

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA TERRA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

LAÍS RIO CARDOSO

**DEPÓSITOS ANTROPOGÊNICOS RELACIONADOS AO CICLO DO CAFÉ NO MÉDIO  
VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL (RJ): CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR**

Rio de Janeiro  
2022

**Laís Rio Cardoso**

**DEPÓSITOS ANTROPOGÊNICOS RELACIONADOS AO CICLO DO CAFÉ NO MÉDIO  
VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL (RJ): CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR**

Trabalho Final de Curso de Graduação em  
Geologia do Instituto de Geociências,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ,  
apresentado como requisito necessário para  
obtenção do grau de Geólogo.

Orientador: Renato Rodriguez Cabral Ramos

Rio de Janeiro  
2022

RIO, Laís

**Depósitos Antropogênicos Relacionados ao Ciclo do Café no Médio Vale do Rio Paraíba Do Sul (RJ): Caracterização Preliminar** / Laís Rio Cardoso - - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2022.

85 p.: il.; 30cm

Trabalho Final de Curso (Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2022.

Orientador: Renato Rodriguez Cabral Ramos

1. Geologia. 2. Sedimentologia e Estratigrafia – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Renato Rodrigues Cabral Ramos. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia. III. Depósitos Antropogênicos Relacionados ao Ciclo Do Café no Médio Vale Do Rio Paraíba Do Sul (RJ): Caracterização Preliminar.

Laís Rio Cardoso

**DEPÓSITOS ANTROPOGÊNICOS RELACIONADOS AO CICLO DO CAFÉ NO MÉDIO  
VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL (RJ): CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR**

Trabalho Final de Curso de Graduação em  
Geologia do Instituto de Geociências,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ,  
apresentado como requisito necessário para  
obtenção do grau de Geólogo.

Orientador: Renato Rodriguez Cabral Ramos (MN/UFRJ)

Aprovada em:     /     /

Por:

---

Orientador: Dr. Renato Rodriguez Cabral Ramos (MN/UFRJ)

---

Dra. Kátia Leite Mansur (IGEO/UFRJ)

---

Me. Ricardo Vaz Leite

*“Somos filhos da época  
e a época é política.”*

*Wisława Szymborska*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Rio de Janeiro e aos trabalhadores do Instituto de Geociências e Departamento de Geologia – todos, direta ou indiretamente, foram essenciais para a realização desta monografia. Dentre estes, destaco o corpo docente do Departamento, por todos os ensinamentos e o despertar para uma visão de mundo que só essa ciência é capaz de proporcionar.

Ao meu orientador, Prof. Renato R. Cabral Ramos, por abraçar a ideia de um tema distinto do usual com muito entusiasmo. Muito obrigada pelo suporte ao longo deste trabalho e por todo o conhecimento transmitido. Você foi uma parte fundamental da minha formação enquanto geóloga.

Ao geólogo Ricardo Leite, pelo apoio durante os trabalhos de campo. Obrigada pelas discussões e hospitalidade.

À minha família, por me incentivar desde sempre a buscar conhecimento e evolução. A Laís geóloga e futura mestranda não existiria se não fossem vocês. Em especial, Irene Rio e Antônia Rio, por todo o amor e suporte.

Às minhas companheiras de casa, minha segunda família: Aryane Barreiros, Mayara Vargas, Vitória Siqueira (e nossa agregada, Raphaela De Negri), obrigada por serem acolhimento ao longo de grande parte dos meus anos de graduação. Seguiremos vibrando pelas conquistas umas das outras.

Aos meus amigos da turma de 2016 por terem partilhado essa jornada e a tornado mais leve e feliz.

Por fim, aos que lutam por uma sociedade com acesso universal à educação.

## RESUMO

RIO, Laís. **Depósitos Antropogênicos Relacionados ao Ciclo Do Café no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ): Caracterização Preliminar**. 2022. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

As mudanças climáticas em curso trouxeram para foco a capacidade humana de promover transformações ambientais profundas, dentre elas, a mudança no uso da terra, que modifica as camadas superiores da litosfera e induz processos de formação de terrenos antropogênicos. Um dos precedentes possíveis para estes processos é a ocorrência de crises ambientais resultantes de períodos históricos longevos – como a colonização, no caso do Brasil. Diante disso, o objetivo deste estudo é discutir os potenciais impactos do Ciclo do Café no registro geológico e nas feições geomorfológicas no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, bem como analisar os depósitos antropogênicos possivelmente decorrentes desse período histórico, identificados em campo na região. Desta maneira, o estudo contribui para a participação das Ciências da Terra no debate sobre o Antropoceno e aborda o colonialismo como o fenômeno que inaugura as transformações ambientais antropogênicas na região. Após levantamento bibliográfico e trabalhos de campo, nos quais foram realizadas prospecções com uma cavadeira, com consequente descrição do material sedimentar, os depósitos foram classificados de acordo com sua gênese e tipo (classificação de depósitos antropogênicos) e interpretados com relação ao Ciclo do Café (depósitos concomitantes ou posteriores a este ciclo econômico). Além disso, também foram confeccionados perfis sedimentográficos. Os resultados indicam que os depósitos dos locais estudados foram gerados em um processo erosivo-deposicional intenso, proveniente de ação humana nos principais ciclos econômicos naquela região. Dentre as características geomorfológicas, estão os fundos de vale assoreados, as ravinas e deslizamentos nas vertentes e as rampas de alúvio-colúvio. Quanto às características sedimentológicas, destacam-se a textura arenosa predominantemente grossa e imatura (grãos angulosos, presença de lama), marcadores como fragmentos de carvão e restos de gramíneas e possível nível basal discordante, formado por seixos. As características encontradas a partir de tal análise preliminar reforçam a hipótese inicial do estudo ao confirmar que o Ciclo do Café gerou depósitos antropogênicos identificáveis e mapeáveis na região, que podem constituir uma aloformação.

**Palavras-chave:** Antropoceno; Ciclo do Café; Depósitos Antropogênicos; Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.

## ABSTRACT

RIO, Laís. **Anthropogenic Deposits Related to the Coffee Cycle in the Middle Valley of the Paraíba Do Sul River (RJ): Preliminary Characterization.** 2022. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The ongoing climate changes have brought into focus the human capacity to promote profound environmental changes, among them, the change in land use, which modifies the upper layers of the lithosphere and induces processes of formation of anthropogenic terrains. One of the possible precedents for these processes is the occurrence of environmental crises resulting from long historical periods – such as colonization, in the case of Brazil. Therefore, the objective of this study is to discuss the potential impacts of the Coffee Cycle on the geological record and on the geomorphological features in the Middle Valley of the Paraíba do Sul River, as well as to analyze the anthropogenic deposits possibly resulting from this historical period, identified in fieldwork. In this way, the study contributes to the participation of Earth Sciences in the debate on the Anthropocene and addresses colonialism as the phenomenon that inaugurates anthropogenic environmental transformations in the region. After a bibliographic survey and fieldwork, in which prospections were carried out with a hand digger, with consequent description of the sedimentary material, the deposits were classified according to their genesis and type (classification of anthropogenic deposits) and interpreted in relation to the Coffee Cycle (deposits concomitant or subsequent to this economic cycle). In addition, sedimentographic profiles were also made. The results indicate that the deposits of the studied sites were generated in an intense erosive-depositional process, originating from human action in the main economic cycles in the region. Among the geomorphological features are the silted valley bottoms, the ravines/slides on the slopes and the alluvium-colluvium ramps. As for the sedimentological characteristics, the predominantly coarse and immature sandy texture (angular grains, presence of muddy matrix), markers such as coal fragments and grass remains and possible discordant basal level, formed by pebbles, stand out. The characteristics found from such preliminary analysis reinforce the initial hypothesis of the study by confirming that the Coffee Cycle generated identifiable and mappable anthropogenic deposits in the region, which may constitute an alloformation.

**Keywords:** Anthropocene; Coffee Cycle; Anthropogenic Deposits; Middle Paraíba do Sul River Valley.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vertente norte do vale do Rio Pirapetinga. Exemplo de encosta com sulcos remanescentes de antigos Cafezais .....	19
Figura 2: Método de prospecção, utilizando uma cavadeira manual .....	19
Figura 3: Ilustração cronológica da proposta conceitual de Ter-Stepanian (Fonte: Ter-Stepanian, 1988 <i>apud</i> Oliveira <i>et al.</i> , 2005) .....	22
Figura 4: Tabela cronoestratigráfica do Quaternário como atualmente definida pelo Grupo de Trabalho do Antropoceno (Fonte: Zalasiewicz <i>et al.</i> , 2017) .....	25
Figura 5: O ciclo geológico antropogênico. Fonte: Peloggia (2019) .....	28
Figura 6: Formas de relevo e paisagem antropogênica. Fonte: Peloggia <i>et al.</i> (2014) .....	33
Figura 7: Trabalhadores e trabalhadoras escravizados em colheita de café (1882, fotografia de Marc Ferrez). Observar as leiras de cafezais plantadas ao longo da maior declividade da encosta, o que produziu intensa erosão ainda nos primeiros anos de cultivo. Fonte: Coleção Gilberto Ferrez (Instituto Moreira Salles) .....	39
Figura 8: Colheita do café no Vale do Paraíba (década de 1880, fotografia de Marc Ferrez), observando-se a disposição dos pés de café e o “carreador” utilizado para escoar os grãos em lombo de burros. Fonte: Coleção Thereza Cristina, Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro .....	40
Figura 9: Fazenda Cataguá (pintura de Johann Georg Grimm), mostrando a paisagem do ciclo cafeeiro. Observar na colina a direita o que parece ser um cafezal já degradado, plantado segundo o método antigo, cortado por um “carreador”. Fonte: Novaes (2009) .....	40
Figura 10: Bloco-diagrama esquemático do regime hidrológico e dos processos geomorfológicos associados ao ambiente florestal e de cafezais. Fonte: Dantas & Coelho Netto (2018) .....	41
Figura 11: Localização dos pontos estudados com relação ao Rio Paraíba do Sul e cidades próximas (Resende, para os pontos 1 a 4; Barra Mansa, para os pontos 5 e 6). Os pontos em amarelo (canto superior esquerdo) estão localizados na bacia do Rio Pirapetinga, enquanto os pontos em roxo (centro inferior) estão na bacia do Córrego do Cafundó .....	43
Figura 12: Localização da área de estudo, destacando as bacias sedimentares cenozoicas, a principal via de acesso e as drenagens principais. 1 –Rio de Janeiro, 2- Barra Mansa, 3 – Volta Redonda, 4 – Pinheiral, 5 – Barra do Piraí, 6 – Itatiaia, 7 – Resende, 8 – Quatis, R – bacia sedimentar de Resende, VR – bacia sedimentar de Volta Redonda. Fonte: Braga (2011) .....	44
Figura 13: Mapa de distribuição dos riftes do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil (SRCSB): (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira, e (D) Marítimo. Fonte: Zalán & Oliveira (2005) .....	45
Figura 14: Localização da bacia hidrográfica do rio Pirapetinga. Fonte: Leite (2021) .....	47
Figura 15: Mapa mostrando a bacia do Córrego do Cafundó (centro), Rio do Bananal (direita), e localização do ponto estudado (círculo vermelho). Fonte: Folha Rialto, Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG, 1981) .....	48
Figura 16: Geomorfologia do ponto 1, situado em uma rampa de alúvio-colúvio próxima à uma cabeceira de drenagem .....	50
Figura 17: Visão do ponto 1, imagem com ilustração em amarelo demonstrando o padrão de marcas resultantes da pecuária no relevo .....	51
Figura 18: Local de prospecção com a cavadeira no ponto 1 .....	51
Figura 19: Perfil sedimentográfico da prospecção do ponto 1 .....	52
Figura 20: Sedimentos retirados da escavação no ponto 1 .....	53
Figura 21: Raspagem e prospecção do ponto 1, próximo ao Rio Pirapetinga .....	54
Figura 22: Raspagem realizada em local inferior na rampa de alúvio-colúvio do ponto 1 .....	54

Figura 23: Detalhe da área de raspagem, observando-se carvões dispersos em areia fina bem selecionada, lamosa, de coloração marrom médio .....	55
Figura 24: Margem esquerda do Rio Pirapetinga. Depósito areno-lamoso de planície de inundação acima de pacote conglomerático de antigo canal .....	55
Figura 25: Deslizamento próximo ao ponto 2, produzido durante forte chuva que atingiu a região em janeiro de 2022 .....	56
Figura 26: Perfil sedimentográfico da prospecção do ponto 2 .....	57
Figura 27: Perfil sedimentográfico da prospecção do ponto 3 .....	58
Figura 28: Prospecção com a cavadeira no ponto 3 .....	59
Figura 29: Fragmento de gnaiss encontrado na prospecção do ponto 3 .....	59
Figura 30: Deslizamento de janeiro de 2022 próximo ao terraço fluvial do ponto 4.....	60
Figura 31: Afloramento do ponto 4, observando-se contraste entre sedimentos areno-lamosos abaixo (depósito típico de planície de inundação) e sedimentos arenosos mais escuros acima.....	61
Figura 32: Perfil sedimentográfico do ponto 3 .....	61
Figura 33: Visão para o fundo de vale onde estão localizados os pontos 5 e 6, cercados por antigos cafezais cujos sulcos não foram totalmente obliterados .....	62
Figura 34: Local onde a prospecção com a cavadeira foi realizada, no sopé de encosta onde os sulcos dos antigos cafezais ainda são visíveis .....	63
Figura 35: Amostra do nível mais raso da prospecção realizada, com carvão disseminado e bioturbação por raízes .....	63
Figura 36: Amostra do nível mais raso da prospecção realizada, com carvão disseminado e folhas de grama .....	64
Figura 37: Perfil sedimentográfico da prospecção do ponto 5 .....	64
Figura 38: Contexto de fundo de vale do ponto 6 (lado esquerdo da imagem corresponde a encosta sul). Observar o intenso assoreamento dessa drenagem tributária do Córrego do Cafundó, decorrente da erosão das encostas adjacentes devido ao ciclo do café e, posteriormente, à pecuária extensiva .....	65
Figura 39: Amostra da intercalação de níveis de lama orgânica com areia média lamosa .....	66
Figura 40: Amostra de camada de areia que se intercala com níveis lamosos orgânicos, observando-se restos vegetais preservados (folhas de gramíneas) .....	66
Figura 41: Amostra de areia muito grossa, angulosa, lamosa, orgânica, com carvão na forma de talos .....	67
Figura 42: Perfil sedimentográfico da prospecção do ponto 6 .....	67
Figura 43: Fotografia do interior da escavação, na qual há diversos pontos pretos (carvão) que podem ser identificados principalmente ao fundo e na lateral direita .....	68
Figura 44: Evolução das vertentes em um contexto de mudança de uso de terra para plantio de café, especificamente uma seção na bacia do ribeirão do Rato no Noroeste do Paraná. I – Condições naturais; II – Intenso desmatamento seguido de plantio de café; III – O café, erradicado pela infertilidade do solo, foi substituído por pastagens. Fonte: modificado de Bittencourt (1978) .....	73
Figura 45: Talvegue assoreado em afluente da margem esquerda do Córrego do Cafundó (pontos 5 e 6), observando-se o relevo plano, embrejado, de depósito aluvial induzido pela erosão das encostas adjacentes e a montante. As anotações dizem respeito à classificação da paisagem antropogênica .....	75
Figura 46: Diversos deslizamentos atuais no vale do Rio Pirapetinga, processo que ocorre de forma mais intensa desde o Ciclo do Café .....	76
Figura 47: Comparação entre os perfis sedimentográficos realizados neste trabalho .....	77

Figura 48: Perfil geológico de depósito antropogênico na bacia do Rio Una, relacionado ao ciclo do café no Vale do Paraíba. Fonte: Peloggia (2015) .....78

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação de terrenos tecnogênicos inicialmente proposta por Peloggia <i>et al.</i> (2014), com colaborações posteriores. Fonte: Peloggia (2017) .....	29
Quadro 2: Proposta para classificação genética integrada de tipos de terrenos tecnogênicos. Fonte: adaptado de Peloggia <i>et al.</i> (2014) .....	31
Quadro 3: Tabela comparativa dos resultados dos pontos 1 a 3, indicando bacia, feição geomorfológica, resultado sedimentológico, interpretação com relação ao ciclo do café, justificativa para as interpretações e o tipo de depósito segundo Peloggia (2017) .....	69
Quadro 4: Tabela comparativa dos resultados dos pontos 1 a 3, indicando bacia, feição geomorfológica, resultado sedimentológico, interpretação com relação ao ciclo do café, justificativa para as interpretações e o tipo de depósito segundo Peloggia (2017) .....	70

## LISTA DE SIGLAS

AWG	<i>Anthropocene Working Group</i> / Grupo de Trabalho sobre o Antropoceno
GEE	Gases de Efeito Estufa
GSSP	<i>Global Boundary Stratotype Section and Point</i>
RCSB	<i>Rift</i> Continental do Sudeste do Brasil
SRCSB	Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 Objetivos.....	16
1.2 Justificativa.....	16
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
2.1 Campo.....	18
2.2 Escritório .....	20
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
3.1 Antropoceno .....	21
3.2 Depósitos Antropogênicos.....	27
3.3 Ciclo do Café.....	35
<b>4 ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>43</b>
4.1 Bacia do Rio Pirapetinga .....	46
4.2 Bacia do Córrego do Cafundó .....	48
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
5.1 Resultados.....	49
<b>5.1.1 Ponto 1 .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1.2 Ponto 2 .....</b>	<b>56</b>
<b>5.1.3 Ponto 3 .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1.4 Ponto 4 .....</b>	<b>60</b>
<b>5.1.5 Ponto 5 .....</b>	<b>62</b>
<b>5.1.6 Ponto 6 .....</b>	<b>65</b>
5.2 Discussão .....	69
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>80</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o grupo de trabalho sobre o Antropoceno (*Anthropocene Working Group - AWG*) da Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário (IUGS - União Internacional de Ciências Geológicas), o Antropoceno é definido como:

“[...] o intervalo de tempo presente no qual muitas condições e processos geológicos significativos são profundamente alterados pelas atividades humanas. Estes incluem: aumento da ordem de grandeza na erosão e transporte de sedimentos associados à urbanização e agricultura; perturbações antropogênicas acentuadas e abruptas dos ciclos de elementos como carbono, nitrogênio, fósforo e vários metais, juntamente com novos compostos químicos; mudanças ambientais geradas por essas perturbações, incluindo aquecimento global, aumento do nível do mar, acidificação dos oceanos e propagação de “zonas mortas” oceânicas; mudanças rápidas na biosfera tanto em terra quanto no mar, como resultado da perda de habitat, predação, explosão de populações de animais domésticos e invasões de espécies; e a proliferação e dispersão global de muitos novos “minerais” e “rochas”, incluindo concreto, cinzas volantes e plásticos, e a miríade de “tecnofósseis” produzidos a partir desses e de outros materiais.” (ZALASIEWICZ *et al.*, 2017)

Esse conceito foi inicialmente introduzido por Paul Crutzen em 2000 e é discutido por diversas áreas do conhecimento, sendo especialmente adotado por especialistas no campo denominado Mudança Global (*Global Change*) como, por exemplo, Rockström *et al.* (2009), que definiram nove processos que regulam a estabilidade do sistema terrestre e, com base nestes, os denominados “limites planetários”, que constituem indicadores de mudanças globais passíveis de alcançar um ponto de não-retorno (*tipping point*). Um desses limites é a mudança no uso da terra, que possui relação direta causal com um dos aspectos de interesse principal das Geociências nos estudos do Antropoceno, destacado por Peloggia & Ubiratan (2017): as transformações das camadas superiores da litosfera, que produzem terrenos antropogênicos.

É importante destacar que um dos precedentes possíveis para os processos de formação de terrenos antropogênicos é a ocorrência de crises ambientais resultantes de períodos históricos longevos (PELOGGIA & ORTEGA, 2016). Nesse sentido, o processo que teria feito o Brasil entrar em seu primeiro estágio do Antropoceno começou em torno de 1780, com o desmatamento generalizado do bioma Mata Atlântica na região do vale do rio Paraíba do Sul,

com o objetivo de “abrir espaço” para plantações de café (PÁDUA, 2017), o que em um breve período entulhou os vales devido à erosão acelerada dos horizontes superficiais do solo.

Segundo Stein (1961):

"A devastação dos morros cobertos de mata virgem, de Vassouras, provocou a erosão e as mudanças climáticas. De um extremo ao outro do Vale do Paraíba a história se repetia, a natureza ajudando o trabalho destrutivo do homem. Tão má era a situação em Entre-Rios, sobre o Paraíba, que Burton em 1867 proclamava que a região circunvizinha se achava despida de cafezais. As chuvas torrenciais seguindo as queimas anuais levaram completamente o humo dos morros devastados, arrastando-o para os estreitos vales pantanosos. Cada regato é um esgoto de adubo líquido levado para o Atlântico, e o solo superficial parece um campo de tijolo".

## 1.1 Objetivos

O presente estudo tem como objetivo discutir os potenciais impactos do ciclo do café no registro geológico e nas feições geomorfológicas no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, bem como analisar os depósitos antropogênicos e relevos associados possivelmente decorrentes desse período histórico, identificados em campo na região.

## 1.2 Justificativa

A discussão sobre as grandes mudanças no sistema terrestre que definem o Antropoceno vem, de maneira geral, sendo destacada na comunidade científica internacional, principalmente devido às mudanças climáticas em curso, que trouxeram para foco a capacidade humana de promover transformações ambientais profundas. O Antropoceno, apesar de ser um conceito fundamentalmente geológico, é amplamente divulgado pelo viés das Ciências Humanas - observando-se uma necessidade de maior participação efetiva das Ciências da Terra no debate, principalmente fora da Europa, local no qual as discussões estão usualmente centradas. Assim, este estudo poderá ser útil enquanto contribuição ao volume de debates sobre o Antropoceno de uma perspectiva geológica de processos e depósitos com ocorrência no Brasil.

