



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

DANIEL LUÍS STORANI

**CENÁRIO REGIONAL DAS OSCILAÇÕES CLIMÁTICAS QUATERNÁRIAS:
BAIXOS TERRAÇOS FLUVIAIS NO CONTEXTO DA DEPRESSÃO PERIFÉRICA E
DO PLANALTO OCIDENTAL PAULISTA**

**CAMPINAS
2015**



NÚMERO: 276/2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

DANIEL LUÍS STORANI

**“CENÁRIO REGIONAL DAS OSCILAÇÕES CLIMÁTICAS QUATERNÁRIAS:
BAIXOS TERRAÇOS FLUVIAIS NO CONTEXTO DA DEPRESSÃO PERIFÉRICA E
DO PLANALTO OCIDENTAL PAULISTA”**

**TESE DE DOUTORADO APRESENTADA AO INSTITUTO
DE GEOCIÊNCIAS DA UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE DOUTOR EM GEOGRAFIA NA ÁREA DE
ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL**

ORIENTADOR: PROF. DR. ARCHIMEDES PEREZ FILHO

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE
DEFENDIDA PELO ALUNO DANIEL LUÍS STORANI E
ORIENTADO PELO PROF. DR. ARCHIMEDES PEREZ FILHO**

**CAMPINAS
2015**

Agência de fomento: FAPESP
Nº processo: 2011/10285-7

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Márcia A. Schenfel Baena - CRB 8/3655

St74c Storani, Daniel Luis, 1984-
Cenário regional das oscilações climáticas quaternárias : baixos terraços fluviais no contexto da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental Paulista. / Daniel Luis Storani. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Archimedes Perez Filho.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Geomorfologia fluvial. 2. Luminescência. 3. Geomorfologia. 4. Rios. 5. São Paulo (Estado). I. Perez Filho, Archimedes, 1947-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Regional scenario of quaternary climatic oscillations : low river terraces in the context of Depressão Periférica and Planalto Ocidental Paulista

Palavras-chave em inglês:

Fluvial geomorphology

Luminescence

Geomorphology

Rivers

São Paulo (Brazil : State)

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: Doutor em Geografia

Banca examinadora:

Archimedes Perez Filho [Orientador]

Regina Célia de Oliveira

Salvador Carpi Junior

Emerson Martins Arruda

Márcio Henrique de Campos Zancopé

Data de defesa: 25-08-2015

Programa de Pós-Graduação: Geografia



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL

AUTOR: Daniel Luís Storani

“Cenário regional das oscilações climáticas quaternárias: baixos terraços fluviais no contexto da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental Paulista.”

ORIENTADOR: Prof. Dr. Archimedes Perez Filho

Aprovado em: 25 / 08 / 2015

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Archimedes Perez Filho - Presidente

Profa. Dra. Regina Célia de Oliveira

Prof. Dr. Salvador Carpi Júnior

Prof. Dr. Emerson Martins Arruda

Prof. Dr. Márcio Henrique de Campos Zancopé

A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 25 de agosto de 2015.

Dedico aos meus queridos pais e minhas
queridas irmãs, que são fundamentais
na minha vida, e que me dão todo o
amor e apoio, sempre.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado coragem e capacidade para finalizar o trabalho.

Especialmente à minha família, que é suporte e refúgio, e que fez mais do que o necessário para que eu realizasse a pesquisa com tranquilidade.

Ao Prof. Dr. Archimedes Perez Filho, orientador, por ter oferecido a oportunidade de desenvolver o Doutorado, por ter tirado dúvidas e traçado os caminhos a seguir.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP por ter concedido bolsa de Doutorado e por ter financiado Projeto de Auxílio Regular, processo ao qual a presente pesquisa foi vinculada e sem o qual não teria sido possível realizar numerosas análises laboratoriais e trabalhos de campo.

À amiga Louise Saunders e sua linda Isabella, que me deram forças e foram essenciais para a vida ter diversão quando precisei.

Aos amigos e companheiros de grupo de pesquisa Diego Nascimento, Everton Valezio e Kleber Carvalho Lima, que apesar de todo o sufoco vivido, muito contribuíram com as discussões teóricas e que foram colegas de trabalho de campo, dispostos a viajar, procurar, cavar e coletar.

À Profa. Dra. Regina Celia de Oliveira, por ter contribuído com sugestões fundamentais à finalização da pesquisa no momento do exame de qualificação e a Salvador Carpi Junior por, além de ter participado da qualificação, ter ajudado em trabalhos de campo.

Aos colegas Alejandro Reyes, Eduardo Morais, João Paulo Peres Bezerra e Fred Teixeira Trivellato, que ajudaram nos extensos e difíceis trabalhos de campo na região do Rio do Peixe. Ao Prof. Dr. Antonio Cezar Leal e ao Prof. Dr. Paulo Cesar Rocha que nas mesmas ocasiões ofereceram suporte em momentos difíceis. Ao Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes, pela colaboração oferecida na bacia do Rio Santo Anastácio.

A Silvio Miranda, do Laboratório Datação, que atendeu com rapidez aos nossos pedidos e tirou dúvidas quanto ao principal método laboratorial aplicado na Tese. À Célia Panzarin, do Laboratório de Solos da FEAGRI, que orientou em estágio nas análises granulométricas.

Ao motorista, e mais do que isso, Élcio Marinho, que por quilômetros de distância e metros de profundidade, desempenhou papel essencial para as coletas. À Creuza Francisco Fujii, por ajudar na burocracia envolvida. À Edinalva de Novais Schultz e ao Arthur Neves dos Santos, do SIOM, por agendarem trabalhos de campo atendendo à demanda do calendário proposto. Ao Antonio Guerreiro, por ajudar a preparar materiais de coleta.

A todos que, de alguma forma, tenham colaborado na execução do projeto proposto.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**CENÁRIO REGIONAL DAS OSCILAÇÕES CLIMÁTICAS QUATERNÁRIAS:
BAIXOS TERRAÇOS FLUVIAIS NO CONTEXTO DA DEPRESSÃO PERIFÉRICA E
DO PLANALTO OCIDENTAL PAULISTA**

RESUMO

**Tese de Doutorado
Daniel Luís Storani**

Entender como o clima se apresentou na história geomorfológica recente pode elucidar sobre a maneira como se comportam as componentes ambientais, sobretudo o relevo, diante de variações e oscilações. O Estado de São Paulo, nas províncias geomorfológicas da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental Paulista, possui bacias hidrográficas onde as formas de relevo correspondentes a terraços fluviais se distribuem por vários quilômetros, em diferentes contextos. Tem-se como hipótese que a explicação para formação de tais terraços fluviais está relacionada às oscilações climáticas a partir do final do Pleistoceno até o Holoceno atual. Os períodos secos seriam responsáveis pela formação de níveis aplainados de terraços, enquanto que as condições mais úmidas seriam responsáveis pelo entalhamento e formação das diferenciações entre os terraços citados. Esta proposta de trabalho explora a análise de baixos terraços fluviais, que nos últimos vêm sendo estudados com o uso de novas técnicas avançadas de datação e de análise do material de origem dos solos. A datação absoluta por meio da técnica da Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) de diferentes pontos no contexto de duas províncias geomorfológicas pode confirmar a existência de pretéritas oscilações climáticas em âmbito regional, representando avanço no estudo da Geomorfologia. Datou-se coberturas superficiais (material de origem dos solos) localizados em níveis de baixos terraços fluviais nos rios Atibaia, Capivari, Corumbataí, Itapetininga, Mogi Guaçu, Piracicaba (na Depressão Periférica Paulista); e Jacaré Guaçu, Jacaré Pepira, Pardo, Peixe, Santo Anastácio, São José dos Dourados, Turvo (no Planalto Ocidental Paulista), com a finalidade de interpretar as relações entre as idades destas formas e as oscilações climáticas do Quaternário. Utilizou-se também dados de granulometria e de análise química, com objetivo de interpretar as condições de sedimentação dos materiais e da atuação de intemperismo sobre eles. Como resultado, infere-se que baixos terraços fluviais das duas províncias geomorfológicas estudadas são resultado de um único evento climático, mais seco do que o atual, ocorrido entre 1.500 e 1.800 anos antes do período presente.

**Palavras chaves: Geomorfologia fluvial, Luminescência, Geomorfologia, Rios, São Paulo
(Estado)**



UNIVERSITY OF CAMPINAS
INSTITUTE OF GEOSCIENCE

**REGIONAL SCENARIO OF QUATERNARY CLIMATIC OSCILLATIONS: LOW
RIVER TERRACES IN THE CONTEXT OF DEPRESSÃO PERIFÉRICA AND
PLANALTO OCIDENTAL PAULISTA**

ABSTRACT

**PhD Thesis
Daniel Luís Storani**

Understanding how the climate has presented in recent geomorphological history can elucidate on the way they behave environmental components, especially relief in the face of variations and fluctuations. The São Paulo State, in the geomorphological provinces of Depressão Periférica and Planalto Ocidental Paulista, has river basins where the landforms corresponding to river terraces spread over several kilometers in different contexts. It has been hypothesized that the formation of such river terraces is related to climate oscillations from the end of Pleistocene to the late Holocene. Dry periods would be responsible for formation of flattened terraces levels, while wetter conditions would be responsible for carving and formation of differences between the cited terraces. This work proposal explores the analysis of low river terraces, which in recent years have been studied with the use of new advanced dating techniques and analysis of soil parent material. The absolute dating through the Optically Stimulated Luminescence (OSL) technique from different points in the context of two geomorphological provinces can confirm the existence of preterit climatic oscillations at regional level, representing progress of geomorphology. Surface coverage (soil parent material) located in low river terraces levels in Atibaia, Capivari, Corumbataí, Itapetininga, Mogi Guaçu, Piracicaba rivers (in Depressão Periférica Paulista context); and Jacaré Guaçu, Jacaré Pepira, Pardo, Peixe, Santo Anastacio, São José dos Dourados, Pardo rivers (in Planalto Ocidental Paulista) were dated, in order to interpret the relationship between ages of these forms and the climatic fluctuations of Quaternary. Particle size and chemical analysis data were also used, in order to interpret the sedimentation conditions of materials and weathering on them. As a result, it is inferred that low river terraces of the two studied geomorphic provinces are the result of a single climatic oscillation, drier than the current one, occurred between 1,500 and 1,800 years before the present period.

**Keywords: Fluvial geomorphology, Luminescence, Geomorphology, Rivers, São Paulo
(Brazil: State)**

SUMÁRIO

1 – Introdução	22
2 – Hipótese	25
3 – Justificativa	26
4 – Objetivos	27
4.1 – Objetivo geral	27
4.2 – Objetivos específicos	27
5 – Revisão de literatura	29
5.1 – Oscilações climáticas e a dinâmica de formação da paisagem	29
5.2 – Evolução de terraços fluviais.....	31
5.3 – Datação por meio de LOE em estudos de terraços fluviais.....	41
5.4 – Estudos e compartimentações do relevo paulista	42
5.5 – Datações e oscilações climáticas recentes na América do Sul	44
6 – Materiais e métodos	45
6.1 – Área de estudo	45
6.2 – Material cartográfico empregado.....	48
6.3 – Escolha de áreas para pontos de coleta	50
6.4 – Coleta de material superficial para datação absoluta por LOE	51
6.5 – Atributos e vantagens da datação absoluta por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE).....	53
6.6 – Análise granulométrica das amostras	55
6.7 – Análise química das amostras	56
6.8 – Diagrama triangular para Classificação de Sedimentos de Flemming	57
7 – Resultados e discussões	60
7.1 – Depressão Periférica Paulista	60
7.1.1 – Rio Atibaia	60
7.1.2 – Rio Capivari.....	68
7.1.3 – Rio Corumbataí	81
7.1.4 – Rio Itapetininga	100
7.1.5 – Rio Mogi Guaçu.....	106
7.1.6 – Rio Piracicaba	111
7.2 – Planalto Ocidental Paulista	117
7.2.1 – Rio Jacaré Guaçu.....	117
7.2.2 – Rio Jacaré Pepira.....	122
7.2.3 – Rio Pardo	127
7.2.4 – Rio do Peixe	138
7.2.5 – Rio Santo Anastácio.....	147
7.2.6 – Rio São José dos Dourados.....	159
7.2.7 – Rio Turvo.....	172
7.3 – Cenário regional das oscilações climáticas quaternárias – LOE, classes texturais e análise estatística básica dos pontos	184

7.3.1 – Datações por LOE em terraços fluviais no contexto da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental Paulista	184
7.3.2 – Sedimentos e classes texturais na Depressão Periférica e no Planalto Ocidental Paulista	186
7.3.3 – Análise Estatística Básica	189
7.4 – Discussões técnicas	196
8 – Considerações finais.....	197
9 – Bibliografia	201
ANEXO 1	209

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1 – Tipos de terraços fluviais, de acordo com a maneira pela qual há o abandono da planície de inundação inicial.....	32
Figura 5.2 – Abandono de sucessivas planícies de inundação estabelecendo terraços parelhos (A) ou terraços isolados (B)	33
Figura 5.3 – Representação esquemática de uma bacia no Brasil Meridional, antes e após mudança climática (condições úmidas para semiáridas)	38
Figura 6.1 – Localização das áreas de interesse para desenvolvimento do trabalho, com coleta em baixos terraços fluviais de material superficial para datação absoluta por LOE	47
Figura 6.2 – Inserção de tubo de PVC em nível de perfil de material superficial de baixo terraço fluvial para coleta de amostra a ser datada por meio de LOE	52
Figura 6.3 – Diagrama triangular de Flemming (2000)	58
Figura 7.1 – Localização dos pontos Atibaia 1 e Atibaia 2	61
Figura 7.2 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Atibaia 1	62
Figura 7.3 – Nível aplainado de origem fluvial – ponto Atibaia 1	62
Figura 7.4 – Coloração escura do material de baixo terraço no ponto Atibaia 1: grande quantidade de matéria orgânica.....	63
Figura 7.5 - Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Atibaia 1.....	65
Figura 7.6 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Atibaia 2.....	66
Figura 7.7 – Coleta de material em trincheira no ponto Atibaia 2.....	66
Figura 7.8 - Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Atibaia 2.....	68
Figura 7.9 – Localização dos pontos Capivari 1, Capivari 2 – níveis I e II, e Capivari 3	70
Figura 7.10 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Capivari 1	71
Figura 7.11 – Profundidade de coleta de material superficial para análises – ponto Capivari 1	71
Figura 7.12 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Capivari 1	73
Figura 7.13 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Capivari 2 – níveis I e II.....	74
Figura 7.14 – Coleta no nível I do ponto Capivari 2.....	74
Figura 7.15 – Detalhe da coleta no nível II do ponto Capivari 2: material arenoso	75
Figura 7.16 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Capivari 2.....	78
Figura 7.17 – Perfil de baixo terraço fluvial no ponto Capivari 3	79
Figura 7.18 – Coleta de material de superfície de terraço no ponto Capivari 3	79
Figura 7.19 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Capivari 3	81
Figura 7.20 – Localização dos pontos Corumbataí 1, 2, 3, 4 e Batalha 1	84
Figura 7.21 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Corumbataí 1	85

Figura 7.22 – Coleta de material em baixo terraço – ponto Corumbataí 1	86
Figura 7.23 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Corumbataí 1	88
Figura 7.24 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Corumbataí 2.....	88
Figura 7.25 – Planície fluvial – ponto Corumbataí 2	89
Figura 7.26 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Corumbataí 2.....	90
Figura 7.27 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Corumbataí 3.....	91
Figura 7.28 – Detalhe de coleta de material de terraço fluvial – ponto Corumbataí 3 – nível II.....	92
Figura 7.29 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Corumbataí 3	94
Figura 7.30 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Corumbataí 4.....	95
Figura 7.31 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Corumbataí 4.....	97
Figura 7.32 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Batalha 1	98
Figura 7.33 – Coleta de material – ponto Batalha 1.....	98
Figura 7.34 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Batalha 1	100
Figura 7.36 – Localização do ponto Itapetininga 1	102
Figura 7.37 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Itapetininga 1	103
Figura 7.38 – Condições de coleta no ponto Itapetininga 1.....	103
Figura 7.39 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Itapetininga 1	105
Figura 7.40 - Perfil topomorfológico A-B-C: níveis de baixos terraços e pedimento	107
Figura 7.41 – Localização do ponto Mogi Guaçu 1 – níveis I, II e III.....	108
Figura 7.42 – Local de coleta de material no ponto Mogi Guaçu 1 – nível III.....	109
Figura 7.43 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado no nível III do ponto Mogi Guaçu 1	111
Figura 7.44 – Localização do ponto Piracicaba 1 – níveis I e II.....	112
Figura 7.45 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Piracicaba 1.....	113
Figura 7.46 – Coleta de material superficial no nível II – ponto Piracicaba 1	114
Figura 7.47 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Piracicaba 1	117
Figura 7.48 – Localização do ponto Jacaré Guaçu 1	118
Figura 7.49 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Jacaré Guaçu 1	119
Figura 7.50 – Coleta em trincheira aberta – ponto Jacaré Guaçu 1	119
Figura 7.51 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Jacaré Guaçu 1	121
Figura 7.52 – Localização do ponto Jacaré Pepira 1	123
Figura 7.53 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Jacaré Pepira 1	124

Figura 7.54 – Níveis aluviais no Rio Jacaré Pepira – ponto Jacaré Pepira 1	124
Figura 7.55 – Coleta de material para datação por LOE – ponto Jacaré Pepira 1	125
Figura 7.56 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Jacaré Pepira 1	127
Figura 7.57 – Localização dos pontos Pardo 1, Pardo 2 e Pardo 3	129
Figura 7.58 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Pardo 1	130
Figura 7.59 – Local de coleta de material no ponto Pardo 1	130
Figura 7.60 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Pardo 1	132
Figura 7.61 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Pardo 2	133
Figura 7.62 – Trincheira aberta na coleta do material do ponto Pardo 2	133
Figura 7.63 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Pardo 2.....	135
Figura 7.64 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Pardo 3.....	135
Figura 7.65 – Coleta em duas profundidades de material do ponto Pardo 3	136
Figura 7.66 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Pardo 3.....	138
Figura 7.67 – Localização do ponto Peixe 1 – níveis I, II e III	140
Figura 7.68 - Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Peixe 1 – níveis I, II e III.....	140
Figura 7.69 – Coleta em material de origem fluvial no ponto Peixe 1 – nível I.....	141
Figura 7.70 – Coleta no nível II do ponto Peixe 1	142
Figura 7.71 – Coleta de material para datação por LOE no nível III do ponto Peixe 1	143
Figura 7.72 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Peixe 1	146
Figura 7.73 – Localização dos pontos Santo Anastácio 1, Santo Anastácio 2 e Cedros 1	149
Figura 7.74 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Santo Anastácio 1	150
Figura 7.75 – Extensão da planície fluvial – ponto Santo Anastácio 1	150
Figura 7.76 – Trincheira sendo aberta em material arenoso – ponto Santo Anastácio 1.....	151
Figura 7.77 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Santo Anastácio 1	153
Figura 7.78 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Santo Anastácio 2 – níveis I e II.....	153
Figura 7.79 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Santo Anastácio 2.....	156
Figura 7.80 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Cedros 1	157
Figura 7.81 – Borda de baixo terraço fluvial – ponto Cedros 1.....	157
Figura 7.82 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Cedros 1	159
Figura 7.83 – Localização dos pontos São José dos Dourados – níveis I e II, São José dos Dourados 2 e São José dos Dourados 3.....	161
Figura 7.84 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto São José dos Dourados – níveis I e II.....	162

