

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Karolina Cardozo Dias

Estudo Geoarqueológica Preliminar de Depósitos Sedimentares em Terraços Fluviais na  
Confluência dos Rios Tietê e Piracicaba: Contribuição à Prospecção de Ocupação Humana no  
Período Paleoíndio

Sorocaba – São Paulo

2025

Karolina Cardozo Dias

Estudo Geoarqueológica Preliminar de Depósitos Sedimentares em Terraços Fluviais na  
Confluência dos Rios Tietê e Piracicaba: Contribuição à Prospecção de Ocupação Humana no  
Período Paleoíndio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Licenciatura em Geografia do  
Departamento de Geografia, Turismo e  
Humanidades da Universidade Federal de São  
Carlos, *campus* Sorocaba, para obtenção do  
título de Licenciada em Geografia.

Orientação: Professor Dr. Ermínio Fernandes  
Coorientação: Professor Dr. Marcos Roberto  
Pinheiro

Sorocaba – São Paulo

2025

Dias, Karolina Cardozo

Estudo Geoarqueológica Preliminar de Depósitos Sedimentares em Terraços Fluviais na Confluência dos Rios Tietê e Piracicaba: contribuição à prospecção de ocupação humana no período paleoíndio / Karolina Cardozo Dias -- 2025.  
55f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Erminio Fernandes

Banca Examinadora: Emerson Martins Arruda, Marcos Roberto Martines

Bibliografia

1. Estudo geomorfológico. 2. Terraços fluviais . 3. Período paleoíndio. I. Dias, Karolina Cardozo. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979

KAROLINA CARDOZO DIAS

Estudo Geoarqueológico de depósitos sedimentares em terraços fluviais de um trecho dos rios Tietê e Piracicaba, com vista de prospecção de registros de ocupação paleoíndio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia do Departamento de Geografia, Turismo e Humanidades da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, para obtenção do título de Licenciada em Geografia.  
Sorocaba, 27 de junho de 2025.

Orientador

---

Dr. Ermínio Fernandes  
Universidade Federal de São Carlos – *Campus* Sorocaba

Coorientador

---

Dr. Marcos Roberto Pinheiro  
Universidade de São Paulo – *Departamento de Geografia*

Examinador

---

Dr. Emerson Martins Arruda  
Universidade Federal de São Carlos – *Campus* Sorocaba

Examinador

---

Dr. Marcos Roberto Martines  
Universidade Federal de São Carlos – *Campus* Sorocaba

Com saudades, para o tio Gregório Emílio  
Dias  
(*in memoriam*).

## AGRADECIMENTO

Agradeço a Jeová Deus, porque Ele é poderoso...

A minha família, especialmente aos meus pais, Heitor Vidal e Daniela Coelho, que fizeram o possível e o impossível para as minhas irmãs e a mim. Agradeço por me ensinarem o valor da educação, por todo o amor e trabalho dedicados à nossa formação e por me mostrarem que a dedicação e o trabalho também são formas de amar.

Ao meu companheiro, Douglas Batalha e a sua família, por tornarem minha vida mais feliz.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ermínio Fernandes, sou grata por confiar a mim a realização desta pesquisa, por me guiar com gentileza, humildade e rigor. Agradeço pelas possibilidades de recomeçar e, juntos, construirmos um caminho dedicado à Geografia. Serei grata por suas mãos estendidas e pelas portas abertas, por me ensinar a encontrar meus próprios caminhos, pelos conselhos preciosos e risadas compartilhadas.

Ao meu grande mestre e amigo, coorientador, Prof. Dr. Marcos Roberto Pinheiro, pelas inúmeras conversas repletas de bons conselhos e generosidade. Sou muito grata pelo carinho e a paciência em me ensinar tudo o que aprendi, me acolhendo e confiando, como quem ensina uma criança a andar de bicicleta. Obrigada por celebrar comigo as pequenas conquistas e por tantos elogios sinceros. O afeto, como me mostrou, é revolucionário.

A minha amiga, Prof. Dra. Dayana A. Marques de Oliveira, por ter segurado minhas mãos e me levado a tantos lugares. Por me mostrar que, aqui, as mulheres precisam se fortalecer e cuidar umas das outras. Obrigada por compartilhar comigo uma infinidade de saberes e por todos os momentos de felicidade e realizações que construímos juntas.

Aos estimados professores...

*In memoriam* à Dra. Rita de Cássia Lana, que me mostrou a beleza dos estudos e a importância do rigor científico. Jamais esquecerei como me apaixonei por suas aulas e como, nelas, nasceu em mim o desejo de me tornar professora.

Ao Dr. Marcos de Oliveira Soares por me ensinar, acredito, o princípio mais importante da docência: o compromisso.

À Dra. Neusa de Fátima Mariano, pelos inúmeros encontros, leituras, trabalhos de campo e, pelas aulas enriquecedoras e sua generosidade.

Ao Dr. Emerson Martins Arruda, por meu primeiro contato com a geomorfologia e trabalhos de campo inesquecíveis.

Ao Dr. Marcos Roberto Martines, pela generosidade e pelo rigor ao me ensinar muito mais do que eu esperava; jamais esquecerei a alegria que sentia ao ir para suas aulas.

Ao Dr. Márcio Fernando Gomes, por meu primeiro contato com as leituras de Paulo Freire e pelas primeiras experiências em projetos de extensão.

À Dra. Edelci Nunes da Silva, por me ensinar a ser pesquisadora e por me orientar na publicação do meu primeiro artigo científico.

A Dra. Rosalina Burgos, por me ensinar que a geografia existe em todos os cantos.

E ao Mestre Gilmar dos Santos Soares, por me mostrar o valor da humildade em sala de aula. Todas e todos foram fundamentais para a minha formação como professora e geógrafa e que, de alguma forma, estão presentes neste trabalho.

A todas e a todos os meus professores do Ensino fundamental e médio, que, apesar das dificuldades enfrentadas pela escola pública e pelo sucateamento da profissão docente, criaram caminhos possíveis para nós.

As minhas companheiras de jornada, amigas e amadas Andressa Maria de Oliveira, Daniela Caroline de Jesus Tenorio, Eduarda Gonçalves, Gabriela Gomes, Isabela Mustafá Assem, Isabela Rodrigues e Karina de Araújo Gomes Ferreira, sem as quais nada disso seria possível. Sou profundamente grata por tudo o que construímos, pelo amor e pela força compartilhados em tantos momentos de fortalecimento, não foram poucos.

A minha amiga amada, Jade Loureiro, por estar sempre presente em meu coração e em minha alma, pelo afeto e amor que temos uma pela outra.

A Anderson R. da Silva Alves e Claudionor Souza dos Santos, os motoristas que me levaram à universidade todos os dias, sob sol, chuva, acompanhada de boas conversas e, sempre, em segurança.

Agradeço à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), e ao Dr. Astolfo Gomes de Mello Araújo que, por meio do Projeto FAPESP (Auxílio à Pesquisa – Temático), processo nº 19/18664-9, intitulado “A Ocupação Humana do Sudeste da América

do Sul ao Longo do Holoceno: uma abordagem interdisciplinar, multiescalar e diacrônica.”, a estrutura e logística desta pesquisa pôde ter sido financiada.

Agradeço aos laboratórios envolvidos na pesquisa...

Agradeço ao Laboratório de Estudos do Quaternário da Universidade Federal de São Carlos – *campus* Sorocaba; ao Laboratório de Cartografia e Instrumentação para o Ensino de Geografia da mesma instituição; ao Laboratório de Pedologia do Departamento de Geografia da FFLCH – USP; ao Laboratório Interdisciplinar de Pesquisas em Evolução, Cultura e Meio Ambiente (LEVOC); e ao Laboratório de Materiais (3008) do FINEP/UFSCar.

Um agradecimento especial aos servidores que tornam esses espaços possíveis, em particular ao técnico Me. Paulo Lopes Rodrigues.

Aos meus colegas do Laboratório de Estudos do Quaternário da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Débora Alves de Vieira Jesus e Leonardo Oliveira Moraes, por todo o esforço e trabalho que realizamos juntos, sempre com rigor e dedicação.

Ao Grupo de Trabalho em Saúde da Associação das Geógrafas e Geógrafos Brasileiros - AGB de Presidente Prudente, especialmente à Dra. Carolina Russo Simon, à Me. Flora Antônia Soares Ribeiro, ao doutorando João Pedro P. Caetano de Lima e ao Me. Pedro Henrique Rocha, amigos que me acolheram e me fortaleceram como pesquisadora consciente da minha atuação política na Geografia.

E a todas e todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram a chegar até aqui.

Muito obrigada.

“Não há, por outro lado, diálogo, se não há humildade. A *pronúncia* do mundo, com que os homens o recriam permanentemente, não pode ser um ato arrogante”  
(Freire, 2019, p. 111).

## RESUMO

Os estudos sobre a Pré-História, cujos materiais arqueológicos frequentemente apresentam datações de milhares de anos, destacam a relevância da reconstrução dos paleoambientes para interpretar os contextos de deposição dos registros arqueológicos. Assim, a interface entre a Arqueologia e as Geociências, especialmente a Geomorfologia, importam para os estudos voltados ao período do Quaternário. Considerando a relevância das Geociências para a compreensão do ambiente natural sobre as ocupações humanas antigas, esta pesquisa foca nos terraços fluviais, feições geomorfológicas estratégicas para investigar paisagens pretéritas. Contudo, a dinâmica geomorfológica dessas feições pode levantar questões sobre a origem dos materiais arqueológicos ali encontrados. O objetivo desta pesquisa é avaliar a distribuição e a composição de sítios arqueológicos nas margens – terraços fluviais – de um trecho dos rios Tietê e Piracicaba, dois dos principais rios do Estado de São Paulo, estabelecendo relações entre os sítios e as características geomorfológicas da área estudada. Para tanto, foram realizadas análises granulométricas e morfoscópicas, além de mapeamento geomorfológico detalhado, visando compreender as interações existentes entre as feições fluviais e os sítios arqueológicos. Concluiu-se, por meio dos resultados, que existe uma estreita relação entre a distribuição dos sítios, associados às feições geomorfológicas, e suas características. Em síntese, os resultados reforçaram padrões conhecidos sobre a localização dos sítios em áreas topograficamente elevadas, destacaram a influência das feições geomorfológicas e revelaram distintos processos deposicionais, ampliando o conhecimento da dinâmica geomorfológica e geoarqueológica nas margens dos rios Tietê e Piracicaba ao longo do Quaternário.

Palavras-chave: Geoarqueologia; Mapeamento geomorfológico; Terraços Fluviais; Paleoíndio; Rio Tietê.

## RESUMEN

Los estudios sobre la Prehistoria, cuyos materiales arqueológicos suelen tener una antigüedad de miles de años, destacan la importancia de la reconstrucción de los paleoambientes para interpretar los contextos de deposición de los registros arqueológicos. Por lo tanto, la interfaz entre la Arqueología y las Geociencias, especialmente la Geomorfología, es importante para los estudios centrados en el período Cuaternario. Teniendo en cuenta la importancia de las geociencias para comprender el entorno natural de las antiguas ocupaciones humanas, esta investigación se centra en los terrazos fluviales, características geomorfológicas estratégicas para investigar paisajes del pasado. Sin embargo, la dinámica geomorfológica de estas características puede plantear preguntas sobre el origen de los materiales arqueológicos encontrados allí. El objetivo de esta investigación es evaluar la distribución y la composición de los sitios arqueológicos en las riberas – terrazas fluviales – de un tramo de los ríos Tietê y Piracicaba, dos de los principales ríos del estado de São Paulo, estableciendo relaciones entre los sitios y las características geomorfológicas del área estudiada. Para ello, se realizaron análisis granulométricos y morfoscópicos, además de un mapeo geomorfológico detallado, con el fin de comprender las interacciones existentes entre las características fluviales y los sitios arqueológicos. A partir de los resultados, se concluyó que existe una estrecha relación entre la distribución de los sitios, asociados a las características geomorfológicas, y sus características. En resumen, los resultados reforzaron los patrones conocidos sobre la ubicación de los sitios en áreas topográficamente elevadas, destacaron la influencia de las características geomorfológicas y revelaron distintos procesos de deposición, ampliando el conocimiento de la dinámica geomorfológica y geoarqueológica en las riberas de los ríos Tietê y Piracicaba a lo largo del Cuaternario.

Palabras clave: Geoarqueología; Mapeo geomorfológico; Terrazas Fluviales; Paleoindio; Río Tietê.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA. ....	21
FIGURA 2 – MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA ESTUDADA.....	25
FIGURA 3 – PERFIL ESTRATIGRÁFICO DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO CÓRREGO DA ONÇA 2. ....	27
FIGURA 4 – GRÁFICO CUMULATIVO DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO CÓRREGO DA ONÇA 2.....	31
FIGURA 5 – GRÃOS DE AREIA GROSSA DAS CAMADAS 1 (A) E 2 (B) DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO CÓRREGO DA ONÇA 2.....	34
FIGURA 6 – GRÃOS DE AREIA GROSSA DA CAMADA 3 DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO CÓRREGO DA ONÇA 2. ....	35
FIGURA 7–PERFIL ESTRATIGRÁFICO DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO TRÊS RIOS.....	36
FIGURA 8 – PERFIL ESTRATÉGICO DO DEPÓSITO SEDIMENTAR NA RODOVIA GERALDO BARROS SP – 191.....	37
FIGURA 9 – GRÁFICO CUMULATIVO DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DA RODOVIA GERALDO BARROS, SP – 191, KM 149. ....	40
FIGURA 10 – GRÃOS DE AREIA GROSSA DAS CAMADAS 1 E 2 DA ÁREA ESTUDADA NA RODOVIA GERALDO BARROS SP – 191. ....	42

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – GRANULOMETRIA (%) DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO CÓRREGO DA ONÇA 2.....	28
TABELA 2 – ESTATÍSTICA DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO CÓRREGO DA ONÇA 2. ....	29
TABELA 3 – ANÁLISE MORFOSCÓPICA (GRAU DE ARREDONDAMENTO E TEXTURA SUPERFICIAL) DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO CÓRREGO DA ONÇA 2. ....	33
TABELA 4 – ANÁLISE MINERALÓGICA (FRAÇÃO AREIA) DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO CÓRREGO DA ONÇA 2. ....	34
TABELA 5 – GRANULOMETRIA (%) DO PONTO DE ESTUDO RODOVIA GERALDO BARROS SP – 191.....	38
TABELA 6 – ESTATÍSTICA DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DA RODOVIA GERALDO BARROS SP – 191.....	38
TABELA 7 – ANÁLISE MORFOSCÓPICA (GRAU DE ARREDONDAMENTO E TEXTURA SUPERFICIAL) DO PONTO DE ESTUDO RODOVIA GERALDO BARROS SP – 191. ....	41
TABELA 8 – ANÁLISE MINERALÓGICA (FRAÇÃO AREIA) DO PONTO DE ESTUDO RODOVIA GERALDO BARROS SP – 191. ....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ArcGIS *Geographic Information System (GIS) Software.*

FINEP Financiadora de Estudos e Projetos.

IA-SMA Instituto Ambiental do Estado de São Paulo (antiga Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, ou SMA).