Deve-se considerar, ainda, que a dimensão das transformações antropogênicas contemporâneas é algo sem precedentes e que ameaça a estabilidade do Holoceno (ZALASIEWICZ *et al*, 2015), o que faz urgir a necessidade de tratar o tema extensivamente - sendo esta a principal razão para a escolha do escopo deste trabalho. Para tanto, é fundamental



abordar o colonialismo como o fenômeno que inaugura as transformações ambientais antropogênicas em diversas regiões (sendo o Brasil uma delas), conduzindo estudos para compreender seu impacto nos ecossistemas locais - como no Médio Vale do rio Paraíba do Sul, devastado pelo ciclo econômico do café. Assim, o presente trabalho surge da demanda de avaliar preliminarmente esses impactos no registro geológico e no relevo, partindo da hipótese de que foram gerados depósitos antropogênicos identificáveis e mapeáveis ligados ao ciclo cafeeiro na região.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo consiste em pesquisa aplicada exploratória com base em coleta de dados primários (trabalho de campo) e secundários (revisão bibliográfica), tendo seus resultados apresentados de forma qualitativa.

Como primeiro passo, foi realizado levantamento de dados secundários (majoritariamente artigos e livros) por meio de uma pesquisa bibliográfica, com a finalidade de compreender o estado da arte do Antropoceno de uma perspectiva da Geologia – e, complementarmente, das Ciências Sociais. Neste mesmo processo, também objetivou-se obter conhecimento sobre o processo histórico do ciclo do café no Vale do Paraíba e sobre a classificação de depósitos antropogênicos, de forma a facilitar a posterior coleta de dados primários em trabalho de campo.

### 2.1 Campo

O levantamento de campo, por sua vez, consistiu na escolha de pontos a partir da identificação de colinas que ainda possuem marcas visíveis ou mesmo parcialmente obliteradas das linhas de cafezais (Figura 1), apontando para um possível entulhamento de vales decorrente da erosão acelerada desencadeada por ação humana. De forma subsequente, foi feita descrição de material sedimentar próximo ao sopé das colinas, por meio de prospecções realizadas com uma cavadeira (Figura 2). Afloramentos em drenagens também foram escolhidos quando estas possuíam um entorno com prováveis antigos cafezais. No total, foram descritos seis pontos, para os quais foram coletadas coordenadas com GPS, confeccionados perfis sedimentográficos e interpretações que visam sugerir se se trata de um depósito antropogênico e, ainda, discutir se a deposição foi concomitante ou posterior ao ciclo do café.



Figura 1: Vertente norte do vale do Rio Pirapetinga. Exemplo de encosta com sulcos remanescentes de antigos cafezais.



Figura 2: Método de prospecção, utilizando uma cavadeira manual.

## 2.2 Escritório

Em etapa posterior ao campo, os depósitos antropogênicos identificados foram classificados conforme Peggia *et al.* (2017), determinando-se atributos como processo genético e tipo. Tal metodologia de classificação é discriminada no capítulo que trata do referencial teórico.

Por fim, os perfis confeccionados em trabalho de campo foram refeitos digitalmente, através de um programa de desenho vetorial bidimensional, *CorelDRAW*.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são expostos pontos pertinentes de trabalhos que abordam aspectos do Antropoceno, do ciclo do café e de depósitos antropogênicos, bem como do local de estudo, com foco em direcionar os conceitos que, ao se relacionarem, auxiliam a alcançar os objetivos desta monografia.

Assim sendo, primeiramente, trata-se do conceito de Antropoceno, conceitos relacionados e do novo ciclo geológico, bem como sua definição estratigráfica e discussões relacionadas. Em seguida, conceitua-se os depósitos antropogênicos e expõe-se as razões para a escolha desta nomenclatura, as mudanças geomorfológicas relacionadas a estes depósitos e, primordialmente, a classificação de depósitos antropogênicos utilizada nos resultados do estudo. Por fim, aborda-se o ciclo do café com foco no Vale do Paraíba do Sul e os impactos ambientais consequentes, não perdendo de vista a relação entre colonização e o Antropoceno.

#### 3.1 Antropoceno

O termo Antropoceno foi proposto por Crutzen em 2000 para designar a época geológica atual, em que as atividades humanas podem ser consideradas forças geológicas significativas, atuando através dos mais diversos tipos de impactos em diferentes escalas, como mudança do uso de terra e queima de combustíveis fósseis. Segundo Waters *et al.* (2016), o desenvolvimento tecnológico acelerado, em conjunto com o rápido crescimento da população humana e o aumento do consumo de recursos, seriam a causa do crescente uso de metais e minerais, combustíveis fósseis e fertilizantes agrícolas – além de uma transformação dos ecossistemas para uso humano.

Antes do surgimento do termo Antropoceno, outros conceitos no campo das Geociências, menos discutidos, foram propostos e objetivaram abarcar a transformação ambiental proporcionada pelo ser humano, se mostrando desta forma precursores e capturando a ideia principal (porém, não equivalente) do que hoje é o Antropoceno. Segundo Zalasiewicz *et al.* (2012), a concepção de que os seres humanos “precipitaram uma nova idade geológica” possui um século de idade. A primeira sinalização desse entendimento, de acordo com Hamilton & Grinevald (2015), ocorreu com a proposta do termo “Antropozóico”, do geólogo italiano Antonio Stoppani, que reconheceu os efeitos crescentes dos humanos no sistema terrestre. Outra tentativa, ainda segundo os autores mencionados, foi o “Psicozóico”, proposto pelo americano

Joseph LeConte em 1879, e a “Noosfera”, de autoria de Vladimir Vernadsky e Pierre Teilhard de Chardin em 1926. Por fim, dentre estes conceitos primeiros e o Antropoceno, haveria o surgimento de outros, por exemplo, o “Noozoico”, de Allègre (1993).

No âmbito dos conceitos precursores, para este trabalho, é importante explicitar o ponto de vista de Ter-Stepanian que, em 1988, propôs que o Holoceno fosse uma transição entre os períodos Quaternário e Quinário e, como efeito, entre as épocas do Pleistoceno e do “Tecnógeno” (Figura 3). Para o autor, o Holoceno teria se iniciado ao término da última glaciação, momento no qual os humanos ainda não eram responsáveis por alterações substanciais nas condições ambientais e processos geológicos, e terminará ao preponderarem completamente as condições ambientais modificadas na Terra, inaugurando o Tecnógeno-Quinário.

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

Figura 3: Ilustração cronológica da proposta conceitual de Ter-Stepanian (Fonte: Ter-Stepanian, 1988 *apud* Oliveira *et al.*, 2005)

Apesar da existência destes conceitos prévios que dialogam com a ideia de um Antropoceno, há diferenças primordiais que fazem com que não possamos equipará-los. Segundo Hamilton & Grinevald (2015), o ponto chave da particularidade do Antropoceno é o modo de compreensão de que a perturbação gerada pela humanidade enquanto força geológica se manifesta no sistema terrestre e seus grandes ciclos, em vez da biosfera ou paisagem. Isso torna único o desenvolvimento mais contemporâneo do conceito de Antropoceno, já que o surgimento da ciência do sistema terrestre e das mudanças globais, com o consequente entendimento da Terra como um sistema complexo, é recente, desenvolvido mais fortemente a partir de 1990.

No Brasil, as contribuições para os estudos geológicos e geomorfológicos da atuação humana se desenvolveram a partir da década de 1990, muito em conformidade com o conceito de Tecnógeno de Ter-Stepanian. Entretanto, nos anos seguintes à introdução do conceito de Antropoceno, buscou-se uma intersecção com o conhecimento desenvolvido

internacionalmente sobre o termo (PELOGGIA & GOSSENS, 2019). Ainda assim, observa-se no país uma tendência de emprego das concepções ligadas aos estudos do Tecnógeno, como “sistema tecnogênico”, “Tecnosfera” e “depósitos tecnogênicos”, apontando uma distinção do método internacional, que favorece nomenclaturas ligadas aos estudos do Antropoceno.

Para este trabalho, se reconhece a importância dos conceitos ligados ao Tecnógeno, principalmente na evolução dos estudos da área no Brasil. Porém, opta-se por seguir nomenclaturas mais utilizadas atualmente no campo internacional das Geociências, repercutindo as escolhas do Grupo de Trabalho sobre o Antropoceno (AWG) e seu principal autor (Jan Zalasiewicz), que aderiram à Paul Crutzen, proponente do Antropoceno. Estes autores foram fundamentais para a evolução do conceito dentro da Geologia e sua consequente aceitação nos mais diversos campos do conhecimento. Segundo Steffen *et al.* (2011), noções diversas da “Noosfera” e ideias similares (mesmo que sob terminologia distinta) não são compatíveis com o conceito do Antropoceno, conforme diferenciado acima. Desta maneira, o presente estudo utiliza o conceito de Antropoceno, bem como “depósitos antropogênicos” ao se referir ao registro geológico gerado por ação humana, conforme será explicitado posteriormente.

Apesar da grande propagação do Antropoceno hoje em dia, este ainda prevalece informal do ponto de vista estratigráfico. Isso se deve principalmente à diacronia do registro antropogênico e a dimensão das mudanças ambientais relacionadas (PELOGGIA & GOSSENS, 2019). Tendo em vista uma mudança desse cenário de informalidade, o AWG tem, desde 2008, discutido possibilidades sobre a proposta de uma nova época, seus marcadores estratigráficos e GSSPs, dentro do âmbito da Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário. Tal movimentação começou quando o Antropoceno foi proposto como uma época formal por Zalasiewicz *et al.* (2008), considerando que, a partir da Revolução Industrial, haveria uma assinatura estratigráfica global que é distinta da do Holoceno, gerada por mudanças bióticas, sedimentares e químicas. E, de fato, alguns fatores são necessários ao considerar a definição estratigráfica do Antropoceno enquanto época, como afirmado por Waters *et al.* (2016): que os depósitos recentes e sendo formados incluam uma assinatura distinta dos do Holoceno e que permanecerá no registro geológico e, ainda, o entendimento de quando este sinal estratigráfico se tornou reconhecível mundialmente.

Nesse contexto, determinados marcadores estratigráficos podem ser considerados e estudados, alguns deles, inclusive, novos na história terrestre, o que reflete as taxas inéditas da mudança humana nos ambientes. É relevante pontuar que, apesar destes novos marcadores

globais, os critérios utilizados para definir as subdivisões do Quaternário - como sinais de transformações cíclicas de mudança climática (variação na órbita da Terra, irradiância solar, erupções vulcânicas e outros eventos irregulares) - continuam sendo consistentes para reconhecer o Antropoceno (WATERS *et al.*, 2016). Isto posto, segundo Waters *et al.* (2016), os marcadores estratigráficos que reforçam o caso para o Antropoceno se tornar uma nova época são: (i) novos materiais antropogênicos – depósitos produtos da mineração, aterros, construções e urbanização, que “contêm a maior expansão de novos minerais desde o Grande Evento de Oxigenação em 2,4 Ga”; (ii) modificação de processos sedimentares – há uma transformação ocorrida em mais de 50% da superfície terrestre, gerando depósitos antropogênicos (aterros, estruturas urbanas, rejeitos de minas, solos associados ao cultivo), mudanças no fluxo de sedimentos e recuo costeiro (devido a retenção de sedimentos em barragens, por exemplo); (iii) assinaturas radiogênicas e radionuclídeos em sedimentos e gelo – os testes de armas nucleares são o sinal antropogênico mais síncrono globalmente; e (iv) mudança biótica. Estes, ou são totalmente novos em relação ao Holoceno e épocas pretéritas, ou estão quantitativamente distintos das faixas de variação para o Holoceno.

Levando em consideração os marcadores acima, há uma gama de sugestões sobre o início do Antropoceno, acarretadas por uma busca de maior consenso sobre quando esta potencial época se tornaria reconhecível mundialmente. Crutzen (2000), já mencionado como o proponente do conceito, assim como reforçado posteriormente por Zalasiewicz *et al.* (2008) e outros autores na mesma década, sugere que o Antropoceno tenha iniciado na Revolução Industrial (século 18), com o aumento de gases de efeito estufa (GEE) acima dos patamares holocênicos – uma cronologia relativamente curta.

Contudo, as sugestões para o início da época variam: há (i) menção a um Antropoceno “precoce”, há milhares de anos, ligado aos impactos humanos sobre a onda de extinções da megafauna do Pleistoceno (ROBERTS *et al.*, 2001 apud STEFFEN *et al.*, 2011); (ii) início e expansão da agricultura (Revolução Neolítica), que levou ao desmatamento de florestas, mudança no uso da terra e conseqüente crescimento nos níveis de GEE – produzindo *feedbacks* no sistema climático, o que aumentou a temperatura média global (RUDDIMAN, 2003 e RUDDIMAN *et al.*, 2010); (iii) colonialismo europeu nas Américas (1500 a 1800), dando início à dominação humana em escala global (LIGHTFOOT *et al.*, 2013) e intercâmbio de espécies entre o “Velho Mundo” e o “Novo Mundo” (LEWIS & MASLIN, 2015) e, por fim, (iv) a chamada “Grande Aceleração”, hipótese muito mais aceita do que as anteriores, ligada às grandes mudanças que ocorreram a partir de meados do século 20 (pós-Segunda Guerra



Mundial) devido ao crescimento populacional, industrialização generalizada e uso de minerais e energia (ZALASIEWICZ *et al.*, 2015). Há autores, ainda, como Steffen *et al.* (2011), que periodizam o Antropoceno em duas fases: a primeira etapa seria correspondente a formação da era industrial, relacionada ao crescimento do uso dos combustíveis fósseis na economia; e a segunda, por sua vez, diz respeito a Grande Aceleração em curso, na qual a disponibilidade de petróleo, em conjunto com as novas tecnologias, ampliou o consumo em massa.

Tendo em vista tal problemática, a formalização do Antropoceno enquanto época colide com argumentos antagônicos que demandam uma base cronoestratigráfica síncrona e expressiva que se adeque enquanto estratótipo marcador do limite entre o Holoceno e o Antropoceno (NETO, 2021). É natural que exista essa demanda, visto que quaisquer fronteiras importantes no registro estratigráfico são advindas de mudanças expressas por evidências fósseis, químicas e físicas nos estratos (como os marcadores estratigráficos já mencionados) que devem ser síncronas globalmente. Visando colaborar nesse sentido, o AWG sugere que a proposta mais adequada seria um início na Grande Aceleração, que provém os sinais mais apropriados para identificação e correlação dessa nova unidade geocronológica. Segundo Zalasiewicz *et al.* (2017), esse nível de meados do século 20 coincide com o início de grandes mudanças no sistema terrestre, como perturbação dos ciclos de elementos (C, N e P), da biota, além de novos materiais sendo introduzidos, produzindo uma nova unidade de estratos gerada por uma mudança nos processos geológicos. Essa escolha tornaria, ainda segundo o autor, tal fronteira estratigráfica Antropoceno-Holoceno (Figura 4) mais parecida com a fronteira Cretáceo-Paleógeno, onde há uma simultaneidade entre o sistema terrestre e as mudanças estratigráficas.

		Eonothem / Eon	Era / System / Period	Series / Epoch	Subseries / Subepoch	Stage / Age	GSSP	Numerical age (Ma)	
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Anthropocene			to be named		present	
								mid-20th century	
									0.0042
									0.0082
									0.0117
									0.126
									0.773
									1.80
									2.58

Figura 4: Tabela cronoestratigráfica do Quaternário como atualmente definida pelo Grupo de Trabalho do Antropoceno (Fonte: Zalasiewicz *et al.*, 2017).

À vista da tabela cronoestratigráfica da Figura 4, cabe também mencionar a subdivisão do Holoceno em três idades, oficializada em 2018 com base no trabalho de Walker *et al.* (2012), que, segundo alguns autores, é um importante precedente para a oficialização do Antropoceno. O início da idade Meghalayan (Holoceno tardio) foi demarcada por uma mudança climática e ambiental gerada de forma não antropogênica (apesar dos seres humanos, no caso, sociedades agrícolas, sentirem seus impactos) (WALKER *et al.*, 2012). Sendo assim, a recente definição do Holoceno tardio iniciando significativamente após o desenvolvimento da agricultura descarta a hipótese de um Antropoceno “precoce”, conforme mencionado e proposto por Ruddiman (2003), apontando para a expectativa de futura aprovação de um Antropoceno surgindo na Grande Aceleração (SILVA *et al.*, 2018).

Contudo, há outro problema geológico nesse debate, segundo Neto (2021). O autor afirma que “registros estratigráficos gerados a partir do pós-guerra são excessivamente delgados para funcionarem como marcadores síncronos de uma aludida temporalidade antropocênica”. A consequência disso seria uma dificuldade na procura de uma quantidade expressiva globalmente de registros sedimentares com assinaturas geoquímicas similares e, quando estes são identificados, há a falta de consenso sobre a preponderância das forças antropogênicas sobre as forças geológicas (NETO, 2021).

Para o escopo da discussão feita neste trabalho e em estudos similares, há a possibilidade de adoção uma abordagem que enfrenta essa controvérsia acerca da definição geológica-cronoestratigráfica do Antropoceno, ao eleger os processos genéticos como distintivos. Já que diversos ciclos econômicos intensos ao redor do mundo se iniciaram em momentos diferentes, convergindo globalmente apenas ao momento da Grande Aceleração, espera-se que muitos dos registros materiais antropogênicos sejam essencialmente distintos temporalmente. Desta forma, Oliveira & Peloggia (2014) afirmam que a adoção de uma base sincrônica traz adversidades no estudo da agência geológica humana, propondo, então, a utilização de Unidades Diacrônicas, com base no Código Estratigráfico Norte-Americano de 1983, como a maneira mais adequada de confirmar os registros geológicos relativos à ação humana. Isso aconteceria pois, apesar da sua natureza temporal, as unidades diacrônicas podem ser definidas onde esses registros foram gerados, sendo essa proposta compatível com uma “situação geológica globalmente diferenciada estabelecida após a Revolução Industrial” (OLIVEIRA & PELOGGIA, 2014). Desta maneira, pode-se considerar as camadas antropogênicas como unidades diacrônicas quaternárias.

O presente estudo, apesar de dispor da possibilidade de assumir que o Antropoceno se iniciou com o colonialismo europeu (em conformidade com a proposta de LIGHTFOOT *et al.*, 2013), não o faz, mantendo o diacronismo supracitado como base para o entendimento de que o advento do ciclo do café no Médio Vale do Paraíba do Sul pode estar abarcado dentro do conceito de Antropoceno. A não aderência à concepção de Lightfoot *et al.* (2013) decorre do fato de que, conforme exposto, as propostas mais aceitas na comunidade científica de um Antropoceno enquanto época, feitas pelo AWG na Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário, o entendem com um início na Grande Aceleração. Essa escolha se propaga também na classificação dos depósitos estudados aqui realizada, assumindo que os mesmos são antropogênicos (gerados por ação humana) e não antropocênicos (da potencial unidade cronoestratigráfica Antropoceno).

### 3.2 Depósitos Antropogênicos

Conforme já mencionado, um dos fatores que podem ser utilizados para apoiar a proposta do Antropoceno como uma época geológica (marcador estratigráfico) é a modificação dos processos sedimentares. Estima-se que os sedimentos antropogênicos, ou seja, materiais movidos por ação humana, alcançaram taxas que excedem o fluxo natural de sedimentos nos rios por volta de 1955, tendo aumentado rapidamente a partir de 1950, com a Grande Aceleração (COOPER *et al.*, 2018). Esses processos de erosão acelerada e altas taxas de sedimentação imatura são responsáveis pela produção de depósitos antropogênicos, como mencionado por Oliveira & Peloggia (2014). Tais depósitos são o principal objeto das análises da ação humana na Geologia, inaugurando uma nova área de estudos para as Geociências, que se funde, em diversos aspectos, com o estudo dos processos naturais. Um dos sintomas disso é a reconfiguração do ciclo das rochas (Figura 5) proposta por Peloggia (2019), com a inserção dos elementos antropogênicos, como solos, sedimentos e depósitos antropogênicos, além de rochas antropogênicas. Este se consolidaria como o ciclo típico do Antropoceno, devido à intensidade da ocorrência de novos processos, formação de camadas antropogênicas e produção de novos materiais (que se equivalem a minerais e rochas).