Figura 7.85 – Coleta de material superficial – ponto São José dos Dourados 1 – nível II	162
Figura 7.86 – Detalhe do material a ser coletado – ponto São José dos Dourados 1 – nível I.....	163
Figura 7.87 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto São José dos Dourados 1.....	166
Figura 7.88 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto São José dos Dourados 2	166
Figura 7.89 – Coleta de material em 2 profundidades – ponto São José dos Dourados 2	167
Figura 7.90 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto São José dos Dourados 2	169
Figura 7.91 – Perfil de baixo terraço fluvial – São José dos Dourados 3	170
Figura 7.92 – Abertura de trincheira para coleta de material – ponto São José dos Dourados 3	170
Figura 7.93 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto São José dos Dourados 3	172
Figura 7.94 – Localização dos pontos Turvo 1, Turvo 2 e Turvo 3.....	174
Figura 7.95 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Turvo 1	175
Figura 7.96 – Detalhe da coleta de material – Turvo 1	175
Figura 7.97 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Turvo 1	177
Figura 7.98 – Perfil de baixo terraço – Turvo 2.....	178
Figura 7.99 – Coleta de material para datação por LOE – ponto Turvo 2.....	178
Figura 7.100 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Turvo 2	180
Figura 7.101 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Turvo 3	181
Figura 7.102 – Abertura de trincheira – ponto Turvo 3	181
Figura 7.103 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Turvo 3	183
Figura 7.104 – Dados granulométricos de amostras da Depressão Periférica Paulista no diagrama de classificação de sedimentos.....	186
Figura 7.105 – Dados granulométricos de amostras do Planalto Ocidental Paulista no diagrama de classificação de sedimentos.....	187
Figura 7.106 – Representação da estatística básica dos valores de datação absoluta por LOE em amostras de baixos terraços fluviais na Depressão Periférica Paulista	190
Figura 7.107 – Gráfico de relação entre idades, V% e CTC no contexto do Planalto Ocidental	191
Figura 7.108 – Representação gráfica dos índices obtidos em matriz de correlação no das variáveis analisadas no contexto do Planalto Ocidental Paulista	192
Figura 7.109 – Representação gráfica de estatística básica dos valores de datação absoluta por LOE em amostras de baixos terraços fluviais na Depressão Periférica Paulista	193
Figura 7.110 – Gráfico de relação entre idades, V% e CTC na Depressão Periférica Paulista	194
Figura 7.111 – Representação gráfica dos índices obtidos em matriz de correlação no das variáveis analisadas no contexto da Depressão Periférica Paulista	195

LISTA DE TABELAS

Tabela 7.1 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Atibaia 1	63
Tabela 7.2 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Atibaia 1	63
Tabela 7.3 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Atibaia 1	64
Tabela 7.4 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Atibaia 1	64
Tabela 7.5 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Atibaia 2	67
Tabela 7.6 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Atibaia 2	67
Tabela 7.7 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Atibaia 1	67
Tabela 7.8 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Atibaia 2	67
Tabela 7.9 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Capivari 1	72
Tabela 7.10 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Capivari 1	72
Tabela 7.11 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Capivari 1	72
Tabela 7.12 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Capivari 1	72
Tabela 7.13 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto Capivari 2	75
Tabela 7.14 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto Capivari 2	75
Tabela 7.15 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Capivari 2	76
Tabela 7.16 – Análise granulométrica do material coletado no nível II do ponto Capivari 2	76
Tabela 7.17 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto Capivari 2	76
Tabela 7.18 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível I do ponto Capivari 2	77
Tabela 7.19 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto Capivari 2	77
Tabela 7.20 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível II do ponto Capivari 2	77
Tabela 7.21 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Capivari 3	80
Tabela 7.22 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Capivari 3	80
Tabela 7.23 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Capivari 3	80
Tabela 7.24 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Capivari 3	80
Tabela 7.25 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Corumbataí 1	86
Tabela 7.26 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Corumbataí 1	87

Tabela 7.27 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Corumbataí 1	87
Tabela 7.28 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Corumbataí 1	87
Tabela 7.29 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Corumbataí 2	89
Tabela 7.30 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Corumbataí 2	89
Tabela 7.31 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Corumbataí 2	90
Tabela 7.32 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Corumbataí 2	90
Tabela 7.33 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto Corumbataí 3	92
Tabela 7.34 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto Corumbataí 3 ...	92
Tabela 7.35 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Corumbataí 3	93
Tabela 7.36 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Corumbataí 3	93
Tabela 7.37 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto Corumbataí 3	93
Tabela 7.38 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto Corumbataí 3	93
Tabela 7.39 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto Corumbataí 3	93
Tabela 7.40 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível do ponto Corumbataí 3	94
Tabela 7.41 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Corumbataí 4	95
Tabela 7.42 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Corumbataí 4	96
Tabela 7.43 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Corumbataí 4	96
Tabela 7.44 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Corumbataí 4	96
Tabela 7.45 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Batalha 1	99
Tabela 7.46 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Batalha 1	99
Tabela 7.47 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Batalha 1	99
Tabela 7.48 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Batalha 1	99
Tabela 7.49 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Itapetininga 1	104
Tabela 7.50 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Itapetininga 1	104
Tabela 7.51 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Itapetininga 1	105
Tabela 7.52 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Itapetininga 1	105

Tabela 7.53 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível III ponto Mogi Guaçu 1	109
Tabela 7.54 – Análise granulométrica do material coletado no nível III ponto Mogi Guaçu 1	109
Tabela 7.55 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível III do ponto Mogi Guaçu 1	110
Tabela 7.56 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível III do ponto Mogi Guaçu 1	110
Tabela 7.57 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto Piracicaba 1	114
Tabela 7.58 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto Piracicaba 1 ...	115
Tabela 7.59 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Piracicaba 1	115
Tabela 7.60 – Análise granulométrica do material coletado no nível II do ponto Piracicaba 1	115
Tabela 7.61 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto Piracicaba 1	115
Tabela 7.62 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto do Piracicaba 1	115
Tabela 7.63 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível I do ponto Piracicaba 1	116
Tabela 7.64 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível II do ponto Piracicaba 1	116
Tabela 7.65 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Jacaré Guaçu 1	120
Tabela 7.66 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Jacaré Guaçu 1	120
Tabela 7.67 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Jacaré Guaçu 1	120
Tabela 7.68 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Jacaré Guaçu 1	121
Tabela 7.69 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Jacaré Pepira 1	125
Tabela 7.70 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Jacaré Pepira 1	125
Tabela 7.71 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Jacaré Pepira 1	126
Tabela 7.72 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Jacaré Pepira 1	126
Tabela 7.73 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Pardo 1	131
Tabela 7.74 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Pardo 1	131
Tabela 7.75 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Pardo 1	131
Tabela 7.76 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Pardo 1	131
Tabela 7.77 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Pardo 2	131
Tabela 7.78 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Pardo 2	134
Tabela 7.79 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Pardo 2	134

Tabela 7.80 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Pardo 2	134
Tabela 7.81 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Pardo 3	136
Tabela 7.82 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Pardo 3	137
Tabela 7.83 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Pardo 3.....	137
Tabela 7.84 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Pardo 3	137
Tabela 7.85 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto Peixe 1	141
Tabela 7.86 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto Peixe 1	142
Tabela 7.87 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível III do ponto Peixe 1	143
Tabela 7.88 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Peixe 1	144
Tabela 7.89 – Análise granulométrica do material coletado no nível II do ponto Peixe 1	144
Tabela 7.90 – Análise granulométrica do material coletado no nível III do ponto Peixe 1	144
Tabela 7.91 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto Peixe 1	144
Tabela 7.92 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível I do ponto Peixe 1	145
Tabela 7.93 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto Peixe 1	145
Tabela 7.94 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível II do ponto Peixe 1	145
Tabela 7.95 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível III do ponto Peixe 1	146
Tabela 7.96 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível III do ponto Peixe 1	146
Tabela 7.97 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Santo Anastácio 1.....	151
Tabela 7.98 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Santo Anastácio 1.....	151
Tabela 7.99 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Santo Anastácio 1	152
Tabela 7.100 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Santo Anastácio 1	152
Tabela 7.101 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto Santo Anastácio 2	154
Tabela 7.102 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto Santo Anastácio 2	154
Tabela 7.103 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Santo Anastácio 2.	154
Tabela 7.104 – Análise granulométrica do material coletado no nível II do ponto Santo Anastácio 2.	154
Tabela 7.105 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I ponto do Santo Anastácio 2.....	155

Tabela 7.106 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível I do ponto Santo Anastácio 2.....	155
Tabela 7.107 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II ponto do Santo Anastácio 2.....	155
Tabela 7.108 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível II do ponto Santo Anastácio 2.....	155
Tabela 7.109 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Cedros 1	158
Tabela 7.110 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Cedros 1	158
Tabela 7.111 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Cedros 1	158
Tabela 7.112 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Cedros 1	158
Tabela 7.113 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto São José dos Dourados 1	163
Tabela 7.114 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto São José dos Dourados 1	163
Tabela 7.115 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto São José dos Dourados 1	164
Tabela 7.116 – Análise granulométrica do material coletado no nível II do ponto São José dos Dourados 1	164
Tabela 7.117 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto São José dos Dourados 1	165
Tabela 7.118 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto São José dos Dourados 1	165
Tabela 7.119 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto São José dos Dourados 1	165
Tabela 7.120 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto São José dos Dourados 1	165
Tabela 7.121 – Resultado de datação absoluta por LOE no ponto São José dos Dourados 2	167
Tabela 7.122 – Análise granulométrica do material coletado no ponto São José dos Dourados 2	168
Tabela 7.123 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto São José dos Dourados 2	168
Tabela 7.124 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto São José dos Dourados 2	168
Tabela 7.125 – Resultado de datação absoluta por LOE no ponto São José dos Dourados 3	170
Tabela 7.126 – Análise granulométrica do material coletado no ponto São José dos Dourados 3	171
Tabela 7.127 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto São José dos Dourados 3	171
Tabela 7.128 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto São José dos Dourados 3	171

Tabela 7.129 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Turvo 1	176
Tabela 7.130 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Turvo 1	176
Tabela 7.131 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Turvo 1	176
Tabela 7.132 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Turvo 1	176
Tabela 7.133 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Turvo 2.....	179
Tabela 7.134 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Turvo 2.....	179
Tabela 7.135 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Turvo 2	180
Tabela 7.136 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Turvo 2	180
Tabela 7.137 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Turvo 3.....	182
Tabela 7.138 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Turvo 3.....	182
Tabela 7.139 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Turvo 3	183
Tabela 7.140 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Turvo 3	183
Tabela 7.141 – Listagem dos pontos de coleta, dados de elevação e resultados de datação por meio de LOE no contexto da Depressão Periférica Paulista	184
Tabela 7.142 – Listagem dos pontos de coleta, dados de elevação e resultados de datação por meio de LOE no contexto do Planalto Ocidental Paulista	185
Tabela 7.143 – Estatística básica dos valores de datação absoluta por LOE em amostras de baixos terraços fluviais no Planalto Ocidental Paulista	189
Tabela 7.144 – Índices obtidos com matriz de correlação (método Pearson) entre as variáveis analisadas no Planalto Ocidental Paulista	191
Tabela 7.145 – Estatística básica dos valores de datação absoluta por LOE em amostras de baixos terraços fluviais na Depressão Periférica Paulista.....	193
Tabela 7.146 – Índices obtidos com matriz de correlação (método Pearson) entre as variáveis analisadas na Depressão Periférica Paulista.....	194

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

ASTER - *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*

CPLA – Coordenadoria de Planejamento Ambiental

CTC – Capacidade de troca catiônica

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FEAGRI – Faculdade de Engenharia Agrícola

GDEM – *Global Digital Elevation Model*

GPS – *Global Position System*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

LOE – Luminescência Opticamente Estimulada

LTDA – Limitada

MDE – Modelo Digital de Elevação

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NASA – *National Aeronautics and Space Administration*

pH - Potencial hidrogeniônico

P ppm – Partes por milhão

SAR – *Single Aliquot Regeneration Method*

SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo

SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*

TL – Termoluminescência

UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

V% – Índice de saturação por bases

1 – Introdução

O clima terrestre e suas variações ao longo do tempo é tema de inúmeros estudos que se destacam na atualidade. Discute-se, entre outros pontos, se seria possível existir influência antrópica nas condições climáticas atuais. Entender, então, como o clima se apresentou na história geomorfológica recente pode elucidar sobre a maneira como se comportam as componentes ambientais, sobretudo o relevo, diante de variações e oscilações. Segundo Tricart (1965), Ab'Sáber (1969), Penteado (1980), Bigarella *et al.* (1994), Coltrinari (1999), Casseti (2005), entre outros autores, a variação climática presente ao longo da escala de tempo da natureza pode ser interpretada por meio de registros fósseis e palinológicos nas formações geológicas, como a partir do Proterozóico, cujas evidências ficaram registradas nas sequências litoestratigráficas. São exemplos clássicos os *Mesossaurus brasiliensis* nas sequências carbonatadas da Formação Irati (Permiano), caracterizando ambiente lacustre, ou os sedimentos eólicos da Formação Botucatu (Jura-Cretáceo), associados a um ambiente desértico. Destacam-se ainda, pela proximidade temporal, as oscilações climáticas no Pleistoceno, nas quais pelo menos quatro grandes fases glaciais, e outras quatro interglaciais, responderam pelo reafeiçoamento de vertentes, deixando evidências nos depósitos correlativos da região intertropical.

Como já destacava Ab'Sáber em 1969, em um primeiro nível de considerações, a Geomorfologia é um campo científico que cuida do entendimento da compartimentação da topografia regional, assim como da caracterização e descrição, tão exatas quanto possíveis, das formas de relevo de cada compartimento estudado. Em um segundo nível de tratamento, procura obter informações sistemáticas sobre a estrutura das paisagens, referentes a todos os compartimentos e formas de relevo observados, obtendo-se ideias da cronogeomorfologia e as primeiras proposições interpretativas sobre a sequência de processos paleoclimáticos e morfoclimáticos quaternários da área de estudo. Assim, observações geológicas dos depósitos, aliados a observações geomorfológicas de feições antigas (superfícies aplainadas, relevos residuais) e recentes (formas de vertentes, terraços), conduzem a visualização do que o autor chama de uma cinemática recente da paisagem. Já em um terceiro nível, mais moderno, a

Geomorfologia tenta compreender os processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais, em sua plena atuação. Numa combinação ponderada entre os três níveis acima descritos, este trabalho pretende promover a discussão sobre a dinâmica de baixos terraços fluviais por meio do uso de técnicas laboratoriais contemporâneas para datação absoluta dessas formações superficiais e posterior correlação de possíveis cenários climáticos do Quaternário no estado de São Paulo, retomando importantes conceitos da Geomorfologia climática.

O Estado de São Paulo, nas províncias geomorfológicas da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental Paulista, possui bacias hidrográficas onde as formas de relevo correspondentes a terraços fluviais se distribuem por vários quilômetros, em diferentes contextos. Tem-se como hipótese que a explicação para formação de tais terraços fluviais está relacionada às oscilações climáticas a partir do final do Pleitosceno até o Holoceno atual.

Assim, após apresentação dos objetivos geral e específicos, da hipótese levantada e da justificativa para sua realização, o presente trabalho traz na revisão bibliográfica as bases teóricas que permitem traçar o projeto de atuação, explicitando os conceitos a respeito de Geomorfologia climática e fluvial que explicam a formação e a dinâmica das formas de paisagem que são objeto de estudo. São enumerados também datações relativas de baixos terraços fluviais em trabalho que não dispunha das atuais técnicas de datação absoluta e são explicadas as interpretações possíveis de variáveis então analisadas.

No capítulo seguinte são apresentados os materiais e métodos necessários aos diagnósticos propostos, principalmente a datação absoluta por Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE), técnica aplicada em todas as amostras analisadas pelo trabalho. É feito levantamento sobre as áreas de estudo, ou seja, sobre a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental Paulista, províncias geomorfológicas onde foram escolhidos rios e formas geomorfológicas a eles associados. Por fim, são listados materiais cartográficos, suas características e fontes, que embasaram a realização do projeto inicialmente proposto.

Em seguida, são apresentados os resultados obtidos pelas análises desenvolvidas em gabinete, em campo e em laboratório. São citados os locais de coleta, suas características, os materiais superficiais, profundidades e resultados laboratoriais. Somam-se aos dados de idade absoluta obtidos por meio de LOE, análises granulométricas e análises químicas de macro e micro nutrientes. Também

são apresentadas formas secundárias de estudo, interpretando-se a análise química e aplicando a análise granulométrica em diagramas de classificação textural de amostras de material superficial.

Os dados, depois de apresentados de forma individual, passam a constituir universos de análise, correspondendo cada um a cada província geomorfológica estudada. São utilizadas ferramentas de estatística básica para compreensão da distribuição e da relação entre as informações obtidas pelas técnicas laboratoriais aplicadas. É realizada, por fim, comparação entre os conjuntos de dados delimitados. O levantamento bibliográfico é retomado em pontos de concordância e discordância de resultados e ideias.

Na última parte do trabalho citam-se as considerações finais às quais o trabalho permitiu chegar. A primeira tarefa dessa seção consiste em confrontar a hipótese lançada de início, como projeto, com os resultados obtidos e apresentados. Em seguida, lançam-se ideias complementares que surgiram ao longo da realização do trabalho e que ganharam destaque por sua importância. Por fim, enumera-se a aplicação das análises realizadas em estudos que possam ter interesse na datação de baixos terraços fluviais.

Em anexo encontram-se, em relatório laboratorial, os detalhes das datações absolutas por LOE, com desvio padrão, dose anual, paleodose média e idade de cada amostra. Constam desse relatório também as concentrações medidas dos isótopos radioativos ^{232}Th , ^{238}U + ^{235}U , ^{40}K utilizados para calcular a dose anual. Na sequência pode-se observar os histogramas com a variação das doses entre as alíquotas analisadas.

2 – Hipótese

Oscilações climáticas ocorridas no Quaternário, especificamente no final do Pleistoceno e Holoceno, possuem relações com níveis generalizados recentes de terraços fluviais em distintas bacias hidrográficas localizadas no contexto da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental Paulista. Os períodos secos seriam responsáveis pela formação de níveis aplainados de terraços, enquanto que as condições mais úmidas seriam responsáveis pelo entalhamento e formação das diferenciações entre os terraços citados.

3 – Justificativa

O estudo ambiental em províncias geomorfológicas no Estado de São Paulo permite analisar relações de formas do relevo (baixos terraços) com condições climáticas pretéritas, por meio da utilização de técnicas interpretativas por datações por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE).

Tais estudos permitem consolidar ideias apresentadas em trabalhos anteriores, utilizando-se de geotecnologias atuais, possibilitando traçar um cenário ambiental pretérito regional, que possa explicar por meio de oscilações climáticas a constituição de terraços fluviais. A partir dos resultados encontrados e da regionalização dos dados, será possível discutir a influência de oscilações climáticas quaternárias, e traçar esquemas de explicação de formação da paisagem fluvial paulista.

Segundo Suguio (1999), as transformações naturais processam-se em distintas escalas temporais e, assim, muitas mudanças ocorridas em dezenas, centenas ou milhares de anos não podem ser percebidas a olho nu sendo, muitas vezes, necessário recorrer ao auxílio de equipamentos de precisão e técnicas avançadas. Por outro lado, não é fácil correlacionar as modificações citadas com as que ocorrem em milhões ou bilhões de anos. Somente os estudos do Quaternário são capazes de estabelecer o elo entre o passado geologicamente pouco remoto e o presente, levando a tentar estabelecer interpretação da evolução da paisagem.

Desta forma, a ciência necessita de dados globais, regionais e locais, cada vez mais confiáveis, que permitam a calibração de modelos que interpretem as oscilações climáticas recentes. Para isso, além dos dados ligados às condições atuais, é necessário reconstituir a história do clima e seus impactos na paisagem.

Esta proposta de trabalho explora a análise de baixos terraços fluviais, que nos últimos vêm sendo estudados com o uso de novas técnicas avançadas de datação e de análise do material de origem dos solos. A datação absoluta por LOE de diferentes pontos no contexto de duas províncias geomorfológicas pode confirmar a existência de pretéritas oscilações climáticas em âmbito regional, representando avanço no campo da Geomorfologia.

4 – Objetivos

4.1 – Objetivo geral

Propor cenário regional de oscilações climáticas quaternárias para a Depressão Periférica e para o Planalto Ocidental Paulista, por meio da aplicação de novas tecnologias, especificamente a Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), utilizada na datação de coberturas superficiais (material de origem dos solos) localizadas em níveis de baixos terraços fluviais em 13 diferentes rios situados nos dois compartimentos geomorfológicos, relacionando-se o desenvolvimento de tais formas com condições climáticas específicas.

4.2 – Objetivos específicos

1. Identificar e analisar baixos terraços fluviais por meio de material cartográfico, imagens orbitais e não orbitais das aéreas correspondentes às planícies de inundação de treze rios selecionados para o estudo: Atibaia, Capivari, Corumbataí, Itapetininga, Mogi Guaçu, Piracicaba (na Depressão Periférica Paulista); e Jacaré Guaçu, Jacaré Pepira, Pardo, Peixe, Santo Anastácio, São José dos Dourados, Turvo (no Planalto Ocidental Paulista).
2. Realizar o reconhecimento das áreas estudadas, com observações de características das formas de relevo e sua distribuição na província geomorfológica correspondente, identificando elementos fundamentais para a discussão.
3. Coletar amostras de material de recobrimento dos baixos terraços fluviais em quantidade suficiente, com finalidade de realizar datação por meio de LOE e análises granulométricas e químicas para caracterização das coberturas superficiais (material de origem dos solos).
4. Analisar os resultados laboratoriais obtidos com comparação de cada ponto de amostra no contexto da província geomorfológica correspondente e, em seguida, comparar dados das duas províncias selecionadas para estudo.
5. Discutir possível cenário de evolução geomorfológica nos rios estudados em ambas as províncias estudadas a partir da correlação das idades dos baixos

terraços fluviais, atribuindo-se maior ou menor importância regional para oscilações climáticas quaternárias na origem de tais formas geomorfológicas.