IPHAN – SP Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Superintendência em São Paulo.

LEVOC Laboratório Interdisciplinar de Pesquisas em Evolução, Cultura e Meio Ambiente.

PHI ( $\Phi$ ) símbolo grego  $\Phi$  (phi).

Qgis *Quantum Geographic Information System.*

RCP.77 *Recherche Cooperative Sur Programme, n.º. 77.*

SIG Sistema de Informação Geográfica.

SP São Paulo.

UFSCar Universidade Federal de São Carlos.

USP Universidade de São Paulo.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2 ARTIGO .....</b>	<b>19</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	19
2.2 ÁREA DE ESTUDO .....	21
2.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
2.4 RESULTADOS .....	24
<b>2.4.1 Mapeamento Geomorfológico .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.2 Caracterização dos Sítios Arqueológicos Estudados.....</b>	<b>26</b>
2.4.2.1 Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2 .....	26
2.4.2.2 Granulometria.....	28
2.4.2.3 Morfoscopia .....	32
2.4.3.1 Sítio Arqueológico Três Rios.....	35
2.4.4.1 Depósito Sedimentar na Rodovia Geraldo Barros SP- 191.....	37
2.4.4.2 Granulometria.....	37
2.4.4.3 Morfoscopia .....	40
2.5 DISCUSSÕES .....	42
2.5.1 Considerações sobre a Origem das Cascalheiras .....	46
2.6 CONCLUSÕES .....	48
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A interface entre a Arqueologia e as Geociências, em especial a Geomorfologia, tem se mostrado fundamental na compreensão dos contextos de ocupação humana pré-histórica (Araújo, 1999). Os estudos geoarqueológicos buscam reconstruir ambientes do passado, a partir dos estudos sobre os processos geomorfológicos e sedimentares que condicionam a deposição de materiais arqueológicos (Vidal, 2019).

Nesse cenário, feições geomorfológicas como os terraços fluviais são estratégicas para investigar ocupações humanas antigas, uma vez que esses ambientes frequentemente preservam registros arqueológicos associados às dinâmicas fluviais pretéritas (Hiruma, 2007). Porém, apesar da relevância dos terraços fluviais para a preservação de materiais arqueológicos, a dinâmica geomorfológica dessas feições pode levantar questões sobre a origem, assim como o contexto de deposição desses registros (Hiruma, 2007). A complexidade dos processos fluviais – erosão, transporte e sedimentação – pode resultar em diferentes origens e idades desses materiais, dificultando a interpretação dos contextos arqueológicos.

O objetivo desta pesquisa é avaliar a distribuição e a composição de sítios arqueológicos nas margens – terraços fluviais – de um trecho dos rios Tietê e Piracicaba, dois dos principais rios do Estado de São Paulo, estabelecendo relações entre os sítios e as características geomorfológicas da área estudada. Visando alcançar este objetivo, foram realizados estudos sedimentológicos como análises granulométricas e morfoscópicas dos sedimentos, e o mapeamento geomorfológico detalhado. A metodologia incluiu técnicas como validação do mapa geomorfológico, coleta de amostras sedimentares em campo, análises laboratoriais desses e interpretação dos dados obtidos.

A escolha deste tema justifica-se pela importância de compreender os processos geomorfológicos que atuaram na gênese e preservação dos ambientes que integram os sítios arqueológicos, especialmente em regiões como no Estado de São Paulo, onde a ocupação humana remonta a milhares de anos, com inúmeros sítios arqueológicos que, frequentemente, são estudados por cientistas brasileiros. Dentre esses sítios, destacam-se os estudados por esta pesquisa: sítio Córrego da Onça 2 e sítio Três Rios, que compõem o acervo da Biblioteca do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP) do Laboratório Interdisciplinar de Pesquisas em Evolução, Cultura e Meio Ambiente (LEVOC-USP), e estão sob guarda do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN-SP). Além disso, foi incluído um ponto extra, não previsto inicialmente no trabalho. O ponto em questão

encontra-se fora da área do mapeamento geomorfológico, ocorrendo em perfil de estrada na Rodovia Geraldo Barros (SP – 91, km 149), em Santa Maria da Serra, junto à margem do rio Piracicaba.

A pesquisa está organizada em itens que abordam, inicialmente, a introdução que contextualiza a teoria. Em seguida, é apresentada a caracterização da área de estudo, seguida dos materiais, métodos e técnicas utilizadas. Os resultados obtidos são discutidos com foco na caracterização dos sítios e na interpretação dos processos geomorfológicos envolvidos. Por fim, são apresentados os resultados e a discussão. Espera-se que essa pesquisa contribua no avanço do conhecimento sobre a geomorfologia da região, fornecendo resultados para futuras pesquisas geoarqueológicas e geomorfológicas.

## 2 ARTIGO

### **Estudo Geoarqueológica Preliminar de Depósitos Sedimentares em Terraços Fluviais na Confluência dos Rios Tietê e Piracicaba: Contribuição à Prospecção de Ocupação Humana no Período Paleoíndio**

#### Resumo

Os estudos sobre a Pré-História, cujos materiais arqueológicos frequentemente apresentam datações de milhares de anos, destacam a relevância da reconstrução dos paleoambientes para interpretar os contextos de deposição dos registros arqueológicos. Assim, a interface entre a Arqueologia e as Geociências, especialmente a Geomorfologia, importam para os estudos voltados ao período do Quaternário. Considerando a relevância das Geociências para a compreensão do ambiente natural sobre as ocupações humanas antigas, esta pesquisa foca nos terraços fluviais, feições geomorfológicas estratégicas para investigar paisagens pretéritas. Contudo, a dinâmica geomorfológica dessas feições pode levantar questões sobre a origem dos materiais arqueológicos ali encontrados. O objetivo desta pesquisa é avaliar a distribuição e a composição de sítios arqueológicos nas margens – terraços fluviais – de um trecho dos rios Tietê e Piracicaba, dois dos principais rios do Estado de São Paulo, estabelecendo relações entre os sítios e as características geomorfológicas da área estudada. Para tanto, foram realizadas análises granulométricas e morfoscópicas, além de mapeamento geomorfológico detalhado, visando compreender as interações existentes entre as feições fluviais e os sítios arqueológicos. Concluiu-se, por meio dos resultados, que existe uma estreita relação entre a distribuição dos sítios, associados às feições geomorfológicas, e suas características. Em síntese, os resultados reforçaram padrões conhecidos sobre a localização dos sítios em áreas topograficamente elevadas, destacaram a influência das feições geomorfológicas e revelaram distintos processos deposicionais, ampliando o conhecimento da dinâmica geomorfológica e geoarqueológica nas margens dos rios Tietê e Piracicaba ao longo do Quaternário.

#### 2.1 INTRODUÇÃO

A partir do final do século XIX e, mais intensamente no século passado, até os dias atuais, a Arqueologia não somente têm descoberto os achados humanos, como também tem buscado compreender o contexto natural em que esses materiais são encontrados e escavados (Vidal, 2019). Os estudos especializados sobre a chamada “pré-história”, onde os materiais

arqueológicos podem apresentar datações com milhares de anos, deparam-se com a importância da reconstrução dos ambientes pretéritos para a interpretação do contexto em que os registros arqueológicos são encontrados (Rubin e Silva, 2008). Assim, é neste contexto que se estabelece a interface entre a Arqueologia, a Geomorfologia e outras áreas das Geociências (Araújo, 1999).

Na Arqueologia, as contribuições dessas ciências, principalmente de áreas como a geomorfologia, sedimentologia ou a estratigrafia, para a compreensão das paisagens da pré-história são conhecidas como geoarqueologia, campo crescente de pesquisas que trabalham as geociências aliadas à arqueologia (Butzer, 1973; Gladfelter, 1977; Butzer, 2008). Ou seja, a geomorfologia está focada em compreender o passado (Ab'Saber, 1962; Coltrinari, 2008), situando os materiais líticos no tempo, enquanto os geoarqueólogos preocupam-se no estudo das ocupações humanas (Rubin e Silva, 2008).

No contexto brasileiro, pesquisas focadas em prospecção geoarqueológica (Benedetti; Cordova; Beach, 2011; Beach *et al.*, 2008) de sítios paleoíndio – atual designação para sítios pré-históricos – edificam um acervo relevante sobre a história dos primeiros habitantes da América do Sul (Sousa e Okumura, 2018). Neste sentido, é estabelecendo a leitura dessas paisagens pretéritas que os estudos focados no Quaternário podem estabelecer critérios e relações para tal interpretação (Storani e Perez Filho, 2015).

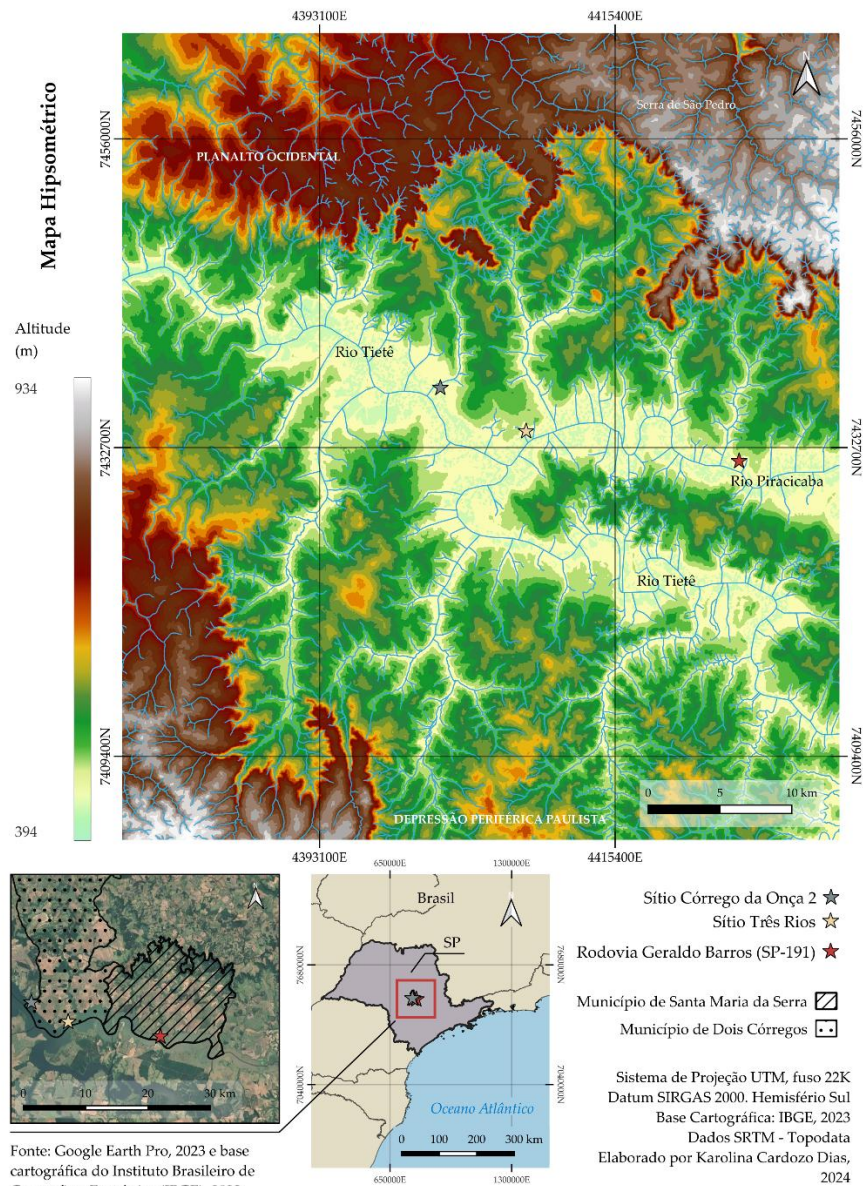
Assim, entendendo a relevância das geociências para interpretar o contexto natural das antigas ocupações humanas, esta pesquisa enfatiza uma feição geomorfológica específica: os terraços fluviais, considerados como testemunhos de antigas posições do plano aluvial (Stevaux e Latrubesse, 2017). Os autores Lupinacci e Souza (2019) concordam que os terraços fluviais são feições “chaves” que atuam como paleoindicadores ambientais. Porém, são frequentemente associadas aos terraços fluviais as cascalheiras, que podem ser feições privilegiadas para o encontro de registros arqueológicos e microartefatos, com relevância estratigráfica, cronológica e paleoclimática (Hiruma, 2007).

Pesquisas como a de Arnaud-Fassetta *et al.* (2010) e Cheliz *et al.* (2020) sugerem que os terraços fluviais são ambientes relevantes para a investigação sobre a ocorrência de ocupações humanas. Porém, a dinâmica geomorfológica dos terraços fluviais pode fornecer dúvidas sobre a origem dos materiais líticos que eventualmente são encontrados nessas feições. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é avaliar a distribuição e a composição de sítios arqueológicos nas margens – terraços fluviais – de um trecho dos rios Tietê e Piracicaba, dois dos principais rios do Estado de São Paulo, estabelecendo relações entre os sítios e as características geomorfológicas da área estudada.

## 2.2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Figura 1) situa-se entre dois municípios do Estado de São Paulo, Santa Maria da Serra e Dois Córregos, localizada na confluência dos rios Tietê e Piracicaba, sobre as Formações Pirambóia e Botucatu (Pinheiro, 2014; CPRM, 2006). Além disso, sob a perspectiva morfoestrutural, segundo Ross (1992), a área de estudo integra a unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, e as unidades morfoesculturais Planalto Ocidental e Depressão Periférica Paulista.

Figura 1 – Mapa de Localização da área estudada.



Fonte: Elaborado pela autora.

A litoestratigrafia predominante na área é a Formação Pirambóia (Triássico), de origem eólica e fluvial, que é composta por arenitos finos a conglomeráticos com matriz silto-argilosa, que apresentam estratificação cruzada de médio a grande porte, bem como estratos silto-argilosos planos (Almeida e Barbosa, 1953; Caetano-Chang e Wu, 2006). Sobre esses materiais foram esculpidas extensas colinas suaves e alongadas de topos convexos, provenientes do recuo erosivo da escarpa de cuesta que marca a transição entre o Planalto Ocidental e a Depressão Periférica Paulista (Queiroz Neto e Journaux, 1978; Pinheiro e Queiroz Neto, 2015, 2016). Nessas colinas, também chamadas de glacis ou pedimentos, podem ocorrer coberturas coluvionares arenosas a argilo-arenosas datadas do Pleistoceno Superior (Pinheiro *et al.*, 2025). Nas partes do glacis próximas ou na própria escarpa ocorre a Formação Botucatu (Eo-Cretáceo), constituída de arenitos eólicos finos e estratificação cruzada de grande porte. Sobre esses materiais, em especial nas colinas, formam-se Latossolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelhos-Amarelos, bem como Neossolos Quartzarênicos (Pinheiro *et al.*, 2016; Rossi, 2017).