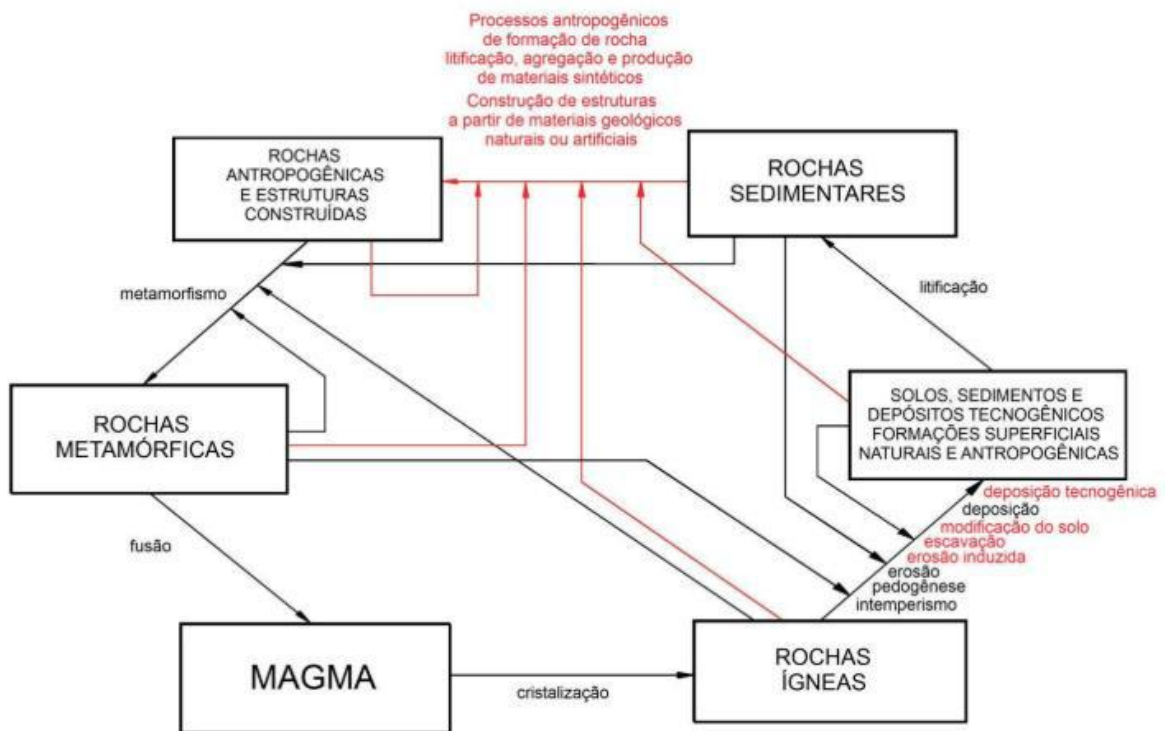


Figura 5: O ciclo geológico antropogênico. Fonte: Peloggia (2019)

Tal campo de estudos que analisa os Terrenos Antropogênicos se insere nos estudos sobre o Quaternário e tem como objeto a agência geológico-geomorfológica humana e seus registros antropogênicos (PELOGGIA, 2019). Naturalmente, o primeiro passo para a consolidação teórica dos terrenos antropogênicos foi a criação de uma classificação geral descritiva das formas de relevo associadas. Como referido no subcapítulo 3.1, os estudos sobre a Geologia da agência humana no Brasil se desenvolveram com base nos estudos dos depósitos tecnogênicos (inicialmente por OLIVEIRA, 1990). Dessa forma, grande parte da classificação utiliza a nomenclatura “depósito tecnogênico” e “terrenos tecnogênicos”, que fazem alusão ao conceito de Tecnógeno de Ter-Stepanian. Aqui, pelos motivos já expostos ao tratar do referencial teórico sobre o Antropoceno, a terminologia “tecnogênico” será substituída, quando possível, por “antropogênico” - ambas, conforme sinalizado no título do Quadro 1, possuem equivalência teórica no que diz respeito ao entendimento dos depósitos. A mesma compreensão também é mencionada por Peloggia (2019), no seguinte trecho (em tradução livre): “O conceito de terreno artificial, também denominado de tecnogênico (*technogenic ground*), antropogênico (*anthropogenic ground*) ou modificado pela humanidade (*humanly modified ground*) [...]”.

Isto posto, a classificação de depósitos utilizada neste trabalho foi proposta inicialmente por Peloggia *et al.* (2014) e sofreu aperfeiçoamentos que culminaram nos trabalhos Peloggia (2017) e Peloggia (2019), utilizados aqui como referência.

Cabe destacar que, nessa e outras classificações advindas da Geologia, o conceito central é “terreno” (*ground*), não solo. Isso pois solos (solo superficial pedogênico ou saprólito) são materiais formados *in situ*, diferenciados, pela referência de estudo (formações geológicas superficiais), de materiais transportados e sedimentados (depósitos sedimentares, como alúvios e colúvios) (PELOGGIA, 2017). Segundo Peloggia (2019), apesar da vasta utilização do termo “solo antropogênico” e outros termos equivalentes, este apenas seria adequado para a descrição de “materiais pedogênicos transformados em suas características físicas ou químicas”, não sendo, portanto, pertinente para representar materiais advindos de processos deposicionais. Entretanto, tanto depósitos como solos se enquadram na noção de camadas antropogênicas, se distinguindo por sua gênese. Para melhor entendimento dessa discussão, destaca-se a seguir a distinção dos termos “terreno”, “camada” “depósito” e “solo”, de acordo com Peloggia (2017): (i) terrenos antropogênicos: “formados por materiais geológicos acumulados ou por exposições de substrato natural antes não aflorante, em virtude de ações de deposição ou remoção, diretas ou induzidas”; (ii) camadas antropogênicas: depósitos ou horizontes de solo, o termo é “útil na descrição de terrenos onde haja superposições dos mesmos”; (iii) depósitos antropogênicos: “formações superficiais criadas por processos de acumulação diretamente realizados ou induzidos por agência humana”; (iv) horizontes de solo antropogênicos: “porções de *solum* modificadas *in situ* por ações humanas” (PELOGGIA, 2017).

Peloggia (2019) esclarece que o seu conceito e classificação de “terrenos antropogênicos” (Quadro 1) resulta de uma unificação entre a proposta do Serviço Geológico Britânico de “terrenos artificiais” (*artificial ground*, ROSEMBAUM *et al.*, 2003) e a já citada pesquisa desenvolvida no Brasil sobre depósitos tecnogênicos. A proposta britânica utilizada, por sua vez, possui cunho morfoestratigráfico e classifica as seguintes categorias: terreno produzido (acumulação de material geológico sobre terreno natural), terreno preenchido (acumulação de material geológico onde a superfície preexistente foi escavada), terreno escavado (escavação de materiais), terreno movimentado (movimentação e subsidência, normalmente relacionado à mineração) e terreno complexo (superfície extensivamente remodelada, não sendo possível distinguir as classes anteriores) (PELOGGIA, 2017).

Já na classificação proposta por Peloggia *et al.* (2014), que utiliza o entendimento supracitado, quatro categorias fundamentais são distintas, diferenciadas por seus processos genéticos, conforme o Quadro 1 abaixo:

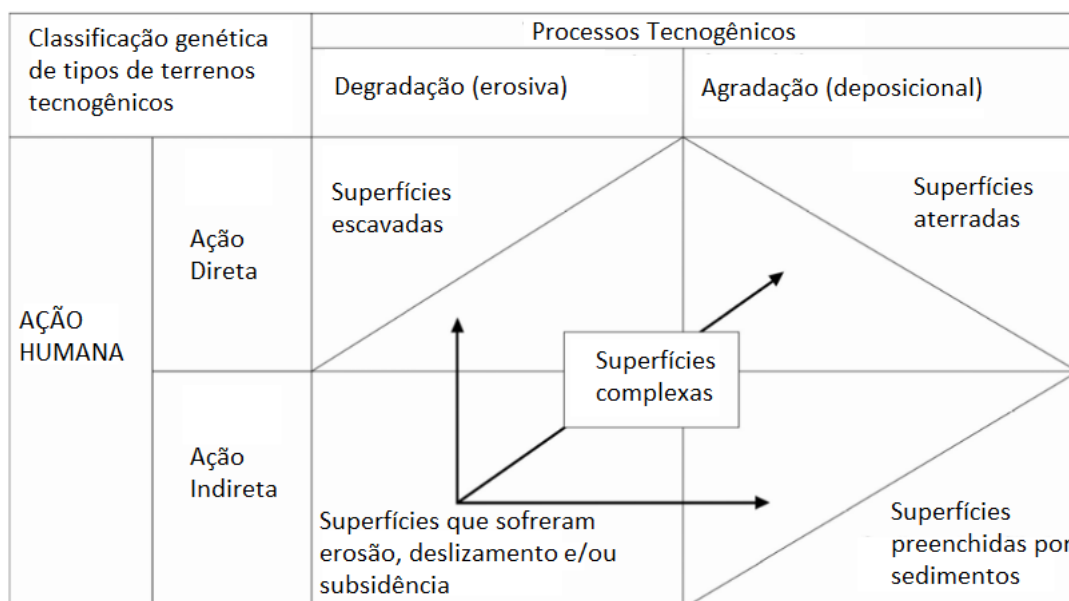
CLASSIFICAÇÃO DE TERRENOS TECNÔGENICOS (ANTROPOGÊNICOS) PARA MAPEAMENTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO				
CLASSE	Categoria Geológica	TIPO	CAMADA OU FEIÇÃO TECNÔGENICA	
Terreno Tecnogênico de Agradação	Formações superficiais antropogênicas	Terreno produzido	Terreno aterrado	Depósitos tecnogênicos construídos
			Terreno acumulado	Camadas tecnogênicas culturais (de ocupação, construção ou destruição) acumuladas sucessivamente.
		Terreno preenchido		Depósitos tecnogênicos construídos recobrimdo terreno escavado
		Terreno tecnogênico sedimentar	Aluvial	Depósitos tecnogênicos induzidos de fundos de vale
			Coluvial	Depósitos tecnogênicos induzidos de vertentes
		Terreno tecnogênico de escorregamento		Depósitos tecnogênicos induzidos criados por movimento de massa
		Terreno tecnogênico remobilizado		Depósitos tecnogênicos formados por remobilização de depósitos tecnogênicos preexistentes
Terreno tecnogênico misto		Depósitos tecnogênicos construídos, induzidos ou remobilizados formando pacote indiferenciado		
Terreno Tecnogênico Modificado	Solos Tecnogênicos	Terreno de composição alterada	Solos naturais com incorporação de contaminantes químicos ou material orgânico	
		Terreno geomecanicamente alterado	Solos naturais compactados ou revolvidos	
Terreno tecnogênico de degradação	Substrato Exposto ou Movimentado	Terreno erodido	Cicatrizes de erosão criadas por processos induzidos	
		Terreno escorregado	Cicatrizes de escorregamentos criadas por processos induzidos	
		Terreno movimentado ou afundado	Depressões de subsidência criadas por processos induzidos	
		Terreno escavado	Superfícies de escavação	
Terreno tecnogênico complexo	Paisagem Tecnogênica	Terreno complexo	Terrenos formados pela agregação ou sobreposição complexa de depósitos ou solos tecnogênicos ou superfícies de exposição de substrato, não diferenciáveis na escala de mapeamento adotada.	

A ocorrência de processos posteriores que afetem a configuração ou composição dos terrenos tecnogênicos (como erosão, movimentação de massa, presença de água subterrânea ou formação de solos por pedogênese) deverá ser acrescida ao tipo de terreno com termos descritivos apropriados.

Quadro 1: Classificação de terrenos tecnogênicos inicialmente proposta por Peloggia *et al.* (2014), com colaborações posteriores. Fonte: Peloggia (2017).

Desta maneira, é possível distinguir os terrenos antropogênicos por categorias que designam processos de formação: (i) de agradação (acumulação de material); (ii) de degradação (retirada ou movimentação de material); (iii) modificados (alteração das características ou movimentação) e (iv) complexos. Assim, abarcam, com foco na sua gênese, o registro sedimentar produzido pela agência humana direta ou indiretamente e as formas de relevo – geradas por acúmulo, remoção ou movimentação de material geológico e modificação de solo (PELOGGIA, 2019). Quanto às categorias geológicas da classificação, nota-se que os depósitos tecnogênicos são formadores dos terrenos de agradação, os solos tecnogênicos, por sua vez, formam os terrenos tecnogênicos modificados e os substratos naturais expostos ou movimentados são constituintes dos terrenos tecnogênicos de degradação. Por fim, a paisagem tecnogênica, ao ser formadora dos chamados terrenos tecnogênicos complexos, supre questões relativas a facilitar o mapeamento.

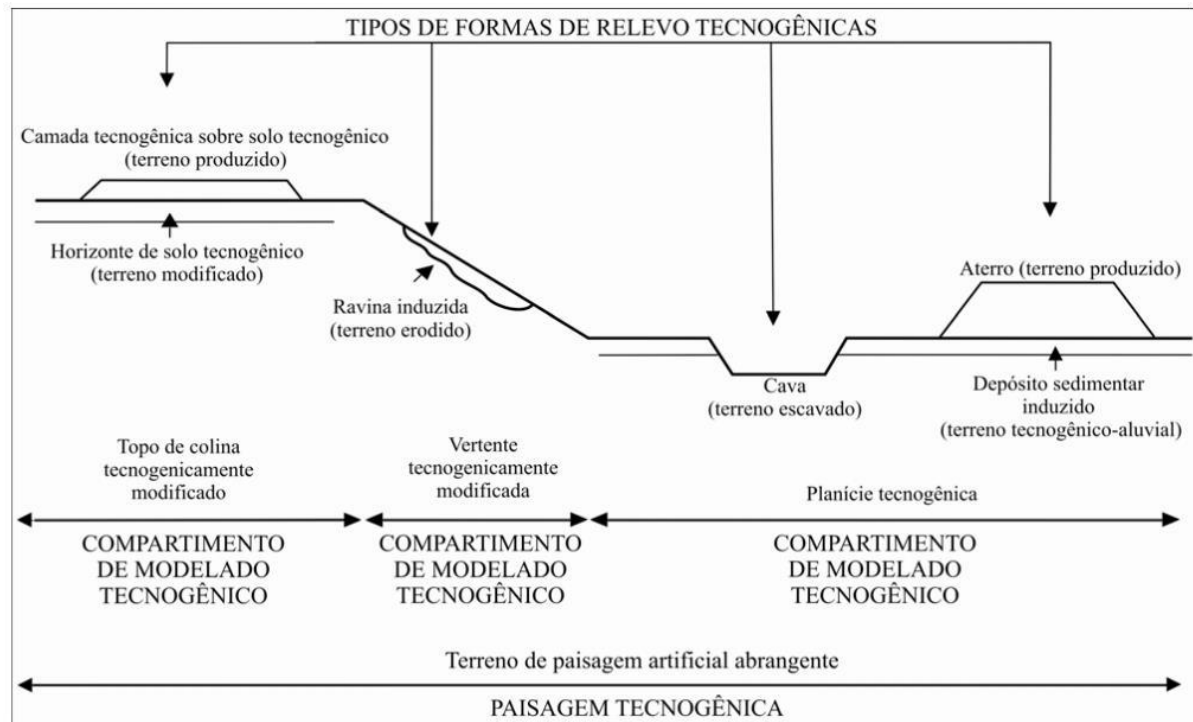
É possível observar, na classificação apresentada, os tipos de camada antropogênica que, para os processos de agradação e degradação, podem ser discriminados entre **induzidos** (registros formados indiretamente por alterações nos processos de erosão e sedimentação, devido às transformações ambientais) e **produzidos diretamente** (ações diretas de movimentação e deposição de materiais) (PELOGGIA, 2019). Já os processos que ocorrem *in situ*, de acordo com Peloggia (2019), podem ocorrer de forma direta ou indireta e estão relacionados à modificação de solos e depósitos preexistentes. Alguns exemplos podem ser citados para as ações diretas, como cortes de estrada, construção de aterros, minas de carvão a céu aberto e extração de areia e cascalho; já a erosão de solo e intensificação do intemperismo são alguns casos de influências indiretas (na modificação dos processos geomorfológicos) (BROWN, 1970). No Quadro 2 a seguir, adaptado de Peloggia *et al.* (2014), esse entendimento é esquematizado.



Quadro 2: Proposta para classificação genética integrada de tipos de terrenos tecnogênicos. Fonte: adaptado de Peloggia *et al.* (2014).

Dessa maneira, os quatro processos genéticos citados geram formas de relevo antropogênicas que, em conjunto, constituem a paisagem antropogênica – grandes áreas transformadas pela ação humana (Figura 6). Essas formas de relevo, de várias origens, se adequam com o relevo específico da área em questão e são definidas pelas superfícies antropogênicas – geradas, como já visto, por escavações, aterros, erosão e preenchimento sedimentar (PELOGGIA *et al.*, 2014)





- (1) Conforme Ross (1992).  
 (2) Baseada na classificação de terrenos artificiais do Serviço Geológico Britânico, modificada.  
 (3) No sentido proposto por Passerini (1984).  
 (4) Nomenclatura utilizada por Barnes & Lisle (2004).

Figura 6: Formas de relevo e paisagem antropogênica. Fonte: Peloggia *et al.* (2014).

Tratadas as questões relativas à classificação dos depósitos antropogênicos, pode-se passar ao entendimento de como esse conhecimento em si é gerado, que é também, naturalmente, a forma com a qual novos depósitos são identificados. É interessante notar que a análise de terrenos antropogênicos e o seu conhecimento resultante, aqui apresentado e majoritariamente advindo da observação em campo, utiliza a morfoestratigrafia como método essencial. As unidades morfoestratigráficas, propostas por Frye & Willman (1962), são unidades informais que correspondem a corpos sedimentares identificáveis por sua forma apresentada em superfície – os quais podem ser, ou não, distinguidos pela litologia e/ou idade das unidades adjacentes. Sua importância na análise de terrenos antropogênicos é fundamentada no fato de que a formação desses terrenos tem como aspecto mais evidente a criação de relevo modificado (antropogênico) cujas feições constituem anomalias na paisagem natural, facilitando a aplicação da análise morfoestratigráfica (PELOGGIA, 2019). Nota-se que a própria classificação dos depósitos antropogênicos é reflexo disso, visto que se categoriza em cima do entendimento de que os processos desencadeados por ações humanas formam tipos de superfícies antropogênicas.

Como anteriormente exposto, é plausível utilizar o conceito de Unidades Diacrônicas para confirmar os registros geológicos advindos da agência humana – nesse caso, já explicitadas e compreendidas como “unidades antropogênicas”. As unidades diacrônicas dependem de registros materiais (depósitos antropogênicos), podendo ser definidas precisamente no local em que estes registros foram gerados (PELOGGIA *et al.*, 2014). Entretanto, para Peloggia *et al.* (2014), especialmente quando realizada a definição dos limites destas formações, há de se considerar o seu conteúdo material, em detrimento da história geológica e idade como parâmetros – um método aloestratigráfico.

À vista disso, convém esclarecer que o conceito de Aloestratigrafia é uma categoria que objetiva a identificação de corpos sedimentares limitados por descontinuidades estratigráficas (já que a variação nos processos de sedimentação geralmente não é evidenciada por litoestratigrafia) e que, assim, definem eventos deposicionais sobrepostos (MOURA, 1990). Dessa forma, a Aloestratigrafia, classificação baseada em descontinuidades limitantes, se alia à Morfoestratigrafia nos estudos dos depósitos antropogênicos. Ambas são fundamentais para entender a evolução recente da paisagem/relevo e, conseqüentemente, a identificação estratigráfica dos depósitos quaternários em geral (SILVA, 2006). Seguindo essa lógica, Peloggia (2003) destaca que a primeira unidade estratigráfica que obteve reconhecimento como antropogênica foi a Aloformação Carrapato (MOURA & MELLO, 1991) em Bananal (SP), um depósito coluvial em discordância erosiva sobre as unidades subjacentes. Segundo Moura & Mello (1991), a Aloformação Carrapato aparenta ser o registro de uma fase mais recente em que houve remodelação das encostas. Outro exemplo são as aluviões antropogênicas da bacia do Rio Una (Taubaté, Vale do Paraíba Paulista), depósitos antropogênicos aluviais e coluviais cujas características são destacadas no trabalho Peloggia *et al.* (2015). A Aloformação Rio Una está associada aos processos de degradação da paisagem no Ciclo do Café e possui caráter anômalo de sedimentação imatura textural e mineralogicamente, que ocorre em uma morfologia de terraços e inclui “tecnofósseis” (fragmentos de artefatos, como vidro, cerâmica, porcelana) (PELOGGIA & SOUZA, 2021).

Tendo em vista os fatores até aqui discutidos, pode-se concluir que os depósitos antropogênicos são uma categoria estratigráfica que possui os atributos genéticos como distintivos; é reconhecida fundamentalmente utilizando a morfoestratigrafia e mais bem delimitada e definida com base em discordâncias (aloestratigrafia). Por fim, segundo Peloggia (2003), a correlação entre ocorrências descontínuas de depósitos antropogênicos de gênese

relacionada pode ser feita com base na litoestratigrafia, pois o “caráter litológico” desses depósitos está relacionado ao seu ambiente formador e à idade.

### 3.3 Ciclo do Café

No Brasil, os depósitos antropogênicos mais estudados, segundo Korb (2006), estão geneticamente relacionados aos contextos de expansão e declínio de fronteiras agrícolas, à mineração e à urbanização. É evidente que a história brasileira pós-1500 é repleta de diferentes processos de ocupação e ciclos econômicos que geraram problemas ambientais de diferentes magnitudes e intensidades (JUNIOR & PELOGGIA, 2020), já que o Brasil contribuiu, enquanto fornecedor de matérias-primas, para a mudança da pegada ecológica global quase desde o início da colonização europeia (PÁDUA, 2017). Nesse contexto, o ciclo do café se destaca enquanto momento econômico que resultou, em conjunto com os canaviais e, posteriormente, a pecuária, na degradação generalizada da Mata Atlântica, cenário que produziu depósitos antropogênicos. Esse subcapítulo trata dessa conjuntura econômica e social que, potencialmente, se relaciona com a entrada da região estudada (Vale do Paraíba do Sul) no Antropoceno.