5 – Revisão de literatura

5.1 – Oscilações climáticas e a dinâmica de formação da paisagem

Ab'Saber (1958) apontou a importância dos estudos sobre as flutuações climáticas quaternárias no Brasil, destacando que os depósitos de seixos deveriam ser melhor estudados na correlação com tipo específico de clima, de períodos chuvosos torrenciais. Segundo ele, os ambientes intertropicais podem apresentar os maiores contrastes climáticos, paisagísticos e ambientais, tendo-se daí a infinidade de variações importantes sofridas por tais áreas por ocasião das flutuações climáticas de âmbito universal que caracterizaram o Quaternário.

O relevo terrestre atual é marcado pelas influências dos paleoclimas devido às importantes modificações climáticas que o globo sofreu “recentemente”. Ab'Sáber (1969, 1979), Penteado (1980), Bigarella *et al.* (1994), entre outros autores, citam que a paisagem atual sofre influências não só das grandes mudanças climáticas, mas também das pequenas oscilações (flutuações) do clima. Desde a formação do planeta e da constituição da atmosfera terrestre, o clima sofreu alterações através do tempo geológico. O desenvolvimento do planeta só se deu graças às oscilações que possibilitaram o desenvolvimento da vida no mesmo, como também causaram desastres e catástrofes, além de grandes glaciações. O clima é dinâmico e, por isso, torna-se necessária a observação por um longo período de tempo de seus principais elementos, para verificar se as variações de seu comportamento são permanentes (fatores de mudanças climáticas) ou se são ciclos periódicos que tendem a se repetir ao longo do tempo, tratando-se de oscilações climáticas. Deve-se, portanto, diferenciar as mudanças climáticas que se dão ao longo do tempo geológico daquelas que ocorrem no período de tempo perceptível na escala humana (anos, décadas ou séculos) (SANT'ANNA NETO e NERY, 2005).

Segundo Sant'Anna Neto e Nery (2005), durante o período Quaternário, entre 1.8 Ma ao recente, os registros chegam a apontar dezesseis glaciações. Entretanto, não é possível encontrar evidências geológicas de todas elas, pois muitas vezes uma glaciação se sobrepõe à outra, tornando seu reconhecimento bastante difícil. São reconhecidas e detectadas, portanto, cinco grandes fases glaciais, com durações da ordem de 50 mil anos, são separadas pelos interglaciais,

de aproximadamente 200 mil anos cada um. Após a última glaciação, o período quente e seco marca um aquecimento significativo de 4.000 a 2.000 anos atrás.

É possível estabelecer correspondência entre as glaciações das altas e médias latitudes e variações climáticas em todo o globo, baseando-se em estudos meteorológicos e evidências geomorfológicas, pedológicas e zoológicas. O estudo de áreas desérticas e semiáridas atuais, por exemplo, comprova essas variações, pelas evidências pluviais nas margens dos desertos, correlativos com mudanças do nível do mar. Da mesma forma reminiscências de fases semiáridas são observadas na zona tropical e equatorial.

De forma geral, sabe-se que o Quaternário é marcado por migrações importantes das zonas morfoclimáticas. Nas fases glaciais há migração em direção ao Equador da faixa frontal das neves eternas, do limite setentrional da zona árida, dos limites das savanas e estepes intertropicais. Já nas fases interglaciais os limites citados se dirigem em direção aos pólos.

Quanto à amplitude, as variações diferem conforme os períodos. Elas parecem terem sido maiores no Quaternário antigo e mais curtas no mais recente. Além disso, quanto mais próximo do Pleistoceno inferior, maior é a extensão em área dos pedimentos tropicais esculpidos em fases secas, correspondentes a glaciações.

As variações do clima do passado remoto (paleoclimas) são muito lentas e imperceptíveis na escala humana. Por isso é dada maior relevância ao período Quaternário, e especificamente ao Holoceno, que é a época mais recente do período, e que teve início ao final da última grande glaciação (Würm), há cerca de 10.000 anos. Reconhece-se o aparecimento do homem moderno e das grandes civilizações nesse período. As grandes alterações climáticas ocorridas nesse intervalo se dão pelo início de uma fase interglacial em nosso planeta (SUGUIO, 1999). Essa fase dura até hoje e deve terminar nos próximos 1.000 anos. Dessa forma, toda a história humana até o presente se deu em uma época mais quente (interglacial), mesmo que pequenos avanços e recuos de fases mais frias tenham interferido no clima da Terra. A Pequena Idade do Gelo, por exemplo, é considerado o período mais frio dos últimos 1.000 anos, e durou cerca de três séculos (entre 1550 e 1850). As informações climáticas dessa época, no entanto, são obtidas por meio de registros históricos, obras de arte e outras expressões, principalmente na Europa (SANT'ANNA NETO e NERY, 2005).

5.2 – Evolução de terraços fluviais

Christofolletti (1980) define que terraços fluviais são antigas planícies de inundação que foram abandonadas. Morfologicamente surgem como patamares aplainados, podendo ter larguras variadas, limitados por uma escarpa em direção ao curso d'água. Diferenciam-se os terraços aluviais, aqueles que se formam por materiais relacionados à antiga planície de inundação e situam-se à determinada altura acima do curso d'água atual, o qual não consegue recobri-los, nem mesmo nas épocas de cheia; dos terraços rochosos, aqueles esculpidos, através de morfogênese fluvial, sobre rochas componentes das encostas dos vales. Estes são diferentes ainda dos terraços estruturais, os quais são patamares ao longo das vertentes, mantidos pela existência de camadas de rochas resistentes.

Sobre os terraços aluviais, Christofolletti (1981) explica que suas estruturas sedimentares refletem os mecanismos e os processos deposicionais do leito fluvial, dos cordões marginais convexos, dos diques marginais, das bacias de inundação e de outros elementos das planícies de inundação. Estão, segundo o autor, situados a determinada altura acima do curso d'água atual, os terraços não sofrem mais recobrimento das inundações e dos transbordamentos.

Christofolletti (1981) cita que existem várias alternativas pelas quais o abandono da planície de inundação, considerada como preenchimento deposicional em um vale previamente entalhado. Assim, como aponta Torres *et al.* (2012), quando uma oscilação climática provoca diminuição no débito, pode ocorrer a formação de nova planície de inundação, em nível mais baixo, embutida na anterior (Figura 5.1b). Como é possível observar, nesse caso, não há entalhe no embasamento rochoso do fundo do vale, e tanto o terraço quanto a planície de inundação ficam localizadas na mesma calha rochosa. Se a oscilação climática causar em maior sobrecarga detrítica, ou até níveis mais altos de cheias, favorecendo a agradação no assoalho do canal, a planície de inundação considerada primitiva pode ser recoberta por novos recobrimentos aluviais. Os autores explicam que tal situação pode ser resultado também de um movimento do nível de base, geral ou local (Figura 5.1c). É possível também que parte significativa da antiga planície de inundação anterior, ou sua totalidade, possa ser removida antes ou durante a formação de nova planície, principalmente em vales relativamente estreitos onde não há grande potencial para o desenvolvimento lateral.

A última possibilidade listada (Figura 5.1d) é a formação de uma planície de inundação em nível mais baixo, acompanhada de nova fase erosiva sobre o embasamento rochoso do fundo do vale. Tal entalhamento pode ser resultado de movimentos tectônicos, de abaixamento do nível de base ou de modificações no potencial hidráulico do rio, ocasionando a formação dos terraços encaixados.

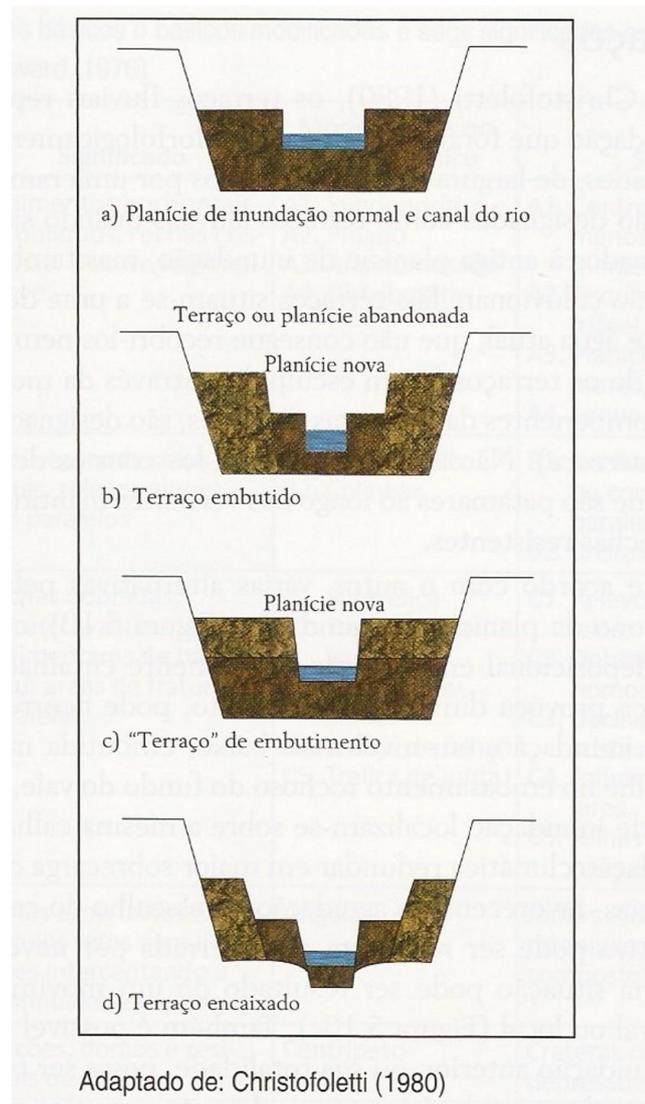


Figura 5.1 - Tipos de terraços fluviais, de acordo com a maneira pela qual há o abandono da planície de inundação inicial. Fonte: Torres *et al.* (2012)

Torres *et al.* (2012) não consideram, no entanto, que o esquema elaborado por Christofolletti (1981) para o terraço de embutimento seja caracterizado como terraço. Tais autores citam que nesse caso a deposição fluvial forma uma planície de inundação em nível mais elevado que a anterior, e que não há condições morfológicas para se utilizar a classificação de terraço.

Na distribuição espacial ao longo dos vales, de acordo com Christofolletti (1981), os terraços podem ser acompanhados por extensões contínuas consideráveis ou surgirem como descontínuos, em trechos separados por setores nos quais não estão presentes. Quando os terraços se apresentam de modo semelhante ao longo das vertentes opostas do vale, o autor os nomeia de “parelhados”, sendo que refletem uma longa aplainação lateral seguida de rápido entalhe no sentido vertical. Em caso contrário, são considerados isolados, e correspondem a deslocamento do entalhe em direção a uma das bordas, como no caso das divagações meândricas, por exemplo (Figura 5.2).

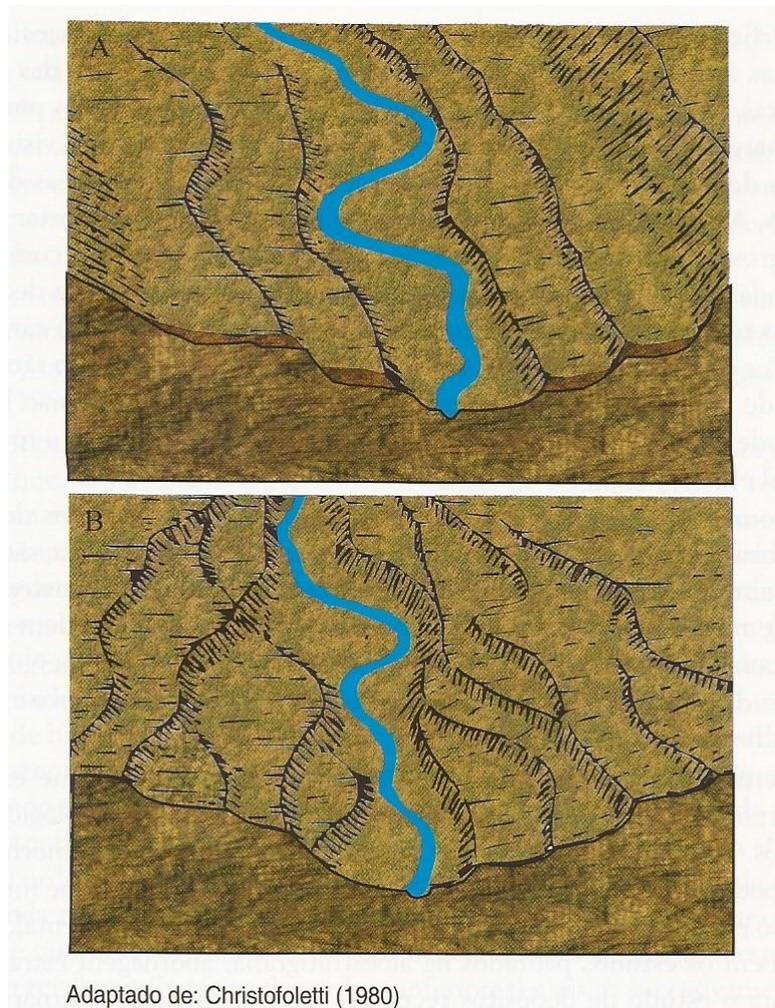


Figura 5.2 – Abandono de sucessivas planícies de inundação estabelecendo terraços parelhos (A) ou terraços isolados (B). Fonte: Torres *et al.* (2012)

Para a formação do terraço, no entanto, há a necessidade de duas fases distintas. Na fase deposicional há o estabelecimento da planície de inundação, quando o fornecimento detrítico se acumula nessas áreas. Na fase de entalhamento

há o escavamento e aprofundamento do leito pelo canal fluvial. É necessário destacar ainda que as sequências evolutivas podem ser variadas, possibilitando arranjos diversos de terraços.

Christofolletti (1980) afirma que várias hipóteses são propostas para explicar a formação de terraços. A primeira está relacionada à tendência contínua do entalhamento fluvial até atingir o perfil de equilíbrio, e foi proposta por Davis (1920). Baulig (1935) iniciou nova linha interpretativa e considerou os terraços como resultantes da influência regressiva dos epíclis erosivos em função dos movimentos eustáticos. As oscilações do nível do mar, causadas pelas glaciações, promoveriam modificações do nível de base geral dos rios e ocasionavam as fases erosivas (epíclis, quando das regressões marinhas) e as fases deposicionais (quando ocorriam as transgressões marinhas).

A perspectiva que está ligada às oscilações climáticas propõe que, nas regiões intertropicais, as fases de clima úmido redundam em entalhamento fluvial, enquanto as fases secas promovem aplainamento lateral por causa da maior quantidade de detritos oriundos das vertentes. Tal modelo interpretativo, segundo Torres *et al.* (2012), foi elaborado de modo mais completo por Bigarella, Mousinho e Silva (1965) no Brasil e serve como referência para os pesquisadores brasileiros.

Também é possível relacionar os terraços ao equilíbrio dinâmico dos cursos d'água. Hack (1960) assinala que o mapeamento dos depósitos superficiais, no vale do rio Shenandoah, indicou que os terraços são mais comuns nas áreas de rochas tenras, ao longo de rios provenientes das áreas de rochas duras. Essa distribuição sugere que os terraços são preservados porque eles contêm material detrítico mais resistente que a rocha subjacente. A deposição ocorre porque o rio, para carregar e transportar os detritos mais grosseiros das rochas resistentes, apresenta declividade e competência mais elevadas. Ao chegar na área de rochas tenras, há diminuição da declividade, e conseqüentemente da competência, implicando desequilíbrio e deposição de parte da carga transportada. Por tal razão, nessa perspectiva, os terraços não seriam frequentes nas áreas de rochas homogêneas, de qualquer tipo, se não houver a possibilidade para um contraste na resistência entre a carga do rio e a rocha através do qual ele escoar.

Os autores Torres *et al.* (2012) frisam que maiores declives e competências, bem como a natureza e tamanho da carga transportada são fatores que nem sempre se devem a uma passagem de terrenos de rochas resistentes para

terrenos de rochas tenras. Áreas de erosão e deposição também podem ser definidas por controle tectônico, cuja heterogeneidade pode deflagrar soerguimentos diferenciais de blocos a imputar diferentes quadros de energia ao relevo e influenciar no gradiente dos canais.

Segundo os autores op. cit. a interpretação da gênese e evolução dos terraços deve incorporar critérios geomorfológicos, sedimentológicos, pedológicos e estratigráficos sempre que possível.

Em estudo clássico a respeito de eventos ligados aos processos fluviais, Bigarella e Mousinho (1965) tentam reformular vários dos problemas relativos aos terraços e várzeas, analisando-os sob o ponto de vista dos processos envolvidos, sedimentologia e condições ambientais. De acordo com os autores desse estudo clássico, as estruturas primárias, mineralogia e textura dos sedimentos fornecem elementos importantes no que concerne à reconstituição das características ambientais e dos paleoclimas regionais. Tais elementos dão, portanto, subsídio à elaboração de datações relativas nos inúmeros estudos geomorfológicos e fluviais feitos à época. Ainda de acordo com os autores, os cascalheiros, ou depósitos de cascalhos, eram objetos de estudos intensivos, havendo acordo quase geral de que, na sua explicação como sedimentos de caráter climático, atestavam condições pretéritas de clima semiárido, peri-glacial ou glacial. Os recursos tecnológicos disponíveis em tal época, no entanto, não permitiam determinar datas absolutas referentes a depósitos sedimentares, o que explica o desenvolvimento de estudos focados em datações relativas das diferentes formas e seus materiais.

Os cascalheiros constituem em grande parte a estrutura fundamental de muitos terraços fluviais e, para Bigarella e Mousinho (1965), os processos e condições ambientais ligados a sua formação permaneciam obscuros. Tais autores já destacavam, no entanto, que o último preenchimento dos vales com sedimentos, ou seja, os diferentes níveis de terraços, denominados *valley flats*, também de caráter climático, formados nas inundações, documentam flutuações climáticas, que podem apontar mudanças das condições hidrológicas e no regime do curso d'água.

Suguiu e Bigarella (1979) mostram que os terraços são frequentemente utilizados como chave na interpretação da história geológica de uma região. Mudanças ambientais levam os rios a erodirem os seus próprios depósitos previamente formados. Tais autores destacam que a literatura clássica geralmente refere estas mudanças como tectônicas, isto é, a região pode ter sido levantada ou

basculada alterando o nível de base dos rios. Entretanto, mudanças muito mais importantes são devidas a modificações de clima, as quais afetam a hidrodinâmica do sistema fluvial influenciando na descarga líquida ou na carga sedimentar do rio. Em regiões instáveis, como no Japão, tende-se a interpretar os terraços como resultantes de um levantamento tectônico. Já em muitos outros lugares, os terraços são referidos a mais recente e mais acentuada mudança climática, quando houve a passagem de um período glacial para interglacial.

Diferentes critérios, ainda segundo Suguio e Bigarella (1979), devem ser empregados a fim de melhor correlacionar e precisar a sucessão de terraços de uma região. Os mais importantes são: os estudos sedimentológicos, incluindo a composição do sedimento, granulometria, sucessão vertical, evolução pedogenética, correlação altimétrica, datação, entre outros. Assim, do estudo dos terraços podem ser inferidas conclusões relativas aos paleoclimas e condições hidrológicas da bacia de drenagem.

No contexto intertropical, Suguio e Bigarella (1979) destacam que do estudo dos terraços podem ser inferidas conclusões relativas aos paleoclimas e condições hidrológicas da bacia de drenagem. Mudanças climáticas profundas teriam causado modificações extremas no regime das correntes. Essas mudanças, cíclicas, se caracterizam, na visão desses autores, por fases de agradação num sistema fluvial anastomosado, sob condições climáticas do tipo semiárido; fases de erosão dissecando o terreno e removendo grande quantidade de material previamente depositado, bem como aprofundando o fundo do vale; e fases de desenvolvimento de planícies de inundação sob condições de clima úmido.

