aos processos erosivos, já que, ao contrário dos solos com altos teores de argila, são mais propensos à perda de cátions trocáveis através das chuvas, além de apresentarem pouca coesão entre suas partículas (SILVA et al., 2020; DEMARCHI; PIROLI, 2020, GUERRA; JORGE, 2021).

Resultados obtidos por Carvalho et al. (2019) mostraram que solos de textura arenosa apresentam Fragilidade Ambiental Alta, geralmente associados a 150 g.kg^{-1} da fração argila. Nesse sentido, quando existe remoção do complexo coloidal, responsável por funções indispensáveis ao solo e predomina a fração areia, os processos erosivos instalam-se com mais rapidez, uma vez que esses quadros degradantes, na forma de ravinas e voçorocas, estão associados “aos solos arenosos e às cabeceiras dos cursos d’água de primeira ordem” (FILIZOLA et al., 2011, p. 1). No entanto, é pertinente destacar que a textura é uma

característica intrínseca do solo, não está sujeita a mudanças de classe a partir do tipo de manejo adotado e, como assinala Stefanoski et al. (2013), não pode ser utilizada como único indicador para a comparação entre sistemas de manejo. Finalmente, em razão das diversas deficiências químicas dos solos arenosos, Brady e Weil (2013) citado por Centeno (2017), sugerem tipos de manejo adequados para que se tornem menos vulneráveis às erosões, como as práticas conservacionistas, por exemplo.

A densidade do solo (D_s), densidade global ou densidade aparente, diz respeito à relação entre a massa e o volume ocupado (SILVA et al., 2020). Segundo os referidos autores, em função da pressão externa aplicada ao solo, os espaços porosos são reduzidos e a densidade aumenta. Para Gomes e Filizola (2006), o tipo de cultivo tem influência na compactação, que pode ser observada quando existe, no solo, formação de crosta superficial; empoçamento de água e excessiva erosão hídrica. Caso os valores de densidade sejam altos, ultrapassando os $1,60 \text{ g.kg}^{-1}$ (FREIRE, 2006) nas camadas superficiais de solos arenosos, a condutividade hidráulica seja baixa e as raízes pouco profundas, pode-se afirmar que existe resistência à penetração do solo, indicativo de compactação. Guerra (1990) chama a atenção para a interação entre MO e outros atributos do solo como a densidade, uma vez que a remoção desta primeira, diretamente conectada ao tipo de manejo, guarda relação com a erosão dos solos. Para Azevedo e Dalmolin (2006), a D_s é utilizada como indicativo de degradação e, para solos arenosos, quando não compactados, o limite da densidade varia de $1,25$ a $1,4 \text{ g.dm}^{-3}$, sendo que valores acima destes preconizam prejuízos à saúde do solo (KIEHL, 1979).

Ao contrário da D_s , a densidade da partícula (D_p), que é definida como sendo a média da densidade de todas as partículas do solo desconsiderando os espaços porosos, não depende de outros atributos físicos do solo e, por isso, não interfere no arranjo das partículas ou na porosidade (LEPSCH 2011). Geralmente, os valores de D_p ficam em torno de $2,65 \text{ g/cm}^{-3}$, variando de acordo com a composição do solo (GUERRA; BOTELHO, 1994). Azevedo e Dalmolin (2006) afirmam que, para solos tropicais, a D_p varia entre $2,60$ e $2,75 \text{ g.dm}^{-3}$, harmonizável com a densidade dos materiais que predominam, como o feldspato e o quartzo. Nesse sentido, a D_p torna-se útil ao estudar a densidade do solo ou o tipo de partícula sólida do solo (COSTA, 2016). Para o estudo prático, a D_s é mais adequada, visto que possui relação com outros parâmetros e leva em conta a porosidade dos volumes pedológicos (LEPSCH, 2011).

A porosidade do solo refere-se “ao volume do solo ocupado por água e pelo ar” (SANTOS et al., 2013). Para Tognon (1991, p. 3), “a porosidade é a propriedade do solo que

interfere na aeração, condução e retenção de água, capacidade de penetração e ramificação das raízes no solo e, conseqüentemente, no aproveitamento da água e nutrientes disponíveis”. Nesse sentido, é pertinente afirmar que a porosidade interfere diretamente na qualidade do solo, já que se relaciona com parâmetros como a permeabilidade, infiltração, sistema radicular de plantas, compactação e fauna edáfica (CARMO, 2018).

A despeito da importância dos atributos químicos e físicos do solo, a descrição morfológica é a chave para a descrição dos Antropossolos, ao menos até o segundo e terceiro níveis taxonômicos, visto que o enquadramento estendido, em sua maioria, necessita de resultados laboratoriais (CURCIO; LIMA; GIAROLA, 2004).

Conforme sublinha Demarchi (2009), as propriedades físicas do solo estabelecem relações entre si e, por meio do diagnóstico quantitativo de uma das propriedades, torna-se possível inferir o comportamento das demais. Com isso, para a investigação da saúde do solo, é imprescindível que informações como essas sejam consideradas.

A descrição morfológica, indicada, portanto, para o diagnóstico dos volumes pedológicos objetos deste trabalho, trata-se de uma metodologia padrão e é uma das etapas para a classificação dos solos brasileiros. Para Ribeiro, Oliveira e Araújo Filho (2015, p. 48):

A morfologia do solo corresponde à anatomia e baseia-se no exame da constituição física de um perfil de solo, a partir da descrição de propriedades, tais como: espessura e arranjo dos horizontes, cor, textura, estrutura, consistência e porosidade, dentre outras.

Para Santos et al. (2015, p. 3), o estudo da morfologia do solo refere-se à:

(...) descrição daquelas propriedades detectadas pelos sentidos da visão e do tato (manuseio), como, por exemplo: cor, textura, estrutura, porosidade, consistência, transição entre horizontes e, ou, camadas. É feita por ocasião do estudo do solo no campo (descrição do perfil) para cada horizonte ou camada individualmente, seguindo registro metodizado.

Para que se realize a descrição morfológica de um perfil de solo, recorre-se à abertura de uma trincheira ou à utilização de cortes em estradas, e à posterior disponibilização de uma face vertical que seja suficientemente boa para o estudo do perfil. Tendo isso feito, dividem-se os horizontes ou camadas e percebe-se, através da visão e tato, as principais características do *solum*, como a transição dos horizontes profundidade e textura (SANTOS et al., 2013).

Os horizontes presentes em um perfil de solo são definidos a partir das características morfológicas, e podem ser divididos em superficiais e subsuperficiais. Quando não possuem relação pedogenética entre si, passam a ser camadas, resultado de adição de materiais externos ao solo preexistente (RIBEIRO; OLIVEIRA; ARAÚJO FILHO, 2015). A transição entre os horizontes ou camadas é caracterizada pela maneira como esses materiais diferenciam-se

entre si, e pode ser descrita de acordo com o grau (nitidez) e topografia (forma) (SANTOS et al., 2013).

A cor do solo, propriedade de fácil determinação, carrega enorme importância em se tratando da descrição morfológica, já que revela aspectos da pedogênese e facilita a classificação. Este parâmetro evidencia a presença de compostos no solo, orgânicos ou inorgânicos, como MO, areia, argila, óxidos de ferro, drenagem etc (RIBEIRO, OLIVEIRA, ARAÚJO FILHO, 2015; SANTOS et al., 2013). Para a sua determinação, utiliza-se a padronização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), dada através da Carta de Cores de *Munsell* para Solo, que se constitui de três componentes da cor: matiz, valor e croma (RIBEIRO; OLIVEIRA; ARAÚJO FILHO, 2015)

A estrutura corresponde ao arranjo das partículas no solo, que pode ser dada por aglomerados ou agregados, separados entre si por superfícies de fraqueza. A descrição desse parâmetro é feita de acordo com a forma, tipo, tamanho e grau de desenvolvimento, podendo ser classificada como: laminar, quando as partículas estão arranjadas horizontalmente; prismática, quando a dimensão vertical do arranjo é mais desenvolvida; em blocos, quando as dimensões da unidade estrutural são relativamente iguais, podendo subdividir-se em blocos angulares e subangulares; granular, quando as partículas arranjam-se em torno de um ponto, sem apresentarem faces de contato, podendo, quando muito porosas, ser encontradas na forma de grumos (SANTOS et al., 2013; PEREIRA et al., 2019). Para Silva et al. (2020), essa propriedade pode ser alterada pelo manejo, afetando positiva ou negativamente a disponibilidade de água e a capacidade de infiltração dos solos.

A consistência do solo concerne às “manifestações das forças físicas de coesão entre partículas do solo e de adesão entre as partículas e outros materiais, conforme variação dos graus de umidade” (SANTOS et al., 2013). Para a tomada da consistência do solo, deve-se considerar suas naturezas seca, úmida e molhada. Cumpre ressaltar que, mesmo tendo consistência dura quando seco, caso o solo apresente consistência muito friável quando úmido, por exemplo, significa que é pouco resistente aos processos erosivos. A consistência não pegajosa ou ligeiramente pegajosa do solo quando molhado, pode indicar pouca ou nula presença de coesão no material, e menor quantidade de partículas coloidais.

3.5 Definição de Área de Proteção Ambiental, Uso Sustentável (APA) e o surgimento da APA do Timburi no município de Presidente Prudente/SP

A partir do notável dano causado às paisagens terrestres no Antropoceno, urge a preocupação com o meio ambiente, iniciada com o advento das Revoluções Industriais na

Inglaterra. Posteriormente, o século XX, sobretudo a sua segunda metade, foi determinante para a questão ambiental, marcada pelos primeiros tratados internacionais. No ano de 1945, por exemplo, criou-se a Organização das Nações Unidas (ONU), que teve como uma de suas primeiras ações a tentativa de minimizar os problemas que pudessem gerar conflitos, falta de alimentos e pobreza (FAO; SEBRAE, s/d).

No Brasil, a preocupação a respeito de uma política ambiental própria deu-se a partir de 1930, com a criação de normas relacionadas aos bens ambientais (COELHO, 2012), tais como o Código de Águas e o Código Florestal, de 1934 (MOURA, 2016). Conforme a referida autora, em território brasileiro, o meio ambiente passou a ser pauta na legislação por conta de intensas pressões advindas de órgãos internacionais e, nos dias atuais, é obrigação da União proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer uma de suas formas (MOURA, 2016; BRASIL, 1988).

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), de 1981, considera o meio ambiente como um patrimônio público, tendo em vista o seu uso coletivo. Nesse sentido, quando há alteração nas condições das características ambientais, tem-se um impacto ambiental, resultado direto ou indireto de ações humanas (BRASIL, 1981).

Mais recentemente, a criação de Estações Ecológicas (ESECs) e Áreas de Proteção Ambiental (APAs) está respaldada pelo artigo 8º, da Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, assinalando que, mediante a manifestação de interesse público, o Poder Executivo poderá declarar determinadas áreas do Território Nacional como de interesse para a proteção ambiental, visando assegurar o bem-estar das populações humanas e conservar ou melhorar as condições ecológicas locais (BRASIL, 1981). Nesse sentido, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) regulamenta, através da Lei Federal nº 9.985 de 2000, as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), caracterizadas como Unidades de Conservação (UCs).

Juntamente às APAs, outras UCs ocupam o território brasileiro e são divididas entre áreas de proteção integral e áreas de uso sustentável. Para a Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (2011, s.p.).

As unidades de proteção integral não podem ser habitadas, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, em atividades como pesquisa científica e turismo ecológico, por exemplo. Existem cinco tipos de unidades de conservação de proteção integral: Estações Ecológicas (Esec), Reservas Biológicas (Rebio), Parques (nacionais, estaduais e municipais), Monumentos Naturais (Monat) e Refúgios de Vida Silvestre (RVS).

As UCs de Uso Sustentável, por sua vez, permitem a ocupação humana e são classificadas como Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse

Ecológico (ARIE), Florestas Nacionais (Flona), Reserva Extrativista (Resex); Reservas de Fauna (REF), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011).

Conforme o Artigo 15º, do SNUC, uma APA é tida como sendo:

(...) uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

§1º A Área de Proteção Ambiental é constituída por terras públicas ou privadas.

§2º Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma Área de Proteção Ambiental.

§3º As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública nas áreas sob domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade.

§4º Nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e restrições legais.

§5º A Área de Proteção Ambiental disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme se dispuser no regulamento desta Lei (BRASIL, 2000, s/d).

A despeito da legislação vigente, Silva e Branchi (2021) alertam para a insistente insegurança a respeito da preservação e sustentabilidade das áreas protegidas no Brasil que, em muitos casos, não contam com gestão adequada. Conforme os referidos autores, essas áreas precisam ser constantemente monitoradas e, para isso, um fator chave é a existência do Plano de Manejo, regulamentado pela Lei nº 9.985 de 2000, que basicamente diz respeito às normas para o uso e manejo dos bens ambientais presentes na área. Contudo, nem todas as UCs contam com Planos de Manejo. No estado de São Paulo, por exemplo, somente 13% das APAs contam com o referido documento (TABELA 2).

Tabela 2. UCs com Plano de Manejo por tipo, com destaque para as APAs no estado de São Paulo

	Brasil		Estado de São Paulo	
	Com Plano de Manejo (%)	Total UCs (n.)	Com Plano de Manejo (%)	Total UCs (n.)
Proteção Integral				
Estação Ecológica	51,5	97	60,6	33
Monumento Natural	17,7	62	33,3	3
Parque	40,0	475	50,0	60
Refúgio de Vida Silvestre	6,5	77	50,0	2
Reserva Biológica	51,5	66	66,7	3
Total	37,3	777	53,5	101
Uso Sustentável				
Área de Proteção Ambiental	22,1	375	13,0	46
Área de Relevante Interesse Ecológico	15,3	59	9,1	11
Floresta	34,3	108	88,9	9
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	17,9	39	0,0	7
Reserva Extrativista	30,5	95	33,3	3
Reserva Particular do Patrimônio Natural	1,1	993	1,3	76
Total	10,5	1669	28,1	149

Fonte: Silva e Branchi (2021)

A APA do Timburi, objeto de estudo da pesquisa em tela, não está inserida nestes números e ainda não possui um Plano de Manejo.

Com isso, Moreira (2021) salienta que a criação da APA, dada no ano de 2019, representou um grande avanço em termos de conservação ambiental. Contudo, faz-se extremamente necessária a elaboração de planos de recuperação ambiental, histórica, cultural e econômica em todo o município, a fim de que se cumpra a legislação vigente.

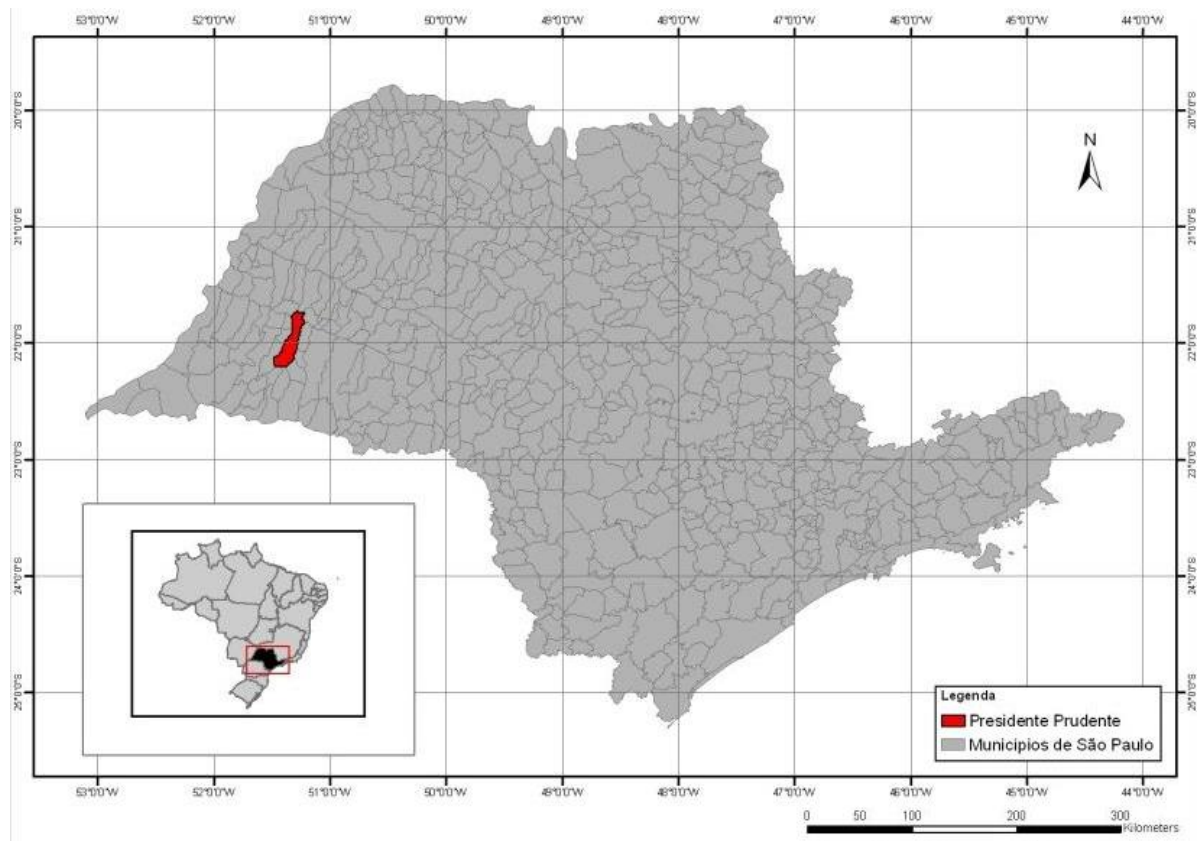
4 MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Material

4.1.1 Características gerais do município de Presidente Prudente/SP e área de estudo

O município de Presidente Prudente situa-se no Estado de São Paulo, cuja área central está aos 22°07'21,06"S e longitude 51°23'17,71"W (CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE, s/d) (FIGURA 6). Este município constitui a mesorregião de Presidente Prudente, popularmente conhecida como Pontal do Paranapanema, localizada no Oeste Paulista (MOREIRA et al., 2020).