Na borda do glacis, junto aos rios Piracicaba e Tietê, forma-se a uma extensa planície fluvial, na qual se encontram morfologias típicas desse ambiente, como diques marginais, barras de acreção, *backswamps*, barras, meandros abandonados e terraços fluviais baixos (Pinheiro e Queiroz Neto, 2015, 2016), feições estas atualmente afogadas pelas águas do Reservatório de Barra Bonita. Nas partes não inundadas da planície, são encontrados Gleissolos e Neossolos Flúvicos (Oliveira e Prado, 1989). De acordo com Pinheiro e Queiroz Neto (2015, 2016), nas colinas, próximas à planície, ainda se encontram terraços fluviais degradados, datados do Pleistoceno Superior, com gênese associada a mudanças ambientais (Breda *et al.*, 2021) e atividade neotectônica (Pinheiro & Queiroz Neto, 2015, 2016; Pinheiro *et al.*, 2019).

Sobre esses terraços degradados e solos arenosos junto ao reservatório encontram-se diversos sítios arqueológicos, que compõem o acervo da Biblioteca do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP), e do Laboratório Interdisciplinar de Pesquisas em Evolução, Cultura e Meio Ambiente (LEVOC-USP), e estão sob guarda do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN-SP). Destes sítios, destacam-se o Córrego da Onça 2 e Três rios, os quais serão estudados pela presente pesquisa, além de um afloramento na Rodovia Geraldo Barros (SP-191).

## 2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, foi elaborado um mapeamento geomorfológico detalhado (Figura 2 - escala 1:25.000), tendo como base fotografias aéreas pancromáticas em escala 1:25.000 do ano de 1962 (IA-SMA), cartas planialtimétricas em escala 1:10.000 de 1970 do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo, e a carta geomorfológica de São Pedro, cuja escala é 1:50.000 (Queiroz Neto e Journaux, 1978; Coutard *et al.*, 1978; Coutard, 2020). A legenda do mapa desta pesquisa foi inspirada na cartografia geomorfológica francesa de detalhe, RCP.77, baseada nas propostas de Tricart (1965) e modificada por Pinheiro (2014) e Pinheiro e Queiroz Neto (2016). A organização da legenda seguiu sete níveis principais que indicam os fatores morfogenéticos de cada área (Pinheiro e Ferreira, 2020).

As feições geomorfológicas foram identificadas por meio de fotointerpretação de fotografias aéreas pancromáticas em papel, de forma analógica, por meio da técnica do *Stereo-triplet*, com uma foto central e duas laterais. A restituição das informações foi feita em papel semitransparente *ultraphan* sob as fotos aéreas centrais. Logo após, essas informações foram georreferenciadas e vetorizadas em ambiente SIG, com auxílio dos Softwares *Qgis* e *ArcGIS*®.

Em seguida, foram escolhidos três pontos para o estudo da composição dos sítios arqueológicos em campo. Nesses pontos, foram observadas camadas de solo/sedimento, que permitiram verificar e delimitar as diferentes camadas sedimentares dos depósitos, sobretudo aquelas compostas por materiais grossos (cascalheiras), que apresentam maior potencial de conterem materiais líticos. As amostras coletadas (uma amostra por volume de solo/depósito) foram submetidas à análise granulométrica e morfoscópica dos grãos, feitas no Laboratório de Estudos do Quaternário-FINEP da Universidade Federal de São Carlos, *campus* de Sorocaba, Departamento de Geografia, Turismo e Humanidades.

Na granulometria, a separação do silte e da argila foi realizada pela técnica da pipeta, seguindo a lei de *Stokes* para obter as frações menores que 0,062 mm (silte e argila), enquanto a areia e os cascalhos, frações maiores que 0,062mm, foram fracionados por meio de peneiras, conforme a Marcha Analítica do Laboratório de Pedologia do Departamento de Geografia da USP, que corresponde a uma adaptação da proposta de Camargo *et al.* (2009). As frações granulométricas foram divididas de PHI em PHI ( $\Phi$ ), conforme a escala de *Wentworth* (1922) em: areia muito grossa (2 - 1 mm); areia grossa (1 - 0,5 mm); areia média (0,5 - 0,250 mm); areia fina (0,250 - 0,125 mm) e areia muito fina (0,125 - 0,063 mm).

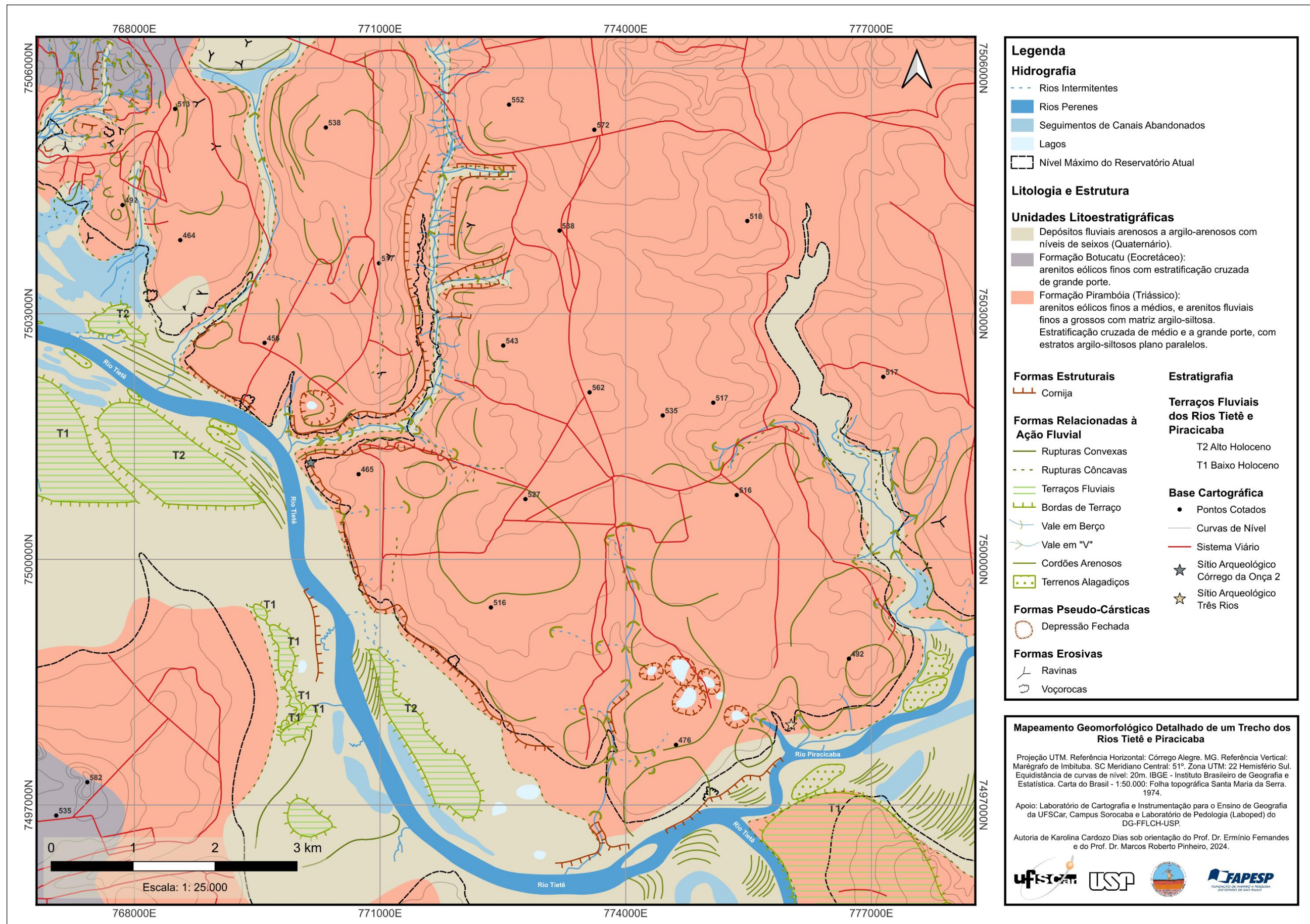
A Morfoscopia da fração arenosa foi realizada em um microscópio estereoscópio binocular cuja faixa de aumento é de 20x. A análise dos grãos seguiu os pressupostos de Suguio (1973) e Paisani (2004; 2005), assim como as cartas morfométricas de Powers (1953), Rittenhouse (1943), Krumbein (1941), Krumbein e Pettijohn (1966), Bigarella *et al.* (1955). Os parâmetros avaliados na fração arenosa (areia grossa) foram a textura superficial e o grau de arredondamento dos grãos. Além disso, foi identificada a mineralogia dos grãos de areia. Esses dados, bem como os resultados da análise granulométrica, serviram de base para inferir o provável ambiente de sedimentação desses materiais.

## 2.4 RESULTADOS

### 2.4.1 Mapeamento Geomorfológico

O mapeamento geomorfológico de detalhe (Figura 2) evidencia que grande parte da área é composta por colinas com topos suavemente convexos e alongados, delimitados por rupturas convexas de origem fluvial, e as feições na planície fluvial, também originadas essencialmente por processos fluviais. Esses interflúvios são dissecados por tributários da margem direita dos rios Tietê e Piracicaba, e esculpem vales de formas variadas: nas cabeceiras de drenagem, esses vales são esculpidos diretamente sobre o arenito Pirambóia e apresentam formas em “V”, ao passo que, no médio curso dos rios, predominam vales de fundo plano, onde se encontram depósitos fluviais. Destaca-se que as vertentes que acompanham esses canais de drenagem possuem cornijas contínuas que se estendem até o vale do Tietê; estas feições coincidem com afloramentos rochosos (arenitos da Formação Pirambóia) ou com solos rasos.

Figura 2 – Mapeamento Geomorfológico da área estudada.



Nos topos de alguns interflúvios, no arenito, identificam-se formas pseudo-cársticas: depressões fechadas, sendo que algumas retêm água em sua porção central. Essas depressões fechadas apresentam formas ovais ou circulares, com diâmetros que variam entre cinquenta e cem metros, e amplitude altimétrica estimada entre vinte e trinta metros.

No domínio das planícies fluviais, destaca-se o leito dos rios Piracicaba e Tietê, com padrão de canal ligeiramente meandrante e a presença de ilhas centrais, barras arenosas e meandros abandonados. Os rios percorrem uma extensa planície na qual se distinguem dois níveis de terraços fluviais quaternários, cujas idades relativas são atribuídas ao alto Holoceno e baixo Holoceno. Além disso, foram identificados cordões arenosos (barras de acreção ou barras de pontal), diques marginais e zonas alagadiças (*backswamps*).

Os terraços mapeados são altimetricamente baixos e estão contidos na planície fluvial, mas localizam-se acima do nível da planície de inundação, sobretudo na transição entre o domínio das colinas e das planícies. Essas formas fluviais estão modeladas sobre os sedimentos quaternários, que são predominantemente arenosos. Contudo, é plausível supor que em diques marginais, barras de acreção e trechos específicos dos terraços ocorram sedimentos mais grossos. Nas áreas úmidas, como as zonas alagadiças – *backswamp* – possivelmente ocorrem sedimentos mais finos, frequentemente associados à presença de material orgânico.

#### **2.4.2 Caracterização dos Sítios Arqueológicos Estudados**

No trabalho em campo, foi possível identificar características sedimentares distintas nos pontos estudados, que incluem os sítios arqueológicos Córrego da Onça 2 e Três Rios. Além disso, foi incluído um ponto extra, não previsto inicialmente no trabalho, que, embora não tenha sido assinalado como um terraço, parece corresponder não apenas a esta morfologia fluvial como também poderia compor um sítio arqueológico, dado que outros sítios ocorrem em situações análogas na região. O ponto em questão encontra-se fora da área do mapeamento geomorfológico, ocorrendo em perfil de estrada na Rodovia Geraldo Barros (SP – 91, km 149), em Santa Maria da Serra, junto à margem do rio Piracicaba. As características de cada Sítio Arqueológico, bem como deste novo ponto de amostragem, serão apresentadas, em detalhes, nos itens a seguir.

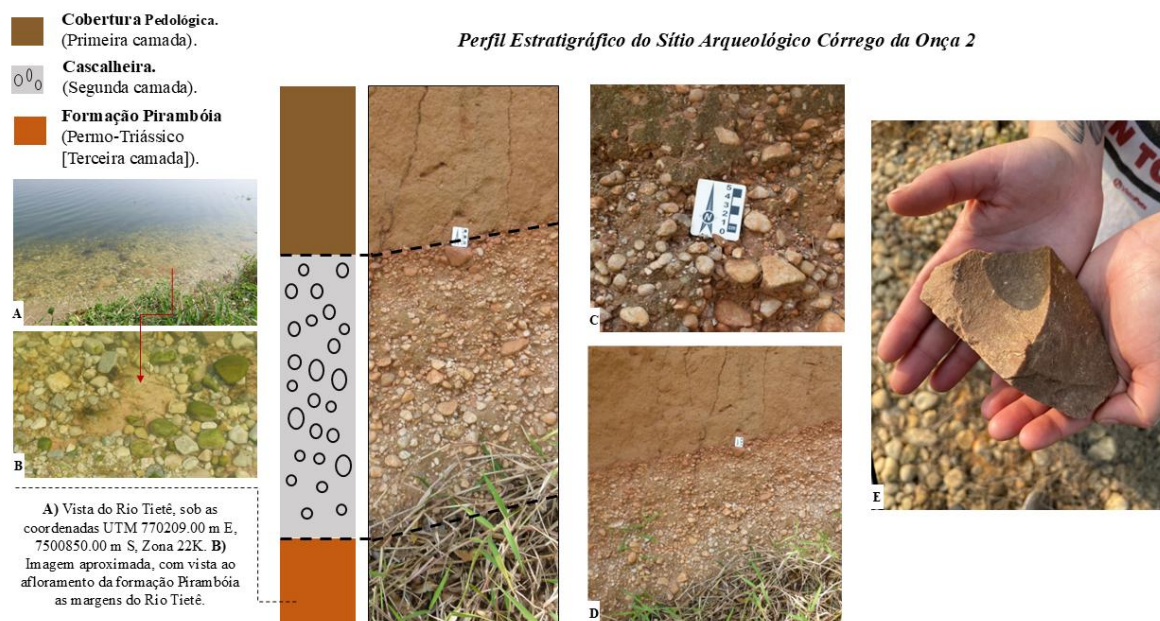
##### **2.4.2.1 Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2**

O local que compreende o Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2 está situado em uma área de terraço fluvial, próximo à cabeceira de drenagem de um dos tributários da margem

direita do rio Tietê. No interflúvio sobre o qual está o terraço, identificam-se formas pseudo-cársticas, como depressões fechadas, bem como cornijas e rupturas convexas nas vertentes (Figura 2). Neste local, os depósitos sedimentares se estendem do fundo do vale (planície fluvial do Tietê) até o afloramento rochoso dos arenitos da Formação Piramboia, cuja presença é assinalada por uma cornija.