Ainda segundo Suguio e Bigarella (1979), a ocorrência de terraços com cascalheiras tem sido interpretada por alguns autores como exclusivamente de origem tectônica, e por outros como documentos de condições climáticas rigorosas. Os movimentos tectônicos, por si só, não seriam os únicos responsáveis pela formação dos terraços e pela natureza dos depósitos. Durante os movimentos tectônicos, os terraços e seus depósitos não teriam sido formados se as condições climáticas e hidrológicas não tivessem sido apropriadas. O escalonamento dos diferentes níveis de terraço pode ser completamente independente dos movimentos tectônicos, sendo somente devido a variações no regime e na intensidade das condições hidrológicas.

A interpretação dos terraços fluviais no Brasil segue, de acordo com Suguio e Bigarella (1979), duas linhas básicas e distintas na conceituação: tectônica (Freitas, 1951) e climática (Bigarella e Mousinho, 1965). Os fatores climáticos seriam os condicionantes, enquanto que os tectônicos contribuiriam para acentuar com o tempo as diferenças de nível entre os vários terraços. As múltiplas e profundas mudanças climáticas ocorridas durante o Quaternário teriam influência decisiva nas mudanças das condições hidrodinâmicas dos sistemas fluviais, devido a implicações na cobertura vegetal e na distribuição pluviométrica. Os cascalheiros constituem em grande parte a estrutura fundamental de muitos terraços fluviais. As planícies aluviais, também de caráter climático, representariam o preenchimento mais recente dos vales com sedimentos. As características podem variar e, alguns terraços possuiriam apenas delgados cascalheiros, enquanto que outros são constituídos por espessas sequências de sedimentos.

Sobre as oscilações climáticas e suas repercussões no sistema fluvial, Suguio e Bigarella (1979) mostram que quando há equilíbrio entre a entrada e a saída de sedimentos, o perfil longitudinal dos rios é mantido. O equilíbrio é função da relação entre carga e descarga, bem como das características do escoamento superficial, vegetação e solos. As mudanças climáticas para o semiárido favorecem a agradação do vale ocorrendo degradação nas vertentes. Nas mudanças climáticas para o úmido predomina a degradação. No primeiro caso, com a diminuição das precipitações e concentração das chuvas, a cobertura vegetal rarefaz-se permitindo a remoção acelerada do manto de intemperismo. Tem-se dessa forma um aumento da carga e diminuição da descarga e, conseqüentemente, agradação do fundo do vale. Na passagem do clima semiárido para o úmido, ocorre um aumento da descarga concomitantemente com o adensamento da vegetação. Assim as vertentes tendem a estabilizar-se, fornecendo menor quantidade de detritos. Os cursos d'água passam a encaixar-se, sendo a abrasão mecânica do leito facilitada. O fundo do vale anteriormente agradado, sofre erosão até o reestabelecimento de um novo equilíbrio (Figura 5.3).

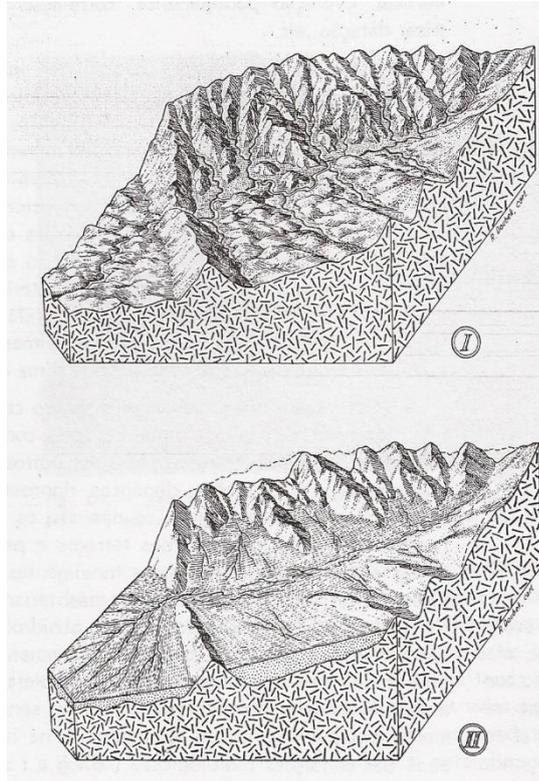


Figura 5.3 – Representação esquemática de uma bacia no Brasil Meridional, antes e após mudança climática (condições úmidas para semiáridas). Fonte: Suguio e Bigarella (1979)

De acordo com Suguio (2010), para analisar a evolução geomorfológica de uma área, envolvendo as unidades morfoestratigráficas (superfícies e materiais componentes), torna-se necessário estabelecer relações de antiguidade entre elas e definir os critérios para correlacioná-las por áreas mapeáveis de escala mínima de 1:25.000. Destaca também, baseado em Kaizuka (1978), as seguintes relações geomorfológicas: uma superfície geomorfológica contínua denota contemporaneidade; uma superfície de erosão é mais recente que a superfície geomorfológica anterior à erosão; e uma superfície geomorfológica soterrada (inunada) é mais antiga que a superfície de sedimentação do material de cobertura ou de preenchimento.

Em linhas gerais, como critérios básicos de morfoestratigrafia na correlação das superfícies geomorfológicas, são considerados, no mínimo, três métodos. O primeiro consiste na comparação direta das superfícies geomorfológicas pelas suas características, como extensão em área, planura, declividade, entre outras, além das altitudes acima do nível do mar e as suas alturas relativas. O

segundo método diz respeito à comparação das propriedades de paleossolos ou de sítios e restos arqueológicos contidos em materiais que recobrem mais ou menos discordantemente as superfícies geomorfológicas, sendo também os materiais ligados às erupções vulcânicas ótimas camadas-guia para correlações estratigráficas. O terceiro método se baseia na comparação das propriedades dos materiais componentes das superfícies geomorfológicas originadas por sedimentação; são feitas comparações entre os tipos de restos faunísticos e/ou florísticos ou entre os tipos litológicos dos materiais.

Petts e Foster (1985) explicam que não existem limites climáticos para a ocorrência de processos geomorfológicos e fluviais, até certo ponto, em todas as regiões morfogenéticas. Estudos sobre o padrão mundial de escoamento e produção de sedimentos demonstram que não se deve esperar uma relação direta entre o clima e processos de superfície.

Por outro lado, estudos de uma série de planícies de inundação em diversas regiões fisiográficas e climáticas nos Estados Unidos e na Índia, segundo Wolman e Leopold (1970), indicam que a frequência de inundações das planícies é notavelmente uniforme em cada rio. O que mostra como característica comum aos diversos canais a frequência de cheias.

A respeito das metodologias de análise, Bridge (2003) mostra que estudos sobre a origem a evolução de sistemas fluviais costumam envolver trabalhos de campo, análises de mapas e fotografias aéreas, experimentos de laboratório e modelos teóricos. No entanto, a incapacidade de fazer observações detalhadas de longo prazo sobre a origem e evolução dos sistemas fluviais em modelos geologicamente realistas tem dificultado a compreensão dos sistemas fluviais e nossa capacidade de testar modelos teóricos.

Schumm *et al.* (2000) destacam que os efeitos tectônicos podem ser facilmente reconhecidos em rochas consolidadas, onde os canais e redes de drenagem têm incisões e se ajustam à resistência variada rochas que compõem a superfície da terra. A paisagem evolui, portanto, quando encostas tectonicamente produzidas são modificados pela erosão e deposição, bem como pelo crescimento contínuo de estruturas ativas. Os sistemas de drenagem se adaptarem às alterações de inclinação da superfície, e têm o potencial para registrar certa informação sobre a evolução de falhas e dobras.

Perez Filho *et al.* (1980) elaboraram trabalho no qual procuraram aplicar em áreas aluvionais de deposição recente, em vários níveis de terraços, critérios de relação solo-paisagem. Escolheu-se uma área na planície do rio Mogi Guaçu, objetivando fornecer subsídios para levantamentos de solos e estabelecer critérios de estudo da viabilidade agrícola de tais áreas. O que se destaca, no entanto, é o uso de técnicas disponíveis à época para entendimento da evolução das formas desenhadas. Foram identificadas cinco superfícies geomorfológicas, que correspondem a pedimentos, dois níveis de terraços e dois níveis de aluviões recentes. A compreensão sobre a formação de tal paisagem mostra que a capacidade de troca de cátions da argila (CTC), a relação silte/argila e a saturação de bases diminui à medida que aumenta a idade das superfícies. O intemperismo age sobre a capacidade de troca de cátions das argilas, que se tornam cada vez menos vulneráveis a alterações.

Com base nas análises granulométricas e químicas das amostras de solos, os autores concluem que os solos mais intemperizados se situam nas superfícies mais antigas, uma vez que tanto a relação silte/argila como a CTC da argila diminuem à medida que o tempo de formação do solo aumenta. Da mesma forma, a quantidade de materiais primários facilmente intemperizáveis diminui à medida que aumenta a idade das superfícies.

Solos mais intemperizados, segundo Perez Filho *et al.* (1980), estão situados nas superfícies mais antigas, onde o material de origem do solo sofre uma desbasificação, a argila de atividade alta se transforma em argila de atividade baixa e uma boa parte da areia mais fina, constituída de minerais primários (facilmente intemperizáveis) se transformam em argila.

Dados preliminares divulgados por Storani (2010) corroboram as proposições de Perez Filho *et al.* (1980) para o perfil de terraços fluviais do Rio Mogi Guaçu acima citado. Foram realizadas datações absolutas por LOE nos níveis datados relativamente pelos autores na denominada várzea I. As análises confirmam que o material de formação de solos analisado é relativamente recente. Além disso, a sequência de idades nos níveis geomorfológicos mapeados também é confirmada. O nível de baixo terraço I, mais antigo e mais distante do canal fluvial tem 1.950 ± 225 anos; e o nível II, mais recente, tem 1.150 ± 160 anos. Assim, considerando que o desenvolvimento lateral de baixos terraços ocorre em períodos secos e o entalhamento do canal se dá em condições de maior umidade, seria possível supor

períodos mais quentes e secos para as datas obtidas por LOE, e nos intervalos entre elas, a possível ocorrência de períodos mais úmidos.

5.3 – Datação por meio de LOE em estudos de terraços fluviais

Sobre o método da LOE, segundo Corrêa *et al.* (2002), suas vantagens sobre os demais procedimentos de datação absoluta de sedimentos recentes, como o C^{14} , por exemplo, está no fato de este explorar uma propriedade física – a luminescência – inerente aos minerais encontrados no próprio depósito, principalmente o quartzo e os feldspatos. Assim, a LOE se converte em método de datação absoluta de eventos deposicionais.

Terraços fluviais sedimentares são formas de fácil reconhecimento em campo, e a coleta de material de superfície em tais áreas dificilmente deixam dúvidas quanto a sua origem e processo de formação. Por serem relativamente recentes, não há grau significativo de alteração e intemperismo sobre as mesmas, sendo possível identificar, muitas vezes, as camadas de deposição fluvial.

Pelo fato da abrangência temporal do método da LOE ir desde de cerca de 100 anos ap. até 1Ma, dependendo dos níveis de saturação do material analisado, ele tem grande utilidade para a datação de eventos deposicionais ocorridos ao longo do Quaternário. Podem ser datados desde eventos climáticos regionais de grande magnitude (mudanças nos padrões de circulação regional), eventos tectônicos que impactaram a rede de drenagem (inversões e capturas por soerguimento das cabeceiras), até episódios erosivos recentes, desencadeados por alterações nos padrões de uso do solo (CORRÊA *et al.*, 2002).

Especificamente sobre datação de formações com origem fluvial, Jain *et al.* (2004) realizou levantamento sobre o uso de LOE em diversas condições de transporte sedimentar. Este método de datação é largamente usado com eficiência para determinar as respostas fluviais aos mecanismos de diferentes origens nos últimos ciclos climáticos. A LOE oferece informações diretas sobre a última exposição do sedimento à luz solar. Tal condição é determinada quando se assume que qualquer sinal anterior é apagado, ou seja, a informação de luminescência é zerada, no momento em que o sedimento é transportado ou depositado. Os autores

destacam, no entanto, que para sedimentos muito recentes, transportados ou depositados há relativamente pouco tempo (menos de 200 anos), a exposição solar talvez não seja suficiente para assumir as condições anteriormente explicadas. Demonstram que para amostras com mais de 1.000 anos a acurácia é completa, apresentando excelentes correlações com outros métodos. Para amostras mais modernas são propostas correções de cálculo e observação de demais fatores analíticos.

5.4 – Estudos e compartimentações do relevo paulista

De acordo com IPT (1981), a primeira proposta de subdivisão do relevo paulista é realizada na década de 1930 por Moraes Rego (1932), que definiu grandes unidades fisiográficas como o Planalto Ocidental e a Depressão Periférica. Reconheceu também os relevos cuestiformes e a grande complexidade do relevo das áreas cristalinas. Ross e Moroz (1997) mostram que Moraes Rego em tal obra distinguiu o Vale do Paraíba, as terras altas da região de São Paulo e as serras a norte e oeste da capital. Assinalou também a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar.

Em outra proposta, Deffontaines (1935) elaborou divisão regional distinguindo o Litoral (com dois setores), o Alto da Serra, o Vale do Médio Paraíba, a Mantiqueira, as Serras Graníticas do Norte, a Zona Cristalina à volta de São Paulo, a Depressão Periférica Permiana, e a Zona dos Arenitos e Derrames Basálticos do centro e oeste do Estado (IPT, 1981; ROSS e MOROZ, 1997).

Monbeig (1949), na função de relator da Assembleia da Seção Regional de São Paulo da Associação dos Geógrafos Brasileiros, apresentou um mapa elaborado por um grupo de geógrafos com uma nova divisão do relevo, mantendo as três divisões fisiográficas maiores propostas por Moraes Rego (1932) e Deffontaine (1935) e agrupou os relevos das áreas cristalinas sob a designação de Planalto Atlântico. Em cada uma das quatro regiões foram propostas subregiões de acordo com a paisagem e em zonas, de acordo com aspectos socioeconômicos.

Baseado na divisão proposta por Monbeig (1949), Ab'Saber (1956) reelaborou os trabalhos anteriores, fazendo uma contribuição especialmente voltada à caracterização das formas contidas nas principais unidades fisiológicas e destacou também a conveniência de se usar a denominação Depressão Periférica. Em

seguida, Ab'Saber & Bernardes (1958) subdividem o Planalto Atlântico e o Litoral em várias zonas.

Anterior ao mapeamento geomorfológico elaborado por IPT (1981), a mais importante proposta de divisão do relevo do Estado de São Paulo deve-se a Almeida (1964), baseada nos conceitos de províncias, zonas e subzonas geomorfológicas, em hierarquização dada em função das diferentes fisionomias morfológicas e embasamento geológico. Reconhece-se e delimita-se a província das Cuestas Basálticas. Pela grande ênfase dada às divisões naturais do relevo, bem como o detalhamento descritivo dos limites propostos, serviu como base para a elaboração da carta geomorfológica proposta por IPT (1981).

O mapa geomorfológico gerado pelo IPT (1981), segundo Ross e Moroz (1997), dá ênfase aos padrões morfológicos definidos pela textura topográfica ou rugosidade topográfica e pelos dados morfométricos a eles inerentes. É um produto cartográfico de fácil leitura. Os autores destacam, no entanto, que tal obra acaba por não informar dados sobre a estrutura geológica que sustentam as formas e nem mesmo as macro-unidades do relevo (Depressão Periférica, Planalto Atlântico, Planalto Ocidental Paulista e Cuestas Basálticas). Essas informações são fornecidas em cartogramas anexos ao mapa principal.

A proposta de mapeamento geomorfológico elaborada por Ross e Moroz (1997), baseada no trabalho de IPT (1981), destacou que cada unidade geomorfológica de grande dimensão se distingue na paisagem pelas suas características fisionômicas (morfologia), mas também por sua gênese e idade. Incorpora, assim, os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura e enfatiza que o fator estrutural e o fator escultural estão presentes em qualquer tamanho de forma, embora suas categorias de tamanhos, idades, gêneses e formas, são possíveis de serem identificadas e cartografadas separadamente e portanto em categorias distintas.

5.5 – Datações e oscilações climáticas recentes na América do Sul

Para os períodos mais recentes da escala do tempo da natureza, diversos são os estudos que buscam métodos de datação para relacionar eventos geomorfológicos com oscilações climáticas específicas. No Holoceno Médio, utilizando técnicas palinológicas, Ledru (1993) aponta episódio de clima mais árido do que o atual, entre 5.500 e 4.500 anos A.P.

Também por meio de análises palinológicas, Santos e Stevaux (2000) inferem oscilações climáticas holocênicas na região centro-sul do Brasil, destacando fase de clima mais seco que o atual para o período compreendido entre 3.500 e 1.500 anos antes do presente. Para o mesmo período, Stevaux (2000) propõe um possível episódio de seca no alto curso do Rio Paraná, sendo as condições climáticas atuais reestabelecidas a partir de 1.500 anos atrás. Behling (1995), em estudos palinológicos no lago do Pires, na Serra do Espinhaço, no estado de Minas Gerais, interpretou a existência de período de menor umidade para intervalo entre 2.800 e 970 anos A.P. Behling (2002) demonstra que a partir de 3.000 anos A.P., as condições de clima úmido voltaram a predominar nas regiões onde hoje se localizam o sul e sudeste do Brasil e que, após 1.500 anos A.P. deixaram de existir longos ciclos de seca.

Destaca-se, no entanto, que as mudanças climáticas cíclicas do Quaternário brasileiro foram documentadas por Bigarella e Ab'Sáber (1964) e Bigarella e Andrade (1965), com base nos aspectos erosivos e sedimentares encontrados nas sequências das diversas formas e níveis topográficos. Tais autores apontam que longas fases semiáridas alternam-se com fases semiúmidas, bem como que nelas ocorrem flutuações menores, ou pulsos. As fases semiáridas, com formações de pedimentos, teriam correspondência com níveis marinhos mais baixos, conforme as comprovações feitas por meio de depósitos correlativos atualmente abaixo do nível do mar. Bigarella *et al.* (1994) relacionam as fases semiáridas à retração de florestas e fases úmidas à ação do intemperismo químico e máxima expansão florestal. O manto de intemperismo formado sob condições climáticas úmidas é significativamente removido por erosão mecânica em fases mais áridas. Na análise fluvial, nessas últimas condições ambientais citadas, tais detritos são carregados em cursos com baixa competência, causada pela escassez de água, e acabam por depositar-se em terraços fluviais e formas relacionadas.

6 – Materiais e métodos

6.1 – Área de estudo

O presente trabalho leva em consideração o mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo proposto por Ross e Moroz (1997), que divide o estado em três unidades morfoestruturais (Cinturão Orogênico do Atlântico; Bacia Sedimentar do Paraná e Bacias Sedimentares Cenozóicas). Essas unidades são subdivididas em unidades morfoesculturais, sendo o Planalto Ocidental Paulista e a Depressão Periférica Paulista pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná. O Planalto Atlântico está no contexto do Cinturão Orogênico do Atlântico.

O termo “províncias geomorfológicas”, apresentado por autores clássicos e também em IPT (1981), é utilizado no presente trabalho, e embora a concepção sistêmica de trabalho esteja implícita nas metodologias usadas, as estruturas geológicas que sustentam as formas mapeadas não são o elemento mais importante para o conjunto analítico elaborado. Assim, as unidades morfoesculturais do Planalto Ocidental e da Depressão Periférica delimitadas por Ross e Moroz (1997) são as referências.

O relevo do Estado de São Paulo, de acordo com IPT (1981) pode ser entendido dentro de duas ordens de fatores: os lito-estruturais e os climáticos. Do primeiro ponto de vista explica-se que a geologia levou ao desenvolvimento de uma compartimentação de áreas cristalinas adjacentes a bacias sedimentares: a denudação dos maciços antigos e a resistência dos derrames basálticos, em relação aos sedimentos paleozoicos da cobertura, levaram à constituição de uma depressão periférica, sucedida por um relevo de cuestras, e também por um planalto a ocidente do reverso das cuestras. Ainda segundo tal trabalho, a tectônica teria tido por função orientar direções de entalhe, e de dar a esse conjunto um caráter de erosão e remoção de detritos significativos, graças a marcada epirogênese ascensional. Já os fatores climáticos teriam deixado marcas na elaboração das superfícies de erosão, distribuídas em diversos níveis e na atual configuração dos processos morfogenéticos. A facilidade de carregamento de detritos, no entanto, leva à escassez de sua ocorrência e pouca preservação de suas características.

Especificamente sobre a influência das diversas litologias e estruturas geológicas na composição do relevo paulista, destaca-se que, do litoral para o interior, passa-se de uma costa recortada a nordeste de Santos e retificada a sul deste município, a uma região serrana. Em alguns setores se apresenta na forma de escarpa abruptas e quase lineares, e em outros se desfaz em morraria marcada por longos espigões (Serras do Mar e Paranapiacaba). Por essas feições galga-se extenso planalto dissecado e desnivelado em setores, no qual identificam-se distintos níveis de cimeira controlados pelo caimento regional da drenagem, compondo o Planalto Atlântico (IPT, 1981).