Figura 6. Mapa de localização do município de Presidente Prudente no Estado de São Paulo

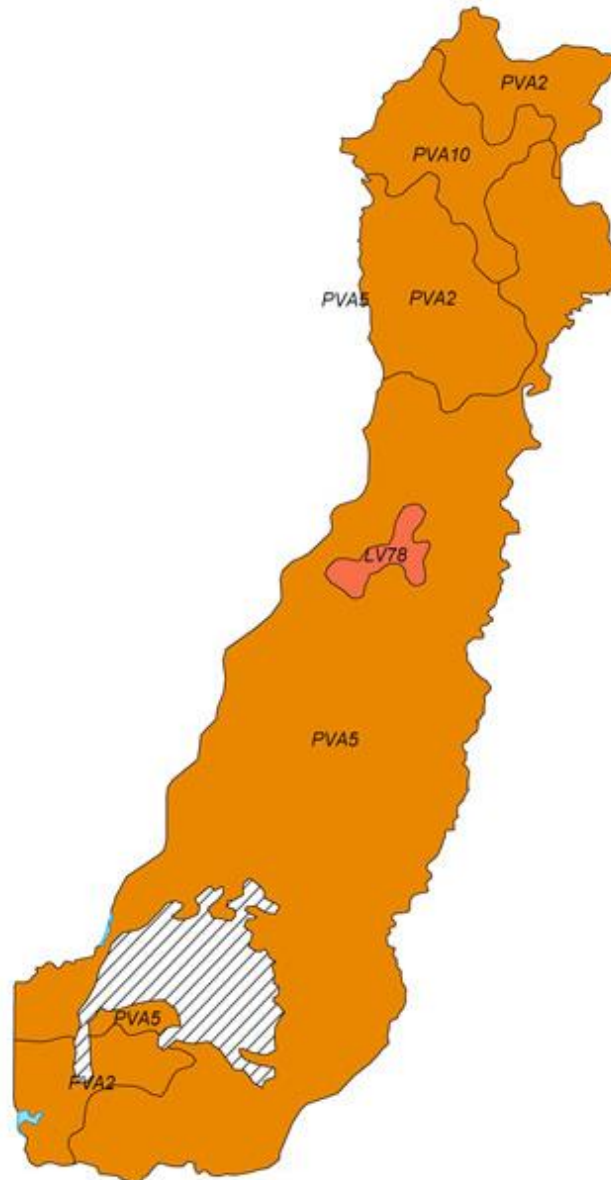


Adaptado de Catão, Silva e Guimarães (2013)

O referido município possui cerca de 231.953 habitantes (IBGE, 2021) e está inserido na Bacia Sedimentar do Paraná (IPT, 1981) cujo arenito da Formação Adamantina², Grupo Bauru (IPT, 1981) configura-se como o material de origem dos Argissolos Vermelho-Amarelos (SANTOS et al., 2018) (FIGURA 7) predominantes no município.

² A Formação Adamantina (Ka) é constituída por depósitos fluviais com predominância de arenitos finos e muito finos, podendo apresentar cimentação e nódulos carbonáticos, com lentes de siltitos arenosos e argilitos, ocorrendo em bancos maciços. Estratificação plano-paralela e cruzada de pequeno a médio porte (IPT, 1981).

Figura 7. Mapa de solos do município de Presidente Prudente/SP



Legenda

- PVA2 *Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos abruptos ou não A moderado textura arenosa/média e média relevo suave ondulado e ondulado.*
- PVA5 *Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos textura arenosa/média relevo ondulado e suave ondulado + Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos pouco profundos textura arenosa/argilosa relevo ondulado ambos abruptos A moderado.*
- PVA10 *Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos + Argissolos Vermelhos distróficos e eutróficos ambos textura arenosa/média e média relevo suave ondulado + Latossolos Vermelhos distróficos textura média relevo plano todos A moderado.*
- LV78 *Latossolos Vermelhos distróficos A moderado textura média relevo plano + Argissolos Vermelhos-Amarelos e Vermelhos ambos eutróficos e distróficos A moderado textura arenosa/média e média relevo suave ondulado.*

Convenções cartográfica

- Lagoa
- Área urbana

Fonte: OLIVEIRA et al, 1999.



Escala original 1: 500 000



Fonte: Oliveira et al. (1999)

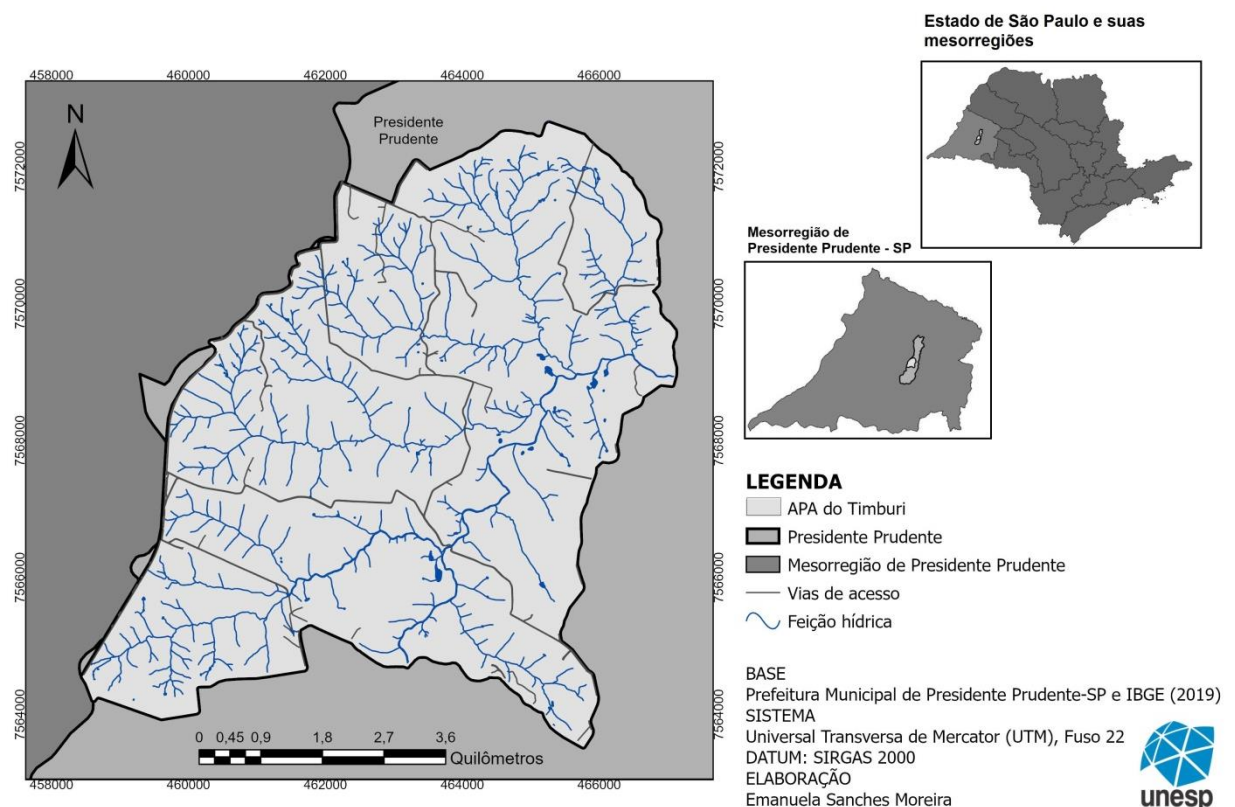
Essa classe, como consta em Embrapa (s/d), engloba:

(...) solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para ser enquadrado nas classes dos Luvissolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos. (EMBRAPA, 2018, p. 86).

Há que se destacar a sua relação com relevos suavemente ondulados a ondulados, textura média ou arenosa em superfície, baixa fertilidade natural, acúmulo de argila no horizonte B textural (Bt) e, portanto, maior suscetibilidade aos processos erosivos (FUSHIMI; NUNES, 2012).

Área de Proteção Ambiental e Uso Sustentável (APA) do Timburi está localizada no município em questão (FIGURA 8) e, além da classe supracitada, comporta outros tipos de solo, intimamente associados aos compartimentos de relevo, que vão de vertentes convexas a côncavas e retilíneas, sendo estas últimas expressivas nos fundos de vale (MOREIRA et al., 2020).

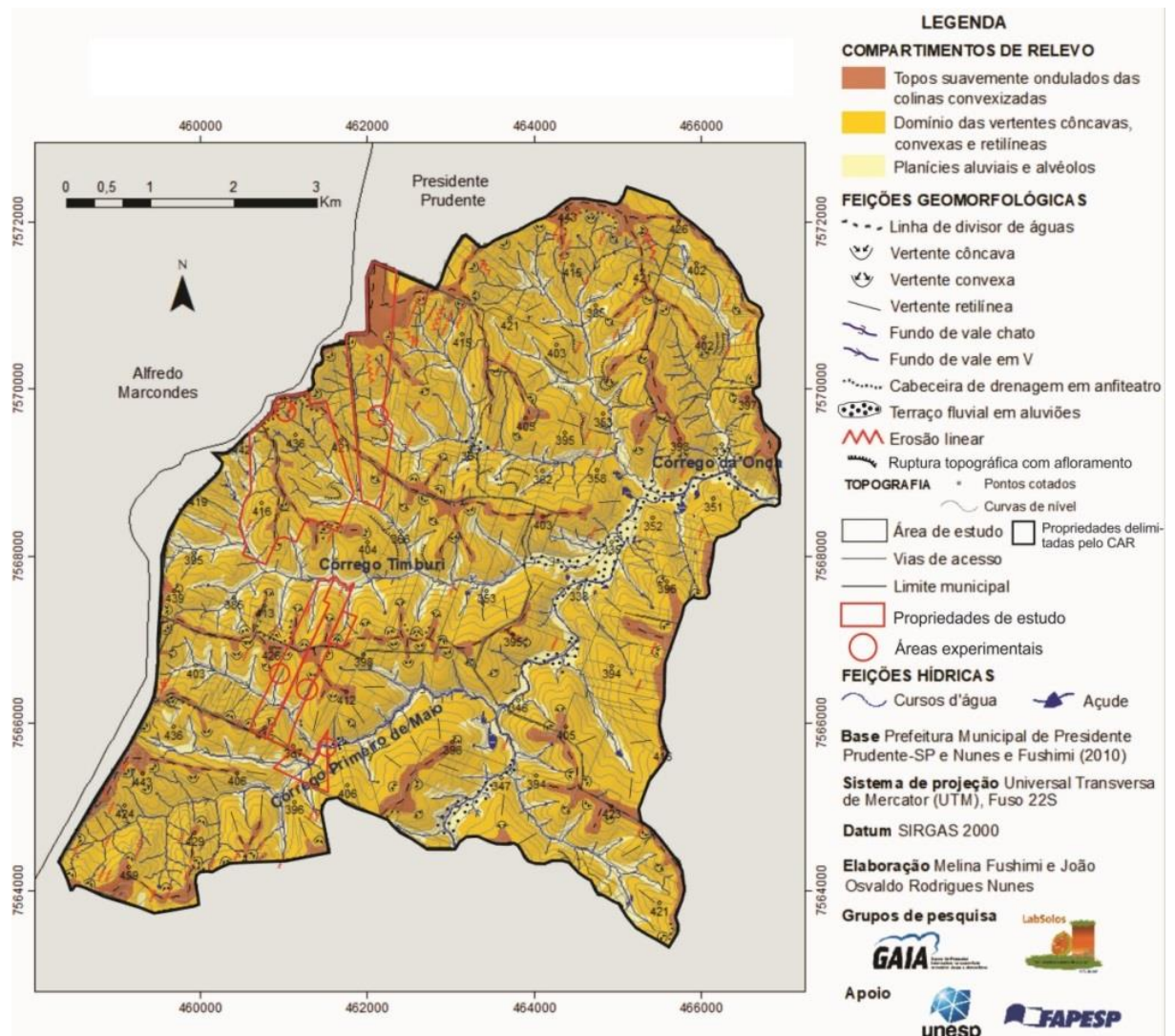
Figura 8. Mapa de localização da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi, em Presidente Prudente/SP



Fonte: Moreira et al. (2020)

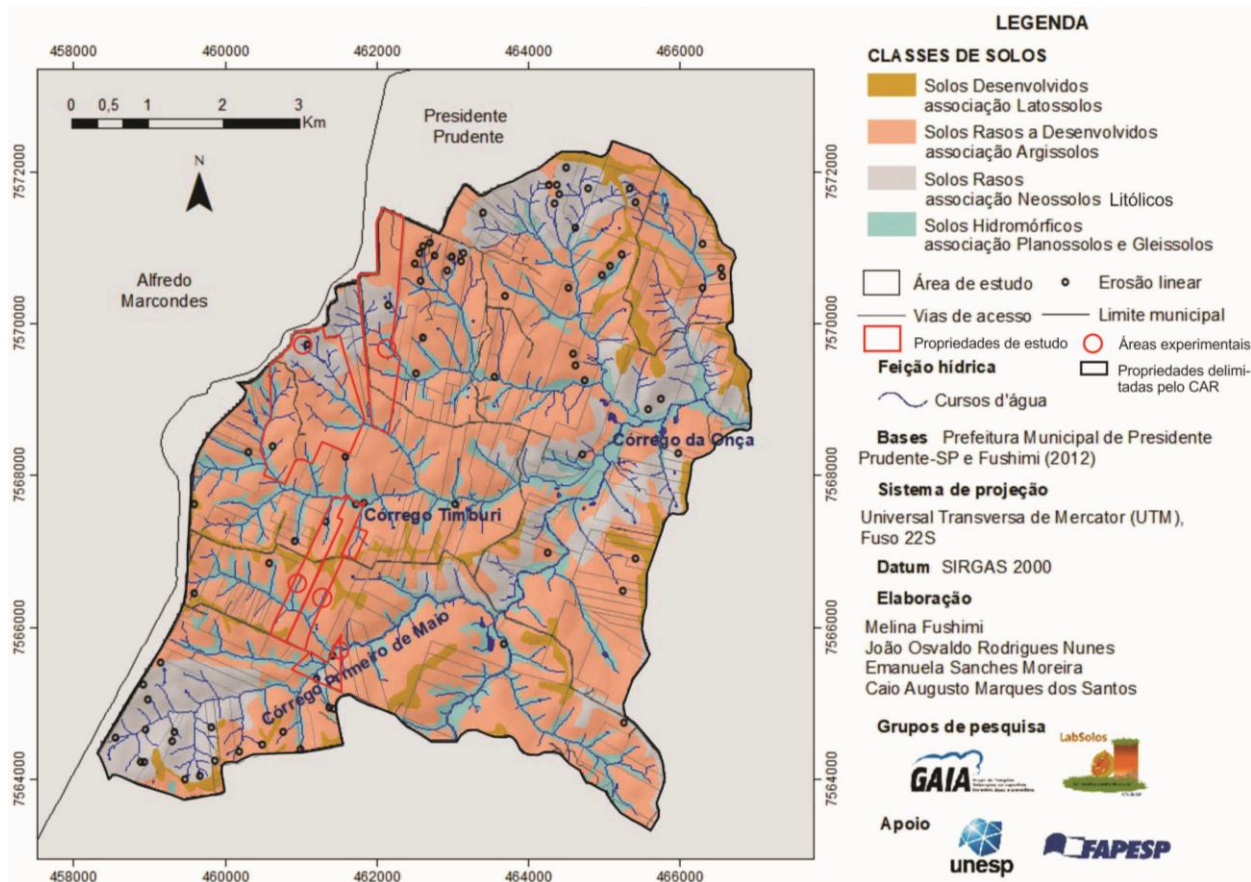
Os Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelhos estão associados aos topos suavemente ondulados das colinas convexizadas; os Argissolos Vermelhos e Neossolos Litólicos estão ligados ao domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas; e os Planossolos e Gleissolos (hidromórficos), bem como os então entendidos depósitos tecnogênicos, estão relacionados às planícies aluviais, terraços fluviais e alvéolos (FIGURAS 9 e 10).

Figura 9. Mapa geomorfológico da APA do Timburi, Presidente Prudente/SP, com áreas experimentais relacionadas ao Processo FAPESP nº 2019/12164-4



Fonte: Moreira et al. (2020)

Figura 10. Mapa pedológico da APA do Timburi, Presidente Prudente/SP



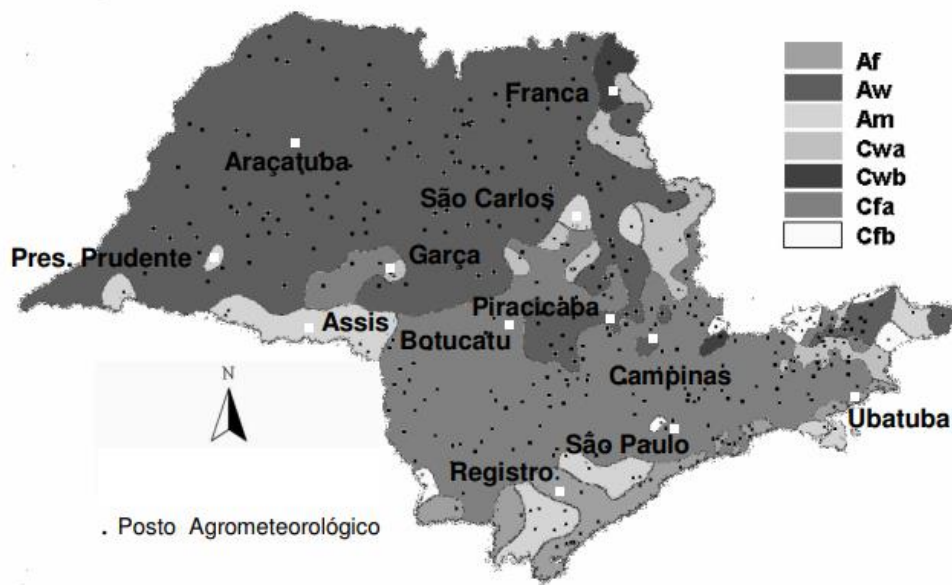
Fonte: Moreira et al. (2020)

Sobre eles originalmente desenvolveu-se o cerrado e a Floresta Estacional Semidecidual Submontana (IBGE, 2004), que ao longo dos anos foi cedendo lugar para atividades econômicas. Contemporaneamente destaca-se a atividade pecuária, cuja área de pastagem ocupa a maior parte do município (IBGE CIDADES, 2019).

A vegetação florestal está associada ao tipo de clima que, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é o Aw^3 (ROLIM et al., 2007) (FIGURA 11).

³ O tipo de clima Aw, na classificação de Köppen, caracteriza-se por ser tropical e com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm.