No perfil deste sítio arqueológico, verifica-se que os materiais estão divididos em 3 pacotes principais (Figura 3). Na primeira camada (camada superior), bastante pedogeneizada, predominam materiais argilo-arenosos, principalmente areias finas, sem evidências de estratificação, porém com aparente distinção entre horizontes pedológicos, A e B. Na segunda camada (intermediária), observa-se que a composição granulométrica é distinta da superior, com uma transição abrupta entre as duas camadas, caracterizada pela predominância de seixos e cascalhos arredondados a semiarredondados de quartzo e quartzito, de aspecto conglomerático e em matriz areno-argilosa, sem significativa distinção em relação aos seus tamanhos. Na base desse perfil, em nítida descontinuidade erosiva com a camada 2, encontra-se a Formação Pirambóia, que, no local, apresenta-se na forma de arenito fino a médio, amarelado a alaranjado, com raros estratos silto-argilosos. Ainda na área do sítio arqueológico, porém fora do perfil descrito, foi identificado um fragmento lítico classificado como lasca de arenito silicificado (Figura 3E), exposto na superfície cascalhenta do solo.

Figura 3 – Perfil Estratigráfico do Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2.



Fonte: elaborado pela autora.

Legenda: A e B: afloramento rochoso da Formação Pirambóia nas margens da represa do rio Tietê, C: imagem com escala destacando a cascalheira, apresentando variação granulométrica heterogênea e organização estrutural conglomerático, D: Delimitação da cascalheira em relação ao estrato pedológico da camada sedimentar, E: lasca de arenito silicificado.

Nas margens do rio Tietê, próximo ao terraço fluvial onde está localizado o sítio arqueológico em questão, verifica-se um afloramento rochoso com características semelhantes às descritas no perfil. No local, aflora o arenito da Formação Pirambóia (Figura 3A), capeado por uma espessa cascalheira sobre a qual se encontra um solo de textura arenosa (Figura 3D).

#### 2.4.2.2 Granulometria

A análise granulométrica revelou variações significativas na composição sedimentar do sítio em questão. A Tabela 1 divide os sedimentos em cinco frações de areia (Wentworth, 1922), além de silte e argila, o que permite uma leitura detalhada da distribuição granulométrica em cada camada. Na camada 1, observa-se uma porcentagem de areia total de 68,04%, com destaque para a areia muito fina (18,05%), embora a fração de areia fina, que atinge 27,64%, seja a dominante. Em contrapartida, a areia grossa e a areia média são bem menos frequentes, com valores de 4,67% e 15,55%, respectivamente. Porém, a areia muito grossa corresponde a apenas 2,13%. Em contrapartida, essa camada possui um valor significativo de silte, 30,29%, valor este muito superior ao de argila, 1,66%, cujo percentual é muito baixo.

Tabela 1 – Granulometria (%) do Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2.

Camadas	Areia					Areia Total	Silte	Argila
	AMF	AF	AM	AG	AMG		0,002 - 0,0625	<0,002
1	18,05	27,64	15,55	4,67	2,13	68,04	30,29	1,66
2	12,07	30,38	17,85	6,29	2,62	69,21	19,08	11,72
3*	12,65	14,79	9,43	4,07	36,19	77,13	6	24

Cascalhos combinados com areias finas a muito finas e argila (%), indicando eventos energéticos intercalados com estagnação

Fonte: elaborado pela autora.

Legenda: \*: A amostra da camada 3 apresentou erro superior a 5% (erro máximo tolerado) na análise granulométrica. Contudo, o ensaio analítico não foi refeito por falta de amostra.

Assim, optou-se por utilizar o resultado ainda que acima da margem de erro, mas fazendo a distribuição proporcional dos erros em cada uma das frações granulométricas.; AMF: Areia Muito Fina; AF: Areia Fina; AM: Areia Média; AG: Areia Grossa; AMG: Areia Muito Grossa.

A camada 2 apresenta uma porcentagem de areia total ligeiramente maior em relação à camada anterior, com 69,21%. A distribuição das frações de areia é a seguinte: areia muito fina (12,07%), areia fina (30,38%), areia média (17,85%), areia grossa (6,29%) e areia muito grossa (2,62%). O silte corresponde a 19,08%, valor significativamente menor que o da camada 1, enquanto a argila representa 11,72% da amostra, valor bem superior ao da camada anterior. A camada 3 destaca-se como a mais distinta, com a maior porcentagem de areia total (77,13%). Nessa camada, a areia muito grossa predomina, representando 36,19%, seguida por areia muito fina (12,65%), areia fina (14,79%), areia média (9,43%) e areia grossa (4,07%). Além disso, essa camada possui uma quantidade de argila (24%) muito superior à das camadas anteriores, caracterizando um aumento da quantidade desta fração em função do aumento da profundidade, enquanto a quantidade de silte (6% na camada 3) apresenta relação inversa, diminuindo nas camadas mais profundas.

Foi realizada a estatística dos parâmetros granulométricos, a partir de Folk e Ward (1957), expressos em Phi ( $\phi$ ), por meio do pacote estatístico de sedimentos inconsolidados Gradistat (Blott e Pye; 2001), (Tabela 2).

Tabela 2 – Estatística da análise granulométrica do Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2.

<b>Parâmetro</b>	<b>1ª Camada</b>	<b>2ª Camada</b>	<b>3ª Camada</b>
<b>Tipo de amostra</b>	Polimodal, muito mal selecionada	Polimodal, muito mal selecionada	Polimodal, muito Mal Selecionada
<b>Grupo textural</b>	Areia lamosa	Areia lamosa	Areia lamosa
<b>Nome do sedimento</b>	Areia média silto-fina	Areia fina lamosa	Areia muito grossa argilosa
<b>Média (<math>\phi</math>)</b>	4,120	4,218	3,682
<b>Seleção (<math>\phi</math>)</b>	2,496	2,767	3,544
<b>Assimetria (<math>\phi</math>)</b>	0,337	0,531	0,329
<b>Curtose (<math>\phi</math>)</b>	0,933	0,742	0,487
<b>Classificação média</b>	Silte muito grosso	Silte muito grosso	Areia muito fina
<b>Classificação seleção</b>	Muito mal selecionada	Muito mal selecionada	Muito mal selecionada
<b>Classificação assimetria</b>	Assimétrica para finos	Assimétrica para finos	Assimétrica para finos
<b>Classificação curtose</b>	Mesocúrtica	Platicúrtica	Muito Platicúrtica
<b>Moda 1 (<math>\phi</math>)</b>	2,737	2,737	-0,243

Parâmetro	1ª Camada	2ª Camada	3ª Camada
<b>Tipo de amostra</b>	Polimodal, muito mal selecionada	Polimodal, muito mal selecionada	Polimodal, muito Mal Selecionada
<b>Grupo textural</b>	Areia lamosa	Areia lamosa	Areia lamosa
<b>Nome do sedimento</b>	Areia média silto-fina	Areia fina lamosa	Areia muito grossa argilosa
<b>Moda 2 (<math>\phi</math>)</b>	3,731	1,747	2,737
<b>Moda 3 (<math>\phi</math>)</b>	1,747	3,731	3,731
<b>D10 (<math>\phi</math>)</b>	1,598	1,525	-0,342
<b>D50 (<math>\phi</math>)</b>	3,474	2,877	2,612
<b>D90 (<math>\phi</math>)</b>	7,877	8,823	8,431
<b>D90 / D10 (<math>\phi</math>)</b>	4,929	5,787	-24,672
<b>D90 - D10 (<math>\phi</math>)</b>	6,279	7,299	8,773
<b>D75 / D25 (<math>\phi</math>)</b>	2,345	3,189	-56,520
<b>D75 - D25 (<math>\phi</math>)</b>	3,395	4,268	7,258

Fonte: elaborado pela autora.

Com relação aos dados estatísticos acima (Tabela 2 e Figura 4), pode-se observar que a 1ª camada apresenta uma distribuição polimodal, cujas modas identificadas em 2,737, 3,731 e 1,747  $\phi$ , indicam múltiplos picos na frequência das frações granulométricas, e é muito mal selecionada, com ampla variação no tamanho dos grãos, uma vez que os percentis: D10 = 1,598  $\phi$ ; D50 = 3,474  $\phi$ ; D90 = 7,877  $\phi$ , bem como a razão D90/D10 de 4,929 e a diferença D90-D10 de 6,279  $\phi$ , corroboram com a classificação da má seleção. As razões interquartis: D75/D25 de 2,345 e diferença D75-D25 de 3,395  $\phi$ , reforçam a ampla dispersão granulométrica dos sedimentos.

A amostra de sedimento é classificada texturalmente como areia lamosa (areia média silto-fina), apontando para uma composição dominante de areia com significativa presença de lama (silte + argila). O valor da média ( $\phi$ ) de 4,120 equivale a silte muito grosso, com grau de seleção de 2,496 ( $\phi$ ), classificada como muito mal selecionada, revelando alta heterogeneidade de tamanhos de sedimentos, porém, a assimetria de 0,337 ( $\phi$ ), indica assimetria direcionada para os grãos finos. A Curtose de 0,933 ( $\phi$ ), classificada como mesocúrtica, apresenta uma distribuição próxima ao normal.

A 2ª camada também apresenta uma distribuição polimodal e muito mal seletiva, similar à primeira camada. As modas indicam valores em 2,737, 1,747 e 3,731  $\phi$ , confirmando distribuição polimodal e o grau de seleção com 2,767  $\phi$ , ainda mais mal selecionada que a primeira, mostram os percentis: D10 = 1,525  $\phi$ ; D50 = 2,877  $\phi$ ; D90 = 8,823  $\phi$ , razão D90/D10 = 5,787 e D90-D10 = 7,299  $\phi$  confirmam dispersão elevada. As razões interquartis: D75/D25 = 3,189 e D75-D25 = 4,268  $\phi$ , demonstram alta variação granulométrica.

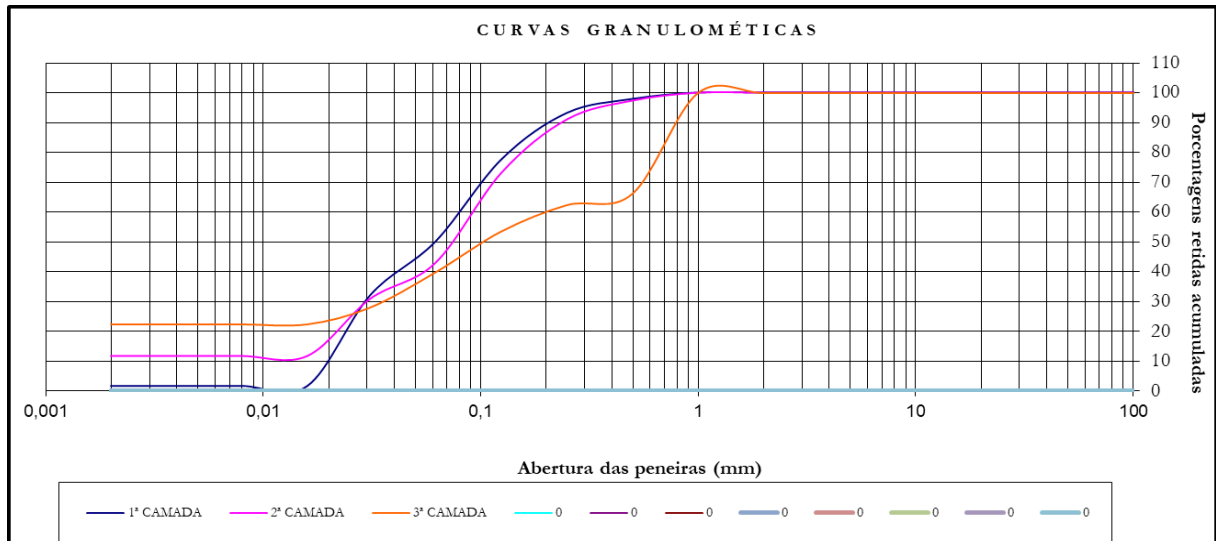
O sedimento é classificado como areia lamosa, textura areia fina lamosa, cuja média ( $\phi$ ) com valor de 4,218, também correspondente a silte muito grosso, com predominância de areia fina associada a silte ou argila, sugere características deposicionais semelhantes à camada superior. A assimetria com alto valor de 0,531  $\phi$ , indica forte assimetria para os finos. A curtose de valor 0,742  $\phi$ , classificada como platicúrtica, ou seja, distribuição achatada com caudas leves.

A 3ª camada mantém o padrão polimodal e muito mal selecionado das camadas superiores. As modas localizadas em -0,243, 2,737 e 3,731  $\phi$ , indicam diversidade de frações dominantes, inclusive material mais grosseiro. O valor do grau de seleção elevado de 3,544, indica a pior seletividade entre as camadas. Os percentis: D10 = -0,342  $\phi$  (indicando presença de cascalho fino), D50 = 2,612  $\phi$ , D90 = 8,431  $\phi$ . D90/D10 é -24,672, valor distorcido por indicar presença de frações muito grosseiras. As diferenças e razões entre percentis, D90-D10 = 8,773  $\phi$ , o maior valor entre as camadas e D75/D25 = -56,520, e D75-D25 = 7,258  $\phi$ , ambos demonstrando alta dispersão e presença de extremos granulométricos.

Esta camada também de areia lamosa, porém com características litológicas distintas, apresenta textura de areia muito grossa argilosa, ou seja, presença significativa de areia grossa (moda -0,243), porém com significativas frações finas, o que se observa pelo valor da média ( $\phi$ ) de 3,682, que correspondente a areia muito fina. A indicação para frações finas é indicada também pela assimetria de 0,329 ( $\phi$ ). A curtose ( $\phi$ ) apresenta valor muito baixa (0,487), caracterizando a amostra como muito platicúrtica, com distribuição muito achatada.

Na comparação entre as três camadas, o gráfico cumulativo da análise granulométrica (Figura 4) mostrou que as camadas 1 e 2 compartilham características granulométricas, ou ambientais, como composição textural ou processos de deposição semelhantes, com pequenas variações. Por outro lado, a 3ª camada, arenito da formação Pirambóia, distinta das outras duas, reflete características ambientais diferentes e elaborada em um ambiente de alternância flúvio-eólico, com energia de transporte e fontes sedimentares diferentes.

Figura 4 – Gráfico cumulativo da análise granulométrica do Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2.



Fonte: elaborado pela autora.

#### 2.4.2.3 Morfoscopia

Na primeira camada (Tabelas 3 e 4, e Figura 5), predominam grãos angulares (34%) e arredondados (24%), com uma porcentagem significativa de grãos subarredondados (18%) e subangulares (16%). São grãos predominantemente inteiros (42%), embora os fraturados e picotados sejam comuns também, 30% e 28%, respectivamente. Destaca-se, ainda, o predomínio de grãos com textura superficial rugosa (50%). Esses grãos têm o quartzo como mineralogia predominante (94%) e comumente são ferruginosos (40%).

Na segunda camada (Tabelas 3 e 4, e Figura 6), o grau de arredondamento muda para uma maior presença de grãos subarredondados (40%) e subangulares (18%), com porcentagem menor de grãos angulares (4%). Da mesma forma, o percentual de grãos fraturados (26%) e picotados (22%) apresenta queda substancial em relação à camada superior, aumentando, portanto, a proporção de grãos inteiros (52%). Contudo, os grãos, predominantemente foscos na camada superior (56%), passam a ser majoritariamente polidos (58%). Nesta camada, da mesma forma que a assembleia mineralógica, que apresentava 6% de feldspatos na camada 1, passa a ser ainda mais quartzosa (100% dos grãos) na camada 2, aumento este que é acompanhado da elevação no percentual de grãos ferruginosos, de 40 para 56%.