Apoiando-se sobre o embasamento cristalino, segundo IPT e estendendo-se pelo oeste do Estado, segundo IPT (1981), encontram-se as sequências sedimentares paleozoicas e mesozoicas da Bacia do Paraná. A disposição das camadas, com caimento suave para noroeste e a presença de horizonte de basaltos separando as rochas paleozoicas e mesozoicas inferiores dos arenitos cretáceos pós-basálticos marcam tal pacote vulcânico-sedimentar. É importante destacar que o caimento das camadas condiciona tendência à formação de relevos estruturais, cuja maior manifestação é o Planalto Ocidental. As rochas basálticas, por serem mais resistentes do que aquelas que lhe recobrem, permitiram a ocorrência de erosão diferencial, dando origem a significativa escavação da Depressão Periférica, bem como as escarpas das linhas de cuesta. Tal escavação diferencial manifesta-se também no pacote infrabasáltico originando relevos cuestiformes.

Assim, em síntese, pode-se dizer que no Estado de São Paulo uma compartimentação de relevos composta por diversos planaltos, dispostos numa sequência clássica de um maciço antigo ladeado por rochas sedimentares não dobradas e com diferentes resistências: aos planaltos cristalinos sucede-se uma depressão periférica terminada em linha de cuevas. Segue-se, para oeste, o reverso da cuesta, prolongado fisiologicamente por um extenso planalto de caimento regional conforme as estruturas de acamamento, com as mais baixas altitudes nas margens do Rio Paraná (IPT, 1981).

Tendo em vista a compartimentação geomorfológica de IPT (1981) e Ross e Moroz (1997), com especial interesse nas unidades morfoesculturais do Planalto Ocidental Paulista e da Depressão Periférica Paulista, por conta de suas características geomorfológicas, foram escolhidos 13 rios com expressivas áreas de terraços fluviais nessas áreas, com o interesse de realizar as análises propostas.

Foram selecionados rios para análise de forma a ter pontos coletados distribuídos o mais uniformemente possível pelas duas unidades morfoesculturais. Na Depressão Periférica Paulista escolheu-se: Atibaia, Capivari, Corumbataí, Itapetininga, Mogi Guaçu e Piracicaba. No Planalto Ocidental Paulista selecionou-se: Jacaré Guaçu, Jacaré Pepira, Pardo, Peixe Santo Anastácio, São José dos Dourados e Turvo (Figura 6.1).

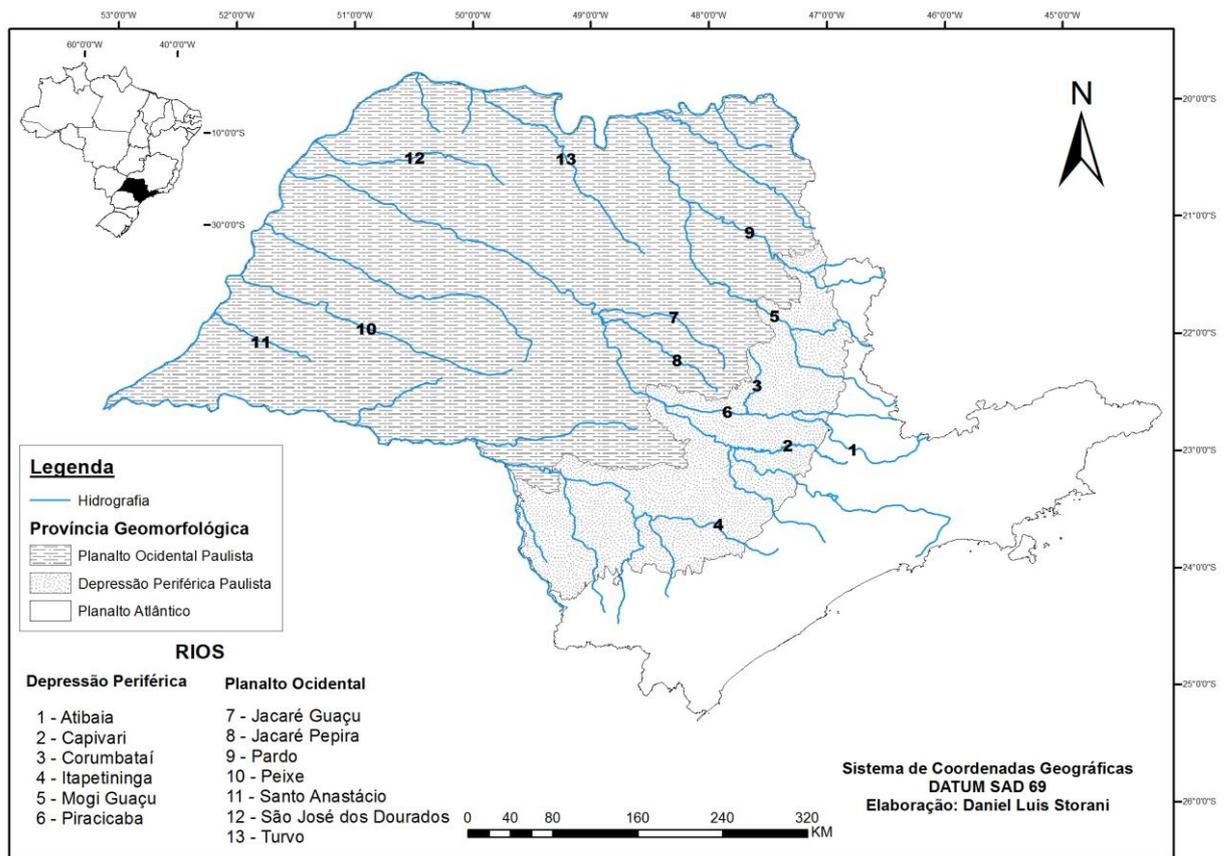


Figura 6.1 – Localização das áreas de interesse para desenvolvimento do trabalho, com coleta em baixos terraços fluviais de material superficial para datação absoluta por LOE. (Fonte: IBGE, s/d; ANA, 2012; CPLA/SMA, 2010)

Ressalta-se que a escolha de baixos terraços fluviais orientou-se pelas denominadas províncias geomorfológicas, embora em alguns casos, como dos rios Mogi Guaçu, Atibaia, Capivari e Pardo, os cursos d'água escoem por dois ou mais contextos geomorfológicos.

6.2 – Material cartográfico empregado

Os mapas, cartas e imagens disponíveis para consulta atualmente constituem elemento fundamental na elaboração do presente projeto, dada a grande área no qual ele se estende. Assim, foi necessária articulação de dados cartográficos em distintas escalas e provenientes de diversas fontes, para atender às demandas iniciais e aquelas que surgiram durante a realização da pesquisa (Quadro 6.1).

Quadro 6.1 – Material cartográfico obtido e utilizado na realização do presente trabalho

Carta, mapa ou imagem	Escala / Resolução espacial	Fonte	Meio de obtenção	Número de cartas
Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo	1: 1 000 000	IPT, 1981	Impresso, digitalizado	1
Distribuição Espacial das Várzeas no Estado de São Paulo	1: 250 000	Ivancko <i>et al.</i> , 1985 [IAC]	Impresso	9
Cartas topográficas	1: 50 000	IBGE, s/d	Digital - vetores	14
Cursos d'água	1: 1 000 000	ANA, 2012	Digital - vetores	1
Bacias hidrográficas	1: 1 000 000	ANA, 2012	Digital - vetores	1
Mapa de drenagem do Estado de São Paulo	1: 50 000	CPLA/SMA, s/d	Digital - vetores	9
Mosaico de imagens LANDSAT - Estado de SP	30 metros	CPLA/SMA, 2010	Digital - raster	1
Conjunto TOPODATA	1: 250 000 / 30 metros	Valeriano, 2005 [INPE]	Digital - vetores	10
Imagem RapidEye	5 metros	MMA, 2012	Digital - raster	13

A proposição de análise de terraços fluviais em distintos rios do Estado de São Paulo, em mais de uma província geomorfológica, exige especial atenção aos detalhes espaciais: distribuição, tamanho, localização e formas de acesso. Assim, o primeiro mapeamento consultado para a escolha das áreas de interesse apresenta a distribuição espacial das várzeas no Estado de São Paulo (IVANCKO *et al.*, 1985), baseado em fotointerpretação de levantamento aerofotográfico em escala média 1:25.000.

O Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), na escala 1:1.000.000, que foi executado a partir de uma análise sistemática de imagens LANDSAT, canais 4, 5, 6 e 7, nas escalas 1:250.000 e 1:500.000, bem como de mosaicos semi-controlados de radar elaborados para o Projeto RADAMBRASIL, assim como o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (ROSS e MOROZ, 1997), que também se baseou no primeiro em suas análises, demonstraram a

compartimentação de relevo do Estado, e auxiliaram na divisão do número de amostras em cada província.

Em seguida, obteve-se em formato digital as bases necessárias às primeiras análises em ambiente SIG, utilizando-se *software* ArcGIS 10.3, sendo elas: limite estadual paulista; divisas municipais; cartas topográficas; rede de drenagem, bacias hidrográficas (IBGE, s/d; ANA, 2012; CPLA/SMA, s/d; CPLA/SMA, 2010).

Além das informações topográficas obtidas em cartas topográficas do IBGE, em escala 1:50.000, imagens e sensores de satélite fornecem dados mais recentes e com melhor resolução espacial, entre eles o projeto *ASTER Global Digital Elevation Model* (GDEM) concluído no ano de 2009 pelos serviços espaciais norte-americano (NASA) e japonês (METI). Tal serviço possui cerca de 90% do globo coberto por modelos digitais de elevação com 30 metros de resolução espacial, com vantagens em relação ao DEM anterior do SRTM, de 90 metros de resolução, corrigido em programas como o “Brasil em Relevo”, por exemplo. As curvas de nível das áreas de interesse podem ser geradas pela ferramenta *Contour* do programa computacional ArcGIS utilizando os dados SRTM acima citados. Em seguida, no mesmo ambiente, é possível gerar Modelo Digital de Elevação do Terreno, utilizando-se o aplicativo de criação de TIN, do módulo de análise 3D. O levantamento SRTM é corrigido e processado pelo projeto TOPODATA, existente desde 2008, com resolução espacial de 30 metros. Tal projeto oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional, elaborados a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo *U.S. Geological Survey* (USGS) na rede mundial de computadores.

Para detalhamento final das áreas estudadas, foi obtida permissão para acesso a imagens de satélite RapidEye, com resolução espacial de 5 metros. Tais imagens serão empregadas na versão final dos mapas de localização (MMA, s/d).

A Secretaria Estadual do Meio Ambiente/SP (CPLA/SMA, 2010) fornece na rede mundial de computadores acesso a mosaico de imagens LANDSAT que recobre todo o Estado, e que também foi utilizado no presente trabalho. Para validar o processo de ortorretificação, foram coletados pontos nas imagens Landsat ortorretificadas e suas coordenadas foram comparadas com os pontos equivalentes nas cartas georreferenciadas 1:10.000 do IGC e com as coordenadas obtidas em campo nas áreas onde não existem cartas 1:10.000 disponíveis. O resultado obtido foram imagens Landsat ortorretificadas com Padrão de Exatidão Cartográfica B

(PEC B) para trabalhos na escala 1:50.000. Para realizar o mosaico das imagens o projeto da Secretaria Estadual utilizou o programa ERDAS IMAGINE 2011 e suas ferramentas de equalização de histograma, suavização, linhas de corte, entre outras para tentar equalizar as imagens e assim obter um melhor resultado visual.

O ambiente computacional SIG é usado para elaboração dos produtos finais do projeto, como localização, desenho de perfis e apresentação de resultados. Também oferece ferramentas baseadas em geoestatística, as quais são fundamentais para interpretação e conclusões apresentadas.

6.3 – Escolha de áreas para pontos de coleta

A primeira observação quanto às áreas de interesse para determinação de pontos de coleta de material que recobre baixos terraços fluviais acontece em mapas específicos, como Distribuição Espacial das Várzeas no Estado de São Paulo (IVANCKO *et al.*, 1985). Tal obra mapeia as planícies fluviais de todo o Estado, que foram fotointerpretadas com material aerofotográfico tomado entre os meses de março e agosto de 1962, em escala média 1:25.000, sendo determinados os padrões fotográficos. Em sua elaboração foram analisados os parâmetros referentes a dimensão, tipo de baixada e solos predominantes, utilização agrícola, existência de obras hidroagrícolas e riscos de inundação. Os resultados foram computados em nove zonas hidrográficas, subdivididas em bacias hidrográficas. Segundo os autores, a área ocupada por várzeas maiores do que 20 hectares com largura mínima de 50 metros atinge 844.332 hectares, representando 3,39% da superfície estadual. A apresentação de tal obra se dá com nove mapas, com distribuição das várzeas paulistas.

Devido à necessidade de atualização dos dados espaciais, são consultadas imagens de satélite (*LANDSAT 5, RapidEye*) e serviços gratuitos de localização (*Google Earth*). Nesse caso, também são traçados os roteiros de acesso às áreas de interesse. São escolhidas feições de terraço fluvial em trechos de interesse, em alto, médio e baixo cursos, em ambas as margens do canal fluvial. A limitação quanto à coleta se dá por: distâncias, possibilidade de acesso, presença de cobertura vegetal densa, possibilidade de atravessar o canal fluvial.

6.4 – Coleta de material superficial para datação absoluta por LOE

Em trabalhos de campo para as áreas de baixos terraços fluviais dos rios escolhidos, são feitas tentativas de acesso a esses níveis por meio terrestre considerando sempre a necessidade de coleta, transporte de ferramentas para a atividade e retirada de amostras. Quando em propriedades privadas, todo o trabalho foi explicado aos proprietários ou responsáveis, para obtenção das autorizações de acesso. Uma das dificuldades da realização do trabalho encontra-se na falta de possibilidade de acesso a áreas de interesse, que muitas vezes não são alcançadas por suas características de relevo ou pela cobertura vegetal presente. Em outras ocasiões, não são obtidas permissões de acesso dos proprietários das áreas ou de terras adjacentes ao local ideal.

A coleta de amostra de cobertura superficial (material de origem de solo) para datação absoluta por LOE acontece em trincheiras abertas nos baixos terraços fluviais ou, quando encontradas, em perfis abertos em bordas de terraços. A observação em campo da paisagem, aliada à leitura de mapas e imagens de satélite, com localização em tempo real por meio de GPS e computador portátil, confirmam se o ponto está na classificação de forma de interesse. Conforme consenso da literatura utilizada, terraços fluviais são formas relativamente extensas, planas e com leve decaimento em direção ao canal fluvial. Na realização do trabalho de campo, quando não há impedimento, como cercas ou vegetação densa, o interesse foi percorrer todos os níveis de terraço fluvial, para compreensão da forma, com posterior desenho da mesma.

Destaca-se a importância de escolha de pontos de coleta onde não exista evidência de alterações antrópicas significativas, uma vez que o interesse está na datação exata de eventos de origem fluvial. Atividades agrícolas, e de outros tipos, como construções e pisoteamentos, podem expor ou colocar sedimentos mais antigos em porções mais superficiais, retirar definitivamente sedimentos mais recentes, causando erros de interpretação com os resultados obtidos. Também torna-se necessário notar eventos de bioturbação, que correspondem a transporte de sedimentos pelo perfil por atividades biológicas de vegetais e animais. Evitam-se áreas com raízes de médio e grande porte, formigueiros, cupinzeiros e tocas.

A coleta se inicia com abertura da trincheira com um metro de profundidade, no mínimo, ou com a limpeza de perfil em bordas expostas,

garantindo as distâncias e profundidades recomendadas pelo laboratório responsável pela análise posterior. Nesse momento, observa-se o tipo de material, sua coloração, umidade e textura. A aproximadamente 80 cm de profundidade, podendo ser mais ou menos, a depender das características próprias do terraço fluvial visitado, é inserido horizontal e completamente o tubo de PVC, com no máximo 60 cm de comprimento. Como a técnica de LOE analisa o último período de exposição do quartzo à luz solar, é fundamental garantir que a amostra não receba qualquer luminosidade durante o processo de coleta. Por essa razão, cobre-se a ponta exposta do tubo, envolve-se em plástico preto e, em seguida, retira-se o tubo do perfil, tampando imediatamente a outra extremidade, e enrolando a amostra no plástico protetor (Figura 6.2).

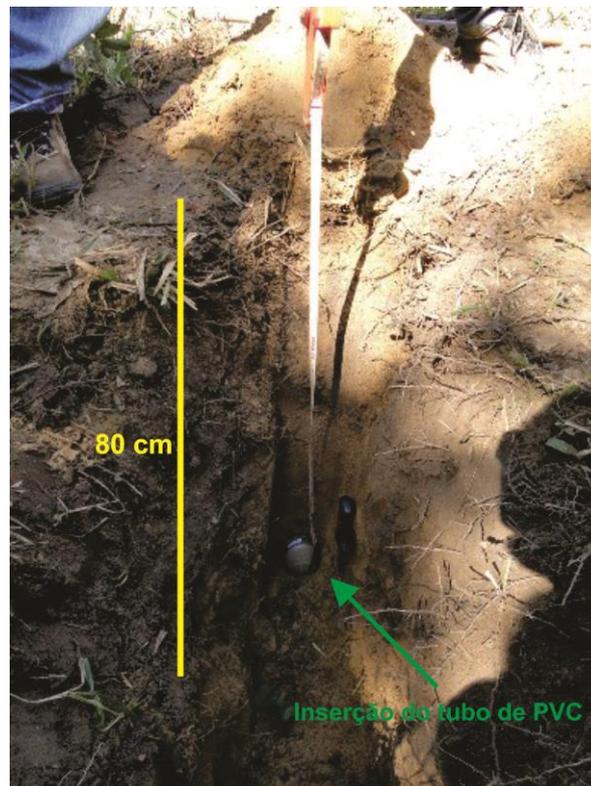


Figura 6.2 – Inserção de tubo de PVC em nível de perfil de material superficial de baixo terraço fluvial para coleta de amostra a ser datada por meio de LOE

Atendendo à metodologia proposta pelo trabalho, coletam-se amostras de material superficial para análise granulométrica e química, no nível da coleta de LOE e também na profundidade 0 - 20 cm do mesmo perfil.

As amostras, devidamente lacradas com fita plástica adesiva, recebem o nome do ponto de coleta, indicando-se também o sentido de inserção do tubo de PVC no solo, seguindo recomendações metodológicas.

O material coletado é encaminhado aos laboratórios para análises. No caso da datação absoluta por LOE, obteve-se autorização para utilização dos serviços do Datação, Comércio e Prestação de Serviço LTDA, de São Paulo/SP. Os resultados da datação absoluta são posteriormente recebidos, e apresentados por meio de relatório em número de anos correspondente à última exposição do material sedimentar à luz solar, com uma faixa de variação ou erro (ANEXO 1). É utilizado por padrão internacionalmente reconhecido o protocolo *SARs* com 15 alíquotas, o que garante maior precisão aos resultados obtidos e resulta de padrão internacional.

6.5 – Atributos e vantagens da datação absoluta por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE)

A Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) e a Termoluminescência (TL) correspondem a duas de várias técnicas atualmente disponíveis para datação absoluta de material sedimentar e, em relação a outras técnicas de datação vastamente utilizadas, como o C^{14} , por exemplo, apresentam importantes vantagens. Por analisarem características físicas de partículas minerais específicas, como o quartzo e o feldspato, não dependem da presença obrigatória de resíduos de material orgânico. Além disso, têm uma faixa de abrangência muito ampla, variando dos resultados muito recentes, alcançando datações absolutas de materiais com até 700 mil anos de idade (para a LOE), e 1 milhão de anos (para a TL, especificamente).

Tais técnicas são aplicadas a partir da análise da excitação de elétrons em banda metaestável, por energia de diferentes fontes, nas partículas minerais. Radiações cósmicas e radiações ionizantes (referentes aos elementos Urânio, Tório e Potássio) sobre o cristal influenciam o estado de tal material, e tem seus alcances incluídos nos cálculos da datação. Os padrões e concentrações dos elementos determinam o comportamento das curvas de calibração. As partículas de quartzo são, portanto, por suas características físicas, mais eficientemente usadas para a

técnica de LOE, a qual pode ser aplicada para datar sedimentos fluviais e de colúvios. Material do tipo cerâmico é mais facilmente datado por meio de TL, devido à alteração térmica sofrida.