Figura 11. Classificação climática do Estado de São Paulo segundo Koppën



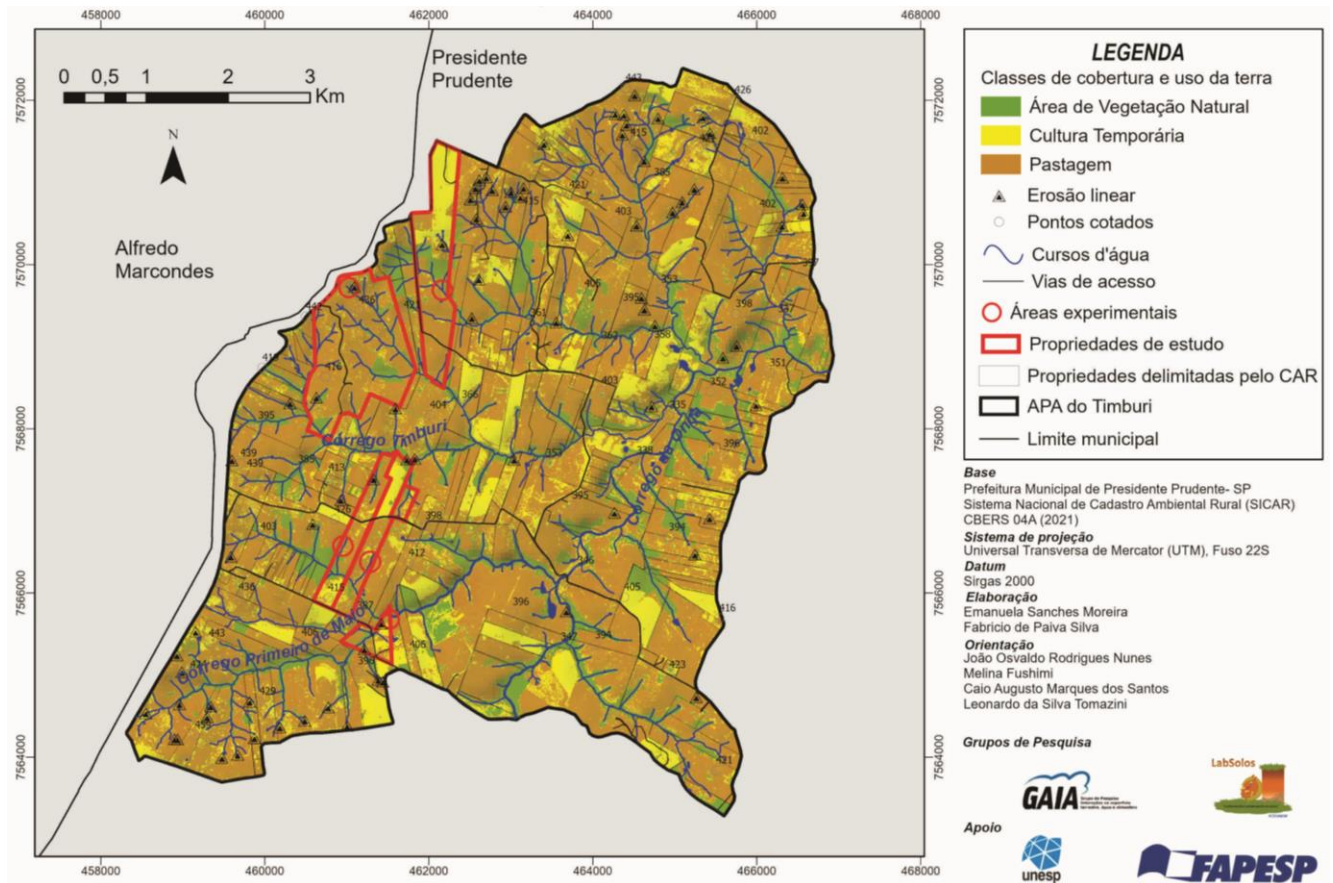
Fonte: Rolim et al. (2007)

No que diz respeito às chuvas, Ricardi (2020) afirma que no estado de São Paulo predominam taxas de erosividade média e alta, o que potencializa os processos erosivos, embora as colinas amplas e baixas, com altitudes que variam de 300 a 600 metros (ROSS; MOROZ, 1997), a princípio, não sugeriria tal preocupação.

A APA do Timburi, localizada nos bairros do Timburi e Primeiro de Maio, é a primeira de sua categoria no município em questão e foi homologada, no ano de 2019, pela prefeitura, através da Lei Complementar nº 235, depois de um embate de interesses a respeito da implantação de um aterro sanitário na Fazenda Santa Apolônia, inserida na APA (MOREIRA et al., 2020). No local existem 82 propriedades rurais (DONATON, 2013), distribuídas pelos seus 4.608,2 hectares. Ainda, a APA conta com 127 fragmentos de matas residuais e uma rede de drenagem de 118,89 km de extensão (NUNES, 2019). Como constatado em Moreira (2021), os Córregos do Leque, Primeiro de Maio e Timburi são os principais cursos d'água. Na área, a maioria das cabeceiras de drenagem apresenta-se na forma de anfiteatro, nas quais se deflagram processos erosivos associados, sobretudo, ao escoamento superficial e ao pisoteio do gado.

Na atualidade, a APA conta com a agropecuária como atividade econômica principal, sendo que as pastagens servem como áreas de criação para gado de corte e leite (MOREIRA, 2021) (FIGURA 12).

Figura 12. Mapa de uso e cobertura da terra da APA do Timburi, Presidente Prudente/SP

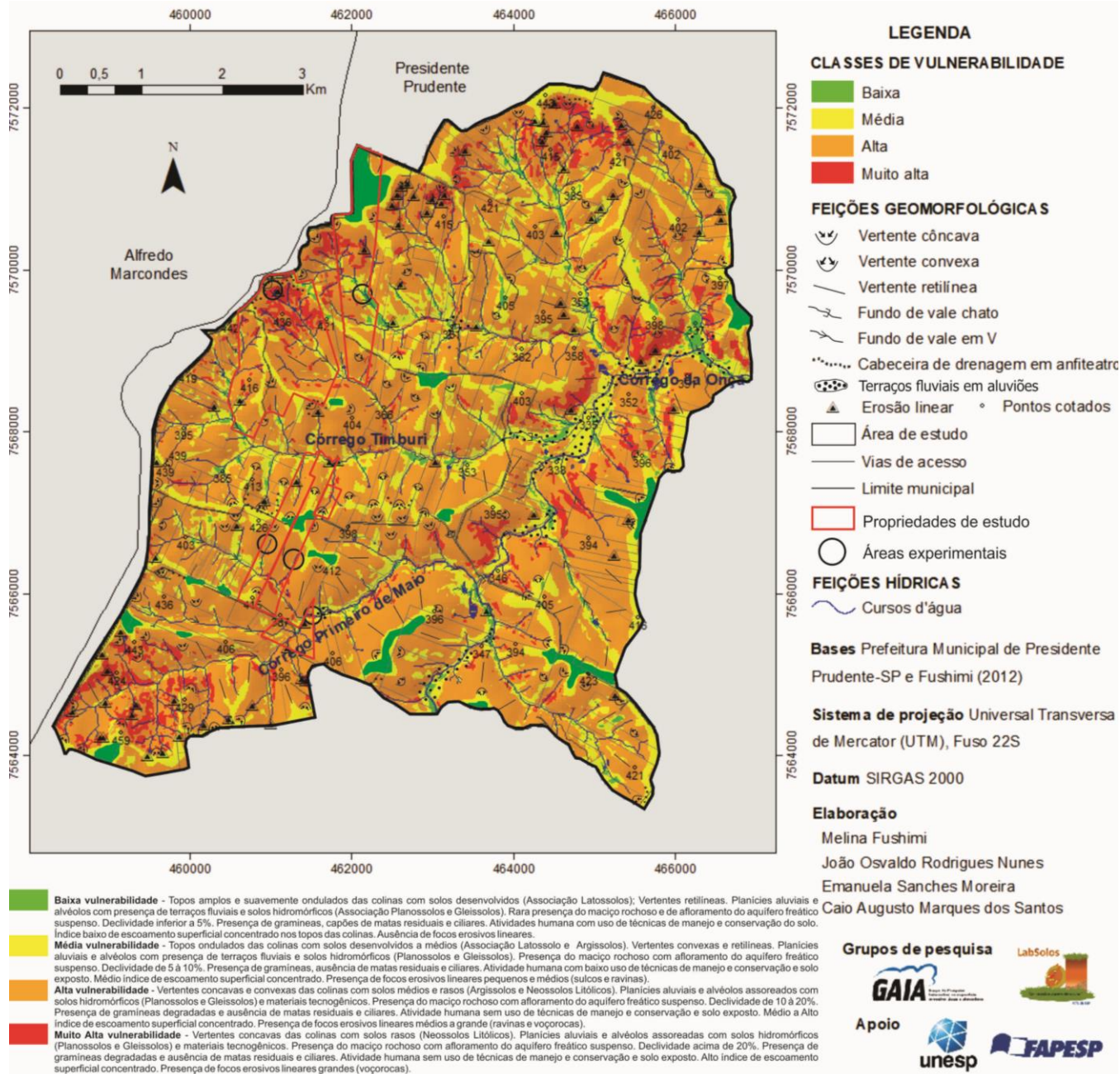


Fonte: Moreira et al. (2020)

Considerando o histórico de uso e ocupação da terra, nota-se que a ocupação da APA, bem como boa parte do oeste do estado de São Paulo, não primou pela manutenção da cobertura vegetal. No século XX a cultura cafeeira entrou em declínio e cedeu espaço para o cultivo da menta, do algodão e, depois, para as atividades pecuárias relacionadas ao aumento do consumo de carne pela população (MOREIRA et al., 2020).

Assim sendo, no século XXI, a APA do Timburi é fortemente afetada por processos erosivos hídricos, relacionados, principalmente, ao seu histórico de uso e ocupação somado à predisposição natural do relevo e tipos de solos predominantes, Argissolos e Latossolos de textura arenosa. Conforme destaca Fushimi (2012), a área está inserida na categoria de alta a muito alta vulnerabilidade ambiental (FIGURA 13).

Figura 13. Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares da APA do Timburi, Presidente Prudente/SP



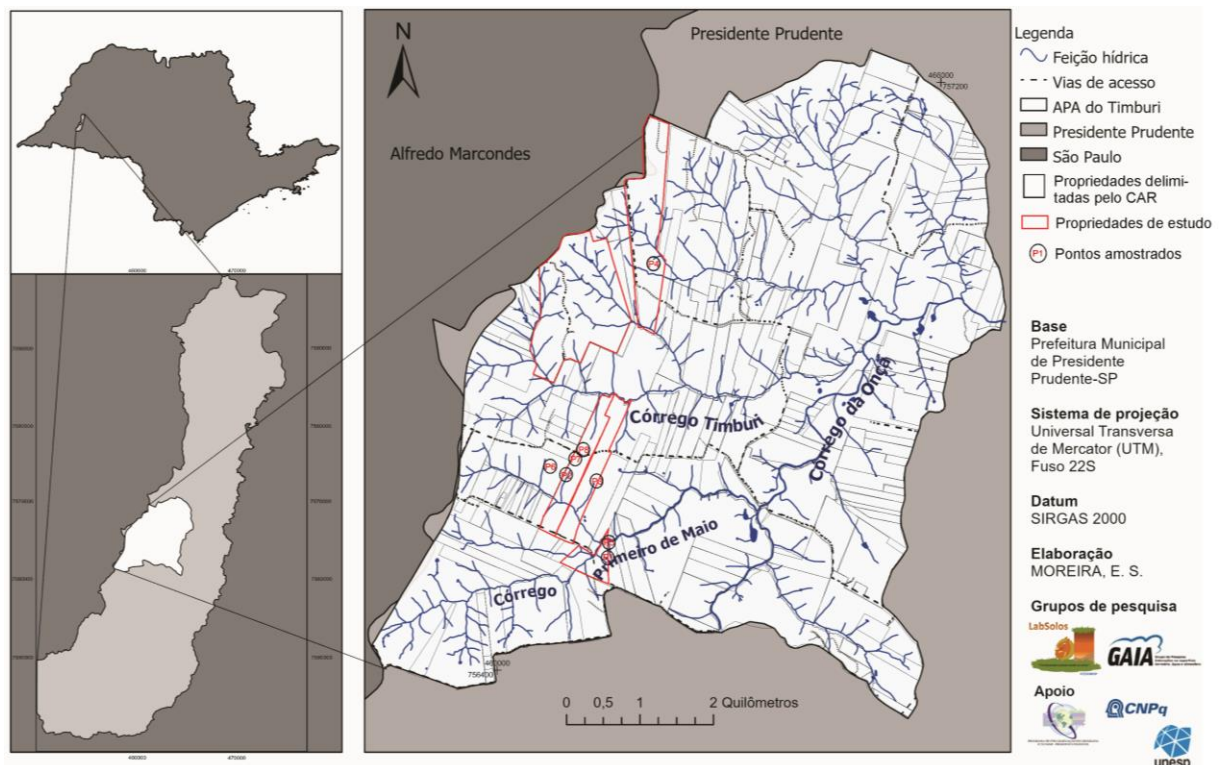
Fonte: Fushimi (2012)

Nos resultados de seu trabalho, Moreira et al. (2020) chamam a atenção para o fato de que os processos erosivos ocorrem, em especial, nas áreas antrópicas, com atividades agropecuárias, que representam 70,51% da APA; em vertentes côncavas; nos setores de declividade entre 5 a 10%; e próximo às nascentes dos cursos d'água, nos setores norte, noroeste e sudoeste.

4.2 Amostragem dos pontos de perfis de solo na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP

No trabalho em tela, inteiramente executado na APA do Timburi, foram amostrados os seguintes pontos: Perfil de solo 1 - propriedade do Sr. Raul (A), baixa vertente ($22^{\circ}00'49''\text{S}$ e $51^{\circ}22'21''\text{O}$); Perfil 2 - Sr. Luíz, baixa vertente ($22^{\circ}00'18''\text{S}$ e $51^{\circ}22'40''\text{O}$); Perfil 3 - Sr. Fernando, baixa vertente ($22^{\circ}00'25''\text{S}$ e $51^{\circ}22'30''\text{O}$); Perfil 4 - Sr. José, baixa vertente ($21^{\circ}58'36''\text{S}$ e $51^{\circ}21'59''\text{O}$); Perfil 5 - Sr. Raul (B), baixa vertente ($22^{\circ}00'49''\text{S}$ e $51^{\circ}22'21''\text{O}$); Perfil 6 - Sr. Luíz, mata, baixa vertente ($22^{\circ}00'20''\text{S}$ e $51^{\circ}22'47''\text{O}$); Perfil 7 - Sr. Luíz, média vertente ($22^{\circ}00'14''\text{S}$ e $51^{\circ}22'40''\text{O}$); Perfil 8 - Sr. Luíz, alta vertente ($22^{\circ}00'12''\text{S}$ e $51^{\circ}22'34''\text{O}$) (FIGURA 14). Considerou-se, principalmente, a topossequência, partindo-se da premissa de que os diversos compartimentos de relevo possuem dinâmicas distintas.

Figura 14. Pontos de coleta das amostras de solo na Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi, em Presidente Prudente/SP



Fonte: Moreira et al. (2020)

Durante todo o período da pesquisa trabalhou-se com 08 perfis de solo, seis localizados na baixa vertente (FIGURAS 15, 16, 17, 18, 19 e 20) e os outros dois, na média e alta vertentes, em topossequência (FIGURAS 21 e 22).

Figura 15. Perfil 1: Sr. Raul (A);
gramínea, baixa vertente (3 camadas)



Foto: Moreno (2021)

Figura 16. Perfil 2: Sr. Luíz;
gramínea, baixa vertente (5 camadas)



Foto: Moreno (2021)

Figura 17. Perfil 3: Sr. Fernando;
gramínea, baixa vertente (5 camadas)



Foto: Moreno (2021)

Figura 18. Perfil 4: Sr. José;
gramínea, baixa vertente (7 camadas)



Foto: Moreno (2021)

Figura 19. Perfil 5: Sr. Raul (B); Gramínea, baixa vertente (7 camadas)



Foto: Moreno (2021)

Figura 20. Perfil 6: Sr. Luíz; mata, baixa vertente, topossequência (3 horizontes)



Foto: Moreno (2021)

Figura 21. Perfil 7: Sr. Luíz, pastagem; média vertente, topossequência (4 camadas)



Foto: Moreno (2021)

Figura 22. Perfil 8: Sr. Luíz, pastagem; alta vertente, topossequência (3 camadas)



Foto: Moreno (2021)

4.3 Procedimentos metodológicos

4.3.1 Procedimentos de campo

Para a classificação dos Antropossolos (CURCIO; LIMA; GIAROLA, 2004) e dos Argissolos em área de mata e em alta vertente, o trabalho de limpeza do perfil, separação das camadas e horizontes, coleta das amostras para análises físicas e químicas e a descrição morfológica foram realizados de acordo com Santos et al. (2013). Na descrição morfológica foram analisadas: cor; textura; estrutura; profundidade, espessura e transição das camadas; porosidade e consistência (seca, úmida e molhada) (FIGURA 20). A determinação da densidade do solo foi feita pelo método do anel volumétrico (anel de *Kopeck*), com amostras coletadas em todas as camadas e horizontes (FIGURA 20).

Figura 23. Análise da consistência do solo seco durante a etapa da descrição morfológica



Foto: Amorim (2022)

Figura 24. Retirada de anel volumétrico para a determinação da densidade do solo (D_s)



Foto: Nunes (2021)

4.3.1.1 Implantação de técnicas de bioengenharia para a estabilização de processos erosivos em Antropossolos na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP

Para a recuperação dessas áreas implantou-se as paliçadas de bambu (*Bambusoideae*) a montante de 02 ravinas na propriedade do Sr. Raul (B). Na ravina localizada mais próxima ao Córrego Primeiro de Maio, com aproximadamente 500 cm de extensão, 200 cm de largura e 100 cm de profundidade, a estrutura foi feita com 230 cm de extensão, na perpendicular, e 60 cm de altura. Foram usados 5 bambus com aproximadamente 8 cm de diâmetro, fixados em colunas laterais, também de bambu, ancoradas na terra. Os bambus foram amarrados com arame (FIGURA 22). No barramento a montante, a erosão tem 300 cm de largura e 230 cm de profundidade (FIGURA 23). Nesse caso, o barramento foi feito com 6 bambus, nas mesmas condições que o anterior. Foi instalada uma manta de sombrite de polietileno em toda extensão do barramento, de malha fina, para permitir a passagem da água e estabilizar os sedimentos (FILIZOLA et al., 2011), com adaptações. Os dois barramentos estão distantes aproximadamente 30 metros um do outro.

4.3.2 Procedimentos de laboratório

Todas as análises químicas: pH, P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H⁺ + Al³⁺, MO, CO e a granulometria das 27 primeiras amostras (perfis 1 a 5) foram realizadas no Laboratório “Ciência em Solo”, município de São José do Rio Preto/SP, que possui o Selo de Qualidade do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). As análises para determinação da densidade do solo foram feitas pelo método do anel volumétrico; a densidade da partícula foi determinada pelo método do balão volumétrico e o Volume Total de Poros, pelo método indireto, todos de acordo com a EMBRAPA (1997). Esses procedimentos foram realizados no laboratório de Geologia e Pedologia “Ana Primavesi” da FCTE/UNESP, Campus de Ourinhos (TABELA 3). A análise granulométrica das 10 amostras restantes foi realizada no laboratório supracitado.