A colonização inaugurou impactos ambientais sem precedentes em muitas áreas no mundo. Segundo Lightfoot *et al.* (2013), no início da era moderna, os processos de globalização desencadeados – envolvendo a colonização, modificação da paisagem, extração de recursos naturais – não eram exatamente novos na humanidade, mas a magnitude em que isso ocorria e o grau de transformação dos ambientes locais, sim. Devido a isso, surgiu um conceito alternativo de Antropoceno, associado à chegada dos europeus ao “Novo Mundo” em 1492, dessa maneira, intermediário entre os já expostos “Antropoceno primitivo” e aquele ligado à industrialização moderna. De acordo com Zalasiewicz *et al.* (2021), essa opção despertou interesse entre os cientistas sociais, devido à ligação com a colonização, extermínio de povos indígenas e tráfico de escravos. É evidente que a expansão europeia e os danos resultantes (sociais e ambientais) moldaram muitas rupturas diacrônicas e tem repercussão até hoje. Entretanto, é importante mencionar que a proposta de GSSP de um Antropoceno neste momento (diminuição do CO<sub>2</sub> atmosférico em ~1610 CE, associado ao despovoamento e à recuperação da floresta nas Américas após a colonização inicial) não é correlacionável geologicamente (ZALASIEWICZ *et al.*, 2021). A expansão dessa discussão (já feita de forma incipiente nesse trabalho) é importante, dado que muitas vezes o entendimento do Antropoceno

cronoestratigráfico difere do conceito de Antropoceno em outros campos acadêmicos, incluindo as ciências sociais. Isso ocorre também pois a difusão do Antropoceno enquanto “a era humana” o tornou passível de utilização para abranger todos os impactos humanos no planeta – sendo assim, uma visão diacrônica (transgressiva no tempo e variável regionalmente) que vai até onde o *Homo sapiens* ganhou capacidade para mudar a ecologia da Terra de forma sem precedentes (ZALASIEWICZ *et al.*, 2021). Dessa maneira, deve-se manter o entendimento de que a questão da sincronia e precisão da definição da época (pelo GSSP, atualmente proposto na Grande Aceleração) é essencial para a Geologia – e, assim, os estratos considerados como sendo do Antropoceno somente estão dentro desse intervalo cronosestratigráfico – mas, também, observar que esse fator não exclui uma abordagem voltada à “interação humana, cultura, instituições e sociedades” (PALSSON *et al.*, 2013). Por isso, é possível fazer um debate concentrado em quando o Sistema Terrestre foi radicalmente alterado pelos impactos antropogênicos, com o tempo não necessariamente restrito (conforme seria necessário para um Antropoceno geológico/cronoestratigráfico) – pois há uma clara sobreposição entre as abordagens das Ciências Humanas e a abordagem temporal (planetária e baseada em evidências, seguida pelas comunidades geológicas) nos estudos do Antropoceno (ZALASIEWICZ *et al.*, 2021). Assim, é possível uma interpretação mais ampla do termo “Antropoceno”, que não necessariamente faz referência à potencial unidade cronosestratigráfica com início em meados do século XX. Em vista de tudo o que foi exposto, esse subcapítulo que trata do Ciclo do Café e, ainda, as discussões ao final do trabalho, se utilizam dessa liberdade de engajamento da Geologia com os aspectos das Ciências Humanas, utilizando-se das discussões sociotecnológicas para explorar a possibilidade do início de um “Antropoceno regional” no Vale do Paraíba do Sul, que, apesar de não se incluir no “Antropoceno cronosestratigráfico”, teria se iniciado com os crescentes impactos antropogênicos na região.

Seguindo essa lógica, a entrada de países distintos no Antropoceno não poderia ser vista de forma homogênea. Segundo Pádua (2017), a análise das diferenças em termos de tempo histórico e modo de inserção precisa abranger, como um dos fatores, o papel de cada economia nacional como fornecedora de recursos humanos e naturais na viabilização da entrada de outros países e regiões no Antropoceno (e seus padrões de produção e consumo). Nesse sentido, é crucial destacar que o surto cafeeiro no Brasil tem como principal causa a Revolução Industrial na Europa (Souza, [s.d]), já que o café, estimulante, auxiliava nas longas e desgastantes jornadas de trabalho, o que o tornava crucial para o modo de vida urbano-industrial e aumentava sua demanda. O Brasil respondeu por cerca de 80% da expansão da produção de café a partir de

meados do século XIX, atendendo à crescente demanda mundial (PÁDUA, 2017). Desta maneira, a exploração de recursos no Brasil, nesse contexto do café, teve um papel central no desenvolvimento dos padrões de produção e consumo do Antropoceno no norte global, relacionados à Revolução Industrial. Por isso é importante considerar a industrialização em grande escala como sendo precedida pelo colonialismo e crescimento do mundo moderno, ou seja, como parte de um processo mais amplo de globalização, que já vinha ocorrendo há vários séculos (LIGHTFOOT *et al.*, 2013). À vista disso, para Lightfoot *et al.* (2013), parece justo acrescentar vários séculos à cronologia do Antropoceno, o posicionando com início na colonização, ao se argumentar que o colonialismo europeu inicial resultou em transformações fundamentais nos ecossistemas em escala global, até mesmo de forma anterior à industrialização em grande escala. Ainda, tais modificações que, por seus impactos profundos, diferem das ocorridas pelas relações homem-ecossistema anteriores, são muitas vezes suavizadas e apagadas em comparação com a escala dos desenvolvimentos recentes, relacionados à Grande Aceleração.

Lightfoot *et al.* (2013) são autores que discutem profundamente os impactos antropogênicos associados ao processo de colonização europeia. Para estes, muitos dos processos conhecidos da industrialização (exploração global de recursos, poluição e extinção em massa de organismos) já estavam bem estabelecidos nos séculos anteriores, quando o colonialismo europeu ocorreu em escala global. Além disso, a ascensão do sistema mundial marcou um divisor de águas na relação homem-ambiente antes da Revolução Industrial, com efeitos até mesmo nos locais mais isolados (como ataque de ataque de espécies invasoras, doenças, modificações na paisagem, incentivos comerciais e políticas de subjugação) e nas práticas e relações indígenas com a natureza, que haviam sido construídas por milênios por estes povos (LIGHTFOOT *et al.*, 2013).

Basicamente, capital e trabalho acumulados em grandes plantações para produzir mercadorias para os mercados europeu e mundial tinham como propósito a intensificação da produção das monoculturas para maximizar o lucro imediato, gerando consequências significativas para os ecossistemas ao redor do mundo. Cabe mencionar Perfecto *et al.* (2019), que aponta que o caráter colonial das plantações na América Latina representa um modo singular de relação entre a terra, pessoas e organismos não-humanos, potencialmente de uma maneira mais exploratória do que a agricultura camponesa, determinando, assim, as ecologias dos lugares. No Brasil, a vontade de explorar a base natural do território, da maneira mais agressiva possível, marcou o nascimento do país como entidade política (PÁDUA, 2002). Os

colonizadores portugueses, acostumados a limitações ecológicas, viram a Mata Atlântica como algo que jamais se consumiria, pautando uma mentalidade colonizadora ambígua de elogio retórico e desprezo prático: louvava-se a riqueza e fertilidade das terras, porém, com uma ideia de que estas eram feitas para gastar e arruinar (PÁDUA, 2002).

No Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, o ciclo econômico do café perdurou por aproximadamente 100 anos, de 1780 a 1880 – de acordo com Drummond (1997) – e em Resende foram formadas as primeiras fazendas de café no Vale do Paraíba, que veio a se tornar a principal atividade econômica da região. Antes do advento do café no local, apenas existiam vilas e povoados relacionados ao ciclo do ouro – com a decadência deste, em aproximadamente 1760-80, tais vilas se desenvolveram excepcionalmente na produção de café (DANTAS & COELHO NETTO, 1996).

Nesse contexto, pode-se explorar os fatores que criaram impactos ecossistêmicos das culturas cafeeiras no Brasil, relacionados ao processo colonizador anteriormente exposto. Segundo Pádua (2017), o primeiro processo que inaugura o Antropoceno no país está relacionado ao advento do ciclo do café, quando a Mata Atlântica foi desmatada para dar lugar à essas plantações. Isso pois, no Vale do Paraíba, a marcha da lavoura cafeeira produziu um desastre ecológico, já que, conforme os solos tornavam-se estéreis, a fronteira avançava em direção às florestas e aos campos ainda intactos. Esse “nomadismo” predatório garantia uma continuidade na economia e estrutura social do país, uma vez que as fazendas atingiam o limite de sua capacidade ecológica e eram abandonadas, fator também relacionado à facilidade na concessão de terras para a elite colonial (PÁDUA, 2002). Ainda de acordo com Pádua (2002), a onipresença das queimadas talvez seja o símbolo maior do descuido das técnicas produtivas utilizadas no Brasil, sendo praticamente o único método de preparo de novas terras para plantio até o final do século XIX, utilizado em espaços muito extensos e com pequenos intervalos de tempo. O desmatamento geral das florestas, ao contribuir para o colapso econômico das fazendas da região (devido à sua queda de produtividade), impactou na migração dos cafezais para novas fronteiras (como oeste do estado de São Paulo), na proclamação da República e na abolição da escravidão. Pode-se afirmar, então, que a crise da cafeicultura era também uma crise ambiental, que resultou de décadas de uso incorreto de recursos (SOUZA, [s.d]).

Outro fator importante é o domínio da mão de obra escrava. Segundo Souza ([s.d]), a escravidão na cultura do café no Vale do Paraíba concentrava, ao final de 1880, pelo menos mais da metade dos escravos cativos do país, sendo central no ciclo econômico cafeeiro e no processo de povoamento da região. Esse fator também foi uma variável que moldou as opções

tecnológicas e organizativas que ajudaram a construir uma agricultura rudimentar, extensiva e predatória, já que, ao contrário de um tipo de trabalho voltado à uma agricultura familiar, não há estabilização das fronteiras e fixação em propriedades, resultando em maior degradação ambiental (PÁDUA, 2002). Além disso, de acordo com Pádua (2017), as plantações de café foram projetadas com as “leiras” de cafezais dispostas em linhas ao longo do maior declive da encosta, com a finalidade de facilitar a fiscalização do trabalho escravo (vide figuras 7, 8 e 9). Isso gerou a erosão do solo e plantações de curta duração que eram abandonadas, o que demonstra que todos os aspectos que envolvem o ciclo cafeeiro formam uma espécie de retroalimentação que culminam na degradação ambiental da região.



Figura 7: Trabalhadores e trabalhadoras escravizados em colheita de café (1882, fotografia de Marc Ferrez). Observar as leiras de cafezais plantadas ao longo da maior declividade da encosta, o que produziu intensa erosão ainda nos primeiros anos de cultivo. Fonte: Coleção Gilberto Ferrez (Instituto Moreira Salles).





Figura 8: Colheita do café no Vale do Paraíba (década de 1880, fotografia de Marc Ferrez), observando-se a disposição dos pés de café e o “carreador” utilizado para escoar os grãos em lombo de burros. Fonte: Coleção Thereza Cristina, Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro.



Figura 9: Fazenda Cataguá (pintura de Johann Georg Grimm), mostrando a paisagem do ciclo cafeeiro. Observar na colina a direita o que parece ser um cafezal já degradado, plantado segundo o método antigo, cortado por um “carreador”. Fonte: Novaes (2009).



As técnicas de cultivo de café se revelaram destrutivas, gerando impactos locais que podem ser descritos. As queimadas feitas para “limpar” os terrenos na marcha ininterrupta do café, ávida por novas terras, geraram erosão nas vertentes e entulhamento dos fundos de vales (DANTAS & COELHO NETTO, 2018). Essa dinâmica era potencializada pelo modo de plantação dos cafezais, em alinhamento vertical, que se mostrou ser uma “rampa” para o carregamento de sedimentos com as chuvas e escoamento superficial até os fundos de vales (Figura 10). Essas fileiras eram orientadas verticalmente por troncos caídos remanescentes das queimadas (que não findavam as árvores para não comprometer o húmus), o que favorecia o carregamento de húmus e o *runoff*, bem como o surgimento de sulcos e ravinas – comprometendo a fertilidade do solo e a produtividade do cafezal (SOUZA, [s.d]).

O café era preferencialmente plantado em encostas – pois os solos dos terrenos planos eram argilosos/úmidos ou arenosos/pobres quimicamente (SOUZA, [s.d]) – o que facilitava esse processo de lixiviação e erosão. Segundo Dantas & Coelho Netto (2018), nesse contexto, as terras do Vale do Paraíba perdiam rapidamente seu horizonte A, rico em matéria orgânica, herdado pela floresta nativa, o que acarretou, como já citado, a catástrofe econômica pelo esgotamento dos solos.

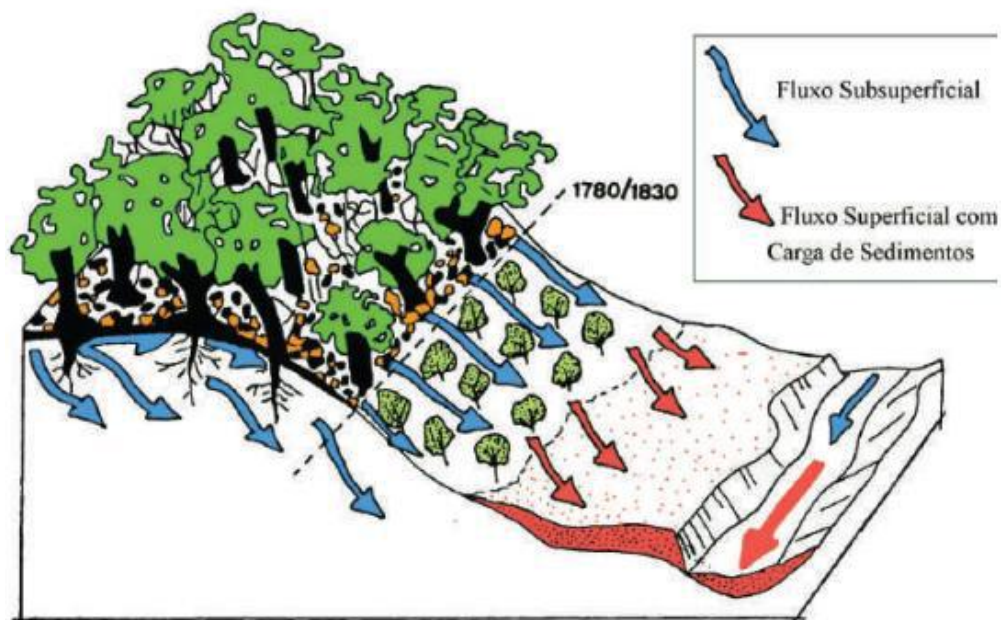


Figura 10: Bloco-diagrama esquemático do regime hidrológico e dos processos geomorfológicos associados ao ambiente florestal e de cafezais. Fonte: Dantas & Coelho Netto (2018).

Segundo Dantas & Coelho Netto (2018), a quantidade de sedimentos que convergiram para o fundo dos vales foi muito superior à capacidade de transporte dos canais, promovendo um processo de agradação devido ao desequilíbrio do sistema fluvial. Esses autores conduziram estudos na bacia do rio Piracema, afluente do rio Bananal (ambos situados no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul) e concluíram que: (i) datações da atual planície de inundação acusam uma idade de duzentos anos, logo, a mesma consiste em um depósito antropogênico associada ao ciclo cafeeiro com gênese na destruição da floresta nativa; (ii) cálculo das taxas de sedimentação dos depósitos antropogênicos alcançaram a marca de 97 mil metros cúbicos ao ano, apontando para uma profunda transformação na dinâmica geomorfológica, com processos erosivos mais intensos do que durante a transição Pleistoceno-Holoceno. Esses resultados também condizem com a afirmação feita por Júnior & Peloggia (2020), de que o processo de erosão acelerada que entulhou os vales no ciclo cafeeiro ficou registrado em sedimentos antropogênicos dessa fase. O presente estudo parte desse princípio ao buscar, em seus resultados, caracterizar depósitos antropogênicos provavelmente gerados nesse processo.

Cabe também mencionar que o desmatamento produziu um período seco acentuado durante o inverno e maior quantidade de chuvas intensas no verão, apontando para a alteração dos processos de natureza climática, que agravaram o já dramático cenário ambiental relacionado aos processos erosivos (DANTAS & COELHO NETTO, 2018). Essa mudança já havia sido mencionada por Euclides da Cunha em 1901, em seu texto “Fazedores de Desertos”:

“Temos sido um agente geológico nefasto, e um elemento de antagonismo terrivelmente bárbaro da própria natureza que nos rodeia. [...] A temperatura altera-se, agravada nesse expandir-se de áreas de insolação cada vez maiores pelo poder absorvente dos nossos terrenos desnudados, cuja ardência se transmite por contato aos ares, e determina dois resultados inevitáveis: a pressão que diminui tendendo para um mínimo capaz de perturbar o curso regular dos ventos, desorientando-os pelos quatro rumos do quadrante, e a umidade relativa que decresce, tornando cada vez mais problemáticas as precipitações aquosas” (DA CUNHA, 1901)

Por fim, o ciclo econômico que emergiu no lugar do café como o mais importante da região de todo o médio vale do Rio Paraíba do Sul foi o da a pecuária leiteira, que se mantém como a principal atividade atualmente (LEITE, 2021), caracterizando-se por criação de gado em pastagens de uso extensivo.

## 4 ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo são mencionados a localização, contexto e os principais aspectos das bacias dos rios onde estão inseridos os locais estudados: Rio Pirapetinga e Córrego do Cafundó. Ambos são afluentes do Rio Paraíba do Sul, sendo o Rio Pirapetinga afluente da margem esquerda e o Córrego do Cafundó, afluente da margem esquerda do Rio do Bananal, que por sua vez é tributário pela margem direita do Rio Paraíba do Sul. O Rio Paraíba do Sul, cuja bacia abrange uma área de 56.500 km<sup>2</sup>, tem extensão de 1.137 km (passando pelos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro) – a região na qual se instalou o rio é nomeada de Vale do Paraíba, onde primeiramente foi desenvolvida em larga escala a cultura cafeeira no Brasil (PÁDUA, 2017). Cabe mencionar que a região do Médio Vale do Paraíba do Sul, relativa aos estudos, tem orientação estrutural NE-SW e se caracteriza como uma ampla área deprimida com relação aos planaltos circundantes (DANTAS, 2000).

A Figura 11, abaixo, mostra a localização dos pontos estudados, que estão próximos às cidades de Resende (pontos 1 a 4 – Bacia do Rio Pirapetinga) e Barra Mansa (pontos 5 e 6 – Bacia do Córrego do Cafundó). Na mesma também é possível observar o Rio Paraíba do Sul, que corta o centro da imagem de forma a demonstrar sua estruturação NE-SW nessa região.

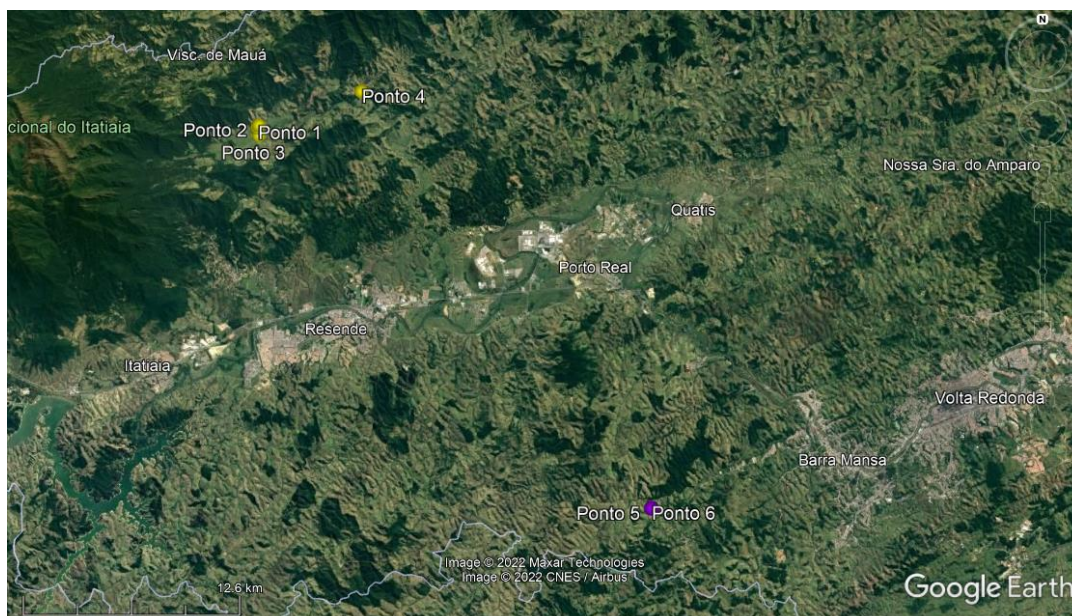


Figura 11: Localização dos pontos estudados com relação ao Rio Paraíba do Sul e cidades próximas (Resende, para os pontos 1 a 4; Barra Mansa, para os pontos 5 e 6). Os pontos em amarelo (canto superior esquerdo) estão localizados na bacia do Rio Pirapetinga, enquanto os pontos em roxo (centro inferior) estão na bacia do Córrego do Cafundó.

A Figura 12 abaixo mostra a localização das cidades citadas de forma mais ampla, na qual também é nítido tanto o curso do Rio Paraíba do Sul no estado do Rio de Janeiro, como as bacias sedimentares de Resende e Volta Redonda, próximas às áreas estudadas e que também se inserem no contexto da depressão do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Além disso, nota-se que a principal via de acesso para as áreas de estudo é a Rodovia Presidente Dutra (BR-116).