Quanto à aplicação da técnica, formações pedogênicas ferruginosas, material muito argiloso ou rico em silte, assim como carbonatos devem ter datação absoluta por LOE evitada uma vez que, após os eventos de deposição, condições físicas e ambientais específicas alteram o tempo de sinal de luminescência, entre eles a presença de materiais não cristalinos, a concentração de radionuclídeos, a perturbação cristalina das partículas dos minerais, além de possível translocação de partículas de sedimentos mais jovens. Torna-se, então, fundamental a análise granulométrica das amostras coletadas para datação, para que haja confirmação de presença de confiável quantidade de areia e, conseqüentemente, de minerais suscetíveis à datação.

Na análise do material coletado, após separações químicas e mecânicas e outros tratamentos, é gerado um histograma, com as curvas de calibração utilizadas na datação absoluta. No protocolo SAR, utilizado no presente projeto, atendendo a parâmetros de publicações internacionais, são elaboradas 15 curvas de idade por amostra, correspondentes à radiação de 15 diferentes grãos analisados. Os cálculos de flutuação e desvio padrão de tais curvas submetidos a fórmulas matemáticas específicas da técnica, determinam uma idade absoluta da amostra coletada, e uma faixa de erro médio. O desvio padrão da tabela de resultados diz respeito à distância entre as curvas de calibração entre si, e quando ocorre mistura de cristais que foram expostos à luz solar em distintos períodos, ou quando os grãos não têm homogeneidade entre si, tal valor tende a subir. Ou seja, em caso de alto valor de desvio padrão, materiais de distintas idades estariam misturados em uma mesma amostra. Homogeneidade e granulação suficiente da amostra ajudam a técnica a chegar a seus limites com maior precisão, principalmente o limite inferior da faixa de erro. Quantidades insipientes de quartzo na amostra também impedem uma boa realização da análise. Obrigatoriamente, no momento da coleta, é necessário observar que se trate de sedimentos homogêneos por 30 cm verticalmente. Além disso, o limite de coleta está em, no mínimo, 30 cm de profundidade a partir da superfície, para garantir menor influência na estrutura do material e menor influência de radiação cósmica.

O fator umidade da amostra, por interferir na quantidade de radiação que o material cristalino está acumulando, é considerado nos cálculos de idades absolutas. Assim, é necessário manter os índices de umidade da amostra no momento de coleta e transporte, além de também manter mais denso possível o material.

A técnica de datação por TL é aplicada preferencialmente em datação de amostras que possuem histórico térmico, e o tempo de decaimento longo da radiação de tais materiais é ideal para tal análise. Podem ser datadas cerâmicas, cinzas e dunas com baixas taxas de deposição, com garantia de eficiência de datação de idades até 1 milhão de anos.

A LOE é aplicada para datação absoluta de material sem histórico de eventos térmicos importantes, e o tempo de decaimento curto da radiação permite trabalhar com amostras coletadas em dunas, colúvios, sedimentos recentes, solos arqueológicos e terraços fluviais, chegando a datar materiais com até 700 mil anos de recobrimento¹.

6.6 – Análise granulométrica das amostras

Cada amostra de material superficial coletada para ser submetida a datação absoluta por meio da LOE também teve amostra correspondente coletada para análise textural. Tais procedimentos foram realizados em parte pelo próprio aluno, sob supervisão técnica, e parte pela equipe técnica, em ambos os casos no Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

A textura do material expressa a distribuição percentual das partículas primárias e é determinada através da análise granulométrica. A análise granulométrica foi baseada no método da pipeta (CAMARGO *et al.*, 2009).

¹ Informações sobre a técnica de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) coletadas em conferência ocorrida no Laboratório de Geomorfologia e Análises Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, por Dr. Sílvio Miranda, físico responsável por datações absolutas do laboratório Datação Comércio e Prestação de Serviços LTDA. de São Paulo/SP.

O sucesso dessa análise depende da preparação da amostra para assegurar perfeita dispersão de todos os seus agregados em partículas primárias, sem quebra-las, e de um fracionamento adequado da amostra e seus separados. O princípio aplicado é, em linhas gerais, de desagregação mecânica da amostra, dispersão e avaliação da proporção relativa das partículas primárias por sedimentação em meio aquoso.

O interesse em realizar análise granulométrica das amostras coletadas se explica por duas principais razões. A primeira, para atender às orientações do laboratório que realiza a datação absoluta do material de cobertura coletado por LOE em todos os pontos. De acordo com as características de tal procedimento científico, o decaimento da radiação inerente ao mineral quartzo é que determina o período de última exposição de tal sedimento à luz solar. Assim, faz-se necessária a presença de uma quantidade mínima da porção areia. A segunda razão para realizar tal análise está na tipificação e no complemento da interpretação dos paleoambientes de deposição dos sedimentos. Antigos fluxos de água com energia maior de deslocamento explicam a deposição de grãos maiores de areia. Por outro lado, material mais fino é depositado por canais de água com menor energia.

Salienta-se que, além da análise granulométrica de amostras coletadas no mesmo nível onde há datação por LOE (variando entre 60 e 1 metro de profundidade), analisa-se também a granulometria de amostras de material do nível 0 - 20 cm de profundidade do mesmo perfil. Diferenças significativas nas porções encontradas entre os dois níveis colaboram com a interpretação de antigos ambientes, levando em conta mudanças na energia de transporte dos sedimentos.

6.7 – Análise química das amostras

Em estudo de perfil topomorfológico na várzea do Rio Mogi Guaçu os autores Perez Filho *et al.* (1980) demonstram sequência de datação relativa de níveis de terraços fluviais utilizando-se de análises granulométrica e químicas. Segundo os autores, a capacidade de troca da argila (CTC), a relação silte/argila e a saturação de bases, da camada 60-80 cm, diminui à medida que aumenta a idade das superfícies. No perfil A – B – C analisado pelos autores, a datação relativa

proposta conclui a seguinte ordem: o material de origem do solo do terraço nível III seria mais novo do que material que recobre o terraço nível II, e este mais novo do que o sedimento encontrado no terraço nível I, mais distante do canal fluvial. A atribuição de idades por tais autores baseou-se em parâmetros granulométricos e químicos de amostras de solo de cada nível. Perez Filho *et al.* (1980, p. 186) explicam que

Para relacionamento de propriedades do solo com idade das superfícies escolheu-se características do solo que indicam índice de intemperismo [...]: relação silte/argila e capacidade de troca de argila. Solos mais intemperizados normalmente apresentam valores menores desses parâmetros.

Desta forma, as amostras também foram encaminhadas à análise química simples (macro nutrientes) e de micronutrientes. Elevadas concentrações de alguns elementos químicos e alterações de pH podem denunciar presença de defensivos agrícolas e outros poluentes nas águas dos canais fluviais estudados. Nesses casos, os dados de CTC são analisados com maior cuidado.

De acordo com Camargo *et al.* (2009), a capacidade de troca de cátions (CTC), parâmetro que evidencia a habilidade do solo de reter e trocar íons positivamente carregados na superfície coloidal, pode ser considerada uma das mais importantes propriedades físico-químicas da análise de solos. Sua determinação pode ser feita saturando-se material da amostra com um cátion índice, que é posteriormente deslocado e determinado, ou somando-se as bases trocáveis com a acidez extraída por uma solução tamponada a pH 7,0 ou acidez potencial. Existe grande variedade de métodos utilizando principalmente o cálcio ou o amônio como cátions saturantes.

6.8 – Diagrama triangular para Classificação de Sedimentos de Flemming

Segundo Alves (2013), os diagramas triangulares são constituídos como triângulos cujos vértices correspondem a totalidade (100%) de determinada classe textural (areia, silte ou argila). Os vértices em oposto correspondem a 0%. A autora explica que o diagrama triangular de Flemming (Figura 6.3) classifica sedimentos por

partículas com diâmetros inferiores a 2 mm. Tal diagrama aplica as proporções entre as frações silte, areia e argila, e considera dois componentes principais: areia e lama (silte e argila). De acordo com a razão areia/lama são definidos seis tipos de sedimentos: Areia (S) com menos de 5% de lama; Areia levemente lamosa (A) com 5-15% de lama; Areia lamosa (B) com 25-50% de lama; Lama arenosa (C) com 50-75% de lama; Lama levemente arenosa (D) com 75-95% de lama e Lama (E), com mais de 95% de lama.

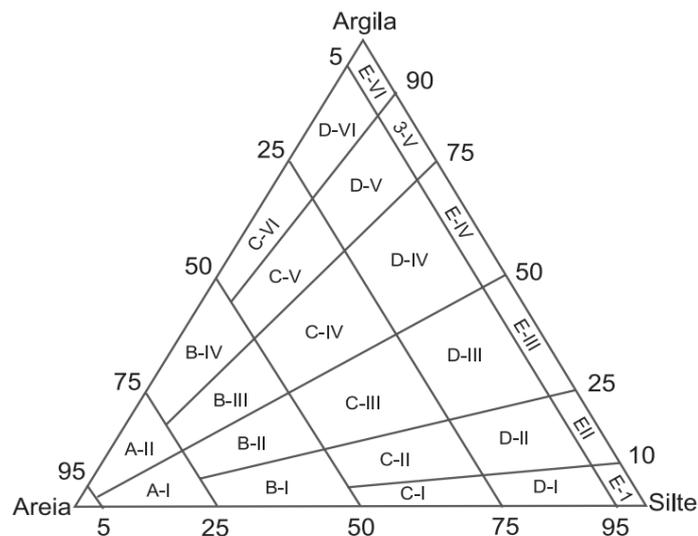


Figura 6.3 – Diagrama triangular de Flemming (2000). Fonte: Alves, 2013

A aplicação do diagrama se dá porque, em cada caso, o tipo de sedimento pode ser utilizado para tipificar o ambiente deposicional ou fácies com base no critério textural. De acordo com o modelo hidrodinâmico proposto por Pejrup (1988), a localização de um conjunto de dados no diagrama ternário reflete condições hidrodinâmicas de energia específica. Quanto mais esse conjunto se localiza próximo ao eixo do silte, maior é o nível de energia; quanto mais próximo ao eixo da argila, menor é energia. O regime mais energético é associado ao campo da Areia. O diagrama de Flemming subdivide esses seis tipos de sedimentos em 25 classes texturais com base nas razões areia/silte/argila (Quadro 6.2).

Quadro 6.2 – Tipos de sedimentos e classes texturais de sedimentos lamosos de acordo com a classificação de Flemming (2000). Fonte: Alves (2013)

Código	Tipo de Sedimento	Conteúdo de lama (%)	Classe textural
S	Areia	<5%	Areia
A-I	Areia levemente lamosa	5-15%	Areia levemente siltosa
A-II			Areia levemente argilosa
B-I			Areia muito siltosa
B-II	Areia lamosa	20-50%	Areia siltosa
B-III			Areia argilosa
B-IV			Areia muito argilosa
C-I			Lama arenosa extremamente siltosa
C-II			Lama arenosa muito siltosa
C-III	Lama arenosa	50-75%	Lama arenosa siltosa
C-IV			Lama arenosa argilosa
C-V			Lama arenosa muito argilosa
C-VI			Lama arenosa extremamente argilosa
D-I			Lama levemente arenosa extremamente siltosa
D-II			Lama levemente arenosa muito siltosa
D-III	Lama levemente arenosa	75-95%	Lama levemente arenosa siltosa
D-IV			Lama levemente arenosa argilosa
D-V			Lama levemente arenosa muito argilosa
D-VI			Lama levemente arenosa extremamente argilosa
E-I			Silte
E-II			Silte levemente argiloso
E-III	Lama	>95%	Silte argiloso
E-IV			Argila siltosa
E-V			Argila levemente siltosa
E-VI			Argila

Os resultados obtidos pela análise granulométrica de cada ponto de coleta serão submetidos à classificação segundo o diagrama de Flemming para que se interprete as condições hidrodinâmicas de energias de deposição. Em cada província geomorfológica estudada os dados consolidados também estarão sujeitos a esse tipo de análise.

7 – Resultados e discussões

São apresentados, a seguir, por cada unidade morfoescultural estudada no presente trabalho, as localizações e análises realizadas em cada rio, de acordo com a proposta e os objetivos elencados. Na sequência, discutem-se as características provenientes dos baixos terraços de cada província, na interpretação do universo dos dados.

7.1 – Depressão Periférica Paulista

7.1.1 – Rio Atibaia

No limite dos municípios paulistas de Bom Jesus dos Perdões e Atibaia, na confluência dos rios Atibainha e Cachoeira surge o denominado rio Atibaia. Percorre 148 km no estado de São Paulo, e a maior parte da área de sua bacia, com 2.660 km², encontra-se no contexto da província do Planalto Atlântico, especificamente no Planalto de Jundiaí (ROSS e MOROZ, 1997).

Por dar origem ao rio Piracicaba, está inserido na UGRHI 5 do estado de São Paulo. Os rios Piracicaba, Jundiaí e Capivari são os principais cursos d'água dessa unidade de gerenciamento.

Atualmente, o rio Atibaia recebe vazão do Sistema Cantareira, que varia de acordo com as condições específicas de cada época, e serve como fonte de abastecimento hídrico dos municípios de Atibaia e Campinas.

Realizou-se análises em dois distintos pontos de interesse no contexto do rio Atibaia (Figura 7.1). Apesar da maior parte da bacia hidrográfica estar localizada no Planalto Atlântico, as coletas em ambos os pontos ocorreram em contexto da Depressão Periférica Paulista, em área onde o curso d'água atravessa tal limite e adentra os domínios de origem sedimentar.

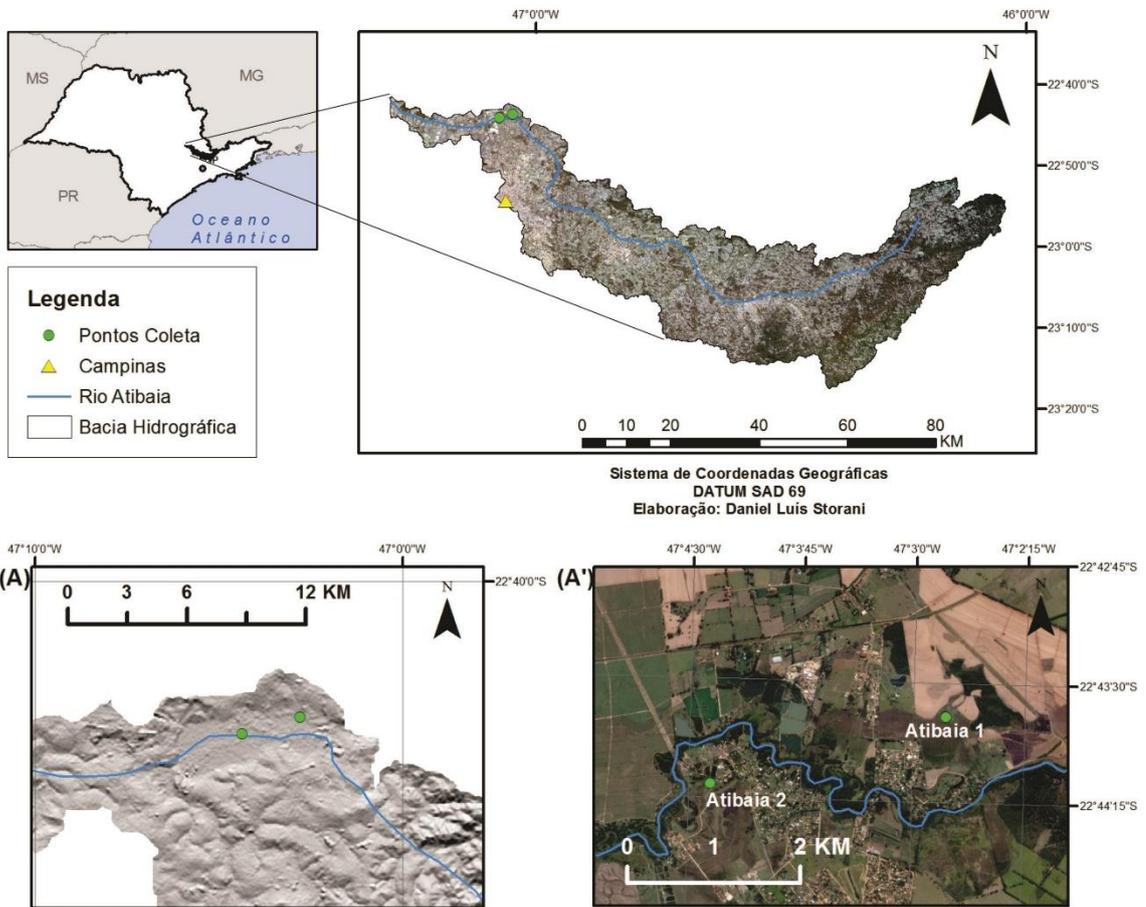


Figura 7.1 – Localização dos pontos Atibaia 1 e Atibaia 2

Pontos:

- **Atibaia 1**

Latitude: 22°43'42.76" S

Longitude: 47°02'47.39" W

Elevação: 560 m

- **Atibaia 2**

Latitude: 22°44'10.05" S

Longitude: 47°04'21.82" W

Elevação: 560 m

Segundo Ross e Moroz (1997), as regiões com modelados dominantes Dt11 e Dc24 estão na Depressão do Médio Tietê, onde o relevo apresenta colinas com topos amplos. A litologia é composta por arenitos e basaltos, na transição do Planalto Atlântico para a Depressão Periférica.

No ponto denominado Atibaia 1, no extremo sul do município paulista de Jaguariúna, na margem direita do rio, a aproximadamente 1 km de distância do canal, encontrou-se extensa planície fluvial que, segundo relato de moradores da região, pode ser classificada como uma bacia de decantação (Figuras 7.2, 7.3 e 7.4). A uma profundidade de 90 cm o lençol freático aflora. Em tal localização havia material muito escuro, com presença de matéria orgânica em toda a profundidade escavada, sem variação de tonalidades. A coleta ocorreu em área de transição entre pastagem e vegetação baixa, em local de solo muito úmido.

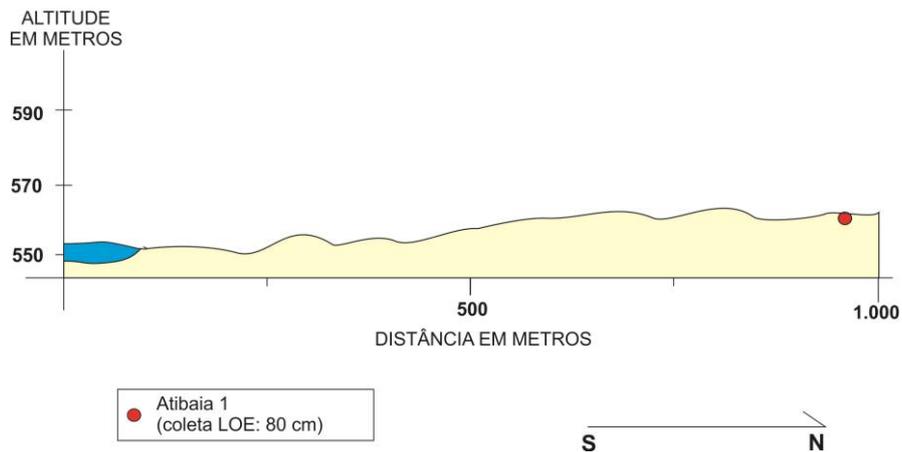


Figura 7.2 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Atibaia 1



Figura 7.3 – Nível aplainado de origem fluvial – ponto Atibaia 1



Figura 7.4 – Coloração escura do material de baixo terraço no ponto Atibaia 1: grande quantidade de matéria orgânica

A datação absoluta por meio de LOE (Tabela 7.1) demonstra uma idade de 5.880 ± 660 anos para o material superficial fluvial coletado a uma profundidade de 80 cm.

Tabela 7.1 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Atibaia 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	4.425 ± 280	26,0	5.880 ± 660
		Desvio padrão – 2,7	

A análise granulométrica realizada em superfície e na profundidade de coleta para datação mostra uma significativa diferença entre a composição do material superficial nesses dois casos (Tabela 7.2). Na profundidade entre 60 e 80 cm a proporção da fração areia é maior do que na superfície, entre 0 e 20 cm, havendo predomínio de argila. Já em nível superficial há predomínio de silte, e baixa proporção de areia.

Tabela 7.2 - Análise granulométrica do material coletado no ponto Atibaia 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	1,8	3	1,8	0,9	1,6	9,1	28,3	62,6
60-80	2,4	3,6	4,1	8,4	11,9	30,4	45,4	24,2

A análise química (Tabelas 7.3 e 7.4) demonstra pouca variação entre os níveis de profundidade do ponto de coleta de material, e mostram uma saturação por bases (V%) em valores muito baixos, deixando evidente a característica de solo distrófico. Fica evidente a baixa concentração de bases trocáveis, como os de Ca, por exemplo.