Tabela 3. Métodos de determinação aplicados aos atributos dos perfis de solo estudados

Atributo	Método	Local
pH	Determinado em solução de cloreto de cálcio	Laboratório “Ciência em Solo”
P(res)	Extração por resina de troca iônica e determinação por clorimetria	Laboratório “Ciência em Solo”
K ⁺	Extração por resina de troca iônica e determinação por espectroscopia	Laboratório “Ciência em Solo”
Ca ²⁺	Extração por resina de troca iônica e determinação por espectroscopia	Laboratório “Ciência em Solo”

Mg²⁺	Extração por resina de troca iônica e determinação por espectroscopia	Laboratório “Ciência em Solo”
H⁺	Determinado em solução tampão SMP a pH 7,5	Laboratório “Ciência em Solo”
Al³⁺	Extração por solução de cloreto de potássio e determinação por titulometria	Laboratório “Ciência em Solo”
MO	Oxidação via úmida por solução sulfocrômica e determinação por colorimetria	Laboratório “Ciência em Solo”
CO	Oxidação via úmida por solução sulfocrômica e determinação por colorimetria	Laboratório “Ciência em Solo”
Granulometria (1 a 27)	Método da pipeta	Laboratório “Ciência em Solo”
Granulometria (28 a 37)	Método da pipeta	Laboratório de Geologia e Pedologia “Ana Primavesi”
Ds	Método do anel volumétrico	Laboratório de Geologia e Pedologia “Ana Primavesi”
Dp	Método do balão volumétrico	Laboratório de Geologia e Pedologia “Ana Primavesi”
VTP	Método indireto	Laboratório de Geologia e Pedologia “Ana Primavesi”

Elaboração: Moreno (2022)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Descrição morfológica dos perfis de solo analisados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP

A descrição morfológica é um importante recurso para diferenciar horizontes e/ou camadas a partir da cor, textura, estrutura, porosidade e consistência. Os resultados da descrição morfológica constam na Tabela 4.

Tabela 4. Descrição morfológica dos perfis de solo estudados na APA do Timburi, município de Presidente Prudente/SP

Perfil 1 - Sr. Raul (A)				
Amostra	Camada	Profundidade (cm)	Espessura	Características morfológicas
1	1	0 - 15	15	Bruno escuro (7.5YR 3/2, úmida; 6/3, seca); textura arenosa; estrutura em grumos, pequena a média, fraca e grãos simples; poros médios, muitos poros; consistência macia (seca), muito friável (úmida), ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição gradual e plana.
2	2	15 -136	121	Bruno (7,5YR 4/3, úmida; 7,5YR 5/4, seca); textura média; estrutura em blocos subangulares, grande, forte; poros pequenos, poros comuns; consistência muito dura (seca), firme (úmida), plástica e pegajosa (molhada); transição gradual e plana.
3	3	136 - 170 ⁺	32	Bruno amarelado (10YR 5/4, úmida; 10YR 6/6, seca); textura arenosa; estrutura blocos angulares,

pequena, moderada; poros médios, muitos poros, consistência dura (seca), friável (úmida), ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada).

***Fragmentos de carvão na camada 3.**

Perfil 2 - Sr. Luíz

Amostra	Camada	Profundidade (cm)	Espessura	Características morfológicas
4	1	0 - 14	14	Bruno avermelhado (2.5YR 5/4, úmida; 2.5YR 6/3, seca); textura arenosa; estrutura em grumos, pequena, fraca e grãos simples; poros médios, muitos poros; consistência solta a macia (seca), não coerente a muito friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição gradual e plana.
5	2	14 - 47	33	Bruno avermelhado (2,5YR 5/4, úmida; 2.5YR 6.4, seca); textura arenosa; estrutura em grumos, pequena, fraca e grãos simples; poros médios, muitos poros; consistência macia (seca), muito friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição gradual e plana.
6	3	47 - 80	33	Vermelho (2,5YR 5/6, úmida; 2,5YR 6/4, seca); textura arenosa; estrutura em grumos, pequena, fraca e grãos simples; poros médios, muitos poros; consistência macia (seca), muito friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição gradual e plana.
7	4	80 - 111	31	Cinza avermelhado (2,5YR 6/1, úmida; 2,5YR 7/1, seca); textura arenosa; estrutura em grumos, pequena, fraca e grãos simples; poros médios, muitos poros; consistência solta a macia (seca), muito friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição gradual a plana.
8	5	111 -140 ⁺	29	Mosqueado pouco pequeno e proeminente bruno avermelhado (2,5YR 5/3, úmida; 2.5YR 6.4, seca); textura arenosa; estrutura em blocos angulares, grande, moderada; poros médios, muitos poros; consistência dura (seca), friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada). *Presença de carvão na camada 2; presença de uma provável toca de animal na camada 4; identificação de raízes entre 47 e 111 cm.

Perfil 3 - Sr. Fernando

Amostra	Camada	Profundidade (cm)	Espessura	Características morfológicas
9	1	0 - 17	17	Bruno avermelhado escuro (2.5YR 3/3, úmida; 2.5YR 4.4, seca); textura arenosa; estrutura em grumos, pequena, fraca; poros médios, muitos poros; consistência dura (seca), friável (úmida), ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa

10	2	17 - 40	23	(molhada); transição gradual a plana. Vermelho (2,5YR 5/6, úmida; 2.5YR, 6/6, seca); textura arenosa; estrutura em grumos a solta, pequena, fraca; poros médios, muitos poros; consistência macia (seca), muito friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição gradual a plana.
11	3	40 - 60	20	Vermelho (2,5YR 5/6, úmida; 2.5YR 6/6, seca); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares, pequena, moderada; poros médios, muitos poros; consistência dura (seca), friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição gradual a plana.
12	4	60 - 92	32	Bruno avermelhado (2,5YR 5/3, úmida; 2.5YR 6/6, seca); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares, pequena, moderada a solta; poros médios, muitos poros; consistência macia (seca), friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição gradual a plana.
13	5	92 - 100 ⁺	8	Mosqueado pouco pequeno e proeminente vermelho (2,5YR 5.6, úmida; 2.5YR 6.6, seca); textura arenosa; estrutura em blocos angulares, pequena a média, moderada; poros médios, muitos poros; consistência dura (seca), friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada). *Presença de plástico a 50 cm, na camada 3.

Perfil 4 - Sr. José

Amostra	Camada	Profundidade (cm)	Espessura	Características morfológicas
14	1	0 - 25	25	Bruno avermelhado escuro (5 YR 3/3, úmida; 5YR 4/4, seca); textura arenosa; estrutura em grumos, pequena, moderada; poros médios, muitos poros; consistência dura (seca), friável (úmida), ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhada); transição gradual e plana.
15	2	25 - 38	15	Mosqueado pouco pequeno e proeminente bruno avermelhado (5YR 5/3, úmida; 5YR 5/4, seca); textura arenosa; estrutura em blocos angulares, média, moderada; poros médios, muitos poros; consistência dura (seca), friável (úmida), não plástica, não pegajosa (molhada); transição clara e abrupta.
16	3	38 - 60	22	Mosqueado pouco pequeno e proeminente bruno avermelhado (5YR 4/4, úmida; 5YR 6/6, seca); textura argilosa; estrutura em blocos angulares, média, forte; poros pequenos, poros comuns; consistência muito dura (seca), muito firme (úmida), plástica e pegajosa; transição clara e abrupta.
17	4	60 - 80	20	Mosqueado abundante médio e proeminente cinzento avermelhado (5YR 5/2, úmida; 5YR 6/2 seca); textura arenosa; estrutura em blocos

18	5	80 - 95	15	subangulares, média, fraca; poros médios, muitos poros; consistência macia (seca), muito friável (úmida), não plástica, não pegajosa (molhada); transição clara e abrupta.
19	6	95 - 120	25	Mosqueado abundante médio e proeminente bruno avermelhado (5YR 4/3 úmida; 5YR 5/4, seca) Textura argilosa; blocos angulares, média, forte; poros pequenos, poros comuns; consistência muito dura (seca), muito firme (úmida), plástica e pegajosa; transição clara e abrupta.
20	7	120 - 130 ⁺	10	Mosqueado abundante médio e proeminente bruno avermelhado (5YR 5/2, úmida; 5YR 6/6, seca) Textura arenosa, blocos subangulares, pequena, fraca; poros médios, muitos poros; consistência macia (seca), muito friável (úmida), não plástica, não pegajosa. *Presença de argila e silte entre 38 e 60 cm, com muitas trincas por raízes.

Perfil 5 - Sr. Raul (B)

Amostra	Camada	Profundidade (cm)	Espessura	Características morfológicas
21	1	0 - 5	5	Cinzento avermelhado escuro (5YR 4/2, úmida; 5YR 5/4 seca); textura arenosa; estrutura grumosa média, mas se desfaz em fraca pequena; poros médios, muitos poros; consistência ligeiramente dura (seca), friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição gradual e plana.
22	2	5 - 14	9	Mosqueado pouco pequeno e proeminente bruno avermelhado (5YR 5/3, úmida; 5YR 6/6, seca); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares, pequena a média, alguns grãos simples, moderada; poros médios, muitos poros; consistência ligeiramente dura (seca), friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição gradual e plana.
23	3	14 - 28	14	Mosqueado pouco pequeno e proeminente bruno avermelhado (5YR 4/3, úmida, 5YR 5/3, seca); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares, média fraca e moderada; poros médios, muitos poros; consistência ligeiramente dura (seca), friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada), transição gradual e plana.
24	4	28 - 42	14	Mosqueado comum médio e proeminente vermelho (2,5YR 5/6, úmida; 2,5YR 6/6, seca); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares, média, fraca a moderada; poros

25	5	42 - 49	7	<p>médios, muitos poros; consistência ligeiramente dura (seca), friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada), transição gradual e plana.</p> <p>Mosqueado comum médio e proeminente bruno avermelhado (2.5YR 4/3, úmida; 2.5YR 6/4, seca); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares, média, fraca a moderada; poros médios, muitos poros; consistência ligeiramente dura (seca), friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada), transição gradual e plana; nódulos e concreções minerais, pouco, pequeno, macio, esférico, amarelo.</p>
26	6	49 - 62	13	<p>Mosqueado comum médio e proeminente bruno avermelhado (2.5YR 5/4, úmida; 2YR 6/4, seca); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares, média a grande, moderada; poros médios, muitos poros; consistência ligeiramente dura (seca), muito friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); transição gradual e plana; nódulos e concreções minerais, pouco, pequeno, macio, esférico, amarelo.</p>
27	7	62 - 100+	38	<p>Mosqueado comum médio e proeminente bruno avermelhado claro (2.5YR 6/3, úmida; 7/4 seca); textura arenosa; poros médios, muitos poros; estrutura em blocos subangulares, média a grande, moderada; consistência ligeiramente dura (seca), muito friável (úmida), não plástica e não pegajosa (molhada); nódulos e concreções minerais, pouco, pequeno, macio, esférico, amarelo.</p> <p>*Fragmentos de osso de animal na amostra 23; presença de raízes de plantas e carvão na amostra 24; fragmentos do arenito a montante na amostra 25; fragmentos de carvão na camada 27, entre 62 e 74 cm de profundidade.</p>

Perfil 6 - Sr. Luíz (mata, baixa vertente)

Amostra	Camada	Profundidade (cm)	Espessura	Características morfológicas
28	1	0 - 11	11	<p>Bruno avermelhado (5YR 5/4, seco; úmida: 5YR 3/3 bruno avermelhado escuro); textura arenosa; estrutura em grumos, média, moderada a forte; poros muito pequenos, muitos poros; consistência seca ligeiramente dura, consistência úmida muito friável, não plástica, não pegajosa.</p>
29	2	11 - 45	34	<p>Bruno avermelhado claro (5YR 6/4, seco; úmida: 5YR 3/4, bruno avermelhado escuro); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares, muito pequena, fraca; poros muito pequenos, muitos poros; consistência seca ligeiramente dura, consistência úmida muito friável, molhada não plástica, não pegajosa.</p>

30	3	45 - 100 ⁺	55	Vermelho amarelo (5YR 4/6, seco; úmido: 2.5 YR 3/6, vermelho escuro); textura argilosa; estrutura blocos subangulares, média, moderada; poros muito pequenos, poros comuns; consistência seca muito dura; úmida firme; molhada plástica; pegajosa.
----	---	-----------------------	----	--

Perfil 7 - Sr. Luíz (pastagem, média vertente)

Amostra	Camada	Profundidade (cm)	Espessura	Características morfológicas
31	1	0 - 20	20	Bruno avermelhado (5 YR 4/4, seco; úmido: 5YR 3/4, bruno avermelhado escuro); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares, pequena, moderada; porosidade: muito pequenos, muitos poros; consistência seca ligeiramente dura; úmida muito friável; molhada ligeiramente plástica; não pegajosa.
32	2	20 - 62	42	Vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco; úmido: 5YR 3/4, bruno avermelhado escuro); textura arenosa; estrutura em blocos angulares, grande, moderada; porosidade muito pequenos, muitos poros; consistência seca dura; úmida muito friável; molhada não plástica; não pegajosa.
33	3	62 - 122	60	Bruno avermelhado (5YR 4/4, seco; úmido: 5YR 4/4; bruno- avermelhado); textura arenosa; estrutura em blocos angulares; grande, fraca; porosidade: muito pequenos, muitos poros; consistência seca ligeiramente dura; úmida friável; molhada não plástica; ligeiramente pegajosa.
34	4	122 - 162 ⁺	40	Vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco; úmido: 7.5YR 3/4, bruno escuro); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares; média, fraca; porosidade: poros muito pequenos, muitos poros; consistência seca dura; úmida friável; molhada não plástica; ligeiramente pegajosa. *Presença de carvão entre 20 e 122 cm; mosqueamento na camada 2.

Perfil 8 - Sr. Luíz (pastagem, topo)

Amostra	Camada	Profundidade (cm)	Espessura	Características morfológicas
35	1	0 - 18	20	Vermelho amarelado (5 YR 4/6, seco; úmido: 3/4, bruno escuro); textura arenosa; estrutura em blocos subangulares; média; moderada; porosidade: muito pequenos; muitos poros; consistência seca dura; úmida muito friável; molhada não plástica; ligeiramente pegajosa.
36	2	18 - 33	42	Vermelho (2.5 YR 4/6, seco; úmido: Vermelho escuro (2YR 3.6); textura média; estrutura em blocos subangulares; média; moderada; porosidade: muitos poros; muito pequenos; consistência seca dura; úmida friável; molhada ligeiramente plástica; ligeiramente pegajosa;

37	3	33 - 70 ⁺	60	observação: molhada externamente e seca internamente. Vermelho (2YR 4/8, seco; úmido: 2YR 3/6, vermelho escuro); textura argilosa; estrutura granular, em grumos; grande; forte; porosidade: muitos poros; muito pequenos; consistência seca dura; úmida muito friável; molhada ligeiramente plástica; ligeiramente pegajosa.
----	---	----------------------	----	--

Elaboração: Moreno (2022)

5.1.1 Perfil 1, propriedade do Sr. Raul (A)

Composto por três camadas, com espessuras de 0-15 cm; 15-136 cm e 136-170⁺ cm, onde predominam texturas arenosa e média (Tabela 7), o que era esperado, tendo em vista o arenito da Formação Adamantina como material parental (IPT, 1981). Essas classes texturais potencializam os processos erosivos, como afirmam Alves et al. (2021). Há o predomínio da cor brunada em todas as camadas, esperada para os horizontes superficiais, tendo em vista a influência da matéria orgânica (SANTOS et al., 2013). Infere-se que esse material formou-se em superfície e foi transportado para o terço inferior da vertente através da erosão hídrica. A consistência das amostras varia entre muito friável e friável, o que indica pouca estabilidade dos agregados à água, relacionado à textura arenosa e baixo aporte de matéria orgânica. Verificou-se a presença de carvão entre 136 e 170 cm, significando que esse material uma vez esteve em superfície, foi transportado e aterrado.

5.1.2 Perfil 2, Sr. Luíz

Composto por cinco camadas, com espessuras de 0-14 cm; 14-47 cm; 47-80 cm; 80-111 cm; e 111-140⁺, a textura arenosa é marcante em todo o perfil; presença de carvão aos 25 cm de profundidade; abundância de raízes vivas entre 47 e 111⁺ cm, denotando que esse material proveio recentemente da montante ou que o material dos horizontes sobrejacentes foram transportados da montante e o soterraram.. A estrutura fraca e em grãos simples denuncia o arranjo pouco resistente das partículas, que são facilmente carregadas frente à ação das águas pluviais; a consistência molhada não plástica e não pegajosa, por sua vez, indica a pouca ou nula presença de coesão nesse material.

5.1.3 Perfil 3, Sr. Fernando

Composto por cinco camadas, com espessuras de 0-17 cm; 17-40 cm; 40-60 cm; 60-92 cm; e 92-100⁺ cm; predomínio da fração areia em todo o perfil; consistência do solo, quando

molhado, não plástico e não pegajoso, denunciam a pouca coesão entre as partículas, tornando-o muito suscetível aos processos erosivos. Destaca-se a presença de plástico a 50 cm de profundidade, evidenciando a ação antrópica indireta na constituição desse volume pedológico.

5.1.4 Perfil 4, Sr. José

Composto por sete camadas, com espessuras de 0-25 cm; 25-38 cm; 38-60 cm; 60-80 cm; 80-95 cm; 95-120 cm; e 120-130⁺ cm; textura arenosa em superfície, intercalada com argilosa, arenosa, argilosa, não compatível com nenhuma Ordem descrita por Santos et al. (2018) no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Além disso, as camadas argilosas podem se comportar como de impedimento à percolação da água, potencializando o escoamento superficial e a consequente deflagração dos processos erosivos lineares. A presença de mosqueamento a partir dos 15 cm de profundidade evidencia drenagem imperfeita, característica de área de voçorocamento.