Na terceira camada (Tabelas 3 e 4), que integra o arenito Piramboia, persiste o predomínio de grãos arredondados (38%) e subarredondados (34%), mas também há uma presença significativa de grãos subangulares (14%). Os grãos dessa camada continuam sendo majoritariamente inteiros (58%), ondulados (48%) e polidos, destacando-se o aumento de

58% para 74% na proporção de grãos com esta última característica. A assembleia mineralógica persiste sendo apenas de quartzo, no entanto o percentual de grãos ferruginosos, de 56% na camada 2, cai para apenas 30% na camada presente.

Tabela 3 – Análise Morfoscópica (grau de arredondamento e textura superficial) do Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2.

		Textura Superficial (%)											
Camada 1	Tipo	Grau de Arredondamento (%)								Lisa	Ondulada	Rugosa	
		1	2	3	4	5	6	7	8				9
		Inteiro	-	-	4	-	8	-	22				-
Fraturado	16	-	4	-	10	-	-	-	-	<b>Polida</b>	<b>Fosca</b>		
Picotado	18	-	8	-	-	-	2	-	-	44	56		

		Textura Superficial (%)											
Camada 2	Tipo	Grau de Arredondamento (%)								Lisa	Ondulada	Rugosa	
		1	2	3	4	5	6	7	8				9
		Inteiro	-	-	2	-	12	2	6				4
Fraturado	4	-	6	-	10	4	-	2	-	<b>Polida</b>	<b>Fosca</b>		
Picotado	-	-	8	2	6	6	-	-	-	58	42		

		Textura Superficial (%)											
Camada 3	Tipo	Grau de Arredondamento (%)								Lisa	Ondulada	Rugosa	
		1	2	3	4	5	6	7	8				9
		Inteiro		2	-	4	10	6	20				12
Fraturado	4	-	-	8	6	6	2	-	-	<b>Polida</b>	<b>Fosca</b>		
Picotado	4	-	-	2	-	6	4	-	-	74	26		

Fonte: elaborado pela autora.

Legenda: Grau de Arredondamento dos grãos: 1 e 2: Angular; 3 e 4: Subangular; 5 e 6: Subarredado; 7 e 8: Arredondado; 9: Bem Arredondado.

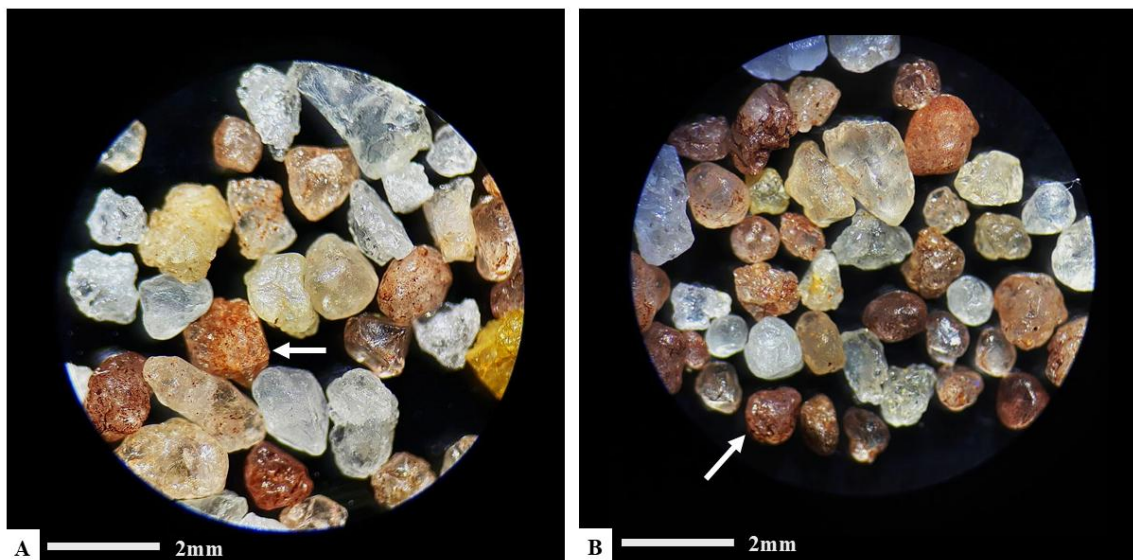
Tabela 4 – Análise Mineralógica (Fração Areia) do Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2.

Mineralogia Sumária (%)				
Camada 1	Quartzo		Feldspato	
	NF	F	NF	F
	54	40	4	2
Camada 2	Quartzo		Feldspato	
	NF	F	NF	F
	44	56	-	-
Camada 3	Quartzo		Feldspato	
	NF	F	NF	F
	70	30	-	-

Fonte: elaborado pela autora.

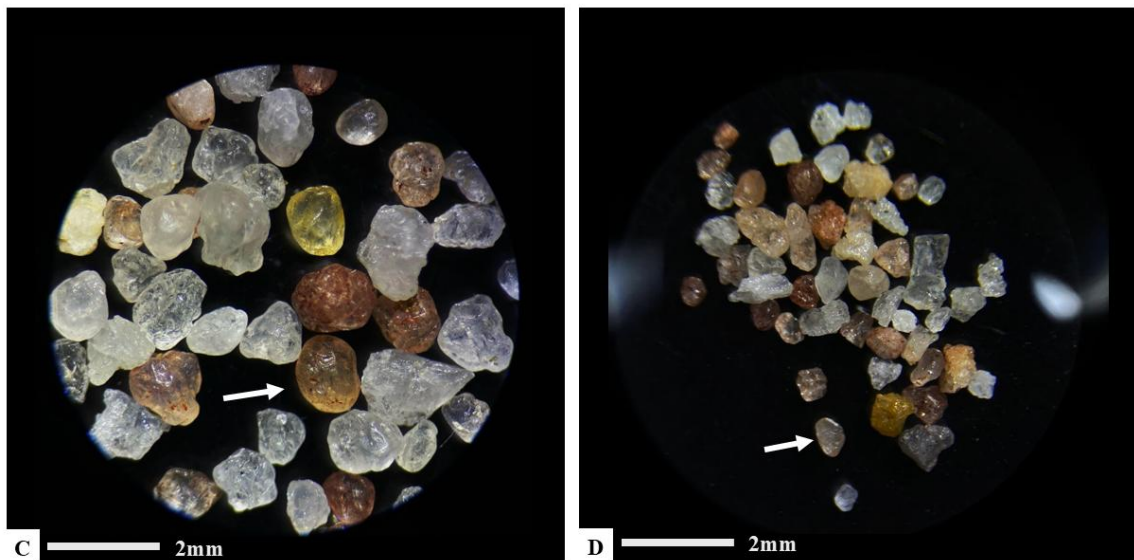
Legenda: NF: Não Ferruginoso; F: Ferruginoso.

Figura 5 – Grãos de areia grossa das camadas 1 (A) e 2 (B) do Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 6 – Grãos de areia grossa da camada 3 do Sítio Arqueológico Córrego da Onça 2.

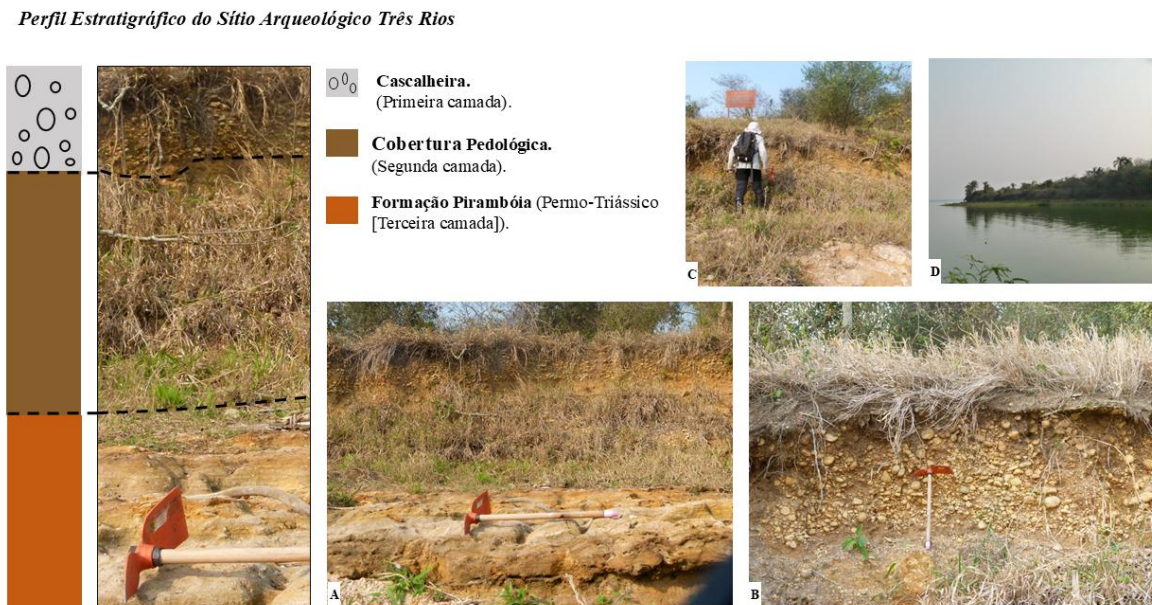


Fonte: elaborado pela autora.

#### 2.4.3.1 Sítio Arqueológico Três Rios

O Sítio Arqueológico Três Rios (Figura 6) situa-se em um terraço fluvial, próximo à cabeceira de drenagem de um dos tributários da margem direita do rio Piracicaba. Na área, identificam-se colinas amplas marcadas por rupturas convexas nas vertentes e nas transições entre estas e os topos dos interflúvios, sobre os quais se verifica a presença de depressões fechadas.

Figura 7—Perfil Estratigráfico do Sítio Arqueológico Três Rios.



Fonte: elaborado pela autora.

Legenda: A: vista geral do afloramento descrito; B: detalhe da cascalheira; C: contexto geral do afloramento; D: detalhe da localização do sítio em questão, nas margens do rio Tietê.

O Sítio Arqueológico Três Rios apresenta um pacote estratigráfico distinto do sítio anterior (Figura 6): No pacote superior (camada 1), ocorre uma espessa cascalheira composta de seixos e cascalhos arredondados, os quais têm nítida imbricação e preenchimento de material fino e pedogenizado (areia) entre os sedimentos grossos. Já a camada 2, bastante pedogenizada, apresenta textura mais fina, composta de materiais argilo-arenosos de estrutura maciça, com elevada proporção de areias finas, e não exhibe estratificação definida. No nível basal deste perfil, aflora o arenito Pirambóia (camada 3), composto de arenito conglomerático de matriz arenosa em que se destacam cascalhos arredondados de quartzo.

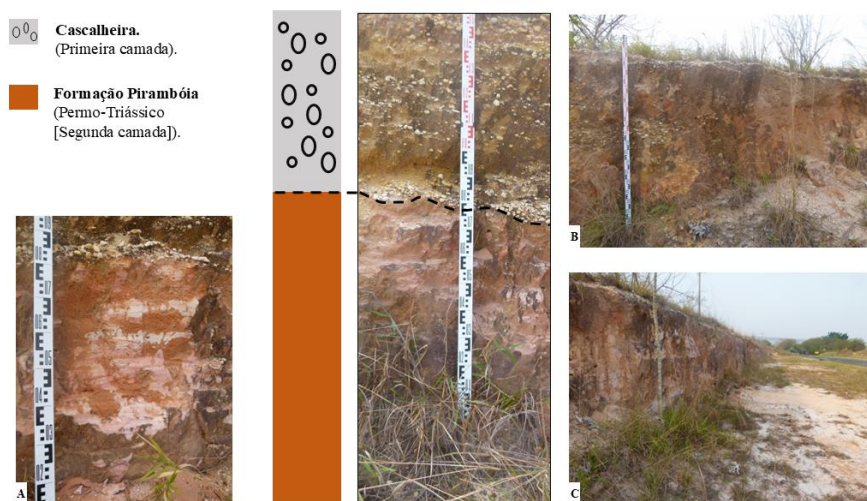
Essas características estão visíveis na Figura 67A, onde é possível observar nitidamente as camadas descritas. Na Figura 67B, em particular, observa-se em detalhe a cascalheira, em que é possível notar a disposição dos sedimentos e ausência de solo sobre ele. Lamentavelmente, os dados analíticos granulométricos e morfoscópicos dos sedimentos que integram este sítio ainda não estão disponíveis, uma vez que as amostras coletadas em campo extraviaram. Um novo trabalho de campo será realizado para coletar novas amostras, a fim de preencher a lacuna atual deste trabalho.

#### 2.4.4.1 Depósito Sedimentar na Rodovia Geraldo Barros SP- 191

Diferentemente do perfil descrito anteriormente, nesta área (Figura 78) há apenas duas camadas, compostas de uma cascalheira (camada 1) diretamente sobreposta ao afloramento rochoso da Formação Pirambóia (camada 2). Os seixos presentes nesse depósito são menores que os dos pontos anteriores e apresentam uma distribuição uniforme ao longo da superfície observada. Destaca-se, ainda, que os seixos da cascalheira e da rocha são semelhantes no que se refere ao seu tamanho, forma e mineralogia, o que, nos trabalhos anteriores sobre a região (Coutard *et al.* 1978; Pinheiro, 2014) suscitou dúvidas se o material da cascalheira seria derivado da alteração da rocha, portanto estaria alterado *in situ*, ou se corresponderia ao material reliquial de um terraço do Piracicaba que capearia a rocha.

Os dados granulométricos e morfoscópicas, a seguir, devem ajudar a elucidar essa questão.

Figura 8 – Perfil estratégico do depósito sedimentar na Rodovia Geraldo Barros SP – 191. A, B e C: fotos com escala e detalhamento do afloramento rochoso.



Fonte: elaborada pela autora.

#### 2.4.4.2 Granulometria

Na camada 1, há um nítido predomínio da fração areia, cujo total corresponde a 74,01% da amostra, assim distribuída: areia muito fina (2,67%), areia fina (8,72%), areia média (22,91%), areia grossa (24,61%) e areia muito grossa (15,10%). No que tange às frações finas, ocorrem 20,02% de silte e 5,97% de argila. Os valores de silte e argila são semelhantes aos da camada 2 do Sítio Córrego das Onças 2, mas há variações significativas

na fração areia: além do total de areia ser cerca de 5% na camada 1 do presente afloramento, verifica-se que esses grãos são maiores, predominando a areia grossa, enquanto na camada 2 do sítio predomina areia fina.

Tabela 5 – Granulometria (%) do Ponto de Estudo Rodovia Geraldo Barros SP – 191.

Camadas	Areia					Areia Total	Silte 0,002 - 0,0625	Argila <0,002
	AMF	AF	AM	AG	AMG			
1	2,67	8,72	22,91	24,61	15,10	74,01	20,02	5,97
2	5,87	25,25	25,23	10,64	9,79	76,78	22,27	0,96

Fonte: elaborada pela autora.

Legenda: AMF: Areia Muito Fina; AF: Areia Fina; AM: Areia Média; AG: Areia Grossa; AMG: Areia Muito Grossa.