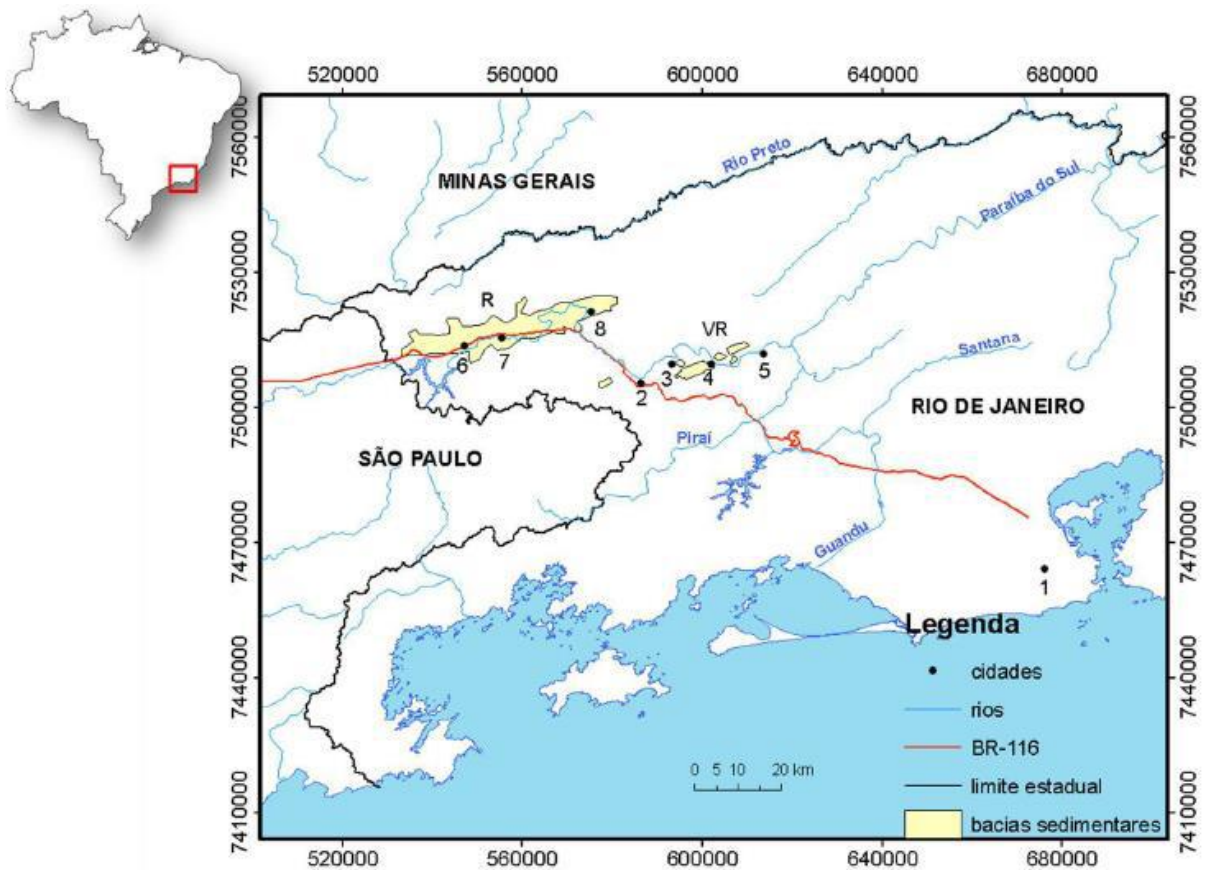


Figura 12: Localização da área de estudo, destacando as bacias sedimentares cenozoicas, a principal via de acesso e as drenagens principais. 1 – Rio de Janeiro, 2 – Barra Mansa, 3 – Volta Redonda, 4 – Pinheiral, 5 – Barra do Pirai, 6 – Itatiaia, 7 – Resende, 8 – Quatis, R – bacia sedimentar de Resende, VR – bacia sedimentar de Volta Redonda. Fonte: Braga (2011).

As regiões estudadas fazem parte do Segmento Central do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB, RICCOMINI, 1989), uma calha tectônica desenvolvida no Paleógeno. No Quaternário, esta sofreu uma reativação generalizada de estruturas de tendência NE-SW e consequente geração de depocentros, preenchidos por sucessões aluviais e coluviais (NEGRÃO *et al.*, 2020), expressivas em toda a área do Médio Vale do Paraíba do Sul. Segundo Negrão *et al.* (2020), os eventos neotectônicos desempenharam um papel importante, não só no controle



estrutural supracitado, mas também no rearranjo das redes de drenagem (evento de tendência E-W), incluindo as drenagens relacionadas aos locais de estudo (como o gráben do Pirapetinga).

Nesse contexto, Zalán & Oliveira (2005) incluíram o RCSB no chamado Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (SRCSB), originado a partir de um megaplano formado por uma anomalia térmica (Neocretáceo), que colapsou e gerou grábens paralelos à costa no Cenozoico. Nesta lógica, os vales tectônicos seriam áreas maiores do que seus preenchimentos sedimentares, e foram definidos em riftes e subdivididos em grábens. Os locais estudados estariam, então, inseridos nessa configuração de “riftes cenozoicos definidos” (Rifte Paraíba do Sul), conforme nota-se na Figura 13.

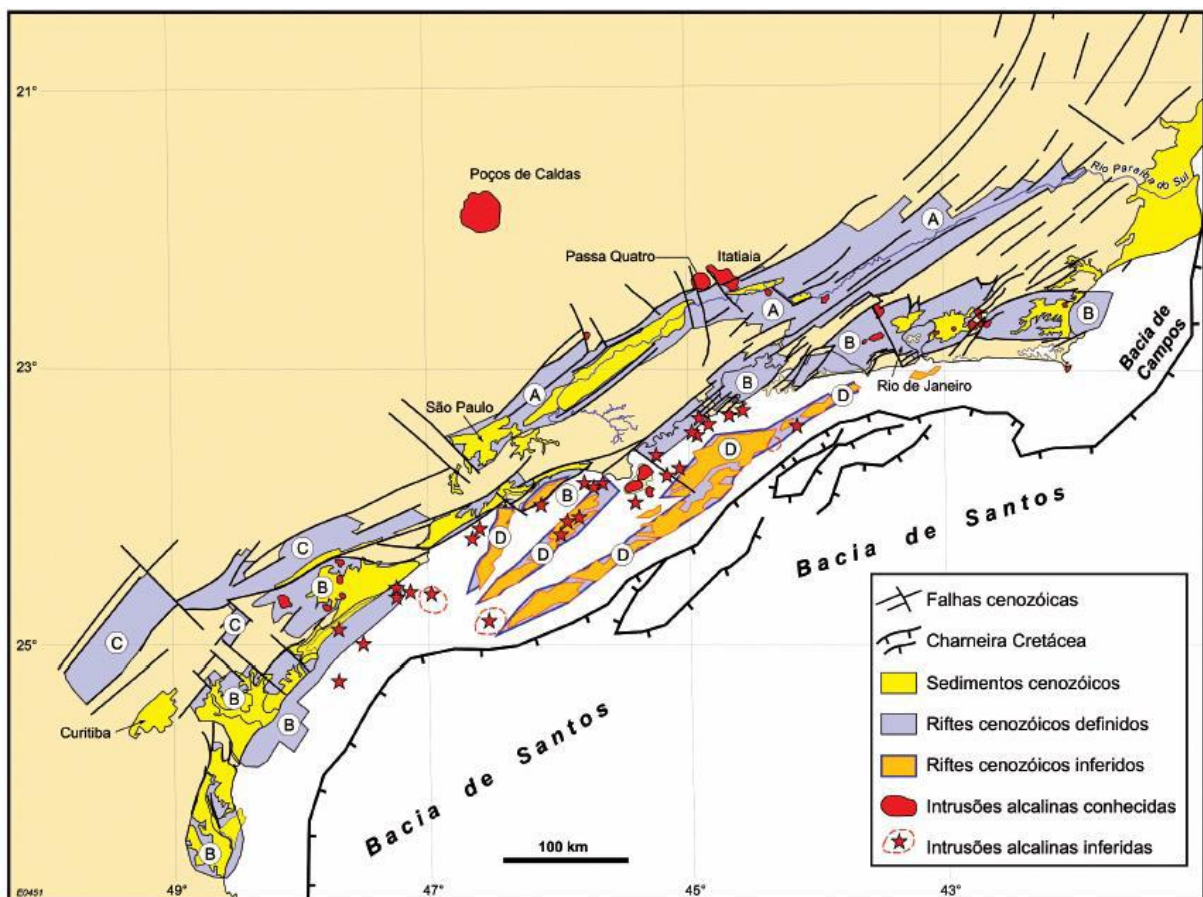


Figura 13: Mapa de distribuição dos riftes do Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (SRCSB): (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira, e (D) Marítimo. Fonte: Zalán & Oliveira (2005).

É relevante, ainda, um aprofundamento nos aspectos geomorfológicos da região, inserida na unidade geomorfológica Depressão Interplanática do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (DANTAS, 2000). Conforme já mencionado, a depressão se desenvolve a partir de um

controle tectônico e encontra-se entre as serras do Mar e da Mantiqueira, configurando-se como um hemigráben – sendo que, na porção oeste, está embutida entre alinhamentos serranos escalonados. Tal unidade é caracterizada pela presença de “colinas, morrotes e morros baixos com vertentes convexo-côncavas de gradiente suave a médio e topos arredondados ou alongados”, compondo o conjunto morfológico denominado “mares de morros”, geralmente recobertos por depósitos coluviais (DANTAS, 2000). De acordo com esse autor, apresenta uma média densidade de drenagem e, no geral, alta vulnerabilidade à eventos erosivos e movimentos de massa – mesmo com um relevo colinoso de usual baixa amplitude e gradiente suave à médio. Destacam-se as evidências de voçorocamentos, que são abundantes e coincidem principalmente com uma zona de cisalhamento (lineamento Além-Paraíba), sugerindo um controle estrutural na geração dessas feições (processo acelerado pela dinâmica hidrológica subsuperficial e uso do solo).

A seguir, são apresentadas particularidades relativas às bacias do Rio Pirapetinga e Córrego do Cafundó.

#### 4.1 Bacia do Rio Pirapetinga

A bacia do rio Pirapetinga, que nasce no Maciço do Itatiaia, está totalmente localizada dentro do município de Resende (distritos da Capelinha e Vargem Grande) e é cortada pelas rodovias estaduais RJ-163 e RJ-161 e municipais RES-111 e RES-113, conforme Figura 14 (LEITE, 2021).

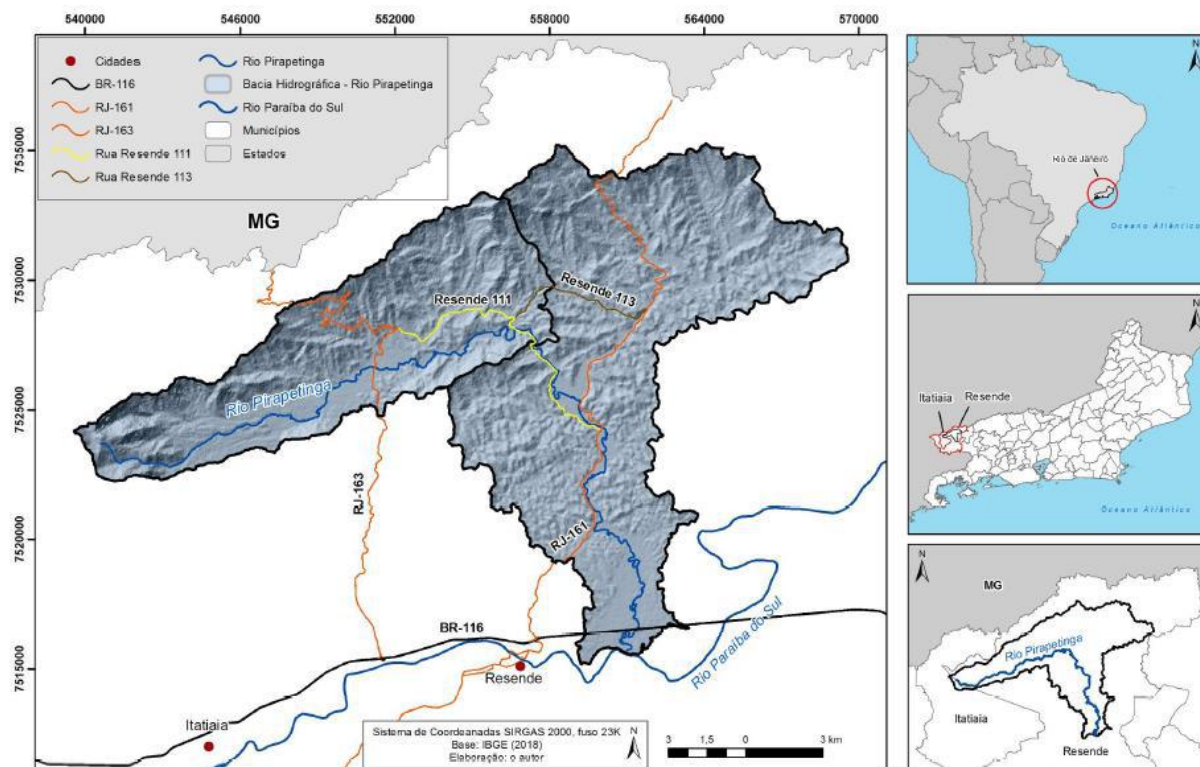


Figura 14: Localização da bacia hidrográfica do rio Pirapetinga. Fonte: Leite (2021).

Drenando uma área de 218,43 km<sup>2</sup>, este é o maior afluente sul fluminense do rio Paraíba do Sul. Possui forte controle estrutural – sua depressão é condicionada tectonicamente em direção WSW-ENE –, indicado pela forma em “T”. Sua rede de drenagem (com 674 canais) apresenta padrão paralelo (LEITE, 2021). Além disso, o rio deságua no Rio Paraíba do Sul nos domínios da bacia sedimentar de Resende.

O Rio Pirapetinga, de acordo com Dantas (2000), está situado em uma porção da depressão do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul que possui alinhamentos serranos e é compartimentada por cristas de serras alinhadas e escalonadas, ao norte do relevo mais uniforme, de colinas, previamente explicitado. O vale do rio Pirapetinga está, mais especificamente, em meio a um trecho em que ocorrem alinhamentos serranos em posição de contraforte da escarpa da Serra da Mantiqueira.

Por fim, segundo Leite (2021), a bacia do rio Pirapetinga possui as seguintes unidades morfoestratigráficas: planície de inundação às margens do rio; rampas de alúvio-colúvio, que predominam mais à noroeste da bacia; e rampas de colúvio e depósito de tálus, à noroeste e sobre as escarpas da Mantiqueira e terraços fluviais. Os pontos escolhidos para a confecção deste estudo estão localizados na parte noroeste da bacia.



## 4.2 Bacia do Córrego do Cafundó

O Córrego do Cafundó está localizado na divisa entre os distritos de Floriano e Rialto, no município de Barra Mansa. É afluente da margem esquerda do Rio do Bananal, que desemboca no Rio Paraíba do Sul na área urbana de Barra Mansa. A Figura 15 é parte da folha de Rialto, na qual é possível observar o córrego do Cafundó ao centro, na direção W-E (acima do ponto em vermelho) e o Rio Bananal, a direita, em direção SW-NE. Para essa bacia hidrográfica, em termos geomorfológicos, se aplicam as características já abordadas sobre a depressão interplanática do Médio Vale do Rio Paraíba.

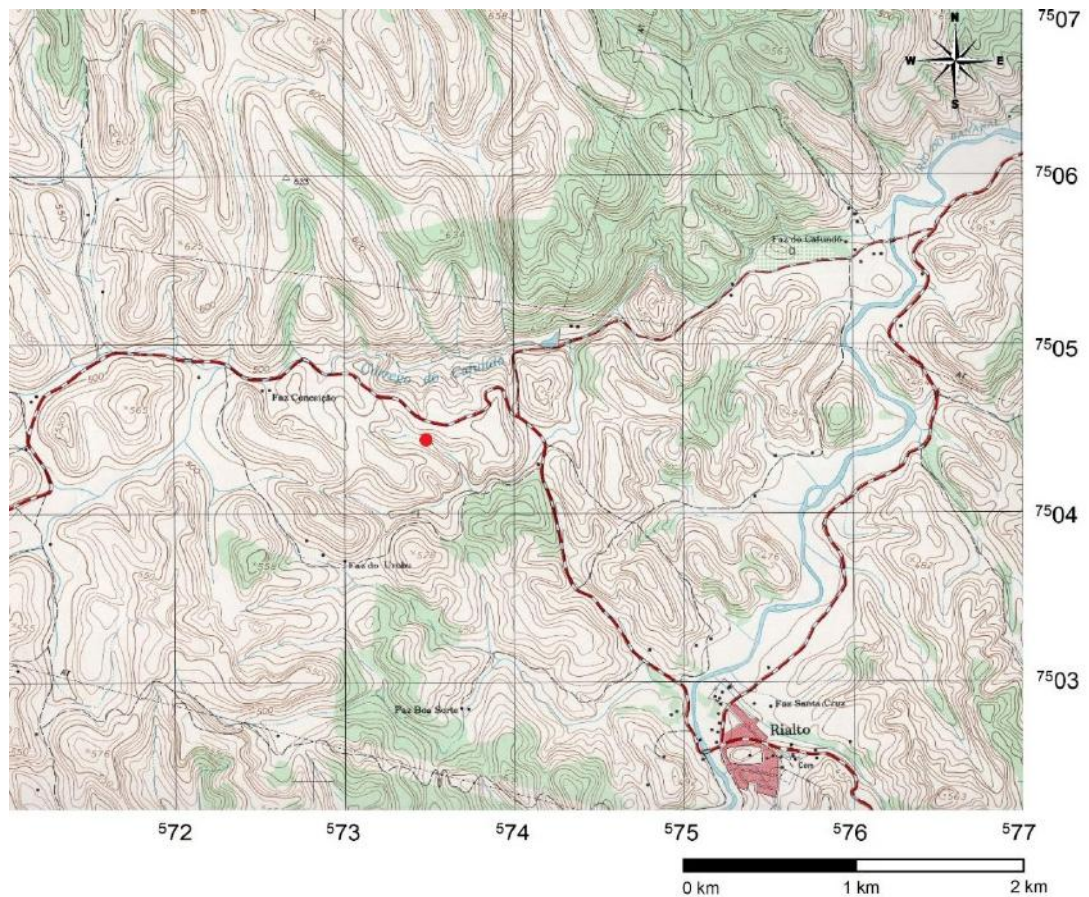


Figura 15: Mapa mostrando a bacia do Córrego do Cafundó (centro), Rio do Bananal (direita), e localização do ponto estudado (círculo vermelho). Fonte: Folha Rialto, Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG, 1981).



## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Levando em consideração todo o contexto teórico para esse trabalho, podendo ainda ser citado Nir (1983), que pensa a agência geomorfológica humana em termos de ações que envolvem a destruição da cobertura do solo e a conseqüente desnudação e erosão, havendo uma grande ligação destas, inclusive, com aspectos sociais e econômicos. Dessa maneira, é possível explicitar o ciclo do café sob a perspectiva de suas alterações geológicas e geomorfológicas antropogênicas. Segundo Júnior & Peloggia (2020), os terrenos antropogênicos e sua expressão geomorfológica registram um contexto histórico que possui um entendimento específico da apropriação do relevo sob a ótica do lucro. À vista disso, esse capítulo objetiva tratar dos resultados obtidos em campo e discutí-los, considerando tais questões para avaliar alguns impactos do ciclo do café na geologia e geomorfologia das áreas supracitadas, inseridas no Vale do Paraíba.

### **5.1 Resultados**

#### **5.1.1 Ponto 1**

O primeiro ponto (coordenadas 0550579 / 7526517, 23K), na região da bacia do Rio Pirapetinga, está situado sobre uma rampa de alúvio-colúvio, onde é possível observar, acima, uma cabeceira de drenagem em anfiteatro, na qual sulcos de cafezais ainda estão visíveis, além de um deslizamento recente ao alto da colina. A Figura 16 ilustra essa configuração.



Figura 16: Geomorfologia do ponto 1, situado em uma rampa de alúvio-colúvio próxima à uma cabeceira de drenagem.

Também se faz necessário destacar as modificações do solo proporcionadas pelas atividades econômicas na região. Na cabeceira de drenagem acima do ponto 1, observa-se sulcos horizontais (Figura 17, linhas ilustradas em amarelo) que são resultantes da pecuária extensiva na região, desenvolvida após o declínio do ciclo do café. Os terracetes, marcas acentuadas na vegetação/solo, geradas pela circulação de gado nos morros, podem ser observados ao longo de toda a região do Vale do Paraíba e, no caso do ponto 1, obliteraram as marcas verticais dos cafezais.



Figura 17: Visão do ponto 1, imagem com ilustração em amarelo demonstrando o padrão de marcas resultantes da pecuária no relevo.

A partir da prospecção com o auxílio de uma cavadeira (Figura 18), foi realizada uma perfuração de 80 cm no ponto 1 e montado o perfil a seguir (Figura 19).



Figura 18: Local de prospecção com a cavadeira no ponto 1.



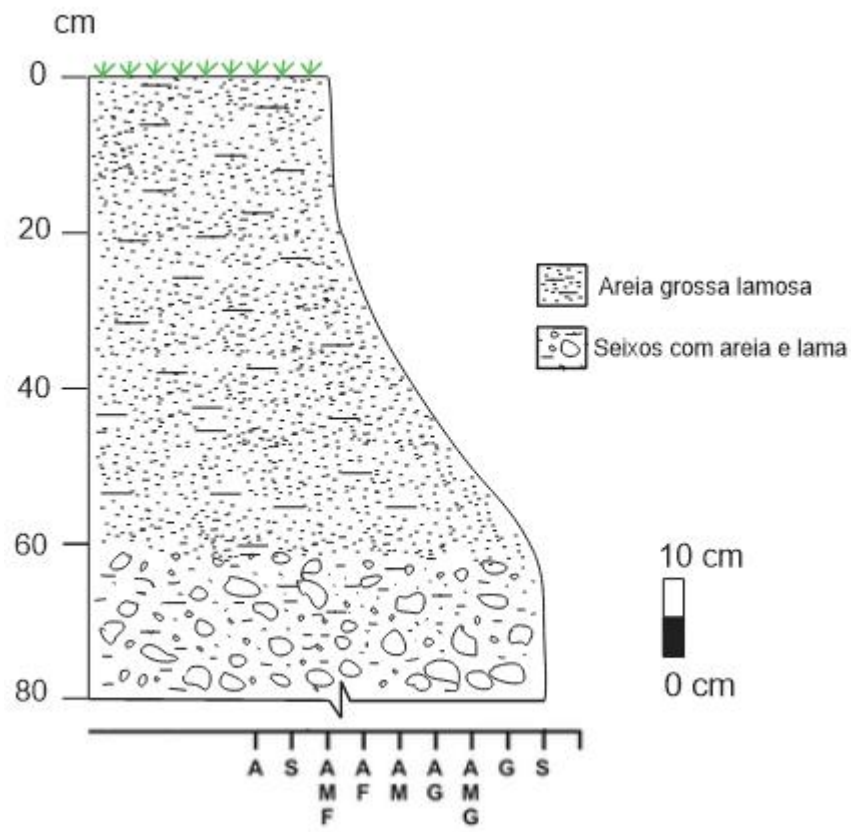


Figura 19: Perfil sedimentográfico da prospecção do ponto 1.