5.1.5 Perfil 5, Sr. Raul (B)

Composto por sete camadas, com espessuras de 0-5 cm; 5-14 cm; 14-28 cm; 28-42 cm; 42-49 cm; 49-62 cm; e 62-100⁺ cm; textura arenosa em todo o perfil; cores que variam do cinzento ao mosqueado indicam drenagem imperfeita em todo o *solum*; há fragmentos de carvão e de arenito provindos da montante, entre 42 e 74 cm de profundidade; identificados ossos de animais aos 14 cm de profundidade; as características da camada superficial, de 0-5 cm de profundidade, estão no limite para configurá-la como horizonte A fraco, preconizado por Santos et al. (2018). Isso porque a cor do material, quando seco, é Cinzento-avermelhado-escuro (5YR 5/4), próximo ao valor requerido pelo referido documento (≥ 6); e o teor de CO é de 11,9 g/dm⁻³, podendo tornar-se ainda mais escasso e se aproximar do valor de 6 g/kg⁻¹. Essas características sugerem alta suscetibilidade aos processos erosivos.

5.1.6 Perfil 6, Sr. Luíz (mata, topossequência)

Localizado na baixa vertente, em área de mata, com três horizontes. Espessuras de 0-11 cm; 11-45 cm; e 45-100⁺ cm; Horizonte A arenoso, brunado; horizonte E, de máxima perda, arenoso, alábico; horizonte B, argiloso, Vermelho-Amarelo. Esse, junto com o perfil 8, foram compatíveis com solos típicos do município de Presidente Prudente (FUSHIMI, 2012). O incremento de argila no horizonte B configura um Bt, horizonte diagnóstico dos Argissolos,

nesse caso, Vermelho-Amarelo. De acordo com os referidos autores, os Argissolos são constituídos por material mineral, com horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E. A presença de um horizonte de impedimento, Bt, o configura como altamente vulnerável aos processos erosivos hídricos. A consistência úmida predominante nos três horizontes deste perfil é muito friável, indicando pouca estabilidade dos agregados do solo à água, relacionada com a textura arenosa em superfície, baixo aporte de matéria orgânica e pouca estabilidade dos agregados no Bt.

5.1.7 Perfil 7, Sr. Luíz (média vertente, topossequência)

Localizado na média vertente, com quatro camadas, espessuras de 0-20 cm; 20-62 cm; 62-122 cm; e 122-162⁺ cm; preponderância de textura arenosa em todas as camadas; presença de carvão entre 20 e 122 cm de profundidade; abundância de raízes até 122 cm, indicando que esse material uma vez esteve à montante ou esteve próximo à superfície e atualmente está soterrado. As consistências úmidas muito friáveis, bem como molhadas, predominantemente não plásticas e não pegajosas, demonstram pouca coesão.

5.1.8 Perfil 8, Sr. Luíz (alta vertente, topossequência)

Localizado na alta vertente, com três camadas e espessuras de 0-18 cm; 18-33 cm; e 33-70⁺ cm; presentes as texturas arenosa, média e argilosa; consistência do solo, quando úmido, friável a muito friável, denunciando pouca resistência à energia cinética da água pluvial. Este perfil pode ser tido como um Argissolo Vermelho-Amarelo, uma vez que há incremento de argila no horizonte B, configurando um Bt, o que o torna potencialmente vulnerável aos processos erosivos hídricos.

5.2 Atributos químicos dos solos estudados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP

Na Tabela 5 estão apresentadas as principais características químicas dos solos estudados.

Tabela 5. Principais características químicas dos perfis de solo estudados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP

Perfil 1 - Sr. Raul (A)													
Camada	Prof.	pH	P (res)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al ³⁺	MO	CO	SB	CTC	V
	(cm)				mmol _c dm ⁻³				g.dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		%
1	0-15	5,9	6	3,4	14	10	0,0	14	12	6,7	27,4	41,5	66

2	15-136	5,5	5	2,2	32	23	0,0	47	7	3,8	57,2	104,0	55
3	136-170	6,2	4	2,0	24	16	0,0	19	4	2,1	42,0	61,0	69

Perfil 2 - Sr. Luíz

Camada	Prof. (cm)	pH	P (res)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al ³⁺	MO	CO	SB	CTC	V
					mmol _c dm ⁻³				g.dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		%
1	0-14	4,7	5	1,6	7	5	0,0	23	9	5,2	13,6	36,3	38
2	14-47	4,7	5	0,7	7	2	0,0	16	7	4,3	9,7	25,7	38
3	47-80	5,0	4	0,5	10	2	0,0	15	5	3,1	12,5	27,7	45
4	80-111	4,9	4	0,4	6	2	0,0	12	5	2,8	8,4	19,9	42
5	111-140	5,3	4	1,2	37	12	0,0	24	4	2,3	5,2	74,6	67

Perfil 3 - Sr. Fernando

Camada	Prof. (cm)	pH	P (res)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al ³⁺	MO	CO	SB	CTC	V
					mmol _c dm ⁻³				g.dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		%
1	0-17	6,3	17	3,3	19	11	0,0	19	17	9,7	33,3	52,5	63
2	17-40	5,9	6	2,1	6	4	0,0	15	5	3,0	12,1	26,8	45
3	40-60	5,8	5	2,4	7	3	0,0	14	5	2,8	12,4	26,2	47
4	60-92	5,1	5	2,5	6	3	0,0	18	4	2,6	11,5	29,6	49
5	92-100	5,3	5	1,8	19	7	6,1	24	4	2,3	27,8	51,7	54

Perfil 4 - Sr. José

Camada	Prof. (cm)	pH	P (res)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al ³⁺	MO	CO	SB	CTC	V
					mmol _c dm ⁻³				g.dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		%
1	0-25	6,1	58	3,1	56	30	0,0	21	19	10,9	82,9	110,0	81
2	25-38	6,0	16	1,1	37	12	0,0	16	8	4,6	50,1	65,6	76
3	38-60	6,2	25	2,7	124	41	0,0	28	12	6,7	167,7	196,0	86
4	60-80	6,2	12	0,8	27	8	0,0	12	3	1,7	35,8	47,5	75
5	80-97	6,4	27	5,0	140	45	0,0	24	13	1,6	190,0	214,2	89
6	97-120	6,5	21	1,7	71	19	0,0	14	7	3,8	91,7	106,1	86
7	120-130	6,6	16	0,6	18	7	0,0	12	2	1,2	25,6	37,1	69

Perfil 5 - Sr. Raul (B)

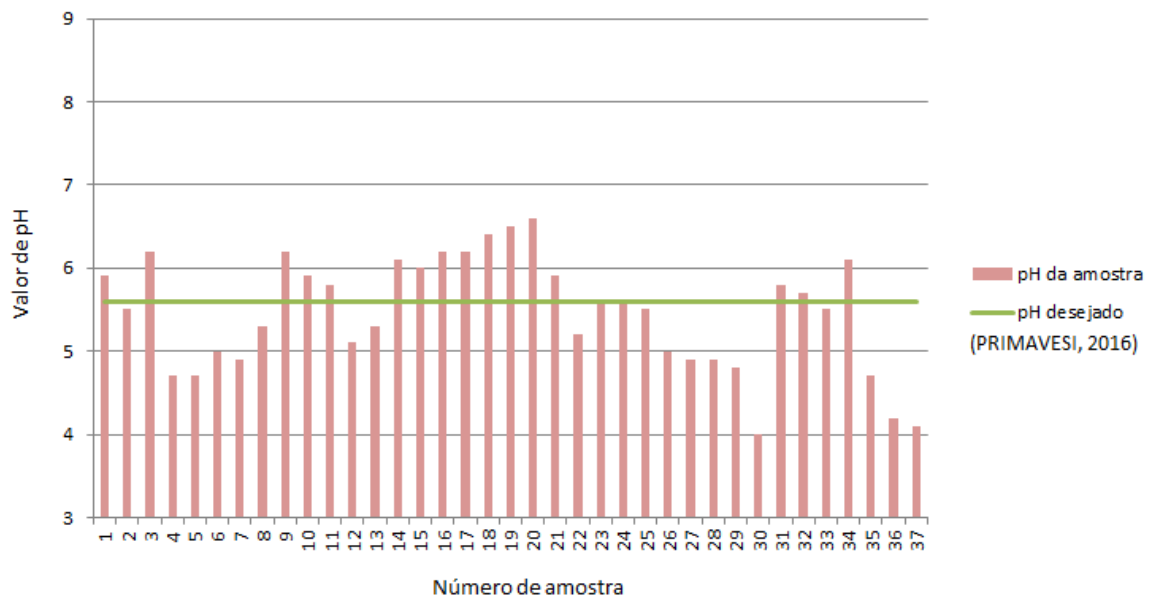
Camada	Prof. (cm)	pH	P (res)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al ³⁺	MO	CO	SB	CTC	V
					mmol _c dm ⁻³				g.dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		%
1	0-5	5,9	36	4,3	22	14	0,0	16	20	11,9	40,3	56,3	72
2	5-14	5,2	18	2,4	16	7	0,0	24	12	7,1	25,4	49,1	52
3	14-28	5,6	34	0,9	30	5	0,0	18	9	5,0	35,9	54,1	66
4	28-42	5,6	9	0,8	28	5	0,0	16	7	4,0	33,8	50,2	67
5	42-49	5,5	9	1,0	25	8	0,0	17	5	3,1	34,0	51,1	66

6	49-62	5,0	8	0,8	14	4	0,6	17	4	2,1	18,8	35,9	52
7	62-100	4,9	9	0,9	14	4	2,5	19	3	1,7	18,9	37,9	50
Perfil 6 - Sr. Luíz (mata, baixa vertente)													
Camada	Prof.	pH	P (res)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al ³⁺	MO	CO	SB	CTC	V
	(cm)				mmol _c dm ⁻³				g.dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		%
1	0-11	4,9	8	2,5	13	7	0,4	17	19	10,9	22,5	39,8	56
2	11-45	4,8	4	1,5	2	3	0,3	11	5	2,8	6,5	17,3	38
3	45-100	4,0	3	2,2	5	4	19,0	54	10	5,5	11,2	64,9	17
Perfil 7 - Sr. Luíz (pastagem, média vertente)													
Camada	Prof.	pH	P (res)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al ³⁺	MO	CO	SB	CTC	V
	(cm)				mmol _c dm ⁻³				g.dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		%
1	0-20	5,8	6	1,1	13	4	0,0	7	9	5,2	18,1	25,4	71
2	20-62	5,7	6	0,5	14	3	0,0	10	8	4,6	17,5	27,1	65
3	62-122	5,5	6	0,9	15	4	0,0	13	14	8,1	19,9	33,0	60
4	122-162	6,1	4	2,2	10	9	0,0	9	7	3,8	21,2	30,1	70
Perfil 8 - Sr. Luíz (pastagem, topo)													
Camada	Prof.	pH	P (res)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al ³⁺	MO	CO	SB	CTC	V
	(cm)				mmol _c dm ⁻³				g.dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		%
1	0-18	4,7	8	1,6	7	3	2,0	18	11	6,6	11,6	30,0	39
2	18-33	4,2	4	1,2	6	4	7,9	24	10	5,5	11,2	35,1	32
3	33-70	4,1	3	1,4	3	2	10,9	21	7	4,0	6,4	27,7	23

Elaboração: Moreno (2022)

O pH, potencial hidrogeniônico, indica a acidez, neutralidade ou basicidade do sistema solo. De acordo com Curi e Kämpf (2015), a textura arenosa, classe textural predominante das amostras analisadas, favorece a remoção dos cátions básicos, acidificando o perfil de solo. Segundo Primavesi (2016), o pH ideal para a maioria das culturas, considerando o clima tropical, é de 5,6. Tendo esse valor como referência, pode-se afirmar que a maioria das amostras analisadas encontra-se fora desse padrão, principalmente quando observa-se o Gráfico 1, interpretando a linha verde como o valor ideal de pH para solos.

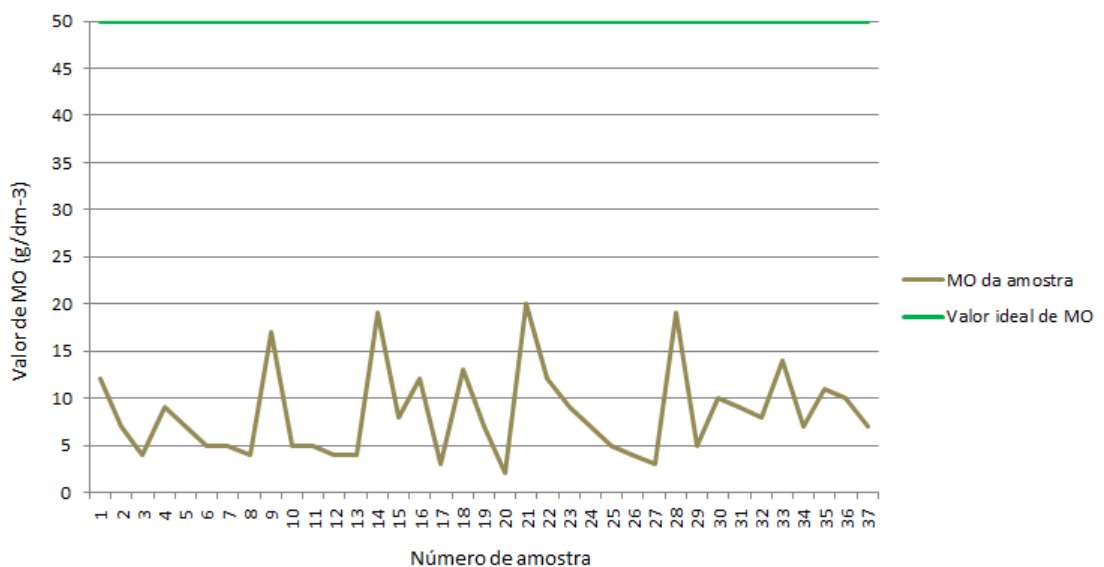
Gráfico 1. Distribuição dos valores de pH de acordo com as amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP



Elaboração: Moreno (2022)

Na camada agricultável, o pH variou de 4,7 a 6,3, 100% das amostras aquém do ideal. Baseando-se nos dados apresentados no Gráfico 2, pode-se afirmar que os valores de matéria orgânica (MO) e carbono orgânico (CO) encontram-se muito abaixo do esperado para horizontes ou camadas superficiais em áreas de cultivo, que seriam entre 30 e 50 $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$, para a matéria orgânica (LEPSCH, 2010; FREIRE, 2006), variando entre 5 e 19 $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$; 1,4 e 10,9 $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$, mínima e máxima, MO e CO, respectivamente.

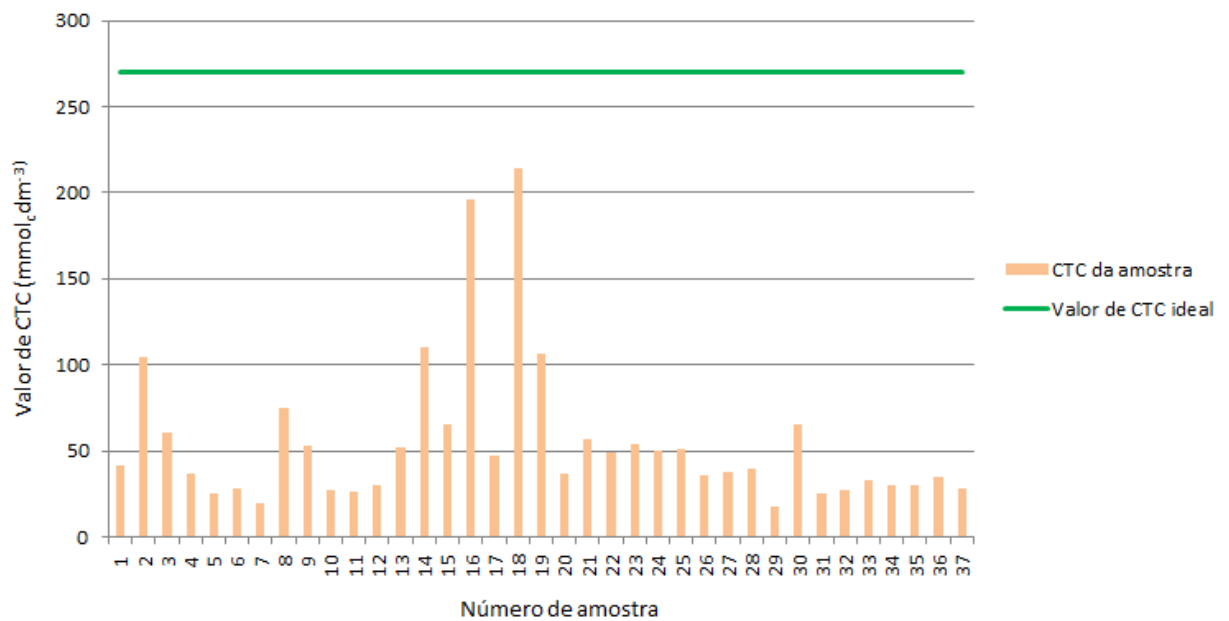
Gráfico 2. Distribuição dos valores de MO de acordo com as amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP



Elaboração: Moreno (2022)

Nesse caso as implicações são: menor atividade microbiológica, menor retenção das bases e água, menor agregação e estabilidade dos agregados, fundamentais para resistência aos processos erosivos (SILVA et al., 2020). Todas as amostras, inclusive as de superfície, apresentam argila de atividade baixa (Tb), com valores de CTC inferiores a $270 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$ (GRÁFICO 3).

Gráfico 3. Distribuição dos valores de CTC de acordo com as amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP

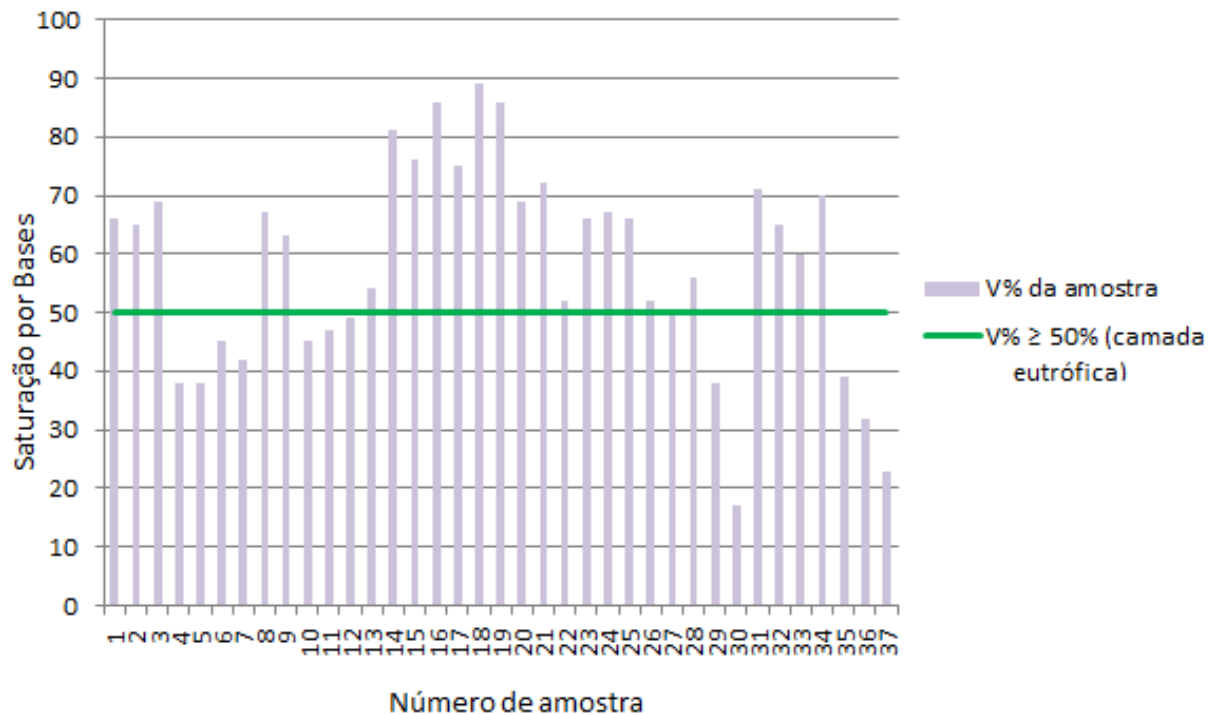


Elaboração: Moreno (2022)

Infere-se que esse resultado está diretamente relacionado com a baixa soma de bases (SB), baixa MO e CO, o que compromete a retenção de cátions à superfície dos colóides em condição permutável ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) que, por sua vez, está conectada à acidez pronunciada e baixa fertilidade química desses solos.