Assim como anteriormente, foi realizada para esta amostra coletada a estatística dos parâmetros granulométricos, a partir de Folk e Ward (1957), expressos em Phi ( $\phi$ ), por meio do pacote estatístico de sedimentos inconsolidados Gradistat (Blott e Pye; 2001), (Tabela 6).

Tabela 6 – Estatística da análise granulométrica da Rodovia Geraldo Barros SP –191.

Parâmetro	1ª Camada	2ª Camada
<b>Tipo de amostra</b>	Polymodal, muito mal seletiva	Polymodal, muito mal seletiva
<b>Grupo textural</b>	Areia lamosa	Areia lamosa
<b>Nome do sedimento</b>	Areia muito <i>finay mud</i>	Areia grossa silto-fina
<b>Média (<math>\phi</math>)</b>	3.661	2.919
<b>Seleção (<math>\phi</math>)</b>	2.537	2.509
<b>Assimetria (<math>\phi</math>)</b>	0.833	0.819
<b>Curtose (<math>\phi</math>)</b>	2.627	2.295
<b>Classificação média</b>	Areia muito fina	Areia fina
<b>Classificação seleção</b>	Muito mal seletiva	Muito mal seletiva
<b>Classificação assimetria</b>	Assimetria muito fina	Assimetria muito fina
<b>Classificação curtose</b>	Mesocúrtica	Leptocúrtica
<b>Moda 1 (<math>\phi</math>)</b>	Silte Grosso: 20,3%	Areia Grossa: 25,2%
<b>Moda 2 (<math>\phi</math>)</b>	Silte Médio: 14,9%	Areia Média: 25,2%
<b>Moda 3 (<math>\phi</math>)</b>	Areia Fina: 12,9%	Areia Fina: 10,6%
<b>D10 (<math>\phi</math>)</b>	6,3%	9,8%
<b>D50 (<math>\phi</math>)</b>	0,0%	0,0%
<b>D90 (<math>\phi</math>)</b>	6,7%	5,6%
<b>D90 / D10 (<math>\phi</math>)</b>	1,1	5,6

Parâmetro	1ª Camada	2ª Camada
<b>Tipo de amostra</b>	Polymodal, muito mal seletiva	Polymodal, muito mal seletiva
<b>Grupo textural</b>	Areia lamosa	Areia lamosa
<b>Nome do sedimento</b>	Areia muito <i>finay mud</i>	Areia grossa silto-fina
<b>D90 - D10 (<math>\phi</math>)</b>	0,4	5,6
<b>D75 / D25 (<math>\phi</math>)</b>	3,5	5,4
<b>D75 - D25 (<math>\phi</math>)</b>	1,5	1,0

Fonte: elaborado pela autora.

A caracterização granulométrica foi realizada para duas camadas de sedimentos coletadas ao longo da rodovia em estudo. Os resultados indicam que ambas as amostras apresentam características polimodais e distribuição granulométrica muito mal selecionada, conforme a classificação de Folk e Ward (1957), evidenciando uma ampla variabilidade nos tamanhos de grão.

A camada 1 foi classificada como Areia Muito Fina Lamosa (*Very Fine Sandy Mud*), com média do tamanho dos grãos de 3,661  $\phi$ , o que corresponde à classe de areia muito fina segundo a classificação de Folk e Ward (1957). A seleção, com valor de 2,537  $\phi$ , indica que os sedimentos são muito mal selecionados. A assimetria positiva (0,833  $\phi$ ) demonstra uma tendência dos sedimentos para partículas mais finas, reforçada por uma curtose mesocúrtica (2,627  $\phi$ ), que indica uma distribuição relativamente normal. As modas predominantes foram identificadas como silte grosso (20,3%), silte médio (14,9%) e areia fina (12,9%). Os percentis granulométricos revelam D10 de 6,3%, D50 de 0,0% e D90 de 6,7%, com uma razão D90/D10 de 1,1 e intervalo D90 – D10 de 0,4, sugerindo distribuição relativamente compacta na extremidade fina da curva.

A camada 2, sotoposta à camada 1, por sua vez, foi classificada como Areia Grossa Silto-Fina (*Fine Silty Coarse Sand*), com uma média de 2,919  $\phi$ , pertencendo à classe de areia fina. Apresentou uma seleção muito mal selecionada (2,509  $\phi$ ), com assimetria igualmente positiva (0,819  $\phi$ ), indicando maior proporção de partículas finas. A curtose leptocúrtica (2,295  $\phi$ ) sugere concentração acentuada dos dados em torno da média. As classes modais predominantes foram areia grossa (25,2%), areia média (25,2%) e areia fina (10,6%). Os percentis granulométricos mostraram D10 de 9,8%, D50 de 0,0% e D90 de 5,6%, resultando em uma razão D90/D10 de 5,6 e intervalo D90 – D10 de 5,6, indicando maior amplitude na distribuição granulométrica comparada à Camada 1.



foscas (72%) que os da camada superior, com uma porcentagem menor de grãos com faces onduladas (26%) e lisas (4%). No entanto, em termos mineralógicos, não se observa mudança significativa, destacando-se apenas um ligeiro aumento no percentual de grãos ferruginosos, de 2% na camada 1 para 6% na camada 2.

Diferentemente do sítio arqueológico Córrego da Onça 2, em que a primeira camada apresenta maior diversidade no grau de arredondamento dos grãos, com predominância de grãos angulares (34%) e arredondados (24%), neste trecho, a primeira camada mostra uma proporção maior de grãos angulares (38%) e subangulares (26%). Em relação à textura superficial, no primeiro sítio, predominam grãos com textura rugosa (50%) e uma assembleia mineralógica majoritariamente ferruginosa (40%), enquanto, neste trecho, embora a textura rugosa também seja predominante (54%), a maioria dos grãos não é ferruginosa (98%). Na segunda camada do primeiro sítio, observa-se um aumento no grau de arredondamento, com maior presença de grãos subarredondados e uma assembleia mineralógica exclusivamente quartzosa, além de um predomínio de grãos ferruginosos. Já no trecho em análise, a segunda camada apresenta uma proporção maior de grãos angulares (44%) e subangulares (32%), com textura ainda mais rugosa (70%) e fosca (72%), e de apenas um ligeiro aumento na presença de grãos ferruginosos (6%).

Tabela 7 – Análise Morfoscópica (grau de arredondamento e textura superficial) do Ponto de Estudo Rodovia Geraldo Barros SP – 191.

		Textura Superficial (%)											
Camada 1	Tipo	Grau de Arredondamento (%)									Lisa	Ondulada	Rugosa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
		Inteiro	-	-	2	-	16	-	12	-			
Fraturado	12	2	24	-	4	-	-	-	-	<b>Polida</b>	<b>Fosca</b>		
Picotado	22	2	-	-	-	-	-	-	-	46	54		

		Textura Superficial (%)											
Camada 2	Tipo	Grau de Arredondamento (%)									Lisa	Ondulada	Rugosa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
		Inteiro	-	-	-	-	-	-	-	2			
Fraturado	12	-	22	6	-	16	-	-	-	<b>Polida</b>	<b>Fosca</b>		
Picotado	32	-	4	-	-	4	-	-	-	28	72		

Fonte: elaborada pela autora.

Legenda: Grau de Arredondamento dos grãos: 1 e 2: Angular; 3 e 4: Subangular; 5 e 6: Subarredondado; 7 e 8: Arredondado; 9: Bem Arredondado.

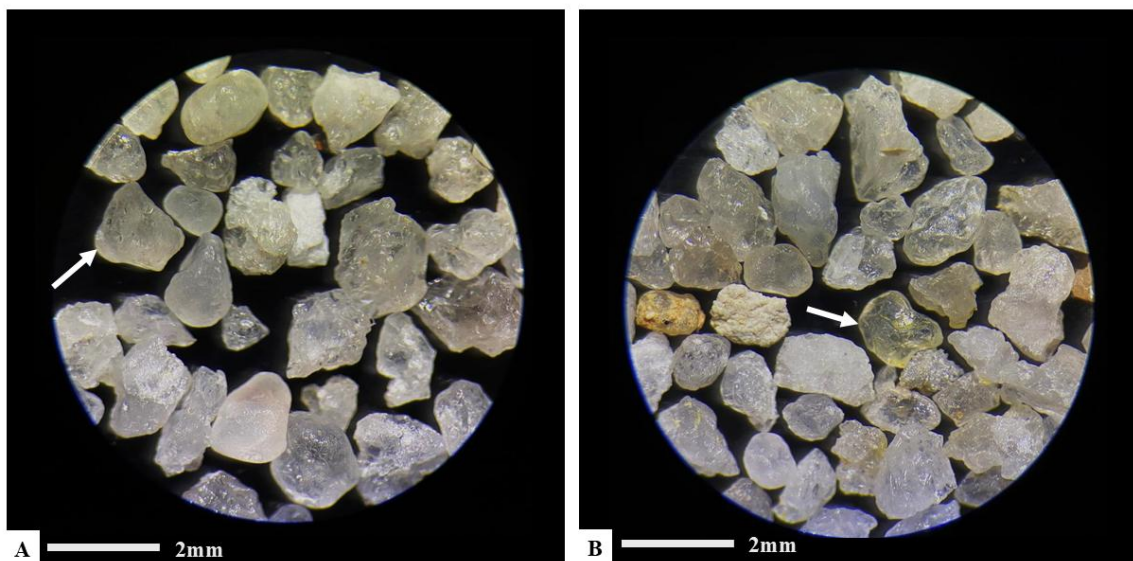
Tabela 8 – Análise Mineralógica (Fração Areia) do Ponto de Estudo Rodovia Geraldo Barros SP – 191.

Mineralogia Sumária (%)				
Camada 1	Quartzo		Feldspato	
	NF	F	NF	F
	98	2	-	-
Camada 2	Quartzo		Feldspato	
	NF	F	NF	F
	94	6	-	-

Fonte: elaborado pela autora.

Legenda: NF: Não Ferruginoso; F: Ferruginoso.

Figura 10 – Grãos de areia grossa das camadas 1 e 2 da área estudada na Rodovia Geraldo Barros SP – 191.



Fonte: elaborado pela autora.

## 2.5 DISCUSSÕES

O mapeamento geomorfológico detalhado possibilitou analisar as correlações entre a dinâmica fluvial juntamente com a disposição dos sítios arqueológicos, que estão expressas nas feições geomorfológicas identificadas no mapeamento. Os resultados demonstraram que os sítios estão posicionados sobre colinas de padrão convexo-suave, assentadas sobre o arenito da Formação Piramboia, próximo das planícies dos rios Tietê e Piracicaba.

A distribuição dos sítios arqueológicos sugere que os paleoíndios tinham preferência em assentar-se em áreas elevadas, distantes de locais suscetíveis a processos de inundação, evitando ocupar diretamente as planícies fluviais e optando por locais topograficamente mais estáveis. Embora a discussão sobre razões e motivos que levaram paleoíndios a terem preferência de assentamento em determinados locais ultrapasse os limites desta pesquisa, a literatura oferece interpretações que podem balizar a interpretação apresentada.

Leal (2017) aborda as hipóteses sobre as preferências de assentamento, indicando a localidade fora da planície fluvial, em terraços ou em depressões fechadas, como locais de interesse, principalmente no território paulista, como mostrou o mapeamento de potencial arqueológico elaborado pela autora. Porém, fatores como microclima, estratégia territorial e a disponibilidade de recursos naturais são igualmente relevantes mesmo que não necessariamente a preferência esteja relacionada com a necessidade de uso dos recursos hídricos (Araujo, 2001). No entanto, mesmo que essas interpretações sejam diversas para a arqueologia, esta pesquisa destaca a importância de mapear as feições geomorfológicas, uma vez que a posição dos sítios provavelmente obedece à distribuição espacial das feições geomorfológicas.

Além disso, o mapeamento geomorfológico e o trabalho de campo revelaram que os sítios estão assentados sobre uma cobertura sedimentar fluvial (Pleistoceno Superior a Holoceno), depositada sobre os arenitos da Formação Piramboia (Triássico) (Breda *et al.*, 2021; Pinheiro *et al.*, 2025). Ressalta-se, porém, que, devido à extensão espacial restrita das áreas cobertas por esses sedimentos, essa nem sempre foi representada cartograficamente no mapa (Figura 2). Com base nessa constatação, inferiu-se que os sítios arqueológicos estão sob antigos terraços fluviais degradados, corroborando a interpretação anterior de que, no território paulista, as ocupações humanas pré-históricas preferencialmente se estabeleciam em locais fora das planícies fluviais.

Outra observação relevante é a associação dos sítios a uma feição geomorfológica específica: depressões fechadas. Essas feições ocorrem nas extremidades das colinas alongadas (glacis ou pedimentos) e favorecem a acumulação de água em sua porção central, formando lagoas (Pinheiro e Ferreira, 2020). A relação entre sítios arqueológicos e depressões fechadas é um padrão recorrente no território paulista (Leal, 2017). Estudos como o de Araujo *et al.* (2017) destacam o papel dessas feições como sendo formas de armadilhas que favorecem a preservação de materiais líticos. Assim, essas áreas apresentam elevado potencial arqueológico (Leal, 2017).

Do ponto de vista analítico, a granulometria do sítio arqueológico Córrego da Onça 2, evidenciou que certas frações de areia, como a areia muito grossa na camada mais profunda, contrastam com camadas superiores, onde frações mais finas são dominantes. Além disso, há uma tendência de aumento da quantidade de argila em profundidade, enquanto, inversamente, o percentual de silte apresenta nítido decréscimo. Essas variações podem ser decorrentes não apenas da própria deposição, como também do intemperismo químicos e da pedogênese, como demonstrado por Pinheiro *et al.*, (2016). Em relação ao depósito sedimentar na Rodovia Geraldo Barros SP-191, ganha destaque o predomínio de areias mais grossas na primeira camada, enquanto na segunda camada há maior proporção de areias finas e médias. No entanto, mesmo os totais de areia sendo similares, a distribuição das frações varia significativamente, indicando possíveis mudanças nas condições de transporte ou origem desse sedimento, tal como observado por Caetano-Chang e Wu (2006) ao analisarem as principais fácies dos arenitos Piramboia. Para estes autores, a moda das areias fina a média é associada ao arenito eólico, enquanto a moda da areia média a grossa está relacionada ao arenito de origem fluvial.

Os resultados dos gráficos cumulativos permitiram inferir sobre esses processos deposicionais e os ambientes sedimentares a partir da distribuição dos tamanhos de partículas em função das aberturas das peneiras. Os sedimentos do sítio arqueológico Córrego da Onça 2 exibem uma distribuição mais heterogênea, com mediana deslocada para frações mais finas e maior dispersão granulométrica, características típicas de um ambiente fluvial com energia variável, onde ocorre a mistura de sedimentos de diferentes origens (Suguio, 1973; 2003). Essa interpretação é corroborada pela análise morfoscópica das camadas do perfil, além de estar de acordo com Caetano-Chang e Wu (2006), citados anteriormente. A assimetria positiva e a curtose moderada reforçam a hipótese de um sistema mais dinâmico, sujeito a variações sazonais de vazão com múltiplos processos de transporte, como suspensão, saltação e rolamento (Suguio, 2003).