Trata-se de um pacote de areia lamosa, coloração marrom médio (Figura 20), mal selecionada, que se torna mais grossa em direção à base (areia grossa), até se tornar seixosa, ao fundo (seixos de quartzo). Há a presença de diversas raízes nesse intervalo (que aumentam para a base) além de traços de matéria orgânica. Devido à essas características, pode se tratar de um episódio de fluxo gravitacional, que teve contato com depósitos coluviais.



Figura 20: Sedimentos retirados da escavação no ponto 1.

A partir do deslizamento recente, observado ao alto da cabeceira de drenagem observada na Figura 16, e da típica erosão acelerada gerada pela pecuária extensiva, é possível inferir que deslizamentos são uma ocorrência comum ao longo da história pós-café na região. Estes processos gravitacionais são, provavelmente, sazonais com ocorrência mais frequente em episódios de chuvas fortes, dando origem a uma feição do tipo complexo de rampas - que recebeu contribuição de diversos deslizamentos periódicos, proveniente de erosão dos cafezais. Há, então, pelo menos 80 cm de sedimentos (perda dos horizontes A e B) deslizados posteriormente à instalação das plantações de café.

Cabe mencionar que, em um local um pouco mais abaixo do local da prospecção do ponto 1 (Figuras 21), e mais próximo ao Rio Pirapetinga, foi realizada uma raspagem (Figura 22) com pá que revelou uma camada com carvões dispersos (Figura 23) que podem estar relacionados à queimadas posteriores, realizadas para eliminar vegetação – por não ser um nível de fragmentos de carvão na base do depósito (que indicaria a primeira queimada na mata natural, para instalação dos cafezais). Cabe mencionar que toda a definição relativa à interpretação dos depósitos como concomitantes ou posteriores ao ciclo do café será feita no

tópico de discussão. Essa camada está em contato com um pelito aflorante no Rio Pirapetinga (Figura 24), interpretado como uma planície de inundação.

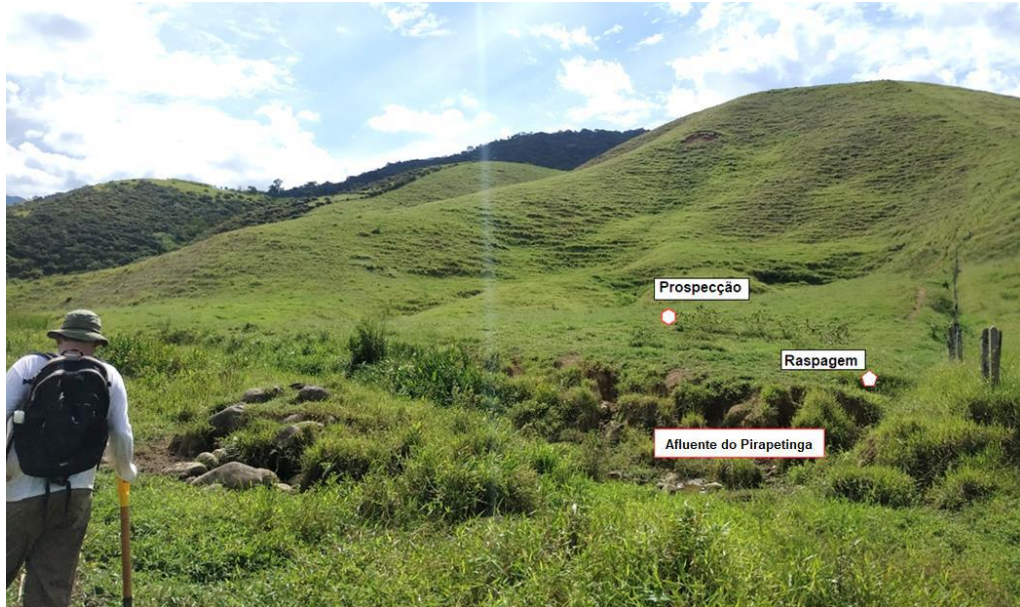


Figura 21: Raspagem e prospecção do ponto 1, próximo ao Rio Pirapetinga.



Figura 22: Raspagem realizada em local inferior na rampa de alúvio-colúvio do ponto 1.





Figura 23: Detalhe da área de raspagem, observando-se carvões dispersos em areia fina bem selecionada, lamosa, de coloração marrom médio.



Figura 24: Margem esquerda do Rio Pirapetinga. Depósito areno-lamoso de planície de inundação acima de pacote conglomerático de antigo canal.

O depósito antropogênico que abrange as características acima, utilizando a classificação de Peloggia (2017), é um depósito antropogênico induzido de vertentes (coluvial), da classe/tipo terreno antropogênico sedimentar de agradação.

### 5.1.2 Ponto 2

O ponto 2 (0550660 / 7526657, 23K), na bacia do Rio Pirapetinga, está localizado em uma rampa de alúvio-colúvio, na qual houve uma série de pequenos deslizamentos que depositaram sedimentos da encosta. O morro relacionado à rampa em questão possui morfologia convexa, indicando a existência desses deslizamentos mais frequentes, inclusive recentes, como pode-se observar na Figura 25. Sendo, assim, um pequeno anfiteatro com terracetes.



Figura 25: Deslizamento próximo ao ponto 2, produzido durante forte chuva que atingiu a região em janeiro de 2022.

Sedimentologicamente, o ponto é bem similar ao ponto 1. Foi feita uma escavação de 70 cm de profundidade utilizando uma cavadeira, resultando no perfil abaixo (Figura 26):



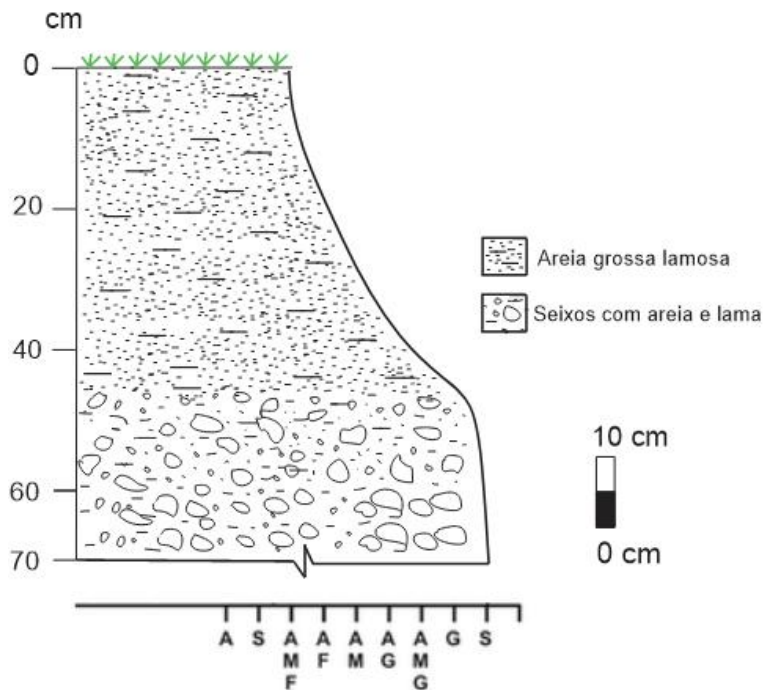


Figura 26: Perfil sedimentográfico da prospecção do ponto 2.

Trata-se, dessa forma, de uma areia marrom médio lamosa, um pouco mais argilosa do que o ponto 1. Apresenta algumas raízes, com a presença de seixos de quartzo (0,8-1,0 cm) ao escavar, mais próximo à base da escavação.

A ausência de carvão indica que o depósito é referente a um momento em que não eram realizadas mais queimadas. É possível que seja relacionado ao final do ciclo do café (na decadência deste ciclo econômico), já que, os sedimentos finos e sem seixos podem ser uma erosão mais laminar, que gera lentes de areia, em um contexto de terra degradada com o café em decadência. Outra possibilidade é que a porção escavada seja posterior aos cafezais, relacionada aos terracetes (deslizamentos junto às linhas) – o que é bem provável ao se observar que ocorrem deslizamentos recentes (Figura 25).

O depósito é classificado como antropogênico induzido de vertentes (coluvial), da classe/tipo terreno antropogênico sedimentar de agradação (PELOGGIA, 2017).

### 5.1.3 Ponto 3

O ponto 3 (0550654 / 7526071, 23K), localizado na bacia do Rio Pirapetinga em uma rampa de alúvio-colúvio, em uma porção à jusante de uma rampa convexa. O cenário geomorfológico é bem semelhante aos pontos anteriores. Na prospecção realizada, de 50 cm de profundidade, foi encontrado um pacote sedimentar arenoso que vai ficando progressivamente mais grosso, seixoso, com matéria orgânica e gramíneas. O perfil realizado no ponto 3 está apresentado na Figura 27.

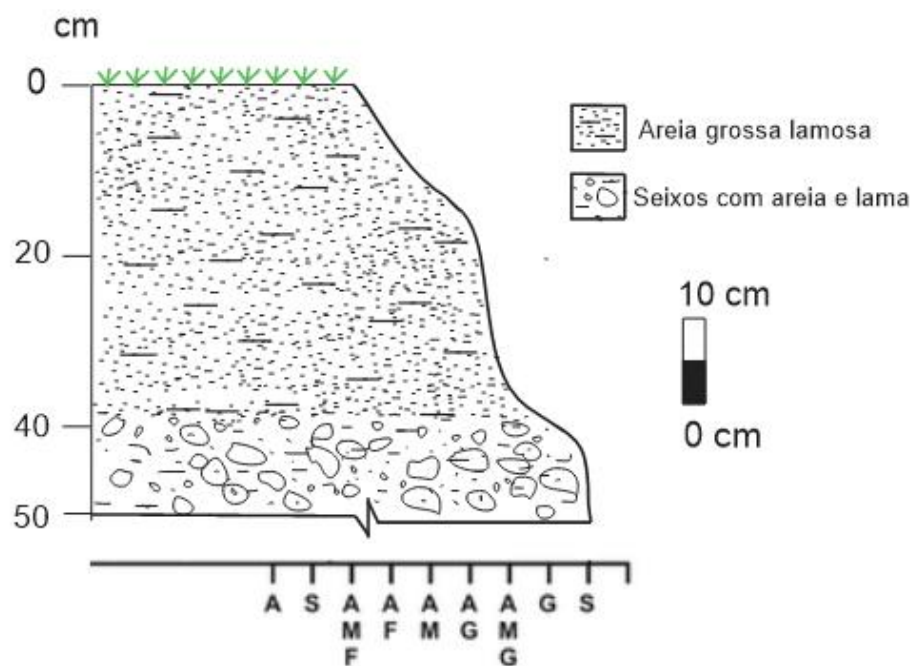


Figura 27: Perfil sedimentográfico da prospecção do ponto 3.

A escavação (Figura 28) foi feita até um nível no qual não foi mais possível avançar, pois a cavadeira colidiu com um substrato saprolitizado de gnaiss, do qual são desprendidos fragmentos (Figura 29).



Figura 28: Prospecção com a cavadeira no ponto 3.



Figura 29: Fragmento de gnaisse encontrado na prospecção do ponto 3.

Devido ao contexto local (onde havia cafezais colina acima cujas práticas erodiram o solo aceleradamente) e geomorfológico (rampa de alúvio-colúvio), pode-se inferir que o ponto em questão também possui níveis de deposição associados à ação humana. Dessa maneira,



classifica-se, segundo Peloggia (2017), como depósito antropogênico induzido de vertentes (coluvial), da classe/tipo terreno antropogênico sedimentar de agradação.

#### 5.1.4 Ponto 4

Localizado na planície aluvial do Córrego Boa Esperança, na bacia do Rio Pirapetinga, o ponto 4 (0556624/7528602, 23K) é um corte na margem dessa drenagem, acessada pela estrada Resende 111 (RES-111). Geomorfologicamente, trata-se de um terraço fluvial em um contexto em que há diversas encostas nas quais havia antigos cafezais – as quais possuem, inclusive, diversos deslizamentos recentes (Figura 30).



Figura 30: Deslizamento de janeiro de 2022 próximo ao terraço fluvial do ponto 4.

Sedimentologicamente, há o contato brusco de um pacote de areia limpa com um pacote de quase 80 cm de areia fina lamosa (provável paleossolo) bioturbada (Figura 31).



Figura 31: Afloramento do ponto 4, observando-se contraste entre sedimentos areno-lamosos abaixo (depósito típico de planície de inundação) e sedimentos arenosos mais escuros acima.

O perfil abaixo (Figura 32) mostra essa configuração.

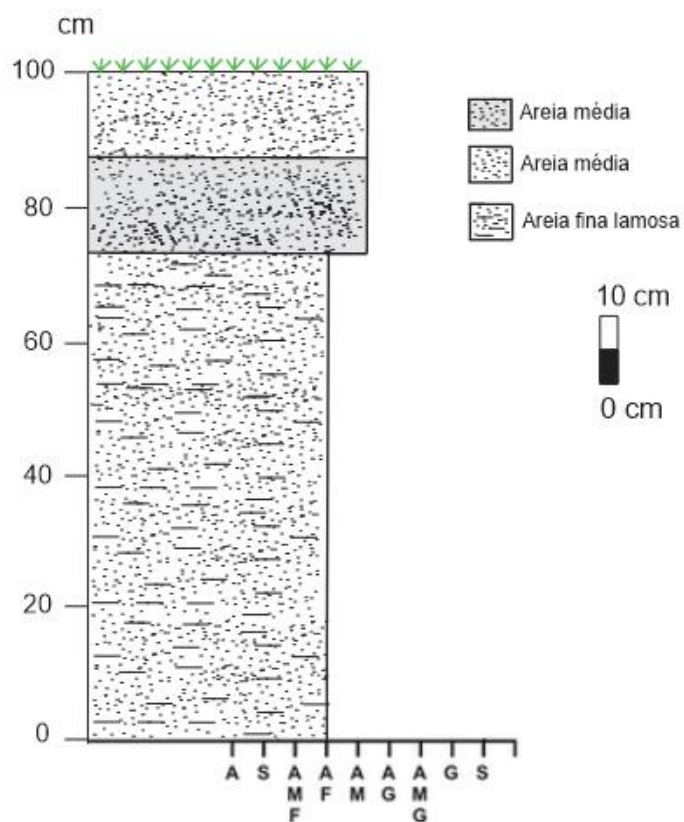


Figura 32: Perfil sedimentográfico do ponto 3.



Como as camadas superiores arenosas são “limpas”, depositadas sob condições de maior energia, em contato com depósitos mais finos (areias finas lamosas) de uma planície de inundação, o pacote sobrejacente pode ser derivado de um contexto de devastação das encostas e aceleração dos processos erosivos durante o ciclo do café, em que o vale foi assoreado. Trata-se, assim, de um provável depósito antropogênico sedimentar de agradação aluvial (induzido, de fundo de vale) (PELOGGIA, 2017), formando um terraço fluvial com desenvolvimento de solo pedogênico no topo.

### 5.1.5 Ponto 5

O ponto 5 está localizado na bacia do Córrego Cafundó (0573476/7504353, 23K), em um talvegue assoreado, estrategicamente escolhido por ser cercado por colinas nas quais é possível observar, de forma muito acentuada (em comparação com os pontos anteriores) os sulcos de antigos cafezais (Figura 33).



Figura 33: Visão para o fundo de vale onde estão localizados os pontos 5 e 6, cercados por antigos cafezais cujos sulcos não foram totalmente obliterados.

Foi feita uma prospecção (Figura 34) de 50 cm, na qual encontrou-se um pacote de aproximadamente 45 cm de areia média/areia grossa lamosa, bioturbada por raízes, com carvão disperso em boa quantidade, folhas gramíneas e uma quantidade maior de carvão na base (Figuras 35 e 36). Os outros 5 cm escavados se tratam de um nível seixoso que, apesar de ser impenetrável com a cavadeira, foi possível observar que possui uma maior quantidade de carvão.



Figura 34: Local onde a prospecção com a cavadeira foi realizada, no sopé de encosta onde os sulcos dos antigos cafezais ainda são visíveis.



Figura 35: Amostra do nível mais raso da prospecção realizada, com carvão disseminado e bioturbação por raízes.



Figura 36: Amostra do nível mais raso da prospecção realizada, com carvão disseminado e folhas de grama.

Isso é ilustrado pelo perfil abaixo (Figura 37).

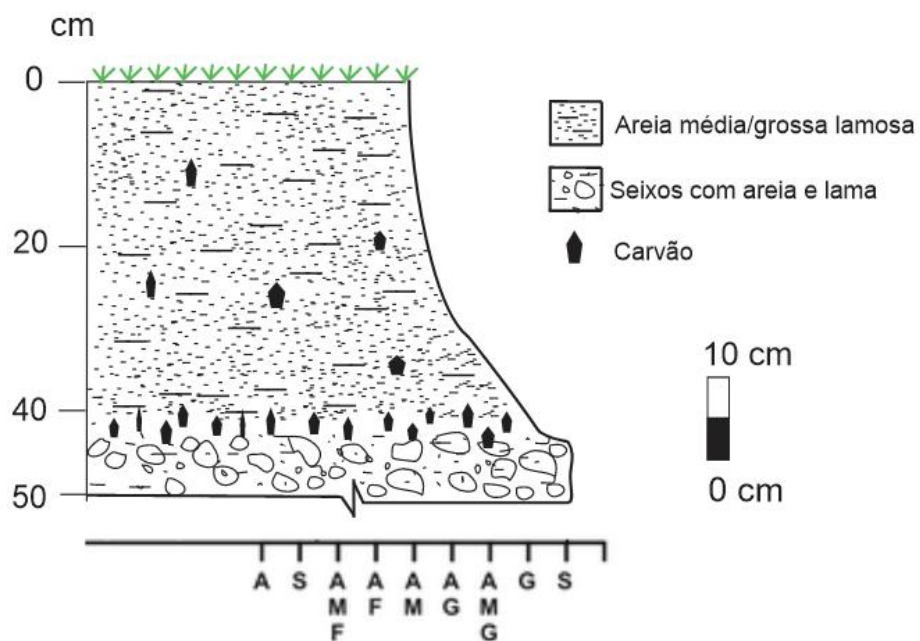


Figura 37: Perfil sedimentográfico da prospecção do ponto 5.



Tais características podem indicar que o nível seixoso, que também foi encontrado nas prospecções dos pontos anteriores, é a camada que corresponde ao momento de fluxo de detritos associado à instalação dos cafezais (logo após as queimadas). Similarmente, as folhas de grama no pacote de areia podem indicar um período em que já não havia vegetação e sim pastagem, tipicamente associada a um momento posterior à decadência do ciclo do café. Conclui-se que este é um depósito antropogênico sedimentar de agradação aluvial (induzido) (PELOGGIA, 2017), que assoreou o fundo de vale em questão.

### 5.1.6 Ponto 6

O ponto 6 (0573422/7504371, 23K) na bacia do Córrego Cafundó, está localizado no mesmo contexto do ponto anterior, porém, em uma porção mais inferior do talvegue. Na Figura 38 é possível observar o contexto geomorfológico do ponto 6, um vale no qual a encosta ao sul possui marcas bem visíveis de cafezais (conforme já mostrado na Figura B, no ponto anterior).



Figura 38: Contexto de fundo de vale do ponto 6 (lado esquerdo da imagem corresponde a encosta sul). Observar o intenso assoreamento dessa drenagem tributária do Córrego do Cafundó, decorrente da erosão das encostas adjacentes devido ao ciclo do café e, posteriormente, à pecuária extensiva.

Foi realizada uma prospecção de 50 cm. A camada mais rasa é de uma areia média lamosa, oxidada, intercalada com níveis lamosos orgânicos, turfosos, com odor de gás

sulfídrico ( $H_2S$ , condições redutoras) (Figura 39). As intercalações referentes à areia possuem algumas bioturbações de raízes finas e folhas de gramíneas (Figura 40).



Figura 39: Amostra da intercalação de níveis de lama orgânica com areia média lamosa.



Figura 40: Amostra de camada de areia que se intercala com níveis lamosos orgânicos, observando-se restos vegetais preservados (folhas de gramíneas).



O contato da camada superior com a camada inferior é bem definido e se encontra a 30 cm de profundidade. O material da camada inferior (dos 30 aos 50 cm da prospecção) é uma areia muito grossa, quartzosa, com clastos angulosos, lamosa, orgânica, com carvão abundante em forma de talos (Figura 41).



Figura 41: Amostra de areia muito grossa, angulosa, lamosa, orgânica, com carvão na forma de talos.

Abaixo estão o perfil realizado (Figura 42) e uma imagem da prospecção no ponto, na qual pedaços de carvão estão visíveis (Figura 43).