O V% atribui aos solos as seguintes características: valores iguais ou superiores a 50%, Eutróficos (férteis); valores inferiores a 50%, Distróficos (menos férteis). Para fins de classificação, são usados valores de referência dos horizontes B ou C (SANTOS et al., 2018). Ao analisar as camadas de superfície, somente os perfis 2 e 7 apresentam valores inferiores a 50%, possivelmente relacionados ao baixo aporte de matéria orgânica, 9 g/dm^{-3} e à baixa Soma de Bases (SB), 13,6 e 18,1 $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$ (GRÁFICO 4).

Gráfico 4. Distribuição dos valores de V% de acordo com as amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP



Os valores adequados desse parâmetro para as demais amostras pode estar relacionado com os valores de pH próximos ao ideal. De maneira geral, considerando as amostras de superfície, vários parâmetros indicam degradação química, como MO, CO e CTC, o que potencializa os processos erosivos e a consequente formação de Antropossolos.

5.3 Atributos físicos dos solos estudados

Na Tabela 6 estão apresentadas as principais características físicas dos solos estudados.

Tabela 6. Principais características físicas dos solos estudados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP

Identificação Laboratório	Camada	Profund. Cm	Espessura	*Densidade do solo	**Densidade da partícula	***VTP %
Perfil 1 - Sr. Raul (A)						
1	1	0-15	15	1,35	2,66	49
2	2	15-136	121	1,35	2,66	49
3	3	136-170	34	1,40	2,66	47
Perfil 2 - Sr. Luíz						
4	1	0-14	14	1,35	2,66	49
5	2	14-47	33	1,35	2,66	49
6	3	47-80	33	1,35	2,66	49

7	4	80-111	31	1,35	2,66	49
8	5	111-140	29	1,40	2,63	47
Perfil 3 - Sr. Fernando						
9	1	0-17	17	1,30	2,63	50
10	2	17-40	23	1,35	2,66	49
11	3	40-60	20	1,35	2,66	49
12	4	60-92	32	1,40	2,66	47
13	5	92-100	8	1,60	2,63	39
Perfil 4 - Sr. José						
14	1	0-25	25	1,50	2,67	44
15	2	25-38	15	1,60	2,63	39
16	3	38-60	22	1,50	2,66	44
17	4	60-80	20	1,55	2,70	42
18	5	80-95	15	1,55	2,70	42
19	6	95-120	25	1,65	2,66	38
20	7	120-130	10	1,65	2,66	38
Perfil 5 - Sr. Raul (B)						
21	1	0-5	5	1,60	2,66	40
22	2	5-14	9	1,65	2,66	38
23	3	14-28	14	1,65	2,66	38
24	4	28-42	14	1,60	2,63	39
25	5	42-49	7	1,50	2,63	43
26	6	49-62	13	1,60	2,66	40
27	7	62-100	38	1,70	2,63	35
Perfil 6 - Sr. Luíz (mata, baixa vertente)						
28	1	0-11	11	1,24	2,70	54
29	2	11-45	34	1,37	2,82	51
30	3	45-100	55	1,46	2,67	45
Perfil 7 - Sr. Luíz (pastagem, média vertente)						
31	1	0-20	20	1,33	2,78	52
32	2	20-62	42	1,39	2,67	50
33	3	62-122	60	1,46	2,94	50
34	4	122-162	40	1,46	2,82	48
Perfil 8 - Sr. Luíz (pastagem, topo)						
35	1	0-18	18	1,62	2,86	43
36	2	18-33	15	1,55	2,82	45
37	3	33-70	37	1,33	2,82	53

Elaboração: Moreno (2022)

*método do anel de kopeck, até amostra 13; demais, parafina;

**método do balão volumétrico;

***Volume Total de Poros; método indireto.

Para analisar a qualidade física dos solos, a textura é um dos parâmetros considerados, já que influencia na adesão e coesão entre as partículas que os compõem (CENTENO et al., 2017). Segundo os referidos autores, a classificação textural consiste na identificação da distribuição de partículas de areia, silte e argila e esse parâmetro é utilizado para determinar a erodibilidade do solo (DEMARCHI; PIROLI, 2020). Identifica-se que 78% de todas as amostras pertencem à classe textural arenosa, sendo que os 22% restantes distribuem-se entre as texturas média e argilosa (TABELA 7) (GRÁFICO 5).

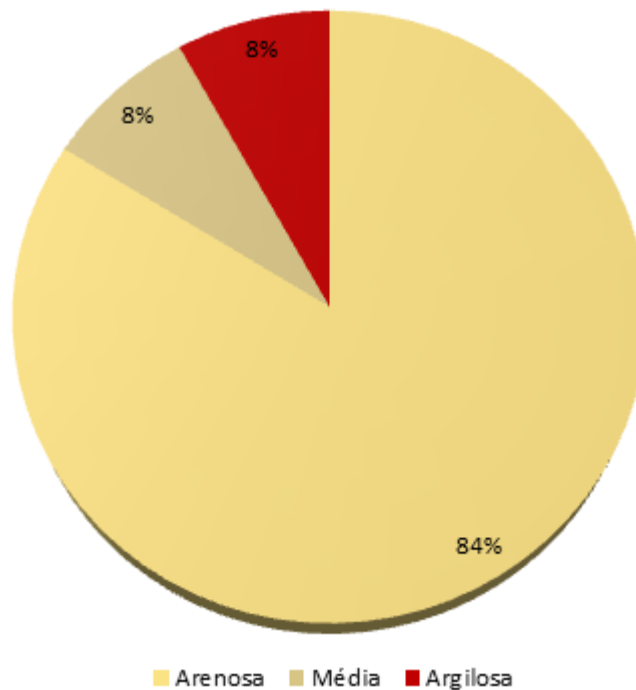
Tabela 7. Distribuição das classes texturais das amostras analisadas na APA do Timburi,

Presidente Prudente/SP

Identificação Laboratório	Camada	Profund.	Espessura	Areia grossa	Areia fina	Areia total	Argila	Silte	Classificação textural
Perfil 1 - Sr. Raul (A)									
1	1	0-15	15	46	714	760	50	190	Arenosa
2	2	15-136	121	36	546	582	222	196	Média
3	3	136-170	34	32	638	670	142	188	Arenosa
Perfil 2 - Sr. Luíz									
4	1	0-14	14	58	794	852	27	121	Arenosa
5	2	14-47	33	50	776	826	31	143	Arenosa
6	3	47-80	33	60	730	790	24	186	Arenosa
7	4	80-111	31	100	720	820	24	156	Arenosa
8	5	111-140	29	68	544	612	211	177	Média
Perfil 3 - Sr. Fernando									
9	1	0-17	17	148	660	808	57	135	Arenosa
10	2	17-40	23	106	776	872	32	96	Arenosa
11	3	40-60	20	68	780	848	26	126	Arenosa
12	4	60-92	32	76	294	370	42	588	Arenosa
13	5	92-100	8	90	648	738	127	135	Arenosa
Perfil 4 - Sr. José									
14	1	0-25	25	24	626	650	143	207	Arenosa
15	2	25-38	15	32	696	728	102	170	Arenosa
16	3	38-60	22	18	208	226	339	435	Média
17	4	60-80	20	2	838	840	47	113	Arenosa
18	5	80-95	15	4	162	166	361	473	Argilosa
19	6	95-120	25	2	538	540	265	195	Média
20	7	120-130	10	26	852	878	24	98	Arenosa
Perfil 5 - Sr. Raul (B)									
21	1	0-5	5	34	686	720	70	210	Arenosa
22	2	5-14	9	34	698	732	51	217	Arenosa
23	3	14-28	14	42	696	738	73	189	Arenosa
24	4	28-42	14	22	734	756	65	179	Arenosa
25	5	42-49	7	48	692	740	91	169	Arenosa
26	6	49-62	13	16	798	814	53	133	Arenosa
27	7	62-100	38	32	778	810	46	144	Arenosa
Perfil 6 - Sr. Luíz (mata, baixa vertente)									
28	1	0-11	11	-	-	830	92	78	Arenosa
29	2	11-45	34	-	-	851	36	113	Arenosa
30	3	45-100	55	-	-	834	252	114	Média
Perfil 7 - Sr. Luíz (pastagem, média vertente)									
31	1	0-20	20	-	-	822	77	101	Arenosa
32	2	20-62	42	-	-	845	40	115	Arenosa
33	3	62-122	60	-	-	823	69	108	Arenosa
34	4	122-162	40	-	-	821	91	88	Arenosa
Perfil 8 - Sr. Luíz (pastagem, topo)									
35	1	0-18	18	-	-	784	129	87	Arenosa
36	2	18-33	15	-	-	616	88	296	Arenosa
37	3	33-70	37	-	-	647	267	86	Média

Elaboração: Moreno (2022)

Gráfico 5. Percentagem das classes texturais presentes nas amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP



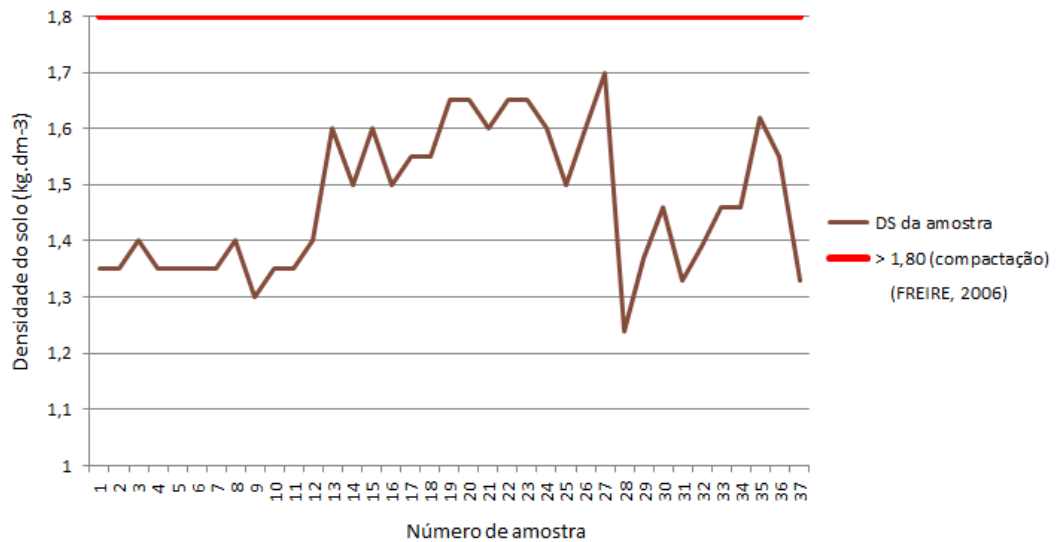
Elaboração: Moreno (2022)

De acordo com Centeno et al. (2017), solos arenosos apresentam maior deficiência de fósforo e matéria orgânica, sendo, portanto, menos estruturados e, por sua vez, mais vulneráveis aos processos erosivos. Além disso, potencializam a lixiviação, dissolução e remoção (CURI et al., 1993) principalmente das bases Na, Ca, Mg, tornando-os degradados quimicamente. Para Demarchi e Piroli (2020) e Guerra e Jorge (2021), solos de textura arenosa e franco-arenosa são os que apresentam maior vulnerabilidade frente aos processos erosivos. No perfil 6, área de mata, verificou-se a presença de textura argilosa no Bt, usado, entre outras características, para classificar o Argissolo Vermelho-Amarelo, principal classe de solos do município de Presidente Prudente/SP (FUSHIMI, 2012). Esta mesma situação foi verificada no perfil 8.

A densidade do solo permite identificar o grau de compactação: “diminuição do volume do solo ocasionada por compressão, causando um rearranjo mais denso das partículas do solo e conseqüente redução da porosidade” (CURI et al., 1993, p. 21), portanto, importante indicador de qualidade física do solo. De acordo com Freire (2006), a densidade do solo varia de 1,00 a 1,60 kg.dm⁻³ para solos argilosos e de 1,20 a 1,80 kg.dm⁻³ para arenosos. Nesse sentido, considerando que os processos erosivos são deflagrados em

superfície e a classe textural arenosa presente em todas as camadas superficiais, não foi identificado compactação, com valores que variam de 1,24 a 1,60 kg.dm⁻³ (GRÁFICO 6).

Gráfico 6. Distribuição das densidades do solo de acordo com as amostras analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP



Elaboração: Moreno (2022)

Quanto às camadas de subsuperfície, tendo em vista o uso e o peso das camadas subjacentes, a densidade tende a aumentar, chegando ao valor máximo de 1,70 kg.dm⁻³, amostra 27, Perfil 5, na propriedade Sr. Raul (B). A densidade da partícula, por conseguinte, indica se há o predomínio de partículas minerais ou orgânicas, a depender da composição do solo e, se minerais, quais poderiam ser. Nesse caso, os valores ficaram entre 2,63 e 2,94 kg.dm⁻³, coerente com o que é esperado para os solos tropicais, com predomínio de quartzo e feldspato (FREIRE, 2006).

Tendo os valores da densidade da partícula e do solo, foi determinado o Volume Total de Poros (VTP). Essa propriedade está diretamente relacionada com a textura, formação e estabilidade dos agregados que, por sua vez, estarão presentes, mais ou menos estáveis, de acordo com a quantidade e condição de decomposição da matéria orgânica. Os microporos tendem a reter a água e os macro, destinam-se à circulação do ar e drenagem da água (RIBEIRO; OLIVEIRA; ARAÚJO FILHO, 2015). Portanto, quanto maior a densidade do solo, menor o VTP. As amostras superficiais variaram de 40 a 54%, coerente com a não compactação.

5.4 Barramentos instalados na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP

Ao utilizar técnicas de bioengenharia para a contenção de erosões, Santarosa (2014) observou que, após a instalação dessas estruturas, os processos erosivos não apresentaram alterações abruptas, enquanto que Julian, Nakata e Nunes (2016) perceberam maior crescimento da vegetação e diminuição da remoção de solo e sedimentos, mostrando que essa técnica é eficaz e estabilizadora de processos erosivos. De modo similar a esses resultados, nos barramentos instalados na propriedade do Sr. Raul (B) (FIGURAS 25 e 26), observou-se a estabilização dos processos erosivos, principalmente através do crescimento de gramíneas e da contenção de sedimentos a montante do barramento, demonstrando que as técnicas de bioengenharia são efetivas e representam um importante recurso em se tratando da contenção de processos erosivos em Antropossolos, ainda mais vulneráveis à degradação (FIGURA 27).

Figura 25. Ravina e barramento mais próximos ao córrego Primeiro de Maio, na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP



Foto: Nunes (2021)

Figura 26. Ravina e barramento à montante



Foto Moreno (2021)

Figura 27. Barramento à montante após 15 meses de instalação, destaque para o crescimento de gramíneas



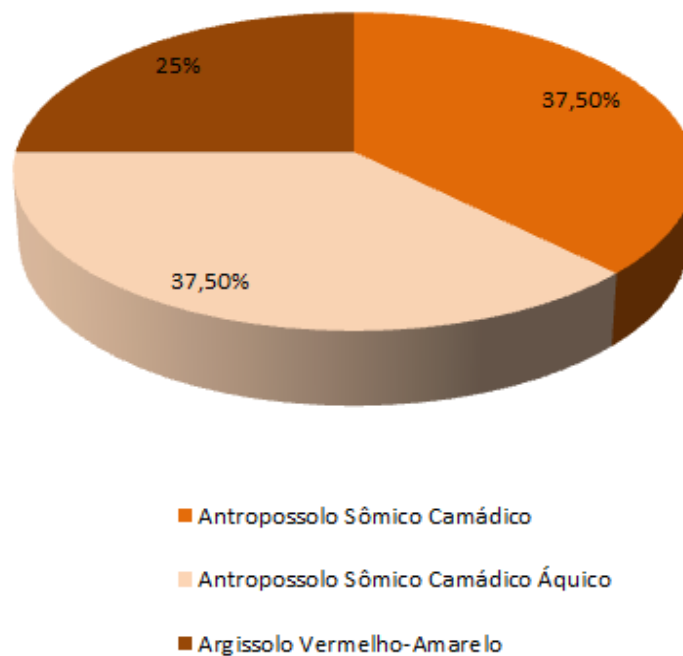
Foto: Nunes (2022)

5.5 Classificação dos Antropossolos na APA do Timburi, em Presidente Prudente/SP

Os perfis 1, 5 e 7 foram classificados como sendo Antropossolos Sômicos Camádicos, uma vez que são volumes constituídos por camadas; os perfis 2, 3 e 4 foram classificados como sendo Antropossolos Sômicos Camádicos Áquicos, já que carregam as características citadas anteriormente e, além disso, estão sujeitos à presença de aquífero freático pelo menos durante um período do ano, aspecto evidenciado pelo mosqueamento. Por fim, os perfis 6 e 8 foram classificados como sendo Argissolos Vermelho-Amarelos, típicos do município de Presidente Prudente/SP/, principalmente por apresentarem horizonte Bt.