No Córrego da Onça 2, as características da 1ª camada, a granulometria polimodal e a classificação como muito mal selecionada podem indicar o retrabalhamento de material sedimentar com múltiplas fontes ou eventos de deposição, e a textura de areia média silto-fina e o grupo areia lamosa sugerem um aporte misto, provavelmente de ambientes com menor energia, seguido por alterações do solo (intemperismo e bioturbação). As assimetrias positivas (para os finos) e a mesocurtose podem indicar um certo equilíbrio entre energia do meio deposicional e processos de alteração pós-deposicional. O caráter pedogeneizado pode justificar a má seleção, o aumento na fração fina e o empobrecimento em frações grosseiras

por eluviamento ou atividade biológica. Desta forma, o contexto granulométrico sugere um horizonte de solo incipiente, desenvolvido sobre depósitos fluviais mais antigos, onde o retrabalhamento e processos pedogenéticos prevalecem sobre o registro estritamente deposicional.

A 2ª camada, que apresenta uma estrutura mais conglomerática, sugere um ambiente deposicional de maior energia, como canais fluviais ativos ou margens de fluxo concentrado, pois a granulometria polimodal e muito mal seletiva é típica de sedimentos mal retrabalhados, depositados em eventos rápidos, possivelmente pulsátil, ou com mistura de grãos de diferentes tamanhos, coerente com conglomerados, cuja média ainda representa silte muito grosso, mas com modas em frações mais grossas, sugerindo que, apesar da predominância de finos na amostra, também há presença relevante de frações arenosas e cascalhos, bem como a assimetria fortemente positiva e platicúrtica, que reforça o aporte de partículas finas associadas a um transporte caótico ou decrescente em energia, com deposição sob condições dinâmicas e com carga sedimentar heterogênea. Além disso, é plausível supor que existiu um provável depósito fluvial de canal, com aporte de material grosso e fino típico de transição entre ambientes mais e menos energéticos.

Na 3ª camada, o arenito da Formação Piramboia é um arenito flúvio-eólico, que nesta amostra, intemperizada, a granulometria muito mal selecionada e polimodal, provavelmente reflete a retexturização da amostra (intemperismo, alteração pós-deposicional) A presença de moda principal negativa (-0,243  $\phi$ ) e percentis negativos (D10 = -0,342  $\phi$ ) indicam grãos grosseiros, equivalentes a areia muito grossa, mas com significativas frações finas, o que se observa pelo valor da média, que correspondente a areia muito fina. A assimetria positiva e a muito platicurtose revelam uma mistura de grãos muito grossos e muito finos, talvez oriunda de alteração intempérica ou contaminação com material sobrejacente. Esta camada representa o substrato geológico, com provável alteração superficial, sendo assim um arenito consolidado originalmente depositado por processos fluviais entrelaçados ou eólicos, e posteriormente exposto e alterado neste local observado.

De maneira geral, as três camadas representam uma sequência estratigráfica que sugere ser de terraço fluvial com cobertura de solo, transicionando de substrato sedimentar consolidado (arenito), passando por uma fase de canal fluvial ativo (conglomerados) e culminando com uma camada superior alterada por processos pedogenéticos. Em contraste ao sítio em questão, os resultados do corte de estrada na rodovia Geraldo Barros, revelam um padrão mais homogêneo, com predominância de frações mais grossas e melhor seleção. A assimetria próxima de zero e a curtose mais elevada, de acordo com Suguio (1973; 2003),

sugerem um ambiente deposicional com processos mais uniformes e eficientes de seleção, possivelmente associado a um sistema eólico, no qual a ação do vento promoveu maior homogeneização dos sedimentos.

A camada 1 deste corte de estrada é composta predominantemente por areia muito fina com significativo conteúdo de silte (classificada como "areia muito fina lamosa"), reflete, segundo Reineck e Singh (2012) um ambiente de baixa energia, compatível com condições de sedimentação mais calmas, como margens alagadiças, planícies de inundação ou zonas de decantação distal de eventos de cheia. Ainda segundo estes autores, a presença de uma distribuição granulométrica polimodal, com modas que incluem silte grosso e médio, sugere múltiplas fases de deposição, possivelmente relacionadas a pulsos de energia fluvial alternados. A assimetria positiva e a curtose mesocúrtica reforçam a hipótese de um aporte significativo de material fino, que se acumula gradualmente por suspensão em água parada ou baixa velocidade.

Por sua vez, a camada 2 apresenta granulometria média ligeiramente mais grosseira, caracterizada por areia grossa silto-fina, o que indica um ambiente com energia um pouco mais elevada, porém ainda insuficiente para a remoção completa das frações finas. A presença marcante de areia grossa e média, associada a uma leptocurtose, aponta para uma deposição mais rápida e concentrada, provavelmente vinculada a eventos fluviais mais intensos, como transbordamentos ou fluxos concentrados de canal abandonado, interpretações estas coerentes tanto com Suguio (1973 e 2003) quanto com Reineck e Singh (2012). A elevada amplitude entre os percentis D10 e D90 sugere um ambiente menos estável, com variações significativas no regime de transporte de sedimentos. As variações nos ambientes interpretados para as duas camadas são coerentes com o que é frequentemente associado à Formação Pirambóia (Caetano Chang e Wu, 2006).

### 2.5.1 Considerações sobre a Origem das Cascalheiras

O questionamento sobre a gênese das cascalheiras associadas aos terraços fluviais concentra-se, principalmente, na natureza alóctone das formações superficiais (Rezende Filho *et al.*, 2008; Hiruma, 2007; Santos *et al.*, 2010; Bigarella, 1994; Segalen, 1969; Penteado, 1983). Tradicionalmente, a formação de cascalheiras tem sido atribuída a depósitos aluviais ligados a mudanças climáticas durante o período do Quaternário (Kipnis *et al.*, 2005). No entanto, estudos micromorfológicos, mostram que essas feições podem derivar tanto da erosão diferencial de substratos rochosos pré-existentes (formação *in situ*), como observado na Formação Pirambóia, no vale do Rio Piracicaba (Rezende Filho *et al.*, 2008), quanto por

transporte (origem alóctone) por gravidade (colúvio) ou escoamento superficial (alúvio) (Casseti, 2005).

A ausência de discordância mineralógica, somada a evidências de dissolução do quartzo e remoção da fração fina, sugere que a concentração dos seixos nas cascalheiras resulta mais da degradação *in situ* do que do transporte fluvial (Rezende Filho *et al.*, 2008). Essa interpretação não se enquadra no sítio arqueológico Córrego da Onça 2, onde há uma nítida discordância entre as camadas que compõem o perfil analisado (Figura 3). Essas camadas estão organizadas por um material mais fino bastante pedogenizado e de textura argilo-arenosa, sem evidências de estratificação; a segunda camada, além de ter artefatos arqueológicos, apresenta granulometria distinta, constituída por uma cascalheira com seixos de quartzo arredondados e sem variações no tamanho dos clastos. Em nítida discordância erosiva com a camada anterior, encontra-se o afloramento Piramboia. Nesse contexto, fica claro que as camadas 1 e 2 compõem um material alóctone, provavelmente quaternário, capeando o arenito Pirambóia (Triássico).

No segundo ponto de estudo, (corte de estrada na rodovia Geraldo Barros [SP-191, km 149]), os seixos presentes nesse depósito distinguem-se dos observados nos pontos anteriores por suas dimensões reduzidas e distribuição uniforme ao longo da superfície. Além disso, a cascalheira e a rocha subjacente exibem seixos semelhantes em tamanho, forma e composição mineralógica, característica que, segundo estudos prévios na região (Coutard *et al.*, 1978; Pinheiro, 2014), levantou questionamentos sobre a origem do material deste afloramento, uma vez que, embora o ponto esteja próximo ao rio Piracicaba e a apenas 7 m acima da planície fluvial, é plausível supor que a cascalheira seja fruto da alteração *in situ* do arenito Pirambóia, portanto não relacionada à dinâmica quaternária do Piracicaba. Nesse contexto, seria improvável encontrar artefatos arqueológicos no perfil, uma vez que a cascalheira é fruto da alteração de uma rocha muito mais antiga, do Triássico.

No entanto, a investigação da gênese desses sedimentos exige cautela, pois eles podem resultar de múltiplos estágios evolutivos, como a forte contribuição geoquímica em condições climáticas tropicais, podendo mascarar sua procedência autóctone ou alóctone (Hiruma, 2024). A literatura aponta que o transporte dos grãos ocorre principalmente por ações eólicas e/ou fluviais (Dias, 2004; Suguio, 1973, 2003). De acordo com Bigarella *et al.*, (1955), a textura dos grãos é o reflexo da quantidade de trabalho sofrido durante o transporte, enquanto o polimento indica o meio de transporte. Ou seja, o transporte em meio hídrico, por exemplo, resulta em um polimento suave, conferindo aos grãos um aspecto brilhante, característica constatada no sítio arqueológico Córrego da Onça 2, cuja maioria dos grãos de quartzo possui

aspecto polido. Essas interpretações estão alinhadas com as características herdadas dos arenitos das formações Piramboia e Botucatu, que também têm origem eólica (Almeida e Barbosa, 1953; Caetano-Chang e Wu, 2006). Segundo os autores, a presença de óxidos de ferro nos grãos de quartzo, com superfícies corroídas e com a textura fosca, sugere transporte em um contexto de intemperismo químico, o que corrobora com os resultados levantados, mostrando a prevalência de grãos de quartzo ferruginosos no sítio arqueológico Córrego da Onça 2.

Em contraponto, um estudo realizado nos depósitos superficiais (Neocenoicos) no sopé da Serra de São Pedro, no estado de São Paulo, os autores argumentam que os depósitos podem ser predominantemente alóctones, formados por transporte fluvial de curta distância durante os períodos mais secos do Pleistoceno Superior (Pinheiro *et al.*, 2025). A pesquisa apresenta evidências sobre como grãos de quartzo subarredondados e cascalheiras em descontinuidade estratigráfica sustentam tal interpretação, e que as feições foscas nas paredes dos grãos podem não ser derivadas somente por meio do transporte eólico, mas também por uma consequência de alterações geoquímicas, de corrosão na parede dos grãos de quartzo. Essa interpretação pode estar condizente com as características evidenciadas no corte da estrada em que, majoritariamente, os grãos de quartzo apresentam texturas foscas. Esse aspecto fosco pode ser tanto uma herança da rocha mãe, o arenito Piramboia, predominantemente eólico, como fruto da alteração geoquímica que, conforme defendido por Kuenen & Perdok (1962) e Ricci-Lucchi & Dalla Casa (1970), pode deixar fosca a superfície dos grãos.

## 2.6 CONCLUSÕES

Considera-se que o mapeamento geomorfológico detalhado e as análises sedimentares realizadas mostram que existe uma estreita relação entre a distribuição dos sítios arqueológicos, associados às feições geomorfológicas, e suas composições. Primeiro, conclui-se que os sítios estão preferencialmente localizados em áreas elevadas, próximos das planícies fluviais dos rios Tietê e Piracicaba, corroborando a hipótese levantada na literatura que assentamentos ocorrem, em geral, em locais topograficamente mais elevados, mas não distantes dos rios. Além disso, observou-se uma associação recorrente na literatura entre os sítios arqueológicos e depressões fechadas, corroborando com as informações mapeadas.

As análises granulométricas e morfoscópicas dos sedimentos, revelaram variações nas camadas sedimentares das camadas analisadas, mostrando que existem diferentes processos deposicionais e intemperismo associado. Assim, conclui-se que, enquanto no Sítio Córrego da

Onça 2 predominaram grãos polidos com textura rugosa e evidências de ferruginização, sugerindo um ambiente úmido de transporte fluvial (material alóctone) e de baixa energia no Quaternário, no Corte de Estrada (SP-191, km 149) predominam grãos angulares com textura superficial fosca, compatível com transporte eólico e condições mais secas de deposição da época em que o Piramboia foi formado (Triássico). Além disso, a presença de cascalheiras em discordância estratigráfica reforça que existe uma complexidade da gênese desses depósitos e reforça a hipótese de que, respectivamente, os materiais dos pontos estudados podem ter origem alóctone (transporte fluvial ou coluvial) e autóctone (degradação *in situ* do Piramboia).

Portanto, esta pesquisa ampliou o entendimento sobre a distribuição e a composição dos sítios arqueológicos nas margens dos rios Tietê e Piracicaba, evidenciando sua relação com feições geomorfológicas e processos deposicionais ao longo do período do Quaternário. Os resultados não apenas corroboram padrões já conhecidos na região, mas também abrem caminhos para novas investigações em geomorfologia e geoarqueologia na região.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. *Geomorfologia*. São Paulo. Instituto de Geografia USP, v.19, p. 1-23,1962.
- ARAUJO, Astolfo GM *et al.* The “Lagoa do Camargo 1” Paleoindian site: some implications for tropical geomorphology, pedology, and paleoenvironments in southeastern Brazil. *Geoarchaeology*, v. 32, n. 6, p. 662-677, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/gea.21628>. Acesso em: 27 de mar. 2025.
- ARNAUD-FASSETTA, Gilles *et al.* Fluvial paleoenvironments in archaeological context: Geographical position, methodological approach and global change—Hydrological risk issues. *Quaternary International*, v. 216, n. 1-2, p. 93-117, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104061820900113X>. Acesso em: 10 de mar. 2024.
- BEACH, Tim; DUNNING, Nicholas; DOYLE, Martin. Geoarchaeology and geomorphology: Soils, sediments, and societies: A special issue of geomorphology. *Geomorphology*, v. 101, n. 3, p. 413-415, 2008. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2008Geomo.101..413B/abstract?bbbRedirect=1>. Acesso em: 06 de mar. 2024.
- BENEDETTI, Michael M.; CORDOVA, Carlos E.; BEACH, Tim. Soils, sediments, and geoarchaeology: Introduction. *Catena*, v. 85, n. 2, p. 83-86, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816210001529>. Acesso em: 20 de set. 2024.
- BIGARELLA, J.J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais**. v.1, Florianópolis: Ed. UFSC, 1994.
- BIGARELLA, João José. **Textura superficial dos grãos em Areias e Arenitos: (contribuição à metodologia)**. Impr. Paranaense, 1955.
- BLOTT, S.J.; PYE, K. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surf. Process. Landforms*, 26: 1237-1248, 2001. <https://doi.org/10.1002/esp.261>
- BREDA, Caio *et al.* The role of bedrock and climate for the Late Quaternary erosive-depositional behavior of an intraplate tropical river: The Tietê River case, southeastern Brazil. *Geomorphology*, v. 389, p. 107834, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X21002427>. Acesso em: 09 de out. 2024.
- BUTZER, K. W. Spring sediments from the Acheulian site of Amanzi (Uitenhage district, South Africa). *Quaternária*, v. 17, p. 299-319, 1973. Disponível em: <https://sites.utexas.edu/butzer/files/2017/07/Butzer-1973-SpringSedimentAmanzi.pdf>. Acesso em: 13 de mar. 2024.
- BUTZER, Karl W. **Archaeology as Human Ecology: Method and Theory for a Contextual Approach**. Cambridge University Press, 1982.