Tabela 7.3 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Atibaia 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 -20	5,3	4	4,1	2,6	5,6	0,02	8,8	0,4	0,1	0,4	8,8	11,2	8,0
60-80	5,2	4,1	4,3	2,8	6,1	0,03	9,8	0,6	0,2	0,6	9,2	10,6	7,8

Tabela 7.4 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Atibaia 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 -20	46,2	1,1	0	3,5	0,11	4,8	20
60-80	12,8	1,5	0,8	2,9	0,12	4	9

A colocação dos resultados da análise granulométrica do material de cobertura do ponto Atibaia 1 demonstra a situação observada em classificação textural (Figura 7.5). A profundidade mais superficial está classificada como *lama levemente arenosa siltosa*. Já o nível de coleta para datação, a 80 cm de profundidade, tem granulometria classificada como *lama arenosa argilosa*. Explicita-se, assim, condições de baixa energia hidrodinâmica de deposição combinada a uma origem específica de material fluvial, possivelmente oriunda do Planalto Atlântico.

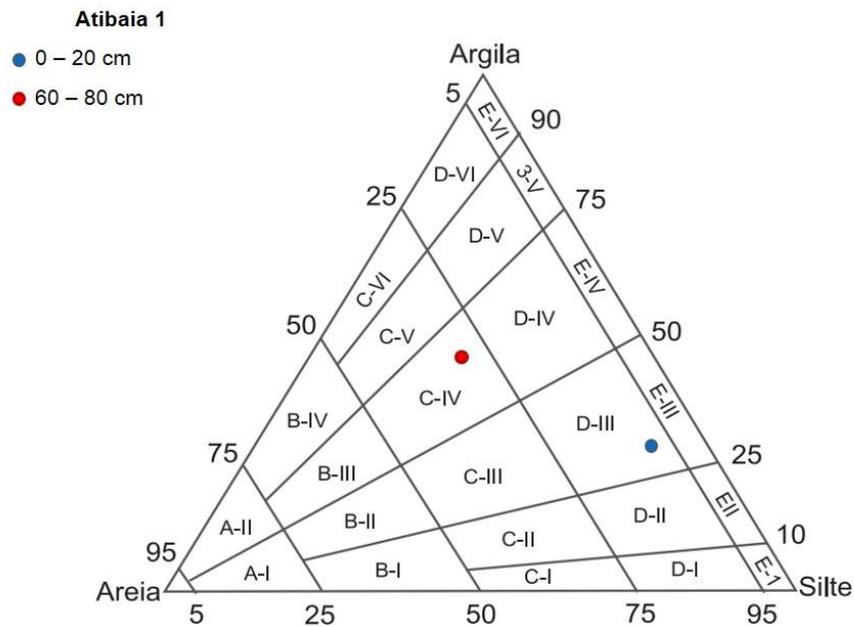


Figura 7.5 - Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Atibaia 1

No ponto Atibaia 2 também abriu-se trincheira para coleta de material para datação a uma profundidade de 80 cm, em localização mais próxima do rio, a aproximadamente 200 metros do canal fluvial. Segundo observação em campo e em imagens aéreas, apresentam-se meandros abandonados do rio. A área apresentava vegetação arbustiva relativamente mais fechada em comparação com a área anteriormente descrita, e a coleta envolveu cuidado com a presença de ações antrópicas anteriores e de pisoteamento animal. Houve variação na coloração do material cavado, e a trincheira atingiu 4 metros de profundidade no total. A camada superficial, entendida como horizonte A com significativa presença de matéria orgânica e coloração escura. O lençol sub superficial aflorou a 2 metros de profundidade. Abaixo desse nível encontrou-se material com maior fração de areia, segundo análise preliminar em campo, mas totalmente encharcado (Figura 7.6 e 7.7).

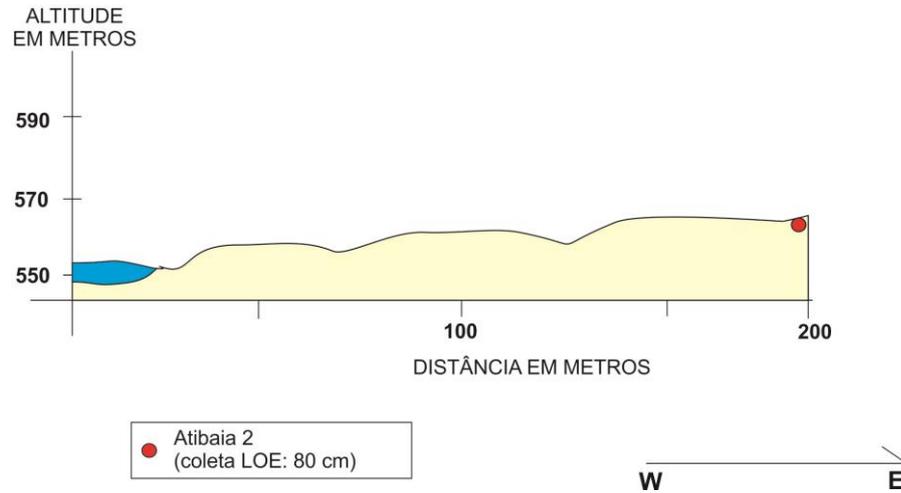


Figura 7.6 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Atibaia 2



Figura 7.7 – Coleta de material em trincheira no ponto Atibaia 2

Os resultados de datação (Tabela 7.5) apontam idade absoluta de 2.750 ± 350 anos, portanto, mais recente em relação ao ponto anteriormente descrito no mesmo rio.

Tabela 7.5 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Atibaia 2

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	5.080 \pm 400	13,9	2.750 \pm 350
		Desvio padrão – 1,6	

A granulometria apresenta pouca variação entre as profundidades coletadas (0-20 e 60-80 cm), apontando predominância de argila e silte no perfil (Tabela 7.6). A fração areia apresenta tendência de aumento em profundidade maior. É possível que em níveis não analisados, ainda mais profundos, a areia torne-se predominante no material.

Tabela 7.6 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Atibaia 2

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0,8	0,4	0,8	2,1	7,3	11,4	36,6	52
60-80	0	0	0,8	2,3	13,1	16,2	36,8	47

Ao contrário das condições encontradas no ponto Atibaia 1, as análises químicas mostram uma elevada saturação por bases nos materiais coletados no contexto do ponto Atibaia 2 (Tabelas 7.7 e 7.8). O nível superficial apresenta grande quantidade de bases, e o índice de saturação (V%) demonstra tal condição. A base mais presente é o cálcio.

Tabela 7.7 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Atibaia 2

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 -20	6,8	4,5	4,8	2,5	15,4	0,47	1,8	3,2	0,8	0,3	1,5	6,3	71,3
60-80	6,3	4,3	4,8	0,3	6,1	0,05	3,1	0,9	0,3	0,6	2,5	4,4	28,7

Tabela 7.8 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Atibaia 2

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0-20	359,7	179,4	1,1	7,7	0,13	4	28
60-80	177,8	6	0,3	2,5	0,12	5,9	11

O ambiente deposicional em análise do diagrama de Flemming (2000) para o contexto do ponto Atibaia 2 (Figura 7.8) mostra uma mesma classificação para as diferentes profundidades, conforme os dados já apresentados de granulometria: *lama levemente arenosa siltosa*. Não há variações de energia hidrodinâmica nas condições pretéritas e nas superficiais.

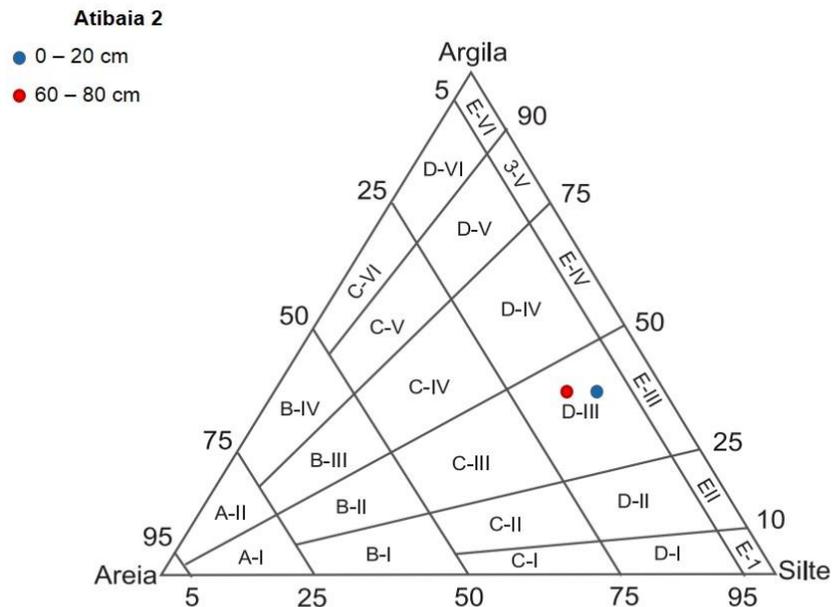


Figura 7.8 - Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Atibaia 2

Desconsiderando os possíveis processos erosivos atuantes sobre os dois perfis, no ponto Atibaia 1, segundo a idade absoluta atribuída por LOE, supõe-se uma deposição mínima de 0,01 cm/ano de material carregado pela ação fluvial. No ponto Atibaia 2 tal taxa seria de, no mínimo, 0,02 cm/ano.

7.1.2 – Rio Capivari

A nascente do rio Capivari localiza-se no município de Jundiaí, na região leste do estado de São Paulo. Depois de percorrer 142 km, tem sua foz localizada no rio Tietê, na cidade com mesmo nome. A área da bacia hidrográfica por ele drenada é de 1.579 km², estendendo-se no sentido leste – oeste.

No contexto geomorfológico, o rio tem seu alto curso sobre as formas do Planalto Atlântico. A partir do médio curso, no município de Campinas, já se encontra nos domínios sedimentares da Depressão Periférica Paulista.

Sob a perspectiva de gerenciamento, o rio Capivari está inerido na UGRHI 5 do estado paulista.

Na análise proposta para as planícies fluviais do rio Capivari, foram estudados 3 distintos perfis. Em um deles, a coleta de material aconteceu em dois diferentes níveis de baixo terraço fluvial. Os pontos, seguindo metodologia aplicada pelo presente trabalho, localizam-se na Depressão Periférica. Os modelados predominantes Dc14, Dt12 e Dc25 (ROSS e MOROZ, 1997) generalizam-se como colinas com topos amplos, na Depressão do Médio Tietê (Figura 7.9).

Pontos:

- **Capivari 1**

Latitude: 22°59'22.82" S

Longitude: 47°23'07.98" W

Elevação: 524 m

- **Capivari 2 – nível I**

Latitude: 23°01'35.73" S

Longitude: 47°28'42.75" W

Elevação: 510 m

- **Capivari 2 – nível II**

Latitude: 23°01'35.54" S

Longitude: 47°28'42.40" W

Elevação: 511 m

- **Capivari 3**

Latitude: 22°59'26.74" S

Longitude: 47°38'31.93" W

Elevação: 475 m

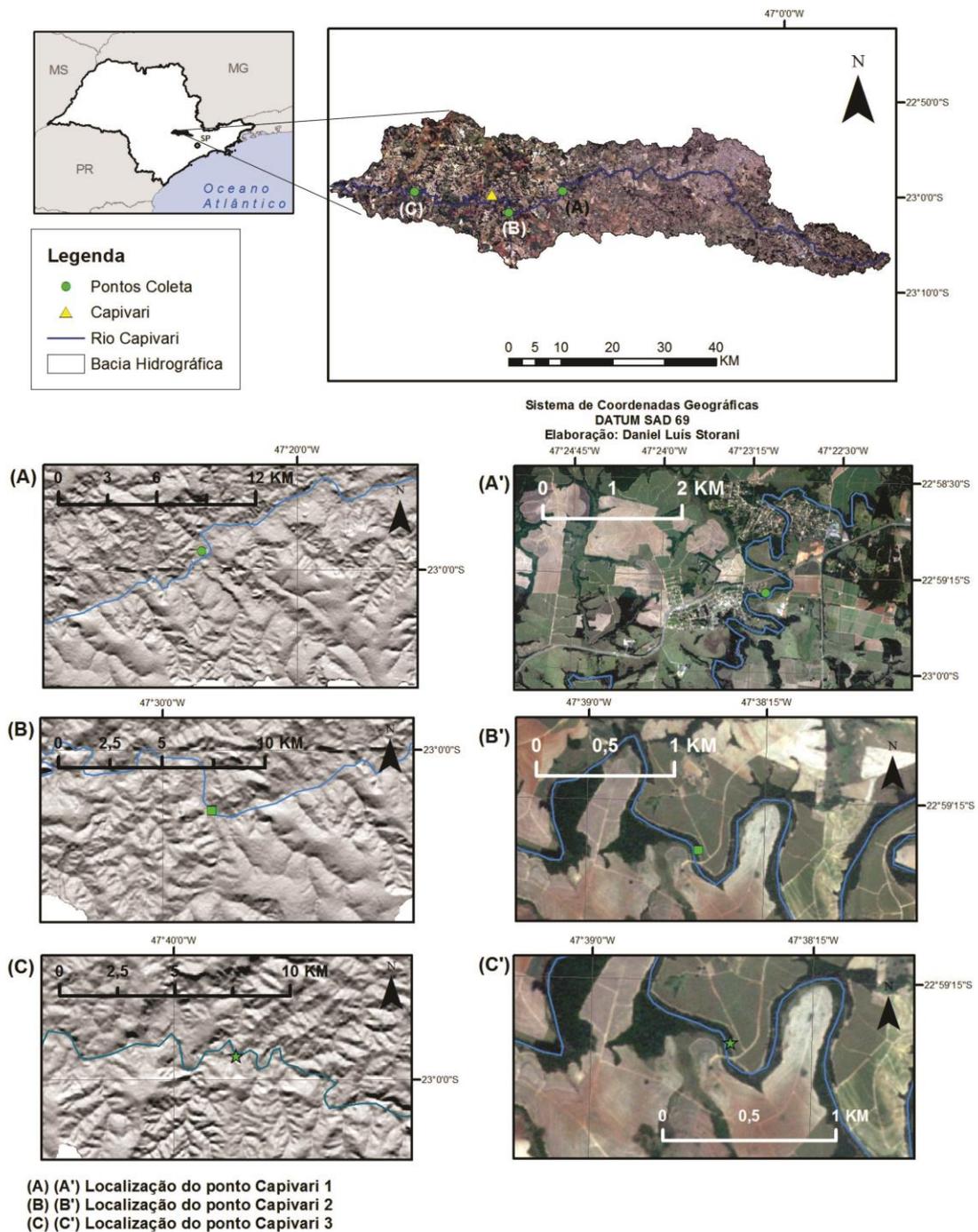


Figura 7.9 – Localização dos pontos Capivari 1, Capivari 2 – níveis I e II, e Capivari 3

O ponto denominado Capivari 1 corresponde a área com vegetação ciliar bem desenvolvida, em planície adjacente ao canal fluvial e com aparente conservação dos solos. Coletou-se material a uma profundidade de 80 cm, em borda de baixo terraço fluvial que foi limpa e devidamente preparada. Em observação preliminar, tratava-se de material superficial predominantemente arenoso, sem

diferenciações na coloração e de camadas. Não havia indício de encharcamento ou de inundações recorrentes (Figuras 7.10 e 7.11).

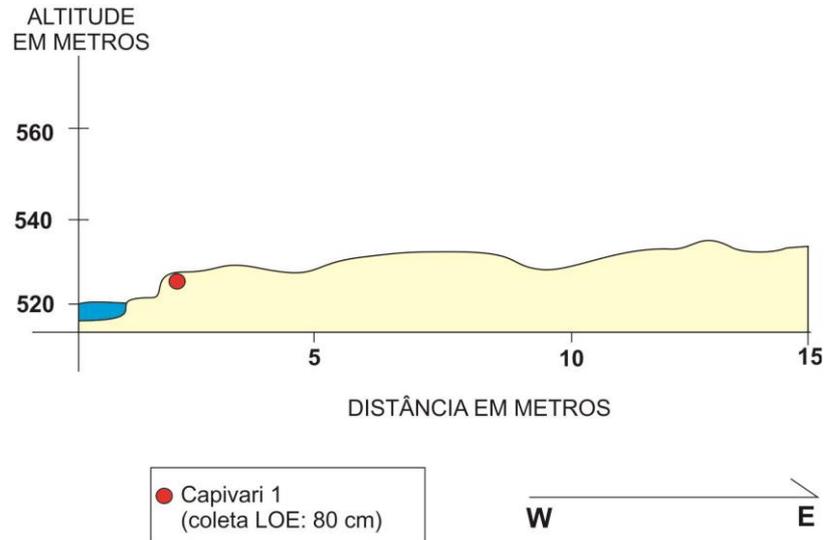


Figura 7.10 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Capivari 1



Figura 7.11 – Profundidade de coleta de material superficial para análises – ponto Capivari 1

Como demonstrado pela atribuição absoluta de idade (Tabela 7.9), descobriu-se terraço fluvial com 1.170 ± 140 anos de deposição com significativa extensão areal, ocupada por vegetação bem estabelecida, como observou-se no reconhecimento em campo.

Tabela 7.9 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Capivari 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	1.760 ± 120	2,1	1.170 ± 140
		Desvio padrão - 0,28	

Os dados da análise granulométrica (Tabela 7.10) em profundidade de coleta e em superfície demonstram predomínio de areia, principalmente de sua fração Muito fina em superfície e Fina em profundidade entre 60 e 80 cm. Em nível superficial há quantidades quase semelhantes de silte e argila.

Tabela 7.10 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Capivari 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	1,9	24,1	34,7	60,7	19	20,3
60-80	0	0	3	38,6	35,2	76,8	9,5	13,7

As análises químicas do material superficial que recobre terraços no ponto Capivari 1 mostram uma alta saturação por bases (V%) e significativo valor de capacidade de troca catiônica (CTC). Segundo metodologia proposta, solos mais recentes tem maiores valores de tais índices (Tabela 7.11 e 7.12).

Tabela 7.11 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Capivari 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA						%	
0-20	6,7	4,5	4,8	1,2	12,7	0,1	2	3,6	1,1	0,2	0,2	6,8	70,6
60-80	6,5	4,2	4,5	0,6	6,8	0,04	2,5	1,4	0,3	0,4	0,4	4,2	41,0

Tabela 7.12 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Capivari 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0-20	350,2	138,2	2,7	11,9	0,14	10,4	23
60-80	284,2	26,3	0,9	5,5	0,1	10,8	13

Na suposição de ambientes pretéritos de deposição de material superficial fluvial, utilizando-se a plotagem de pontos referentes à granulometria no diagrama

de Flemming (Figura 7.12), obtém-se a classificação de *areia levemente siltosa* para a profundidade maior, e *areia siltosa* para o material coletado entre 0 e 20 cm. Deduz-se, assim, alteração na quantidade de silte depositado em diferentes períodos de formação do terraço.

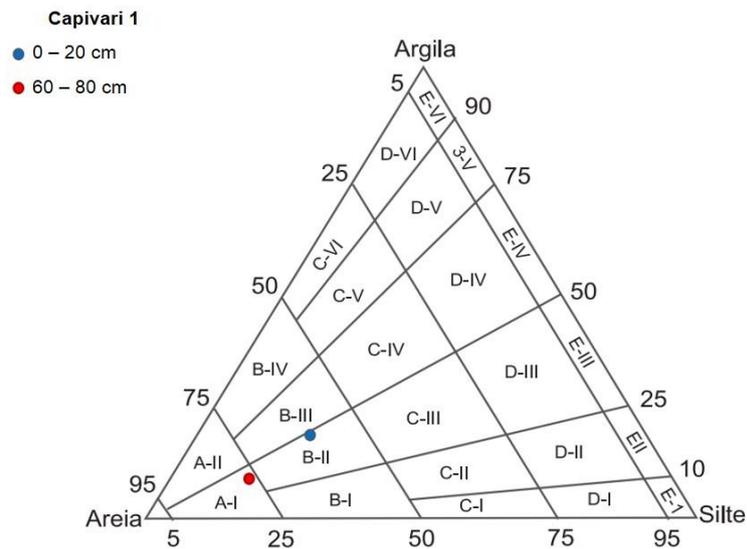


Figura 7.12 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Capivari 1

É possível supor a deposição do material superficial analisado a um ritmo mínimo de aproximadamente 0,07 cm/ano. A área fonte do material sedimentado pode ter relação com os parâmetros encontrados em análise granulométrica realizada.