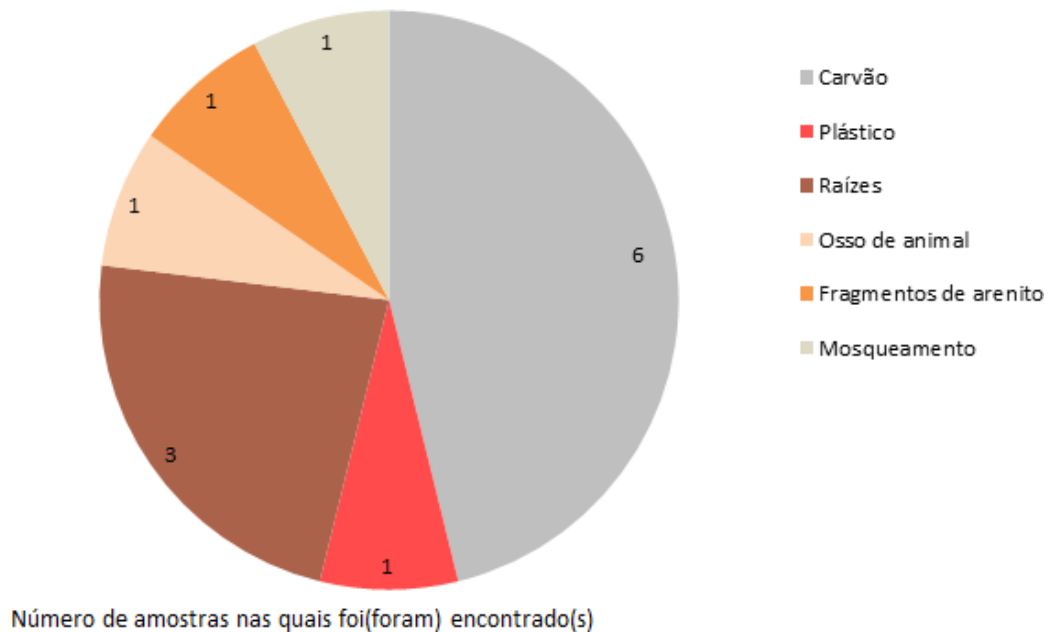
Nesse caso, 75% dos perfis analisados enquadram-se na Ordem dos Antropossolos, sendo que os 25% restantes, amostrados em área de mata, média e alta vertentes, preservam as características de solos originais (GRÁFICO 7).

Gráfico 7. Ocorrência das classes de solos nas propriedades analisadas na APA do Timburi, Presidente Prudente/SP



Cumprir destacar que nos perfis tidos como Antropossolos, por definição, foram encontrados diversos materiais antrópicos, provavelmente advindos da montante (GRÁFICO 8).

Gráfico 8. Número de amostras nas quais foram encontrados materiais incomuns ou antrópicos presentes ao longo dos perfis de Antropossolos



Elaboração: Moreno (2022)

6. CONCLUSÕES

Baseando-se na descrição morfológica e informações de campo, os solos foram classificados da seguinte forma: Perfil 1: Antropossolo Sômico Camádico; Perfil 2: Antropossolo Sômico Camádico Áquico; Perfil 3: Antropossolo Sômico Camádico Áquico; Perfil 4: Antropossolo Sômico Camádico Áquico; Perfil 5: Antropossolo Sômico Camádico; Perfil 6: Argissolo Vermelho-Amarelo; Perfil 7: Antropossolo Sômico Camádico; Perfil 8: Argissolo Vermelho-Amarelo.

As amostras de superfície apresentam indicadores químicos como MO, CO e CTC, aquém do esperado para solos agrícolas.

Não foram identificados indicativos de compactação em superfície, porém, o predomínio das classes texturais arenosa e média sugerem maior vulnerabilidade aos processos erosivos, sendo necessária a adoção de práticas conservacionistas.

A descrição morfológica demonstrou ser o procedimento adequado para a classificação dos Antropossolos.

O Antropoceno caracteriza-se por ser a Época onde os processos erosivos antrópicos ou acelerados resultam, no caso específico desta pesquisa, na formação de Antropossolos Sômicos.

No mais, cumpre esclarecer que esse trabalho foi um desdobramento da pesquisa intitulada: RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE USO SUSTENTÁVEL NO TIMBURI, MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE – SP, Processo FAPESP nº 2019/12164-4, cujo período de vigência foi de 01 de outubro de 2019 a 30 de setembro de 2021, sob coordenação do Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes, FCT/Unesp Câmpus de Presidente Prudente, a quem muito agradecemos, tendo a orientadora da proponente como parte da equipe.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A APA do Timburi aporta solos muito distintos daquilo que se esperaria originalmente. Os Antropossolos analisados a partir desta pesquisa permitem inferir que, desde a sua ocupação, a APA não contou com técnicas conservacionistas, mesmo tratando-se de uma área que, a princípio, deveria ser protegida.

Por isso, os processos erosivos são intensos e, considerando as particularidades dos fatores de formação de solo do local, bem como os compartimentos de relevo, as áreas mais altas tendem a ser erodidas, enquanto que as áreas mais baixas são sedimentadas, ambientes agradacionais.

Essa dinâmica pode dar origem a novos volumes pedológicos, como constatado nesta pesquisa. Por ter sido homologada no ano de 2019, o que é relativamente recente, a APA não possui altos níveis de visibilidade pela população do município, sendo que alguns moradores locais sequer sabem que o local onde vivem trata-se de uma Área de Preservação Ambiental. A respeito disso e a partir do momento em que a fragilidade ambiental de determinada área é diagnosticada, deve-se reunir esforços, de caráter político, acadêmico e civil, para a mitigação e estabilização de processos erosivos.

No caso da pesquisa em tela, 75% dos perfis analisados denunciam a existência de Antropossolos, volumes ainda mais vulneráveis aos quadros de degradação, evidentes na APA. Nesse ínterim, diversas ações ainda precisam ser realizadas para que a prática combine com a teoria e, através deste trabalho, buscou-se colaborar para a melhoria do atual cenário, identificando a vulnerabilidade dos perfis de Antropossolos aos processos erosivos hídricos, aplicando técnicas de bioengenharia e visando à possibilidade de novas propostas de educação ambiental, sobretudo voltadas à conscientização e autonomia dos próprios moradores da APA.

8 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. Agentes, processos e feições erosivas em voçoroca conectada à rede de drenagem do rio Coreaú, em Coreaú, Ceará. **Revista Casa da Geografia de Sobral**. Sobral/CE. v. 8/9, nº 1. p. 11-20. 2006/2007. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/105/134>. Acesso em: 05 set. 2021.
- ALMEIDA, W.; SILVA, E.; SANTOS, C. O Antropoceno registrado: estudo de caso de classificação de terreno tecnogênico por imagem orbital. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**. Sobral/CE. v. 22, n. 3. p. 102-121. 2020. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/708>. Acesso em: 15 set. 2021.
- ALVES, E. et al. Perdas de solo e distribuição do tamanho das partículas do material transportado por erosão hídrica sob cultivo de cana-de-açúcar e pastagem. **Estudos Geográficos: Revista eletrônica de Geografia**. Rio Claro/SP. v.19, n. 3. p. 109-126. 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/16138/12245>. Acesso em 05 dez. 2021.
- ANDRADE, A. G.; PORTOCARRERO, H.; CAPECHE, C. L. **Práticas Mecânicas e Vegetativas para Controle de Voçorocas**. Rio de Janeiro/RJ. EMBRAPA: Comunicado técnico 33. 2005. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/16465609.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.
- ARAÚJO, R. Caracterização e classificação de solos urbanos na cidade de Cáceres - Mato Grosso. Fortaleza/CE. **XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. p. 1-12. 11-15 jun. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338833897_CLASSIFICACAO_E_CHARACTERIZACAO_DE_PERFIL_DE_SOLO_URBANO_NA_CIDADE_DE_CACERES_MATO_GROSSO_BRASIL. Acesso em: 19 dez. 2022.
- ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Legislação prevê 12 tipos de unidades de conservação**. 2011. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=288729#:~:text=Existem%20sete%20tipos%20de%20unidades,Reservas%20Particulares%20do%20Patrim%C3%B4nio%20Natural>. Acesso em: 10 out. 2022.
- AZEVEDO, A.C.; DALMOLIN, R.S.D. **Solos e ambiente: Uma introdução**. 2.ed. Santa Maria, Pallotti, 2006. 100 p.
- BARRETTO, A. G. O. P. 2007. **História e Geografia da pesquisa brasileira em erosão do solo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Área de concentração: solos e nutrição de plantas. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-25102007-110710/publico/DissertacaoAlbertoBarretto.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.
- BINKLEY, D.; FISHER, R. F. **Ecology and Management of Forest Soils**. 4ª ed. John Wiley and Sons, Ltd. 2013. Disponível em: [https://www.agrifs.ir/sites/default/files/Ecology%20and%20Management%20of%20Forest%](https://www.agrifs.ir/sites/default/files/Ecology%20and%20Management%20of%20Forest%20Soils.pdf)

20Soils%20%7BDan%20Binkley%7D%20%5B9780470979464%5D%20%282013%29.pdf . Acesso em: 10 out. 2022.

BRANCO, P. M. **O intemperismo e a erosão**. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). 2014. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/SGB-Divulga/Canal-Escola/O-Intemperismo-e-a-Erosao-1313.html>. Acesso em: 10 out. 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Congresso Nacional, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.html. Acesso em: 10 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981**. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1981.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938compilada.htm. Acesso em: 01 set. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o Art. 225, Par. 1º, Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o sistema nacional de unidades de conservação da natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2000.

CAPECHE, L. C. et al. Degradação do solo e da água: impactos da erosão e estratégias de controle. In: TAVARES, S.; LUCENA, R. et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas: A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicações de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008, p.105-132.

CARMO, M. C. et al. Densidade e porosidade do solo em pastagem recuperada e degradada, na Amazônia Ocidental. **AGRARIAN ACADEMY**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n.9. 2018. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2018a/densidade.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

CATÃO, R. C.; SILVA, J. F. A.; GUIMARÃES, R. B. Análise da distribuição espacial das notificações de escorpiões em Presidente Prudente-SP, no ano de 2013. In: **V CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE: Geografia da saúde: ambientes e sujeitos sociais no mundo globalizado**. Manaus/AM. 2014. Disponível em: http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/raul/publica%E7%F5es_portal/debate/texto15/AN%C1LISE%20DA%20DISTRIBUI%C7%C3O%20ESPACIAL%20DAS%20NOTIFICA%C7%D5ES%20DE%20ESCORPID5ES%20EM%20PRESIDENTE%20PRUDENTE%20-%20SP%2C%20NO%20ANO%20DE%202013.pdf. Acesso em: 01 out. 2022.

CENTENO, L. et al. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**. Pelotas, v.4, n.1, p. 31-37, jul. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBES/article/view/11576/7912>. Acesso em: 25 set. 2021.

CERTINI, G.; SCALENGHE, R. Soil is the best testifier of the diachronous dawn of the Anthropocene. **J. Plant Nutr. Soil Sci.** 2021. p. 183-186. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jpln.202000481>. Acesso em: 01 out. 2022.

CHAKRABARTY, D. The Seventh History and Theory Lecture: Anthropocene Time. **History and Theory** 57, nº 1. 2018. p. 5-32.

CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE. **Mapas e informações geográficas**. Disponível em: http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/central_mapas.xhtml. Acesso em: 01 out. 2022.

CLAUDINO-SALES, V. A urgência do Antropoceno. **Rev. Geociênc. Nordeste**. Caicó/RN. v.6, n.2. 2020. p.213-222. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/22217/13480>. Acesso em: 16 set. 2021.

COELHO, H. A. O bem ambiental, sua propriedade e os tribunais de contas. **Revista TCEMG**. 2012. Disponível em: <https://revista1.tce.mg.gov.br/Content/Upload/Materia/1604.pdf>. Acesso em: 01 out. 2022.

COSTA, F. A. **Alterações das propriedades químicas e físicas do solo sob diferentes usos da terra em área fortemente degradada por erosão hídrica na bacia do córrego Água do Sousa, município de São Pedro do Turvo-SP**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia). UNESP, Câmpus de Ourinhos. 2016.

COSTA, J. S.; NASCIMENTO, G. G. **A geografia clássica no Brasil: breves considerações**. Geoconexões, vol. 1. 2019. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/geoconexoes/article/view/8747/pdf>. Acesso em: 01 out. 2022.

CRAIG, R. K. George Perkins Marsh: Anticipating the Anthropocene. **University of Utah College of Law Research Paper** Nº. 346. 2019. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3483788. Acesso em: 03 fev. 2022.

CRUTZEN, P. J., STOERMER, E. F. **The Anthropocene**. Global Change Newsletter. 2000. p. 17-18. Disponível em: <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>. Acesso em: 01 set. 2022.

CURCIO, G.; LIMA, V.; GIAROLA, N. **Antropossolos: proposta de ordem (1ª aproximação)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 49 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/311308/1/doc101.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

CURI, N. et al. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993, 90 p.

CURI, N.; KÄMPF, N. Caracterização do solo. In: KER, J. C. et al. **Pedologia: fundamentos**. Viçosa/MG: SBCS, 2015, p. 147 – 166.

DELLASSALA, D. et al. How the great acceleration is transforming the planet at unprecedented levels. In: DELLASSALA, D. A.; GOLDSTEIN, M. I. **Encyclopedia of the**

anthropocene. Amsterdã: Elsevier, 2017. p. 1-8. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=dM8mDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=the+encyclopedia+of+earth+anthropocene&ots=9JmWz3hNit&sig=eHB78QKdVOKmL6maL6QWEGm2sLM#v=onepage&q=the%20encyclopedia%20of%20earth%20anthropocene&f=false>. Acesso em: 13 set. 2021.

DEMARCHI, J. C. **Análise das propriedades físicas e químicas dos horizontes superficiais dos solos da microbacia do ribeirão São Domingos, município de Santa Cruz do Rio Pardo-SP, em diferentes tipos de uso e ocupação.** 118 p. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharel em Geografia) - UNESP/Campus Experimental de Ourinhos, UNESP, Ourinhos, 2009.

DEMARCHI, J. C. ;PIROLI, E.. Modelagem de erosão e aporte de sedimentos em bacia hidrográfica com o modelo WaTEM/SEDEM. **Revista Caminhos de Geografia.** Uberlândia, v. 21, n. 78, p. 117-137, dez. 2020. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/53059/30193>. Acesso em: 05 out. 2021.

DIAS, M. **Antropossolos: enquadramento taxonômico e implicações ambientais.** 2017. 132 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/47760/R%20-%20D%20-%20MARIANA%20ANDREOTTI%20DIAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 10 set. 2021.

DONATON, G. **Estratégias de reprodução social e econômica em pequenas unidades produtivas rurais: o caso dos Bairros Rurais 1º de maio/Timburi e Ponte Alta/córrego da Onça no município de Presidente Prudente (SP).** 2013. 112 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/6095489/Estrat%C3%A9gias_de_Reprodu%C3%A7%C3%A3o_Social_e_Economica. Acesso em: 01 out. 2022.

DUDAL, R. The sixth factor of soil formation. Institute for Land and Water Management, Belgium. **International Conference on Soil Classification**, 2004 (Russia). 2004. Disponível em: https://proprights.org/PDFs/workshop_2011/References/BAS/Soil%20References/Human%20Created%20Soils.pdf. Acesso em: 16 set. 2021.

ELLIS, E. C. Physical geography in the Anthropocene. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**, 41(5), 2017. p. 525-532. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0309133317736424>. Acesso em: 01 out. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Study finds that 30% of world soils are degraded.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/14343883/estudo-revela-que-30-dos-solos-do-mundo-estao-degradados>. Acesso em: 10 out. 2022.

FALLEIRO, R. M. et al. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:1097-1104, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/Ybs9x5Yz36mKk5TmfXwbwd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 out. 2022.

FAO & GTIS – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION.; GRUPO TÉCNICO INTERGOVERNAMENTAL DO SOLO. FAO & GTIS. **Estado mundial del recurso suelo - Resumén técnico**. Roma, Itália. 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i5126s/i5126s.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

FAO.; SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Observatório Internacional SEBRAE. **FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura**. Disponível em: <https://ois.sebrae.com.br/comunidades/fao-organizacao-das-nacoes-unidas-para-a-alimentacao-e-a-agricultura/>. Acesso em: 10 out. 2022.

FILIZOLA, H. et al. **Controle dos processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) em áreas de solos arenosos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011, 7 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53751/1/Circular22.pdf>. Acesso em: 31 out. 2021.

FRANCO, M. **Formação de ravinas: significância para a perda de solo por erosão hídrica**. 2015. 75 p. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Florestais) - Escola superior de agrária de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal. Disponível em: https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/12744/1/Franco_Maria.pdf. Acesso em: 01 dez. 2021.

FREIRE, O. **Solos das regiões tropicais**. Botucatu: FEPAF, 2006. 268 p.

FREITAS, L. et al. **Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo**. UNIMAR CIÊNCIAS-ISSN 1415-1642, Marília/SP. vol. 26, (1-2). 2017. p. 08-25. Disponível em: <http://201.62.80.75/index.php/ciencias/article/view/511/278>. Acesso em: 04 fev. 2022.

FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Área de Concentração: Produção do Espaço Geográfico. Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), Presidente Prudente/SP. 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/96735>. Acesso em: 03 set. 2021.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. Principais classes de solos do município de Presidente Prudente-SP: Identificação e caracterização. **B.goiano.geogr.** Goiânia, v. 32, n. 1, p. 45-58, jan./jun. 2012. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/view/18955>. Acesso em: 10 out. 2022.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. 1.ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2006. 8 p.

GUERRA, A. J. T. et al. Soil erosion and conservation in Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências** – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 37. 2014. p. 81-91.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO R. G. M. Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 19. 1996. Disponível em: <https://ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/1741>. Acesso em: 15 out. 2022.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. Processos Erosivos nas Encostas. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2ª ed. Rio de Janeiro/RJ, Bertrand Brasil, 1995.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. Geomorfologia do cotidiano: a degradação dos solos. **REVISTA GEONORTE**, 3(7). 2012. p. 116-135. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1906>. Acesso em: 01 out. 2022.

HERNÁNDEZ, J. L. S. El debate sobre el Antropoceno como oportunidad para repensar la Geografía y su enseñanza. **Editorial Universidade de Granada**. Vol. 60 Núm. 3 (2021), Artículos, p. 297-315. Disponível em: <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/18390>. Acesso em: 03 fev. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2021**. 2021. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2021/estimativa_dou_2021.pdf. Acesso em 02 set. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidenteprudente/panorama>. Acesso em: 31 out. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2021**. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2021/POP2021_20220905.pdf. Acesso em: 01 out. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE**. 2013.. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 31 out. 2021.

IPCC - INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 02 set. 2021.

IPT. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**: 1:500.000. São Paulo: IPT, vol. I, p.46-8; 69, 1981.