- BUTZER, Karl W. Challenges for a cross-disciplinary geoarchaeology: the intersection between environmental history and geomorphology. **Geomorphology**, v. 101, n. 1-2, p. 402-411, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X08003000>. Acesso em: 13 de mar. 2024.
- CAETANO-CHANG, Maria Rita; WU, Fu Tai. Arenitos flúvio-eólicos da porção superior da Formação Pirambóia no centro-leste paulista. **Brazilian Journal of Geology**, v. 36, n. 2, p. 296-304, 2006. Disponível em: <https://ppegeo.igc.usp.br/portal/wp-content/uploads/tainacan-items/15906/46325/9339-11046-1-SM.pdf>. Acesso em: 08 de jun. 2023.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, Instituto Agrônomo, **Boletim Técnico**, 106, 2009. 77 p.
- CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. 2005.
- CHELIZ, Pedro Michelutti *et al.* A ocupação humana antiga (11-7 mil anos atrás) do Planalto Meridional Brasileiro: caracterização geomorfológica, geológica, paleoambiental e tecnológica de sítios arqueológicos relacionados a três distintas indústrias líticas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 06, p. 2553-2585, 2020. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/d785376b-0385-4cbe-8a33-a975fbf867a0/PAGMA.80+-+3024484.pdf>. Acesso em: 06 de dez. 2023.
- COELI, Lílian *et al.* Geomorfologia, Geoarqueologia e suas abordagens multiescalares. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 25, n. 4, 2024. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Valadao/publication/387503341\\_Geomorfologia\\_Geoarqueologia\\_e\\_suas\\_Abordagens\\_Multiescalares/links/67713e12e74ca64e1f36f2a7/Geomorfologia-Geoarqueologia-e-suas-Abordagens-Multiescalares.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Valadao/publication/387503341_Geomorfologia_Geoarqueologia_e_suas_Abordagens_Multiescalares/links/67713e12e74ca64e1f36f2a7/Geomorfologia-Geoarqueologia-e-suas-Abordagens-Multiescalares.pdf). Acesso em: 06 de fev. 2025.
- COLTRINARI, L.Z.D. (2008). Geomorfologia, geoarqueologia e mudanças globais. In RUBIN, J.C.R.; SILVA, R. D. (org.) **Geoarqueologia - Teoria e Prática**. Editora da Universidade Católica de Goiás, Goiânia: p.15-21.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo: Breve descrição das unidades litoestratigráficas aflorantes no Estado de São Paulo**. Escala 1:750000. 173p., 2006.
- COUTARD, J. P.; DIAS FERREIRA, R. P.; PELLERIN, J.; QUEIROZ NETO, J. P. 1978b - **Carta Geomorfológica de São Pedro, SP: com um memorial explicativo**. São Paulo, IGEOG-USP. 33 p. (Pedologia e Sedimentologia, 12) (Escala 1: 50.000).
- COUTARD, Jean-Pierre *et al.* Carta geomorfológica de São Pedro, SP-1: 50.000. **Revista do Instituto Geológico (Descontinuada)**, v. 41, n. 1, p. 35-41, 2020. Disponível em: <https://revistaig.emnuvens.com.br/ig/article/view/691>. Acesso em: 12 de ago. 2023.
- DE ALMEIDA, Fernando Flávio Marques; BARBOSA, Octávio. **Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, estado de São Paulo**. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, 1953.

DE MELLO ARAUJO, Astolfo Gomes. As geociências e suas implicações em teoria e métodos arqueológicos. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia. Suplemento**, p. 35-45, 1999.

DE MELLO ARAUJO, Astolfo Gomes. **Teoria e método em arqueologia regional: um estudo de caso no Alto Paranapanema, estado de São Paulo**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001201707>. Acesso em: 27 de mar. 2025.

DOS SANTOS OLIVEIRA, Antonio Manoel; PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. The Anthropocene and the Technogene: stratigraphic temporal implications of the geological action of humankind O Antropoceno eo Tecnógeno: implicações geocronológicas da ação geológica da humanidade. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 5, n. 2, p. 103-111, 2014.

FOLK, R.L.; WARD, W.C. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, 27, 3-26, 1957.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019, 70ª edição.

GLADFELTER, Bruce G. Geoarchaeology: the geomorphologist and archaeology. **American Antiquity**, v. 42, n. 4, p. 519-538, 1977. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/american-antiquity/article/abs/geoarchaeology-the-geomorphologist-and-archaeology/EEEC9DCCD4CDDF4C6F1F380A3C2A15F9>. Acesso em: 30 de dez. 2024.

HIRUMA, Silvio Takashi. Revisão dos conhecimentos sobre o significado das linhas de seixos. **Revista do Instituto Geológico (Descontinuada)**, p. 53-64, 2007. Acesso em: <https://revistaig.emnuvens.com.br/rig/article/view/377>. Acesso em: 09 de out. 2024.

IAC, I. C. Métodos de Análise de Solos do Instituto Agronômico de Campinas: Boletim Técnico Análise Granulométrica Campinas. **Instituto Agronômico**, p. 33, 2021.

KIPNIS, Renato; SCHEEL-YBERT, Rita. Arqueologia e paleoambientes. **SOUZA, Celia Regina de Gouveia; SUGUIO, Kenitiro; OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos**, p. 343-362, 2005.

KRUMBEIN, William Christian. Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Research**, v. 11, n. 2, p. 64-72, 1941. Acesso em: <https://pubs.geoscienceworld.org/sepm/jsedres/article/11/2/64/94958/Measurement-and-geological-significance-of-shape>. Acesso em 20 de fev. 2024.

KUENEN, PH. H.; PERDOK, W. G. Experimental abrasión 5. Frosting and defrosting of quartz grains. **Journal of Geology**, 70, 648-658. 1962.

LEAL, Silvia Kameyama Domingos. **Uso da cartografia e da geomorfologia na construção de mapas de potencial arqueológico para sítios pré-coloniais: um estudo de caso em Pindamonhangaba, estado de São Paulo**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/71/71131/tde-19022018-140408/publico/SilviaLealREVISADA.pdf>. Acesso em: 27 de mar. 2025.

LUPINACCI, Cenira Maria; DE SOUZA, Tissiana de Almeida. Terraços fluviais como indicadores da dinâmica geomorfológica no Quaternário: estudo de caso na depressão periférica paulista. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 2, 2019. Disponível em: <https://www.rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1562>. Acesso em 10 de dez. 2024.

MÜLLER, G. **Methods in sedimentary petrography (Part I)**. N. York. 1967.

OLIVEIRA, J. B.; PRADO, H. **Carta pedagógica semi-detalhada do Estado de São Paulo – Folha Piracicaba**. São Paulo, IA – Instituto Agrônomo / IGC – Instituto Geográfico e Cartográfico. Escala 1:100.000. 1989

PAISANI, Julio César. Análise morfométrica e de textura superficial de grãos utilizada na identificação de litofácies eólica e de dissipação em rampa arenosa/dissipação: o caso da Praia Mole (Ilha de Santa Catarina). **Geosul**, v. 20, n. 39, p. 105-118, 2005.

PAISANI, Julio Cesar. **Estratigrafia, significado paleoambiental e evolução de rampa arenosa/dissipação no balneário Praia Mole-Ilha de Santa Catarina**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3ª Ed. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística : Rio de Janeiro, 186p. 1983.

PETTIJOHN, F. J. (1957). **Sedimentary Rocks**, 2.a ed., New York, Harper and Brothers.

PINHEIRO, Marcos Roberto *et al.* Origin of surface deposits in pediments of Southeastern Brazil. **Catena**, v. 249, p. 108642, 2025. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816224008397?casa\\_token=JEADzr\\_muZEYAAAAA:ekoeqynGg\\_76gWEo7XKaD-2p6ZwZt\\_CEQtK2f2evi9IrLVewBGEyD0D47cFSlbyZO\\_bbE9m\\_rtRq](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816224008397?casa_token=JEADzr_muZEYAAAAA:ekoeqynGg_76gWEo7XKaD-2p6ZwZt_CEQtK2f2evi9IrLVewBGEyD0D47cFSlbyZO_bbE9m_rtRq). Acesso em: 18 de dez. 2025.

PINHEIRO, Marcos Roberto *et al.* Tectonics of the Northeastern border of the Parana Basin (Southeastern Brazil) revealed by lineament domain analysis. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 94, p. 102231, 2019. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981119300860?casa\\_token=u8Ua8-iANwIAAAAA:vFmBVkhREwSugRkOINXSuCS9poAFrm-h80Bz4tV7O\\_8MLmaYQd3h3baK9mNhTPt4LnE-ZXF5FWZK](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981119300860?casa_token=u8Ua8-iANwIAAAAA:vFmBVkhREwSugRkOINXSuCS9poAFrm-h80Bz4tV7O_8MLmaYQd3h3baK9mNhTPt4LnE-ZXF5FWZK) Acesso em: 10 de dez. 2023.

PINHEIRO, Marcos Roberto. **Estudo morfotectônico da região da Serra de São Pedro e do Baixo Piracicaba/SP**. 2004. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP\\_90f761e51954446013aa667a5f778410](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_90f761e51954446013aa667a5f778410). Acesso em: 10 de dez. 2023.

PINHEIRO, Marcos Roberto; DE QUEIROZ NETO, José Pereira. From the semiarid landscapes of southwestern USA to the wet tropical zone of southeastern Brazil: Reflections on the development of cuestas, pediments, and talus. **Earth-Science Reviews**, v. 172, p. 27-42, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825216302811>. Acesso em 27 de mar. 2025.

PINHEIRO, Marcos Roberto; DE QUEIROZ NETO, José Pereira. Neotectônica e evolução do relevo da região da Serra de São Pedro e do baixo Piracicaba/Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 4, 2015. Disponível em: <https://rbg.emnuvens.com.br/rbg/article/view/668>. Acesso em: 10 de dez. 2023.

PINHEIRO, Marcos Roberto; FERREIRA, Rosely Pacheco Dias. 1978–2018, Os 40 anos da primeira experiência de aplicação da cartografia geomorfológica francesa de detalhe na zona tropical úmida brasileira: histórico, princípios da legenda, mudanças e sua difusão no país. **Revista do Instituto Geológico (Descontinuada)**, v. 41, n. 1, p. 1-19, 2020. Disponível em: <https://revistaig.emnuvens.com.br/rig/article/view/684>. Acesso em: 09 de nov. 2023.

PINHEIRO, Marcos Roberto; MICHELON, Cristiane Regina; MANFREDINI, Sidneide. Gênese dos depósitos neocenoicos do reverso da Serra de São Pedro e evolução da superfície das cristas médias–Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 4, 2016. Disponível em: <https://www.rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1007>. Acesso em: 09 de nov. 2023.

PINHEIRO, Marcos Roberto; QUEIROZ NETO, José Pereira de. Geomorphology of the São Pedro Ridge and lower Piracicaba river region, southeastern Brazil. **Journal of Maps**, v. 12, n. sup1, p. 377-386, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17445647.2016.1227730>. Acesso em: 09 de nov. 2023.

POWERS, Maurice Cary. A new roundness scale for sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Research**, v. 23, n. 2, p. 117-119, 1953. Disponível em: <https://pubs.geoscienceworld.org/sepm/jsedres/article-abstract/23/2/117/112811/A-new-roundness-scale-for-sedimentary-particles>. Acesso em: 07 de mar. 2024.

QUEIROZ NETO, J.P. DE; JOURNAUX, A. (Coords.) **Carta Geomorfológica de São Pedro, SP**. USP, IGEOG, Sedimentologia e Pedologia, p.12-33, Mapa escala 1:50.000, 1978.

REINECK, H.-E.; SINGH, I.B. **Depositional sedimentary environments: with reference to terrigenous clastics**. Springer Science & Business Media, 2012. 551 pp.

REZENDE FILHO, A. T. *et al.* Estudo Micromorfológico de um Terraço do Rio Piracicaba/SP. **VII Simpósio Nacional de Geomorfologia-II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia**, 2008.

RICCI LUCCHI, F.; DALLA CASA, G. Surface textures of desert quartz grains. A new attempt to explain the origin of desert frosting. **Giorn.Geol.**, 36, 751-776. 1970.

RITTENHOUSE, Gordon. A visual method of estimating two-dimensional sphericity. **Journal of Sedimentary Research**, v. 13, n. 2, 1943. Disponível em: <https://archives.datapages.com/data/sepm/journals/v01-32/data/013/013002/0079.htm>. Acesso em: 11 de out. 2024.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 1992. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108>. Acesso em: 10 de set. 2024.

ROSSI, M. 2017. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal**, 2017. V.1. 118p.

RUBIN, Julio Cezar R.; SILVA, Rosiclér T. Geoarqueologia: teoria e prática. **Goiânia: Ed. da PUC Goiás**, 2008.

RUSSELL, R. Dana; TAYLOR, Ralph E. Roundness and shape of Mississippi River sands. **The Journal of Geology**, v. 45, n. 3, p. 225-267, 1937. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/624526>. Acesso em: 07 de mar. 2024.

SANTOS, L.J.C.; SALGADO, A.A.R.; RAKSSA, M.L.; MARENT, B.R. Gênese das linhas de Pedra. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.11, n.2, p.103-108, 2010.

SEGALEN, P. **Le remaniement des sols et la mise en place de la stone-line en Afrique**. Cah. Orstom, ser. Pedologie, v.7, n.1, p. 113-131, 1969.

SOUSA, João Carlos Moreno; OKUMURA, Mercedes. The association of palaeoindian sites from southern Brazil and Uruguay with the Umbu Tradition: Comments on Suárez *et al.* (2017). **Quaternary International**, v. 467, p. 292-296, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104061821731251X>. Acesso em: 12 de ago. 2023.

STEVAUX, José Cândido; LATRUBESSE, Edgardo Manuel. **Geomorfologia fluvial**. Oficina de Textos, 2017.

STORANI, Daniel Luis; PEREZ FILHO, Archimedes. Novas informações sobre geocronologia em níveis de baixo terraço fluvial do rio Mogi Guaçu, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, 2015. Disponível em: <https://www.rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/656> . Acesso em: 11 de jan. 2024.

SUGUIO, K. 1980 – **Rochas Sedimentares**. São Paulo: Edgard Blücher, 500p.

SUGUIO, Kenitiro. **Introdução à sedimentologia**. 1973.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar**. Editora Blucher, 2003.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la Géomorphologie**. Paris: Masson Ed. 210 p., 1965.

VIDAL, Viviane Pouey. Geoarqueologia dos sítios paleoíndios na formação sedimentar Touro Passo: processos de formação e perturbação pós-deposicional. **Revista de Arqueologia**, v. 32, n. 1, p. 42-68, 2019. Disponível em: <https://revista.sabnet.org/ojs/index.php/SAB/article/view/578> . Acesso em: 11 de jan. 2024.

VISHER, Glenn S. Grain size distributions and depositional processes. **Journal of Sedimentary Research**, v. 39, n. 3, 1969.

WENTWORTH, Chester K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **The journal of geology**, v. 30, n. 5, p. 377-392, 1922. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/622910>. Acesso em: 07 de mar. 2024.