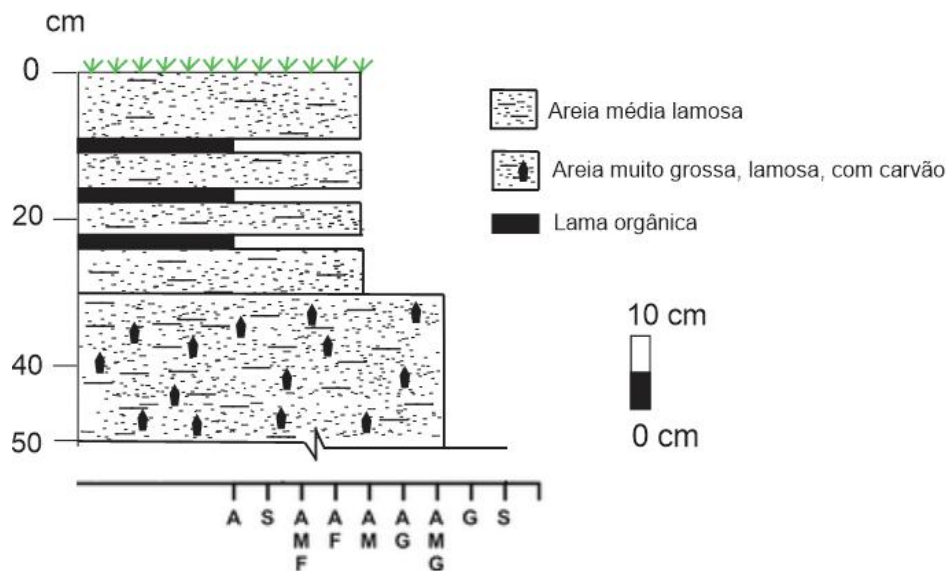


Figura 42: Perfil sedimentográfico da prospecção do ponto 6.



Figura 43: Fotografia do interior da escavação, na qual há diversos pontos pretos (carvão) que podem ser identificados principalmente ao fundo e na lateral direita.

As características do ponto em questão trás à hipótese de que a camada inferior é proveniente da perda do horizonte A em um solo de floresta, erodido logo após as queimadas atribuídas ao ciclo do café, por se tratar de uma terra pouco consolidada (areia muito grossa, orgânica, com talos carbonizados resultantes da queima de madeira). O pacote acima é interpretado como a intercalação da inundação da drenagem (níveis de argila, planície de inundação) com areia deslizada das encostas em um momento posterior em que a floresta já havia sido degradada (ausência de carvão, provável pasto em um contexto após o café ou decadência deste, o que é demonstrado pela presença de folhas de gramíneas preservadas).

Desta maneira, pode-se concluir que se trata de um antropogênico sedimentar de agradação aluvial (induzido, de fundo de vale) (PELOGGIA, 2017).

## 5.2 Discussão

A princípio, se faz necessário organizar os resultados dos pontos descritos anteriormente, com o propósito de um entendimento geral e comparativo de cada um destes. Para isso, foi feita um quadro que sumariza as características encontradas e, a partir disso, propõe uma interpretação dos depósitos com relação ao ciclo do café (possibilidade de ser um depósito anterior, concomitante ou posterior a este momento histórico), também indica a justificativa para essa interpretação e, por fim, o tipo de depósito segundo Peloggia (2017). Esse quadro, dividido em duas partes, pode ser analisado abaixo (quadros 3 e 4).

Com tal recurso, é possível notar que, dos seis pontos:

- Quatro estão na bacia do Rio Pirapetinga e dois na bacia do Córrego do Cafundó;
- Três são em rampa de alúvio-colúvio, um em terraço fluvial e dois em fundo de vale;
- Todos foram classificados como antropogênicos e relacionados aos ciclos econômicos da região (ciclo do café e o ciclo posterior, o da pecuária), sendo três deles depósitos provavelmente concomitantes ao ciclo do café e/ou posteriores; um depósito posterior; e dois depósitos com a camada inferior sendo concomitante e a camada superficial, posterior;
- Todos os pontos são referentes à depósitos induzidos e de agradação, sendo três de vertentes (coluvial) e três de fundo de vale (aluvial);
- Presença de nível seixoso na base em quatro pontos, sendo três em rampas de alúvio-colúvio e 1 em fundo de vale;
- Sedimentologicamente, constituem areias médias a grossas, lamosas, angulosas, com grãos de quartzo mal selecionados e imaturos texturalmente; sem estruturas (maciços);
- Restos de gramíneas estão presentes em três pontos, sendo um em rampa de alúvio-colúvio e dois em fundo de vale. Já fragmentos de carvão estão presentes em dois pontos, ambos em fundo de vale.

Quadro 3: Tabela comparativa dos resultados dos pontos 1 a 3, indicando bacia, feição geomorfológica, resultado sedimentológico, interpretação com relação ao ciclo do café, justificativa para as interpretações e o tipo de depósito segundo Peloggia (2017).

Ponto	Bacia	Feição Geomorfológica	Resultado da Prospecção	Interpretação com relação ao Ciclo do Café	Justificativa	Tipo de Depósito
1	Rio Pirapetinga	Rampa de alúvio colúvio	Nível seixoso na base da escavação, acima areia grossa lamosa com matéria orgânica dispersa, com raízes e sem fragmentos de carvão	Depósito concomitante e/ou posterior	Presença de nível seixoso na base da escavação indicando provável fluxo gravitacional (movimento de massa) associado à remoção da vegetação, sugerindo que o depósito possa ser concomitante ao Ciclo do Café; entretanto, a ausência de carvão (marcador utilizado) traz a possibilidade deste ser posterior. Já a presença de nível seixoso (provável marcador deste fluxo de detritos no início do estabelecimento dos cafezais) em conjunto com a ausência de restos de gramíneas (o pasto é relacionado ao ciclo da pecuária), pode representar um depósito com sedimentos "pós" e "sin" Ciclo do Café, no qual o contato não foi possível de ser estabelecido.	Antropogênico sedimentar de agradação, induzido, de vertentes (coluvial)
2	Rio Pirapetinga	Rampa de alúvio colúvio	Na base da escavação, nível seixoso e acima, areia grossa lamosa com raízes, sem fragmentos de carvão	Depósito concomitante e/ou posterior	Presença de nível seixoso na base da escavação indicando provável fluxo gravitacional (movimento de massa) associado à remoção da vegetação, sugerindo que o depósito possa ser concomitante ao Ciclo do Café; entretanto, a ausência de carvão (marcador utilizado) traz a possibilidade deste ser posterior. Já a presença de nível seixoso (provável marcador deste fluxo de detritos no início do estabelecimento dos cafezais) em conjunto com a ausência de restos de gramíneas (o pasto é relacionado ao ciclo da pecuária), pode representar um depósito com sedimentos "pós" e "sin" Ciclo do Café, no qual o contato não foi possível de ser estabelecido.	Antropogênico sedimentar de agradação, induzido, de vertentes (coluvial)
3	Rio Pirapetinga	Rampa de alúvio colúvio	Na base, provável substrato gnáissico alterado (saprolito); acima, intervalo arenoso com gradação normal, seixoso na base, com matéria orgânica dispersa, restos vegetais (gramíneas), sem a presença de carvão.	Depósito posterior	Presença de gramíneas (o pasto é relacionado ao ciclo da pecuária) e ausência de carvão.	Antropogênico sedimentar de agradação, induzido, de vertentes (coluvial)

Quadro 4: Tabela comparativa dos resultados dos pontos 4 a 6, indicando bacia, feição geomorfológica, resultado sedimentológico, interpretação com relação ao ciclo do café, justificativa para as interpretações e o tipo de depósito segundo Peloggia (2017).

Ponto	Bacia	Feição Geomorfológica	Resultado da Prospecção	Interpretação com relação ao Ciclo do Café	Justificativa	Tipo de Depósito
4	Rio Pirapetinga	Terraço fluvial	Na camada inferior, areia fina lamosa bioturbada (planície de inundação), sem fragmentos de carvão. Na camada superior, areia fina com menor quantidade de matriz lamosa.	Depósito concomitante ou posterior	Contato de areia limpa com a planície de inundação aponta a possibilidade de essa camada ser antropogênica pelo seu contexto, porém, não há carvão ou restos de gramíneas (marcadores específicos de cada ciclo).	Antropogênico sedimentar de agradação, induzido, de fundo de vale (aluvial)
5	Afluente do Córrego do Cafundó	Fundo de vale	Na camada inferior, nível seixoso com maior quantidade de carvão. Na camada superior, areia média a grossa lamosa, bioturbada por raízes, presença de restos vegetais (gramíneas), carvão na base.	Camada concomitante (inferior) e camada posterior (superior)	Presença do nível seixoso ao fundo em conjunto com carvão aponta a possibilidade de uma deposição concomitante ao ciclo do café; enquanto a presença de restos de gramíneas na camada superior sugere a possibilidade deste ser um intervalo ligado ao ciclo da pecuária.	Antropogênico sedimentar de agradação, induzido, de fundo de vale (aluvial)
6	Afluente do Córrego do Cafundó	Fundo de vale	Na camada inferior, areia muito grossa quartzosa, com clastos angulosos, lamosa, com abundante matéria orgânica disseminada e fragmentos de carvão. Na camada superior, areia média lamosa, oxidada, com restos vegetais (gramíneas), intercalada com níveis lamosos orgânicos turfosos com odor de SO <sub>2</sub> .	Camada concomitante (inferior) e camada posterior (superior)	Sedimento com baixa maturidade textural e granulometria características de antigo horizonte A de floresta, em conjunto com a presença de carvão, apontam para uma deposição concomitante ao ciclo do café (camada inferior). Na camada superior, a areia com presença de restos de gramíneas aponta para provável erosão laminar no ciclo da pecuária, que se intercala com a inundação do vale.	Antropogênico sedimentar de agradação, induzido, de fundo de vale (aluvial)

Os pontos da bacia do Rio Pirapetinga, em rampas de alúvio-colúvio e terraço fluvial, apresentaram resultados menos conclusivos do que os da bacia do Córrego do Cafundó, em um fundo de vale. Enquanto as interpretações dos depósitos relacionados ao Rio Pirapetinga possuem, de forma geral, mais de uma hipótese (poderiam, até onde foi possível investigar, ser tanto concomitantes como posteriores aos cafezais), as relacionadas ao afluente do Córrego do Cafundó são mais taxativas, definindo o ciclo do café em um nível de sedimentos e o ciclo da pecuária em outro nível. Isso ocorre pois os depósitos aqui considerados como relativos ao ciclo do café possuem um marcador principal, que são quantidades consideráveis de fragmentos de carvão na base (relacionados às queimadas para eliminar vegetação), características encontradas no afluente do Córrego do Cafundó. De forma similar, os depósitos relacionados à instalação do ciclo da pecuária foram afirmados ao encontrar seu marcador, restos de gramíneas, relacionados à instalação de pastagens (o que ocorreu, também, em camadas de ambos os pontos na bacia do Córrego do Cafundó e em somente um ponto do Rio Pirapetinga). Dessa forma, a maioria dos pontos na bacia do Rio Pirapetinga, por não possuírem fragmentos de carvão ou restos de gramíneas, possuem essa interpretação relativa aos ciclos deixada em aberto. Apesar disso, tais depósitos são interpretados como relativos a algum destes dois ciclos econômicos recentes, pois são depósitos relacionados a um contexto posterior à eliminação da Mata Atlântica para a introdução dos cafezais, que modificou as características geomorfológicas da região e os processos erosivos nas encostas, conforme exposto neste trabalho e evidente para todos os pontos estudados. Isso é confirmado, sedimentologicamente, pela presença de nível seixoso na base da escavação, fator associado à fluxo de detritos por remoção da vegetação.

Além do supracitado, Moura & Mello, 1991; Ribeiro *et al.*, 1996; Mello *et al.*, 1995 (*apud* OLIVEIRA *et al.* 2005) sustentam que o padrão para esses depósitos relacionados a tal processo de eliminação da Mata Atlântica é compatível com os pontos estudados. Nestes artigos, são descritos como associados à depósitos coluviais em segmentos basais de cabeceiras em anfiteatro, “materiais areno-argilosos, castanho-escuros, com grãos de quartzo extremamente mal selecionados, maciços, com espessuras da ordem de 1 m, apresentam-se como o horizonte A dos solos atuais, dispostos em contato erosivo sobre os depósitos coluviais subjacentes” (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Além disso, este autor destaca que tais depósitos são delimitados, na base, por fragmentos de carvão alinhados. O carvão foi datado em  $160 \pm 60$  anos AP por radiocarbono (compatível com o ciclo do café), idade similar também foi obtida para troncos e carvões das porções média e superior de depósitos aluviais em baixos terraços.



Com essas informações, em conjunto com a idade da porção basal dos baixos terraços ( $1.060 \pm 70$  anos A.P.), foi evidenciado o aumento do aporte sedimentar para os cursos fluviais pela aceleração dos processos erosivos por desmatamento da mata primitiva.

Estudos palinológicos também demonstraram o aumento das gramíneas em direção ao topo, em detrimento das espécies relacionadas à Mata Atlântica, cenário compatível com mudanças no uso da terra. Dessa maneira, o incremento de gramíneas diz respeito ao estabelecimento e expansão das pastagens a partir do final do ciclo cafeeiro. Em suma, tanto os aspectos sedimentológicos dos depósitos antropogênicos pós-degradação da Mata Atlântica como os marcadores do Ciclo do Café ou do Ciclo da Pecuária, demonstrados nos artigos supracitados, foram encontrados nos depósitos estudados, permitindo as conclusões feitas aqui.

Tais conclusões, evidenciadas nos quadros A e B, têm como causa o processo demonstrado por Bittencourt (1978), de evolução das vertentes por mudança de uso de terra, ilustrado na Figura 44.

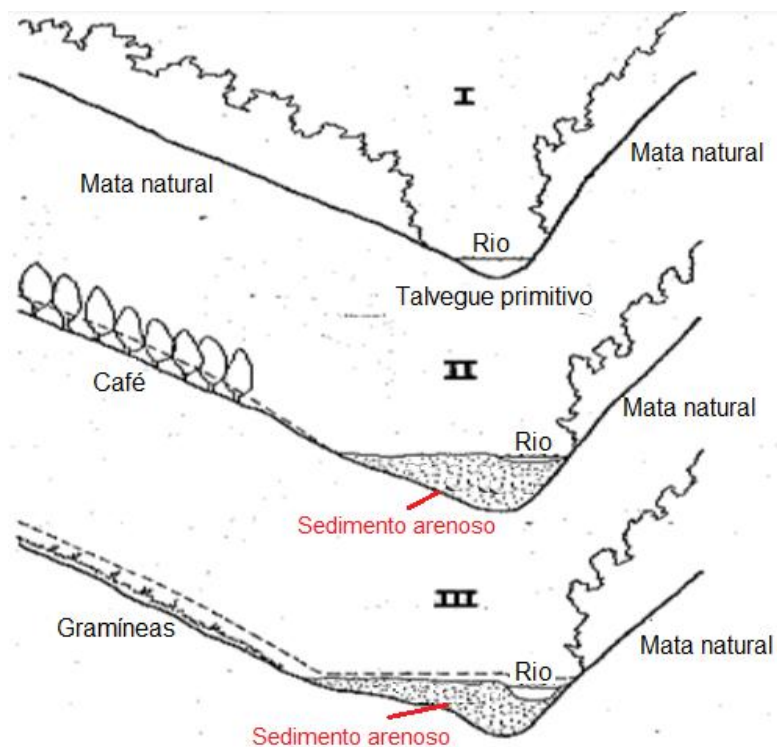


Figura 44: Evolução das vertentes em um contexto de mudança de uso de terra para plantio de café, especificamente uma seção na bacia do ribeirão do Rato no Noroeste do Paraná. I – Condições naturais; II – Intenso desmatamento seguido de plantio de café; III – O café, erradicado pela infertilidade do solo, foi substituído por pastagens. Fonte: modificado de Bittencourt (1978).

A Figura 44 demonstra que um talvelgue não acumula muitos sedimentos arenosos em seu leito em condições normais, entretanto, com o desmatamento desencadeado por queimadas e posterior plantio de café (com seu modo peculiar de cultivo já exposto, que demanda capinas periódicas entre as carreiras/leiras), houve uma erosão muito violenta na bacia hidrográfica, devido à desproteção da superfície. Isso provocou uma intensa colmatação no leito da drenagem, como observado pela quantidade de sedimentos arenosos (II, Figura 44) no que antes era indicado como talvelgue primitivo (I, Figura 44). Esse processo, que causou infertilidade do solo – e este se tornou inviável à cultura cafeeira – fez o café ser erradicado, cedendo lugar às pastagens que, desde o fim do Ciclo do Café até os dias atuais, está presente e é característica do Ciclo da Pecuária. Este momento ilustrado na Figura 44 (III) tem como característica um fundo de vale totalmente assoreado com relevo plano, entretanto, com a possibilidade de ocorrência de processos em que o rio volta a esculpir seu leito sobre estes sedimentos.

Este é precisamente o contexto dos pontos 5 e 6 na bacia do Córrego Cafundó (Figura 45), apesar da reentrância da drenagem ainda não ocorrer em tal local. Na Figura 45, é possível observar a forma plana do fundo de vale, o que constitui eventual indicador da presença de depósitos antropogênicos, segundo Oliveira *et al.* (2005). Este é um dos exemplos de formas de relevo antropogênicas encontradas em campo (cuja classificação é apresentada no Referencial Teórico), constituindo um aterro induzido (terreno produzido, depósito sedimentar induzido), segundo Peloggia *et al.* (2014). Quanto aos tipos de relevo antropogênicos como um todo, todos os pontos são depósitos induzidos/terrenos produzidos, sendo assim, aterros, cujos sedimentos são provenientes de erosão laminar ou de ravinas induzidas (terreno erodido), ou seja, uma vertente antropogenicamente modificada. Desta maneira, não só as formas deposicionais são classificadas como antropogênicas, mas também as vertentes.



Figura 45: Talvegue assoreado em afluente da margem esquerda do Córrego do Cafundó (pontos 5 e 6), observando-se o relevo plano, embrejado, de depósito aluvial induzido pela erosão das encostas adjacentes e a montante. As anotações dizem respeito à classificação da paisagem antropogênica.

Tendo em vista o até aqui exposto, é notório que a maior parte da deposição antropogênica está relacionada ao Ciclo do Café, em que as taxas erosivas eram muito maiores. Já no Ciclo da Pecuária, posterior à decadência do café, onde a pastagem (indicada na Figura 44, momento III) é a norma, os sedimentos são depositados em sua maioria por um processo de erosão laminar ou erosões significativas episódicas, quando ocorrem grandes chuvas. Quanto à esta geração de deslizamentos ou voçorocamento por pluviosidade elevada, pode-se retornar às características geomorfológicas do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Conforme já mencionado, essa região de depressão interplanática é altamente propensa à eventos erosivos e movimentos de massa (DANTAS, 2000); isto pôde ser observado em campo, em que a presença de diversos deslizamentos recentes (datados das chuvas de janeiro de 2022) era imponente em diversos locais, como na Figura 46. Nesse contexto, é importante destacar que houve uma transformação da dinâmica hidrológica regional na mudança de atividade econômica (do café para a pecuária). A substituição dos cafezais por uma malha de raízes de gramíneas dificulta a ocorrência de escoamento superficial, propiciando uma infiltração da chuva de uma magnitude alta, porém muito mais rápida do que num ambiente florestal – pois não há obstáculos à entrada de água no solo – sendo, assim, uma dinâmica que produz zonas de saturação que detonam



processos erosivos por voçorocamentos (DANTAS & COELHO NETTO, 2018). Esse é o processo que marca a paisagem local e concentra-se nas vertentes côncavas e em rampas de alúvio-colúvio. Tal configuração indica a possibilidade de deposição de forma episódica de uma maior quantidade de sedimentos relacionados ao Ciclo da Pecuária, entretanto, não deve se perder de vista o fato de que a pastagem ainda protege o solo de forma mais efetiva do que o café, produzindo comparativamente menor erosão, de forma geral. De qualquer maneira, tendo em vista o descrito com relação aos processos erosivos contemporâneos, que são cíclicos na história recente da região, em alguns dos pontos estudados a hipótese da presença de sedimentos relacionados ao Ciclo da Pecuária é, sim, levantada, ao se constatar a presença de características já descritas.



Figura 46: Diversos deslizamentos atuais no vale do Rio Pirapetinga, processo que ocorre de forma mais intensa desde o Ciclo do Café.

Já a comparação entre os perfis sedimentográficos de cada ponto em que foram realizadas prospecções (ou seja, exceto terraço fluvial) pode ser observada na Figura 47. Primeiramente, destaca-se a presença do nível seixoso na base de quase todos os pontos (já que se tratava de um nível impenetrável pela cavadeira). As exceções são: (i) ponto 4, em um terraço fluvial (não inserido na imagem), que está em um contexto de deposição distinto dos demais; (ii) ponto 6, localizado o mais fundo possível do vale assoreado. Neste último, há a possibilidade de o nível com seixos, encontrado em um ponto próximo em uma cota um pouco

superior, esteja presente em uma profundidade maior do que foi possível investigar com a cavadeira – já que a camada ao fundo da escavação realizada (areia muito grossa lamosa, com abundante carvão) é a que possui as características mais compatíveis com o início/auge do Ciclo do Café.

Assim sendo, o nível de seixos na base pode ser considerado um padrão nos depósitos investigados, correlacionável, com exceções justificáveis. Levando em consideração que a presença dessa característica é atribuída aqui a fluxos de detritos produzidos pela erosão acelerada pelo desmatamento da floresta nativa, utilizado de forma generalizada ao iniciar a plantação de cafezais (e todos os pontos, conforme a metodologia, foram definidos em um contexto cercado por colinas com evidências de antigos cafezais), pode-se atribuir a presença dessa camada ao início do Ciclo do Café.