ISSBERNER, L.; LÉNA, P. Anthropocene: the vital challenges of a scientific debate. **Correio da Unesco**, v. 2, p. 7-10, abr.-jun. 2018. Disponível em: <https://en.unesco.org/courier/2018-2/anthropocene-vital-challenges-scientific-debate>. Acesso em: 10 set. 2021.

JULIAN, C.; NAKATA, A.; NUNES, J. Utilização de técnicas de bioengenharia para recuperação de focos erosivos em áreas degradadas por erosão hídrica no distrito de Amadeu Amaral, município de Marília – SP. **Anais...XIV ENEEAmb, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste**. 2016. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/eneeam2016/adc-002-4958.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

JONES, A. et al. **Soil Atlas of Africa**. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. p. 176, 2013. Disponível em: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-map-soil-atlas-africa>. Acesso em: 31 out. 2021.

KERTZMAN et al. Mapa de erosão do Estado de São Paulo. **Rev. IG**. São Paulo, Volume Especial. 1995. p. 31-36.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relações solo – planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

KLEIN, V. **Física do solo**. 2. ed. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2012, 240 p.

KNITTER, D. et al. Geography and the Anthropocene: Critical approaches needed. Progress in Physical Geography. **Earth and Environment**, 43(3). 2019. p. 451-461. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0309133319829395?casa_token=jduVppqnCsIAAAAA%3AhCDZ5LtLIJPKskBruxdwtyDT1WNATsa25k2_iKf9J5HvP5jGHd_8k2kmobw72jQpviE3AFV93qRSgc. Acesso em: 10 out. 2022.

KRAUSE, M. B. et al. O agente antrópico como formador de ambientes: química, física e classificação de antropossolos. **Physis Terrae**, vol. 3 nº. Conceitos e Métodos em Geografia Física e Ambiente. 2021. Disponível em: <https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/article/view/3262>. Acesso em: 01 out. 2022.

LADEIRA, F. S. B. A ação antrópica sobre os solos nos diferentes biomas brasileiros – terras indígenas e solos urbanos. **Revista Entre-Lugar**, 3(6). 2012. p. 127-139. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/2450>. Acesso em: 01 out. 2022.

LEPSCH, I. F. **19 lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de textos. 2010.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. (Trad. e adap). 2 ed., rev. e ampl. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p. Disponível em: <https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/04/Manual-Internacional-de-Fertilidade-do-Solo.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

LUZ, M. P. et al. Estado da Arte das Técnicas de Bioengenharia de Solos para Controle de Erosões utilizando Geossintéticos. In: **XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas, IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens, VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens**. 2020. Campinas/SP. Disponível em:

https://web.archive.org/web/20220819232654id_/https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/ramseg.2022.0790.pdf. Acesso em: 19 dez. 2022.

MACEDO, M.; KICHEL, A.; ZIMMER, A. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Embrapa gado de corte. 2000. p. 1-4. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104646/1/Degradacao-e-alternativas.pdf>. Acesso em: 03 set. 2021.

MAGESHEN, V. R.; RAMAIYER, L.; MEENA, S. **Transition of Natural Pedology into Man Made Anthropogenesis through Anthropocene Epoch - a review**. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mageshen-Vr/publication/358159033_Transition_of_Natural_Pedology_into_Man_Made_Anthropogenesis_through_Anthropocene_Epoch_-_A_review/links/61f39bdc8d338833e39d8c08/Transition-of-Natural-Pedology-into-Man-Made-Anthropogenesis-through-Anthropocene-Epoch-A-review.pdf. Acesso em: 01 out. 2022.

MAIA, C. M.; PARRON, L. M. Matéria orgânica como indicador de qualidade do solo e da prestação de serviços ambientais. In: PARRON, L. M. et al. **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Embrapa Florestas. Brasília/DF, 2015. 372p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1024082>. Acesso em: 10 out. 2022.

MALHI, Y. The concept of Anthropocene. **Annual Review of Environment and Resources**, 42. p. 77-104. 2017. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-environ-102016-060854>. Acesso em: 04 fev. 2022.

MALM, A. The View from Dominica: anthropocene or capitalocene? **Correio da Unesco**. v. 2, p. 23-25, abr.-jun. 2018. Disponível em: <https://en.unesco.org/courier/2018-2/view-dominica-anthropocenecapitalocene>. Acesso em: 10 set. 2021.

MANZATTO, C.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. (ed). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa solos. 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/328096/uso-agricola-dos-solos-brasileiros>. Acesso em: 30 ago. 2021.

MARCHESAN, A. M. M. As mudanças climáticas no antropoceno. Do negacionismo à construção do princípio da preservação da integridade do sistema climático. In: MALDONADO, E; CAFRUNE, M; DERMMAM, M. (Orgs). **Direitos da natureza, extrativismo e litigância climática**. Rio Grande, RS: Ed. da FURG, 2022. 380 p. Disponível em: <https://repositorio.furg.br/handle/1/10538>. Acesso em: 01 set. 2022.

MONASTERSKY, R. Anthropocene: The Human Age. **Nature**, 519. 2015. p. 144-147.

MOREIRA, E. S. **Elaboração de bases cartográficas como subsídio para implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas na Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi, município de Presidente Prudente/SP**. Monografia (Bacharel em Geografia). Curso de Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, da UNESP/Campus de Presidente Prudente. 2021. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/210888/moreira_es_tcc_prud.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Acesso em: 01 out. 2022.

MOREIRA, E. S. et al. Análise da ocorrência de feições erosivas lineares na Área de Proteção Ambiental (APA) do Timburi, Presidente Prudente (SP). **GEOGRAFIA**, v. 45, n. 1, 2020.

MORMUL, N. M.; ROCHA, M. M. Breves considerações acerca do pensamento geográfico: elementos para análise. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, vol. 17, n. 3, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/7916/pdf>. Acesso em: 01 out. 2022.

MOURA, A. M. M. Trajetória da política ambiental federal no Brasil. In: MOURA, A. M. M. (Org.). **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2016. 352 p. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160719_governanca_ambiental.pdf. Acesso em: 10 out. 2022.

MUNIZ, J. et al. Uso de pedra de gabião para contenção de erosão. **Anuário de produções acadêmico-científicas dos discentes da Faculdade Araguaia**. Sistema Integrado de Publicações Eletrônicas da Faculdade Araguaia – SIPE v.4. p. 75-82. 2015. Disponível em: <https://www.fara.edu.br/sipe/index.php/anuario/rt/metadata/788/0>. Acesso em: 18 dez. 2022.

MYSCZAK, L.; PAULA, E. Aplicação da proposta de ordem dos Antropossolos no bairro do ganchinho - Curitiba/PR. **Revista Brasileira de Cartografia**. Rio de Janeiro. nº 69/9. 2017. p. 1783-1798. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44091/23316>. Acesso em: 15 set. 2021.

NUNES, J. O. R. **Recuperação de áreas degradadas da área de proteção ambiental de uso sustentável no Timburi, município de Presidente Prudente/SP**. Presidente Prudente: FAPESP, 2019.

OLIVEIRA, F.; SANTOS, R.; ARAÚJO, R. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. **Rev. Bras. de Iniciação Científica (RBIC)**, Itapetininga, v. 5, n.3, p. 60-83, abr./jun., 2018. Disponível em: <https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/699>. Acesso em: 31 out. 2021.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A cada 5 segundos, mundo perde quantidade de solo equivalente a um campo de futebol**. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/12/1696801>. Acesso em: 10 out. 2022.

PÁDUA, J. Vivendo no antropoceno: incertezas, riscos e oportunidades. In. MUSEU DO AMANHÃ. **De onde viemos? Quem somos? Onde estamos? Para onde vamos?** Rio de Janeiro: Museu do amanhã, 2015, p. 60 – 66. Disponível em: https://museudoamanha.org.br/livro/Livro_Mda_DIGITAL_PORTUGUES.pdf. Acesso em: 30 ago. 2021.

PELOGGIA, A. U. **Delineação e aprofundamento temático da geologia do tecnógeno no município de São Paulo** (As consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana). Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica. Universidade de São Paulo (USP) - Instituto de Geociências. São Paulo. 1996. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-03102014-100328/publico/Peloggia_Doutorado.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

PELOGGIA, A. U. **O que produzimos sob nossos pés? Uma revisão comparativa dos conceitos fundamentais referentes a solos e terrenos antropogênicos**. Revista UNG – Geociências, Guarulhos-SP, v. 16, n. 1, p. 102-127, 2017. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/2956/2155>. Acesso em: 18 dez. 2022.

PEREIRA, C. S. **Agricultura, abastecimento e consumo na aglomeração urbana de Presidente Prudente-SP**. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), campus de Presidente Prudente. 2020. 276 p. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/193344>. Acesso em: 01 out. 2022.

PEREIRA, M. G. et al. Formação e caracterização de solos. In: TULLIO, L. (Org.). **Formação, classificação e cartografia dos solos**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. cap. 1, p. 1-20. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1112549>. Acesso em: 10 out. 2022.

PES, L.; GIACOMINI, D. **Conservação do solo**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Colégio Politécnico. Rede e-Tec Brasil. Santa Maria/RS, 2017. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/342/2020/04/CONSERVA%C3%87%C3%83O-DO-SOLO.pdf>. Acesso em: 02 set. 2021.

PESSOA JÚNIOR et al. Terra Preta de Índio na região amazônica. **Scientia Amazonia**, v. 1, n.1. 2012. p. 1-8. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263654931_TERRA_PRETA_DE_INDIO_NA_REGIAO_AMAZONICA. Acesso em: 15 set. 2021.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução do uso da terra e seus impactos sobre a infiltração de água em microbacias hidrográficas**. In: ROSALEN, D. L; FURLANI, C. E. A; DE FARIA, R. T. (Org.) Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA. 1ed. Jaboticabal: SBEA, 2014, v.1, p.1-8.

PONTE, F.; SZLAFSZTEIN, C. Uma interpretação geográfica conectada ao Antropoceno. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 70. Uberlândia/MG, 2019. p. 347-366.

PRIMAVESI, A. M. **Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio**. 2. ed. São Paulo/SP: Expressão Popular, 2016, 205 p.

RAIJ, B. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2. ed. Instituto da Potassa & Fosfato (EUA) e Instituto Internacional da Potassa (Suíça). Piracicaba, 1983. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/480310>. Acesso em: 20 out. 2022.

RICARDI, A. **Variabilidade espacial e temporal da erosividade das chuvas (EI30) no Estado de São Paulo, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Especialidade: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais. Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Câmpus de Ilha Solteira/SP. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/202758>. Acesso em: 12 set. 2021.

RICHTER, D. Game Changer in Soil Science: The Anthropocene in soil science and pedology. **J. Plant Nutr. Soil Sci.** Duke University, USA. 2020. p. 5-11. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jpln.201900320>. Acesso em: 01 set. 2022.

RICHTER, D. et al. Soil in the Anthropocene. **IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science** 25, 2015. Disponível em:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/25/1/012010/pdf>. Acesso em: 01 out. 2022.

RIBEIRO, K. D. et al. Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, seis classes de solos na região de Lavras-MG. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 4, 2007. p. 1167-1175. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cagro/a/6dMcQxC43F8tMMKfrWkBXw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 out. 2022.

RIBEIRO, L. F. B. Processos exógenos na elaboração do relevo. In: HACKSPACHER, P. C. (Org.). **Dinâmica do relevo: quantificação dos processos formadores**. São Paulo: Editora Unesp, 2011, p. 53-86. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/113674/ISBN8539301973.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 fev. 2021.

RIBEIRO, M.; OLIVEIRA, L.; ARAÚJO FILHO, J. Caracterização morfológica do solo. In: KER, J. C. et al. **Pedologia: fundamentos**. Viçosa: SBCS, 2015, p. 47-79.

ROLIM, G. S. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo**.

Bragantia, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/brag/a/NpCWHvyYzzHDFTp6LVyGg5g/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 dez. 2022.

RONQUIM, C.C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas/SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/882598>. Acesso em: 10 out. 2022.

ROSS, J.; MOROZ, I. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista Do Departamento De Geografia**, 10, p. 41-58. 1997. Disponível em:

<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53703>. Acesso em: 31 out. 2021.

RUBIRA, F. G. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espços livres e degradação ambiental/impacto ambiental. **Caderno de Geografia**. Belo Horizonte, v. 26, n. 45, p. 134 – 150, jan. – abr. 2016. Disponível em:

<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/P.2318-2962.2016v26n45p134>. Acesso em: 05 fev. 2021.

SÁ, A. C. N. **Influência da variabilidade espacial dos atributos do solo nos processos de erosão hídrica no semiárido paraibano.** Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental). Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - Universidade Federal de Campina Grande/PB. 2018. Disponível em:

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/26017/3/ANA%20CEC%c3%8dLIA%20NOVAES%20DE%20S%c3%81%20-%20TCC%20%20ENGENHARIA%20AMBIENTAL%202018..pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

SANTAROSA, L. **Caracterização física dos solos degradados por erosão hídrica e implantação de técnicas de recuperação no assentamento rural Nova Esperança, município de Euclides da Cunha Paulista/SP.** (2014) Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) - UNESP - Câmpus de Ourinhos. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/156182/000891482.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 31 out. 2021.

SANTOS, H. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5 ed. Brasília: Embrapa, 2018, 356 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1094003> Acesso em: 05 nov. 2021.

SANTOS, R. (Org.). **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007. 192 p. Disponível em:

<https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/vulnerabilidade-ambiental-desastres-naturais-ou-fenomeno-s-induzidos.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 6. ed. Viçosa: UFV, 2013.

SCHOLES, L. et al. Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. **IPBES** secretariat. Bonn, Germany. 44 p. Disponível em: https://www.fs.usda.gov/research/publications/misc/94550_2018_scholes.pdf. Acesso em: 05 out. 2022.

SOUZA, E. D. Matéria orgânica do solo em sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil. In: SOUZA E. D et al. **Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil.** Tubarão: Copiart, 2018. p. 107-122.

SILVA, A. **La materia organica del suelo.** Biblioteca Fagro. Disponível em:

<http://bibliofagro.pbworks.com/w/page/31513692/%C2%A1Bienvenidos%21>. Acesso em: 10 out. 2022.

SILVA, M. et al. Indicadores químicos e físicos de qualidade do solo. **Brazilian Journal of Development.** Curitiba, v. 6, n. 7, p. 47838-47855, jul. 2020. Disponível em:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13360/11223>. Acesso em 07 out. 2021.

SILVA, M. S. L. **Estudos da erosão.** CPATSA - Embrapa. Petrolina/PE. 1995. 20 p.

Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/133340>. Acesso em: 10 out. 2022.

SILVA, C.; ARBILLA, G. Antropoceno: os desafios de um novo mundo. **Rev. Virtual Quim.**, 2018, 10 (6), p. 1619-1647. Disponível em: http://rvq.sbgq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=883. Acesso em: 09 set. 2021.

SILVA, G. H. P.; BRANCHI, B. A. A contribuição da política ambiental brasileira na proteção das áreas de conservação urbanas. **Revista Cerrados** (Unimontes), vol. 19, nº 1. 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5769/576966613008/movil/>. Acesso em: 10 out. 2022.

SMA - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. **Classificação climática de Koeppen do Estado de São Paulo**. Fundação ABC. Disponível em: https://sma.fundacaoabc.org/climatologia/classificacao_climatica/sao_paulo. Acesso em: 31 out. 2021.

STEFANOSKI, D. C. et al. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12. 2013. p. 1301-1309. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Kqq4dHBX4yfnxwWFTpqBVzb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 out. 2022.

SUERTEGARAY, D. M. A. Debates contemporâneos: Geografias ou geografia? Fragmentação ou totalização? **GEOgraphia**. Niterói, Universidade Federal Fluminense, vol.19, nº 40. 2017. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13815/9016>. Acesso em: 01 out. 2022.

TAVARES FILHO, J. O papel das características e propriedades físicas nas perdas de solo-água e nutrientes por erosão devida ao cultivo do solo. **Semina**. 8(1). 1987. p. 42-47.

TEIXEIRA, N. C.; GUIMARÃES, C. D. C. **Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil**. UFSJ/MG. 2012. 14 p. Disponível em: http://www.iptan.edu.br/publicacoes/saberes_interdisciplinares/pdf/revista10/METODOS_DE_CONTENCAO.pdf. Acesso em: 17 fev. 2022.

TEIXEIRA, R. C. et al. Solos Antropogênicos: solos decorrentes da ação humana em perspectiva ao Antropoceno. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Vol.15, n. 01. 2022. p. 107-122.

TERRACAP - Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal. **Estudo de Impacto Ambiental**. Setor Habitacional Arniqueira. Planos e Programas de Monitoramento Ambiental Plano de Recuperação de Áreas Degradadas Volume IV/V. Topocart ambiental. 2018. Disponível em: <https://www.terracap.df.gov.br/index.php/component/attached/?task=download&id=6655>. Acesso em: 10 out. 2022.

THOMAZ, E.; ANTONELI, V. Erosão e degradação do solo em área cultivada com erva-mate (*Ilex paraguariensis*), Guarapuava-PR. **Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 21-30. 2008.

TOGNON, A. A. **Propriedades físico-hídricas do Latossolo Roxo da região de Guaíra/SP sob diferentes sistemas de cultivo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Área de concentração: Solos e nutrição de plantas, ESALQ/USP. Piracicaba, 1991. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-20191108-120755/publico/TognonAntonioAntenor.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

TRISCHLER, H. **The Anthropocene**. N.T.M. 24, 309–335 (2016). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00048-016-0146-3#citeas>. Acesso em: 01 out. 2022.

VALLE JUNIOR, R. F. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Universidade Estadual Paulista.

VITTE, A. C.; SILVEIRA, R. W. D. Considerações sobre os conceitos de natureza, espaço e morfologia em Alexander von Humboldt e a gênese da geografia física moderna. **História, Ciências, Saúde**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 607-626. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/yv554GBmwcHWDdwJnBnKWFS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 out. 2022.

YIN, Z.; CHANG, J.; HUANG, Y. Multiscale Spatiotemporal Characteristics of Soil Erosion and Its Influencing Factors in the Yellow River Basin. **Water**, 14 (17), 2658. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/17/2658>. Acesso em: 01 out. 2022.

YOSHIOKA, M. H.; LIMA, M. R. **Experimentoteca de solos: pH do solo**. Projeto Solo na Escola – Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. 2005. Disponível em: http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/arquivos/File/atividades_experimentais/87ph_solo.pdf. Acesso em: 10 out. 2022.

ZALAMENA, J. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do Planalto-RS**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Área de Concentração: Processos Físicos e Morfogenéticos do Solo. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS). 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5560/ZALAMENA%2c%20JOVANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 out. 2022.