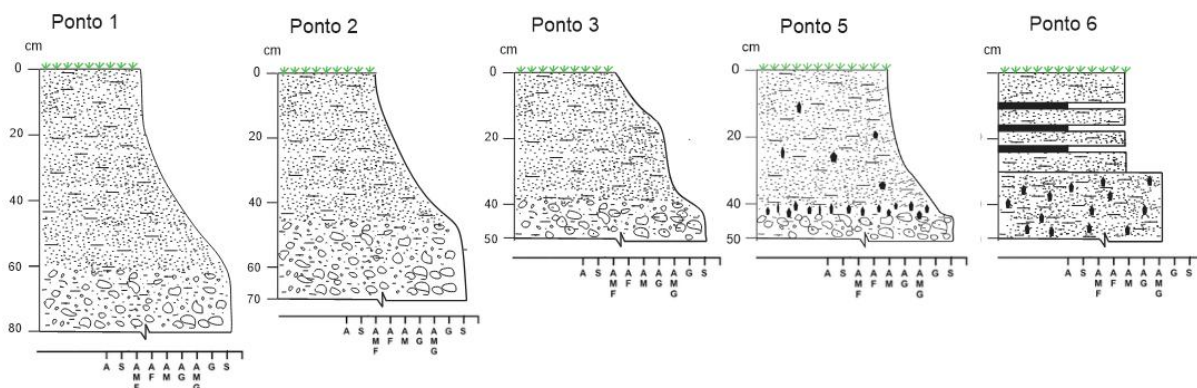


Figura 47: Comparação entre os perfis sedimentográficos realizados neste trabalho.

Essa característica, em conjunto com os marcadores dos ciclos econômicos (fragmentos de carvão e restos de gramíneas) e outras características sedimentológicas presentes em todos os pontos (areias médias a grossas quartzosas, lamosas e com clastos angulosos), demonstram que os depósitos do Ciclo do Café são identificáveis e mapeáveis, respondendo à pergunta principal deste trabalho. A forte imaturidade textural com predomínio de sedimentos arenosos grossos indica erosão acelerada das vertentes e deposição anômala. Estes estão provavelmente em discordância com os depósitos inferiores, assim como já destacado anteriormente nos atributos considerados por Oliveira *et al.* (2005).

Toda essa interpretação pode ser comparada, ainda, com a realizada por Peloggia no seu artigo de 2015 sobre depósitos da bacia do Rio Una, afluente da margem direita do Paraíba do Sul em Taubaté (SP), associados, segundo este autor, ao processo geológico antropogênico ocorrido no Ciclo do Café. Abaixo, a Figura 48 evidencia um perfil de um depósito

antropogênico induzido de agradação, em fundo de vale, que configura um baixo terraço. Destacam-se as semelhanças com os perfis deste trabalho: forte imaturidade textural, textura predominantemente grossa e níveis basais discordantes que sugerem a ocorrência de processos iniciais de fluxos de detritos.

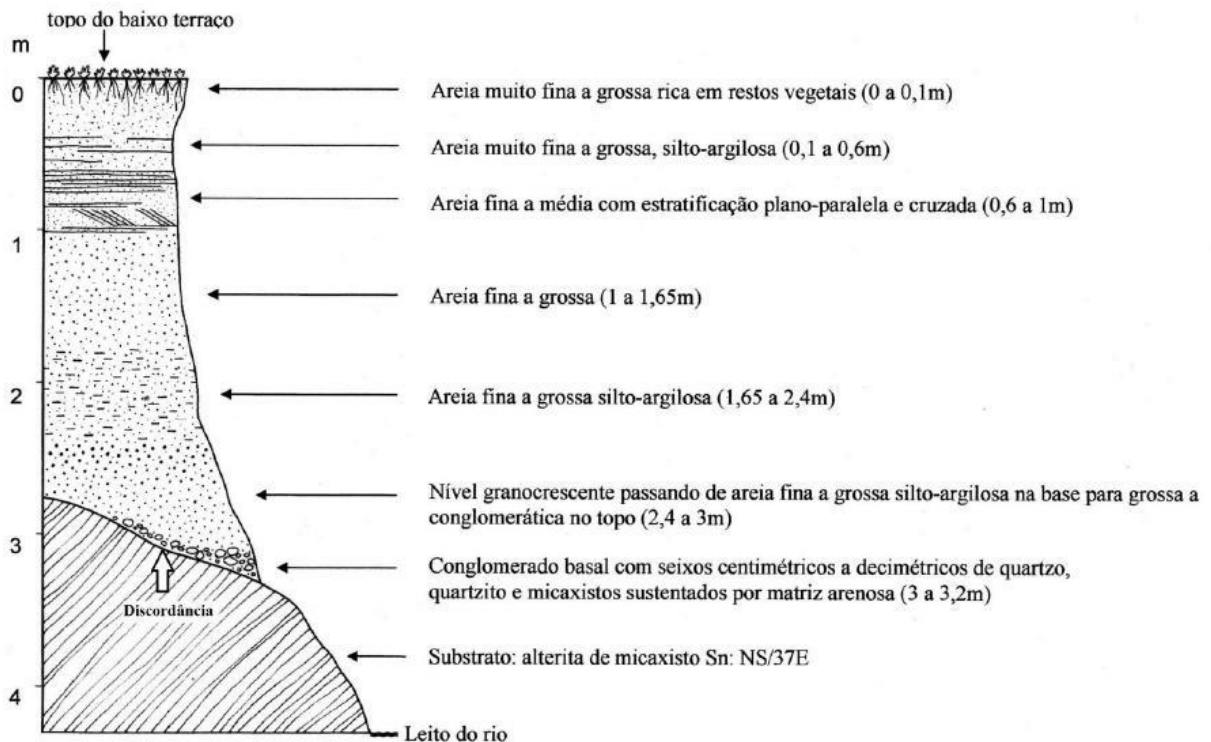


Figura 48: Perfil geológico de depósito antropogênico na bacia do Rio Una, relacionado ao ciclo do café no Vale do Paraíba. Fonte: Peloggia (2015).

Peloggia (2015) utilizou a categoria de *aloformação* para este depósito, devido ao atendimento de requisitos de mapeabilidade, descontinuidade e características internas – englobando-a no chamado Alogrupo Ciclo do Café no Vale do Paraíba, que visa correlacionar os depósitos antropogênicos geneticamente associados a esse fenômeno. Segundo o autor, os depósitos considerados devem corresponder ao Antropoceno.

Assim como a Aloformação Rio Una é iniciada por uma discordância que marca o início do ciclo do café, os depósitos estudados neste trabalho podem também ser definidos como uma aloformação antropogênica, iniciada por um nível basal conglomerático, correlacionável, como explicitado anteriormente neste subcapítulo. Do mesmo modo, a aloformação evidenciada pelos resultados deste trabalho se inseriria no Alogrupo Ciclo do Café no Vale do Paraíba que, por sua vez, está inserido dentro do conceito de Antropoceno, com base na possibilidade de se considerar um Antropoceno regional (diacrônico, não cronoestratigráfico).

Cabe mencionar que a discussão aqui realizada é preliminar e, até mesmo, experimental, não só pela amostragem de pontos, pequena para alcançar conclusões mais robustas, mas também por este se tratar de um tema nunca explorado anteriormente no Departamento de Geologia da UFRJ, no qual o conhecimento metodológico foi adquirido ao longo do próprio processo de confecção do trabalho. Quanto ao primeiro fator, há apenas seis pontos estudados devido a um contexto de atraso de cronograma causado pela pandemia, em que foi possível a realização de apenas dois trabalhos de campo. Ainda assim, é importante evidenciar que mesmo dentro desses limites e com o entendimento de que irão existir algumas lacunas, foi possível chegar em conclusões que evidenciam que os depósitos antropogênicos do Ciclo do Café são identificáveis e mapeáveis e, não somente isso, podem ter sua “história” narrada na proposta de ambos os ciclos econômicos pretendidos – Ciclo do Café (“sin café”) e Ciclo da Pecuária (“pós café”).

Por fim, há um reconhecimento feito neste trabalho de mais evidências (em consonância com evidências anteriormente expostas por Alex Ubiratan Goossens Peloggia) acerca da possível existência de uma aloformação ou um alogrupo provavelmente presente em grande parte do Médio Vale do Paraíba do Sul, entretanto, sem estudos que comprovem tal caso e indiquem a extensão dessa aloformação/alogrupo. Desta maneira, recomenda-se que trabalhos futuros investiguem a região sob essa ótica do Antropoceno, já que a maioria dos estudos do Quaternário na região levam em consideração apenas processos geológicos naturais. Novos estudos que identifiquem mais depósitos antropogênicos coluviais e aluviais associados aos processos produzidos pelo Ciclo do Café devem datar estes depósitos geocronologicamente, idealmente utilizando-se de estudos palinológicos e de carbono 14 – o que potencialmente pode definir mais precisamente o que é do Ciclo do Café/Ciclo da Pecuária. Além disso, recomenda-se a investigação de depósitos em locais diversos do Vale do Paraíba, em que seja feita uma amostragem maior de pontos, com a utilização de ferramentas mais adequadas, como trado.

## 6 CONCLUSÕES

- A importância do tema se dá ao se inserir dentro das discussões de um dos limites planetários, a mudança no uso da terra. Conseqüentemente, as discussões realizadas evidenciam a capacidade humana de promover transformações ambientais profundas.
- Com os resultados apresentados, é possível afirmar que o Antropoceno se inicia no Vale do Paraíba a partir do colonialismo. A modificação de processos sedimentares é um dos marcadores do Antropoceno.
- A paisagem da região estudada foi afetada pelos processos de erosão e deposição antrópica, gerando novas feições geomorfológicas. Com isso, há a presença tanto de superfícies que sofreram erosão/deslizamento (de degradação, erosivas) como superfícies aterradas (de agradação, deposicionais).
- Os terrenos antropogênicos estudados são formados por processos de agradação, sendo depósitos antropogênicos induzidos, coluviais ou aluviais.
- O nível basal dos perfis sugere a ocorrência de fluxos de detritos que marcam o processo inicial de degradação antrópica, ligado à supressão da floresta nativa.
- As queimadas realizadas para eliminar a vegetação nativa, prática associada ao início do Ciclo do Café, produziram carvão, depositado em níveis mais basais dos depósitos estudados.
- O Ciclo da Pecuária, ciclo econômico importante na região que emergiu após o Ciclo do Café, também gerou depósitos que são marcados pela presença de restos de gramíneas.
- As características sedimentológicas e geomorfológicas descritas indicam que os depósitos dos pontos estudados foram gerados em um processo erosivo-deposicional intenso, proveniente de ação humana nos principais ciclos econômicos na região. Dentre as características geomorfológicas, estão os fundos de vale assoreados, as ravinas e deslizamentos nas vertentes e as rampas de alúvio-colúvio. Quanto às características sedimentológicas, destacam-se a textura arenosa predominantemente grossa e imatura (grãos angulosos, presença de lama), marcadores como fragmentos de carvão e restos de gramíneas e possível nível basal discordante, seixoso.
- As características encontradas a partir da análise preliminar dos depósitos da região do Médio Vale do Paraíba confirmam que o Ciclo do Café gerou depósitos identificáveis e mapeáveis, reforçando a hipótese inicial deste estudo.



- Com tal hipótese confirmada, é proposto que os níveis estudados sejam classificados como uma aloformação antropogênica, pertencente ao alogrupo Ciclo do Café no Vale da Paraíba, definido por Peloggia (2015).
- A região deve ser estudada sob a ótica do Antropoceno, com novos trabalhos que identifiquem mais depósitos gerados por ação humana em contextos distintos, assim, chegando em conclusões mais robustas sobre a aloformação/alogrupo correspondente ao Ciclo do Café.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTENCOURT, A.V.L. **Sólidos hidrotransportados na bacia hidrográfica do rio Ivaí: aplicação de balanço hidrogeoquímicos na compreensão da evolução dos processos de dinâmica externa.** Tese de Doutorado - Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo-USP. 1978.
- BRAGA, D.D. **Compartimentação topográfica do médio vale do Paraíba do Sul (RJ) em uma perspectiva morfotectônica.** Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. 59 p, 2011.
- BROWN, E.H. **Man shapes the earth.** The Geographical Journal, v. 136, n. 1, p. 74-85, 1970.
- COOPER, A.H.; BROWN, T.J.; PRICE, S.J.; FORD, J.R.; WATERS, C.N. **Humans are the most significant global geomorphological driving force of the 21st century.** Anthropocene Review, v. 5, n. 3, p. 222–229, 2018.
- CRUTZEN, P.J.; STOERMER, E.F. **The “Anthropocene”.** Global Change Newsletter, v. 41, 2000.
- DA CUNHA, E. **Fazedores de Desertos.** 1901.
- DANTAS, M.E.; COELHO NETTO, A.L. **Resultantes geo-hidroecológicas do ciclo cafeeiro (1780-1880) no médio vale do rio Paraíba do Sul: uma análise quali-quantitativa.** Anuário do Instituto de Geociências, v. 19, p. 61–78, 1996.
- DANTAS, M. **Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro.** Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia. CPRM–Serviço Geológico do Brasil. 2000.
- DANTAS, M.; COELHO NETTO, A.L. **A denudação antropogênica da paisagem: processos erosivo-deposicionais no médio Vale do Rio Paraíba do Sul.** Geografia Histórica do Café no Vale do Rio Paraíba do Sul. Editora PUC Rio, p 107-126, 2018.
- DRUMMOND, J.A. **Devastação e preservação ambiental: os parques nacionais do Estado do Rio de Janeiro.** EDUFF, 1997.
- DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (DSG). Folha Rialto (RJ e SP), SF.23-Z-A-V-1-NE, escala 1:25.000. Ministério do Exército, 1981.
- FRYE, J.C. & WILLMAN, H.B. **Morphostratigraphic Units in Pleistocene Stratigraphy.** Am. Assoc. Pet. Geol. Bull, v 46, p 112-113, 1962.
- HAMILTON, C.; GRINEVALD, J. **Was the anthropocene anticipated?** Anthropocene Review, v. 2, n. 1, p. 59–72, 2015.
- JUNIOR, P.F.; PELOGGIA, A.U.G. **Geomorfologia do tecnógeno e antropoceno: perspectivas teóricas e estudos aplicados em ambientes urbanos.** Ed. Barlavento, 2020.
- KORB C.C. **A identificação de depósitos tecnogênicos na barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

- LEITE, R.V. **Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da Bacia do Rio Pirapetinga, Resende - RJ**. Dissertação de Mestrado – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2021.
- LEWIS, S.L.; MASLIN, M.A. **Defining the Anthropocene**. *Nature*, v. 519, n. 7542, p. 171–180, 2015.
- LIGHTFOOT, K.G.; PANICH, L.M.; SCHNEIDER, T.D.; *et al.* **European colonialism and the Anthropocene: A view from the Pacific Coast of North America**. *Anthropocene*, v. 4, p. 101–115, 2013.
- LIMA, R.G.S. **O Ciclo do Café Valeparaibano**. Editora FOA, 2007.
- MOURA J.R.S. **Transformações ambientais durante o Quaternário Tardio no médio vale do rio Paraíba do Sul**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 188p, 1990.
- MOURA J.R.S.; MELLO C.L. **Classificação aloestratigráfica do Quaternário Superior na região de Bananal (SP/RJ)**. *Rev. Brasil. de Geoc.*, 21(3), p 236-254, 1991.
- NEGRÃO, A.P.; MELLO, C.L.; RAMOS, R.R.C.; *et al.* **Tectonosedimentary evolution of the Resende and Volta Redonda basins (Cenozoic, Central Segment of the Continental Rift of Southeastern Brazil)**. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 104, p. 102789, 2020.
- NETO, R. M. **Antropoceno, quo vadis?**. *Revista de Geografia-PPGEO-UFJF*, v. 11, n. 1, p. 153-163, 2021.
- NIR, D. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Keper Publishing House, Reidel Publishing, 1983.
- NOVAES, A. **A paisagem da fazenda cafeeira através da iconografia no século XIX**. Instituto Cidade Viva, 2009.
- OLIVEIRA, A.M.S. **Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual**. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, Salvador, Anais... ABGE: ABMS, v.1, p.411-415, 1990.
- OLIVEIRA, A.M.S.; BRANNSTRON, C.; NOLASCO, M. C.; *et al.* **Tecnógeno: registros da ação geológica do Homem**. *Quaternário do Brasil, Holos*, p. 363-378, 2005.
- OLIVEIRA, A.M.S.; PELOGGIA, A.U.G. **The Anthropocene and the Technogene: stratigraphic temporal implications of the geological action of humankind**. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 5, n. 2, 2014.
- PÁDUA, J.A. **Brazil in the history of the Anthropocene**. *Brazil in the Anthropocene*, p. 19-40, 2017.
- PÁDUA, J.A. **Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista, 1786-1888**. Zahar, 2002.

- PALSSON, G.; SZERSZYNSKI, B.; SÖRLIN, S.; *et al.* **Reconceptualizing the ‘Anthropos’ in the Anthropocene: Integrating the social sciences and humanities in global environmental change research.** *Environmental Science & Policy*, v. 28, p. 3-13, 2013.
- PELOGGIA, A.U.G. **O problema estratigráfico dos depósitos tecnogênicos.** Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Anais ABEQUA, 2003.
- PELOGGIA, A.U.G. **O significado arqueológico dos depósitos tecnogênico-aluviais da bacia do Rio Una (Taubaté, SP).** *Revista Arqueologia Pública*, v. 9, n. 3, p. 207, 2015.
- PELOGGIA, A.U.G. **O Que Produzimos Sob Nossos Pés? Uma Revisão Comparativa dos Conceitos Fundamentais Referentes a Solos e Terrenos Antropogênicos.** *Revista UnG - Geociências*, 2017.
- PELOGGIA, A.U.G. **Fundamental concepts of analysis of the anthropogenic ground: The study of human geological-geomorphologic agency and its records.** *Revista do Instituto Geologico*, v. 40, n. 1, p. 1–17, 2019.
- PELOGGIA, A.U.G.; CAPELLARI, B.; SHIKAKO, A.S. **Registros geológicos tecnogênico-sedimentares (antropocênicos) no Vale do Paraíba do Sul (Taubaté-SP): a aloformação Rio Una.** Simpósio De Geologia Do Sudeste, Campos do Jordão, Anais SBG/SP, 2015.
- PELOGGIA, A.U.G.; SILVA, É.C.N.; NUNES, J.O.R. **Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action.** *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 5, n. 2, p. 67–81, 2014.
- PELOGGIA, A.U.G.; SOUZA, M.L. **Geomorfologia do Tecnógeno e Antropoceno: perspectivas teóricas e estudos aplicados em ambientes urbanos.** Barlavento, 2021.
- PELOGGIA, A.U.G.; ORTEGA, A.M. **Lyell, a agência geológica humana e o Antropoceno: em busca de uma epistemologia geológica e arqueológica.** *Revista UNG – Geociências* v.15, n.2, p.106-127, 2016.
- PERFECTO, I.; JIMÉNEZ-SOTO, M.E.; VANDERMEER, J. **Coffee Landscapes Shaping the Anthropocene Forced Simplification on a Complex Agroecological Landscape.** v. 60, p. 236–250, 2019.
- RICCOMINI, C. **O Rift continental do Sudeste do Brasil.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências Universidade de São Paulo, 256p, 1989.
- ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; *et al.* **A safe operating space for humanity.** *Nature*, v. 461, p 472–475, 2009.
- ROSEMBAUM, M.S.; McMILLAN, A.A.; POWELL, J.H.; *et al.* **Classification of artificial (man-made) ground.** *Engineering Geology* v.69, n. 3-4, p.399-409, 2003.
- RUDDIMAN W. **The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago.** *Climatic Change*, v 61, p 261–293, 2003
- RUDDIMAN, W. **A paleoclimatic enigma?** *Science*, v. 328, n. 5980, p. 838-839, 2010.

SILVA, A.G.S. **Análise morfoestratigráfica dos depósitos quaternários da bacia do rio Macabu (RJ)**. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2006.

SILVA, C.M.; ARBILLA, G.; SOARES, R.; *et al.* **A nova Idade Meghalayan: o que isso significa para a Época do Antropoceno**. Revista Virtual de Química, v. 10, n. 6, p. 1648-58, 2018.

SOUZA, A.B. **A cafeicultura no vale do Paraíba, século XIX: algumas notas**. [s.d].

STEFFEN, W.; GRINEVALD, J.; CRUTZEN, P.; *et al.* **The Anthropocene: conceptual and historical perspectives**. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, v. 369, n. 1938, p. 842-867, 2011.

STEIN, S.J. **Grandeza e decadência do café no Vale do Paraíba**. Ed. Brasiliense, 361p, 1961.

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

WALKER, M.J.; BERKELHAMMER, M.; BJÖRCK, S.; *et al.* **Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommittee on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy)**. Journal of Quaternary Science, v. 27, n. 7, p. 649-659, 2012.

WATERS, C.N.; ZALASIEWICZ, J.; SUMMERHAYES, C.; *et al.* **The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene**. Science, v. 351, n. 6269, 2016.

ZALÁN, P.V., & OLIVEIRA, J.A. **Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil**. Boletim de Geociências da PETROBRAS, v. 13, n. 2, p. 269-300, 2005.

ZALASIEWICZ, J.; WATERS, C.N.; ANTHONY, D.; *et al.* **Colonization of the Americas, ‘Little Ice Age’ climate, and bomb-produced carbon: Their role in defining the Anthropocene**. The Anthropocene Review, v. 1–11, 2015.

ZALASIEWICZ, J.; WATERS, C.N.; ELLIS, E.C.; *et al.* **The Anthropocene: Comparing Its Meaning in Geology (Chronostratigraphy) with Conceptual Approaches Arising in Other Disciplines**. Earth’s Future, v. 9, n. 3, 2021.

ZALASIEWICZ, J.; WATERS, C.N.; SUMMERHAYES, C.P.; *et al.* **The Working Group on the Anthropocene: Summary of evidence and interim recommendations**. Anthropocene, v. 19, n. August, p. 55–60, 2017.

ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; SMITH, M.; *et al.*, **Are we now living in the Anthropocene?** Gsa Today, v. 18, n. 2, p. 4, 2008.

ZALASIEWICZ, J; CRUTZEN, P; STEFFEN, W. **The Anthropocene**. A Geological Time Scale. Amsterdam: Elsevier, p. 1033–1040. 2012