Ao sul do município de Capivari, a jusante do ponto anteriormente descrito, estabeleceu-se a segunda área de análise nessa bacia hidrográfica. O ponto Capivari 2 teve dois níveis observados e com material coletado (Figuras 7.13, 7.14 e 7.15).

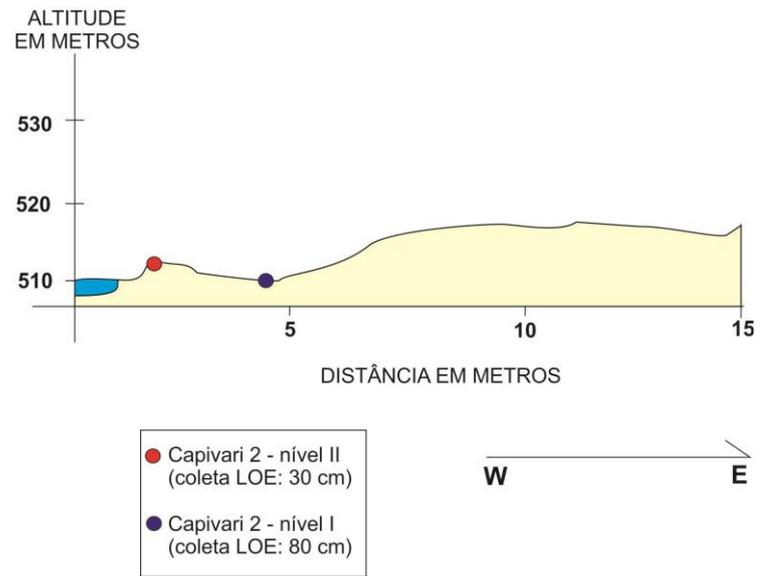


Figura 7.13 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Capivari 2 – níveis I e II



Figura 7.14 – Coleta no nível I do ponto Capivari 2



Figura 7.15 – Detalhe da coleta no nível II do ponto Capivari 2: material arenoso

No nível distante 4,5 metros do canal fluvial principal coletou-se material arenoso em borda de baixo terraço fluvial, o qual serve como pastagem. Evitando-se material biologicamente alterado, limpou-se o barranco para coleta a uma profundidade de 80 cm. A datação absoluta por LOE aponta, então, idade de 3.020 ± 400 anos (Tabela 7.13). Logo abaixo, a 1 metro do canal, coletou-se material com 590 ± 70 anos, em forma que claramente pode ser classificada como aluvião (Tabela 7.14) que estava acima de arenito, constituinte principal do leito do canal. O material coletado se diferenciava do arenito pela coloração e claramente não constituía alteração pedológica de tal litologia.

Tabela 7.13 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto Capivari 2

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	1.975 ± 165	6,0	3.020 ± 400
		Desvio padrão - 0,74	

Tabela 7.14 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto Capivari 2

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
30	2.070 ± 150	1,22	590 ± 70
		Desvio padrão - 0,43	

As análises granulométricas realizadas (Tabelas 7.15 e 7.16) demonstram predomínio da fração areia nas duas profundidades do nível I, e no nível II, o qual não possuía profundidade suficiente para mais de uma coleta. Apesar da diferença de tempo de sedimentação, a constituição granulométrica dos materiais depositados não se altera.

Tabela 7.15 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Capivari 2

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	1,9	24,1	34,7	60,7	19	20,3
60-80	0	0	3	38,6	35,2	76,8	9,5	13,7

Tabela 7.16 – Análise granulométrica do material coletado no nível II do ponto Capivari 2

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0,1	1,2	27,9	48,2	77,4	8,1	14,5

Conforme análise química proposta metodologicamente (Tabelas 7.17, 7.18, 7.19 e 7.20), o nível I em sua porção superficial tem uma maior saturação por bases quando se compara com os outros dados do mesmo perfil. Tal observação pode-se explicar por presença de atividade agrícola intensiva em toda a região, com correções da acidez do solo para aumento de fertilidade do solo para cultivo. As bases cálcio e magnésio se apresentam em grande quantidade entre 0 e 20 cm do nível I.

Tabela 7.17 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto Capivari 2

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA						%	
0-20	6,7	4,5	4,8	1,2	12,7	0,1	2	3,6	1,1	0,2	0,2	6,8	70,6
60-80	6,5	4,2	4,5	0,6	6,8	0,04	2,5	1,4	0,3	0,4	0,4	4,2	41,0

Tabela 7.18 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível I ponto Capivari 2

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0-20	350,2	138,2	2,7	11,9	0,14	10,4	23
60-80	284,2	26,3	0,9	5,5	0,1	10,8	13

Tabela 7.19 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto Capivari 2

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0-20	6,7	4,6	4,8	0,6	8,3	0,09	2	1,9	0,7	0,1	0,1	4,7	57,4

Tabela 7.20 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível II ponto Capivari 2

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0-20	294	58,7	4,4	10,6	0,1	6	20

A classificação textural pelo diagrama de Flemming (Figura 7.16) aponta a mesma classificação em todas as amostras do mesmo ponto: *areia levemente siltosa*. A energia hidrodinâmica de deposição expõe uma condição de relativa alta energia de transporte do canal e com continuidade ao longo do período datado para que houvesse continuidade dessa característica ambiental.

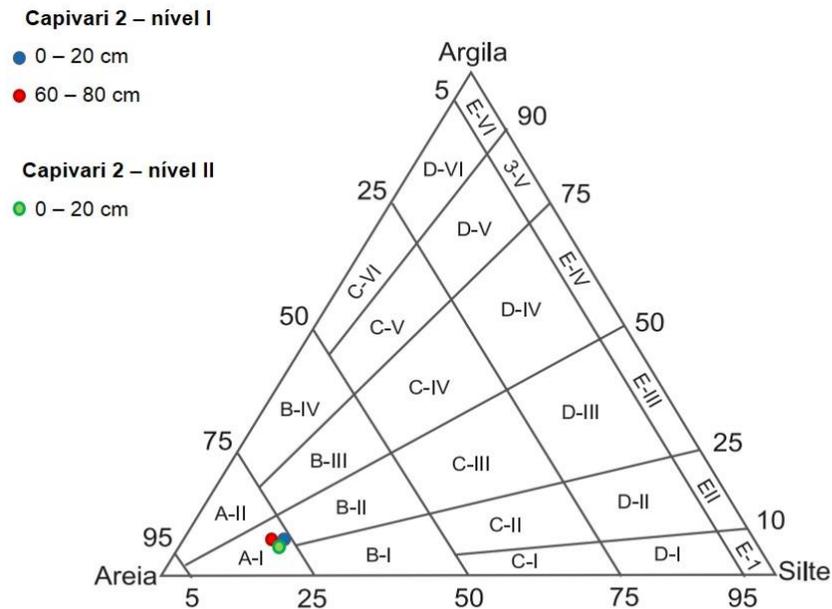


Figura 7.16 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Capivari 2

Infere-se, no nível I, um ritmo de 0,026 cm/ano para a deposição de sedimentos, considerando-se as profundidades atualmente encontradas. No nível II, a velocidade correspondente é de, no mínimo, 0,05 cm/ano. Não se considera, nesse cálculo, a existência de material erodido/carregado pelo rio em fases de possível deslocamento do canal, em alteração da dinâmica fluvial do ponto.

O ponto Capivari 3 localiza-se no limite dos municípios de Rafard e Mombuca, e corresponde a aluvião recente depositado em região caracterizada como uma borda depositada 2 metros acima da margem do canal fluvial (Figura 7.17 e 7.18).

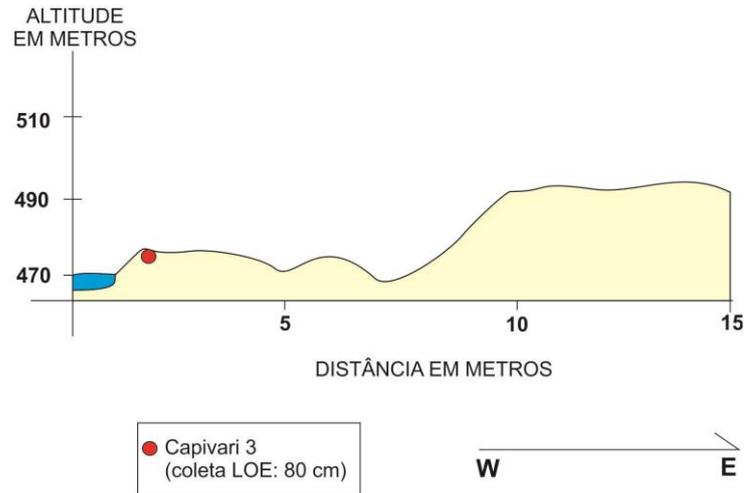


Figura 7.17 – Perfil de baixo terraço fluvial no ponto Capivari 3



Figura 7.18 – Coleta de material de superfície de terraço no ponto Capivari 3

Realizou-se coleta em profundidade de 80 cm no nível aluvionar identificado em campo. O material do perfil continha matéria orgânica em toda a profundidade, sem variação de cor, sem camadas deposicionais distintas perceptíveis e com característica arenosa evidente. O método de datação por LOE

atribuiu idade de 300 ± 45 anos, evidenciando a classificação prévia realizada ainda em campo (Tabela 7.21).

Tabela 7.21 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Capivari 3

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	2.350 ± 230	0,7	300 ± 45
		Desvio padrão - 0,14	

A granulometria demonstra a característica arenosa do material superficial em profundidades do aluvião, sendo maior entre 60 e 80 cm. A fração mais fina de areia é predominante (Tabela 7.22).

Tabela 7.22 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Capivari 3

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	1,5	27,7	36,1	65,3	12,5	22,2
60-80	0	0	2,3	29,4	41,3	73	6,9	20,1

Os resultados de análise química mostram menores índices de saturação por bases (V%) e capacidade de troca catiônica da argila (CTC) em comparação com pontos à montante do mesmo rio (Tabelas 7.23 e 7.24). No ponto Capivari 3, na maior profundidade coletada, há significativa diminuição dos valores de V% e CTC. Assim, a porção superficial deve ter sido recentemente depositada, havendo maior tempo de incidência de intemperismo químico sobre os níveis mais profundos.

Tabela 7.23 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Capivari 3

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0-20	6,4	4,2	4,4	0,6	8,4	0,09	2,8	1,8	0,7	0,5	0,5	5,4	48,1
60-80	6,3	3,8	4	0,4	8,4	0,07	3,1	0,7	0,3	0,6	0,6	4,2	25,7

Tabela 7.24 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Capivari 3

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0-20	290,6	121,5	4	5,2	0,1	8,8	27
60-80	242,2	29,3	1,4	1,7	0,1	5,3	14

Os resultados de análise granulométrica, aplicados à interpretação das energias hidrodinâmicas de deposição do material aluvionar (Figura 7.19), apontam ambientes de média capacidade de transporte do canal fluvial em períodos recentes.

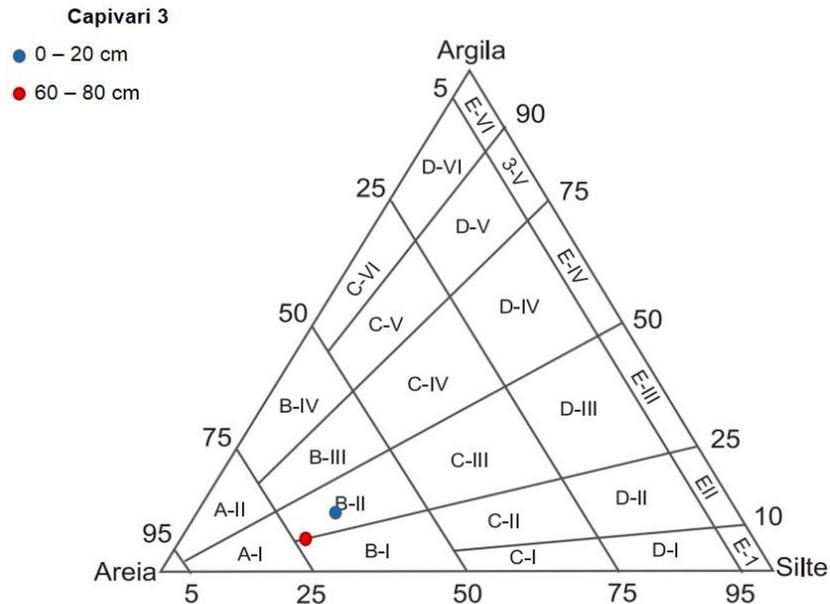


Figura 7.19 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Capivari 3

É possível inferir, a partir dos dados acima apresentados, uma taxa média de 0,27 cm/ano de deposição do material do aluvião recente no ponto Capivari 3. Assim, pode ser pouco atuante a erosão do material superficial de recobrimento nesse local.

7.1.3 – Rio Corumbataí

O rio Corumbataí nasce no município paulista de Analândia e percorre 80 km de norte a sul até desaguar, no município de Piracicaba, no rio com mesmo nome, que por sua vez é o principal afluente do rio Tietê. Sua bacia hidrográfica tem uma área de 1.706 km² e está no contexto da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Capivari, Piracicaba e Jundiáí (UGRHI 5).

A bacia hidrográfica do Corumbataí, localizado na porção centro-leste do estado de SP, insere-se completamente na Depressão Periférica Paulista e em seu limite ocidental demarca a divisão entre tal província geomorfológica e o Planalto Ocidental Paulista.

São 5 os perfis selecionados para análise na área de drenagem do rio Corumbataí. No perfil denominado Corumbataí 3 datou-se por meio de LOE e analisou-se dois níveis sequenciais de baixos terraços. No afluente córrego Batalha foi realizada análise em borda de baixo terraço fluvial (Figura 7.20).

Pontos:

- **Corumbataí 1**

Latitude: 22°12'15.70" S

Longitude: 47°38'17.26" W

Elevação: 580 m

- **Corumbataí 2**

Latitude: 22°15'14.22" S

Longitude: 47°35'48.89" W

Elevação: 578 m

- **Corumbataí 3 – nível I**

Latitude: 22°21'23.95" S

Longitude: 47°34'18.21" W

Elevação: 554 m

- **Corumbataí 3 – nível II**

Latitude: 22°21'19.44" S

Longitude: 47°34'21.83" W

Elevação: 552 m

- **Corumbataí 4**

Latitude: 22°23'52.21" S

Longitude: 47°35'58.85" W

Elevação: 539 m

- **Batalha 1**

Latitude: 22°20'53.79" S

Longitude: 47°35'36.63" W

Elevação: 550 m

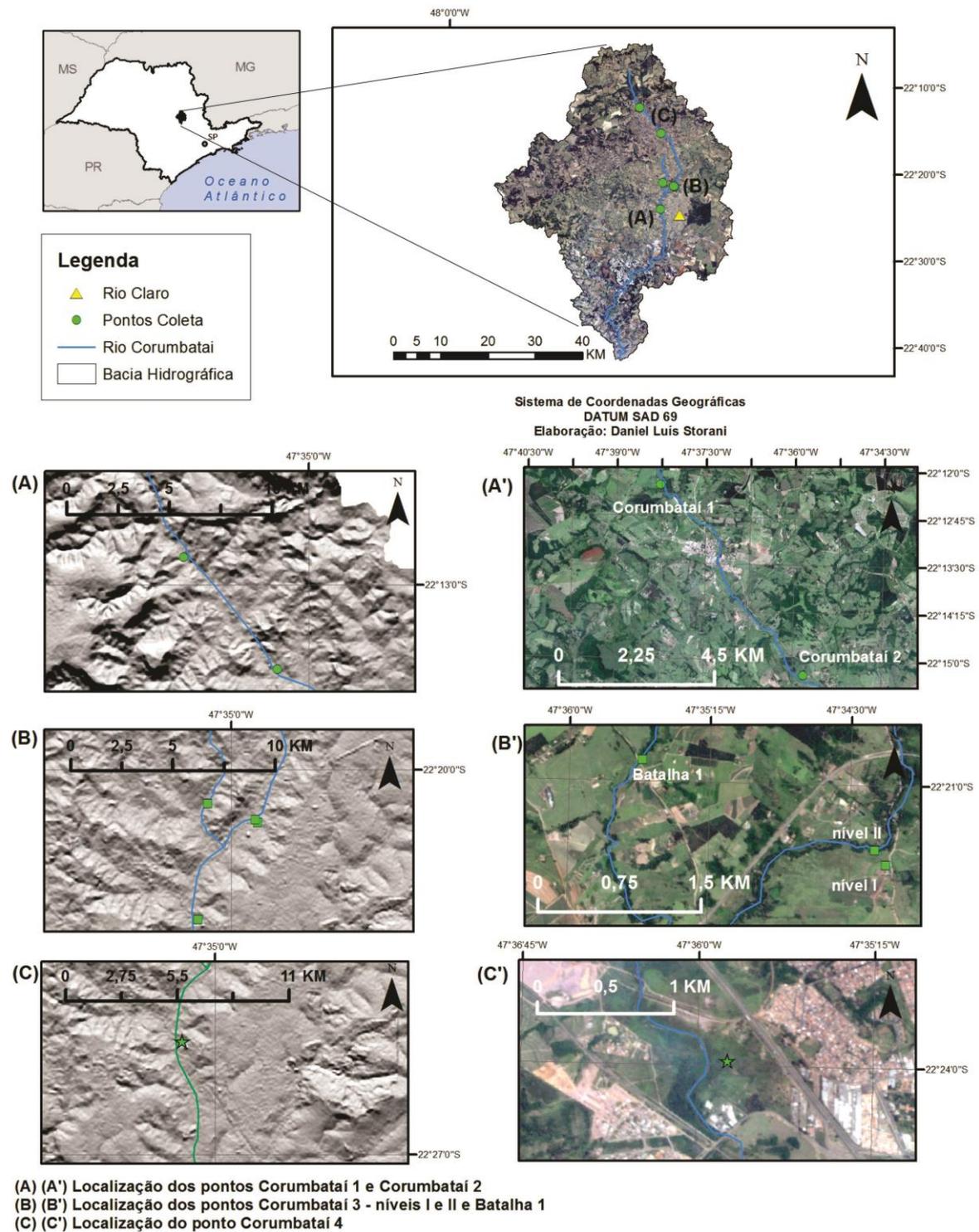


Figura 7.20 – Localização dos pontos Corumbataí 1, 2, 3, 4 e Batalha 1

Na classificação do relevo paulista proposta por Ross e Moroz (1997), às áreas Dc14 são atribuídas as colinas com topos amplos, na Depressão do Médio Tietê. É nessa porção que se encontra o curso do rio Corumbataí e os níveis fluviais

analisados, com exceção do ponto Corumbataí 1. As declividades ficam entre 10 e 20%.

Somente o alto curso do rio percorre a porção ocidental da bacia, na transição para o Planalto Residual de São Carlos, onde há colinas com topos aplainados e declividades podendo superar os 30%, embasadas por litologias de depósitos arenosos-argilosos.

No limite mais ao norte do município de Corumbataí encontra-se o primeiro baixo terraço fluvial proposto. O ponto Corumbataí 1 distancia-se 75 metros do canal fluvial principal e está em extensa planície aplainada (Figuras 7.21 e 7.22).

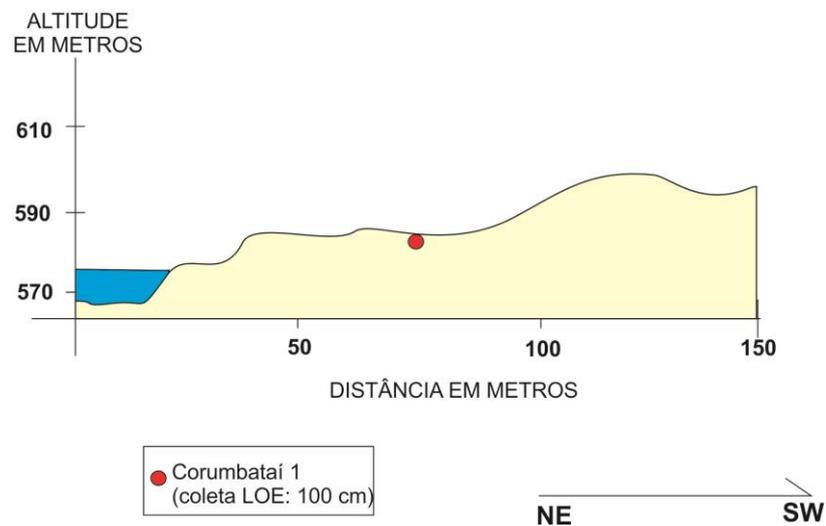


Figura 7.21 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Corumbataí 1



Figura 7.22 – Coleta de material em baixo terraço – ponto Corumbataí 1

No local acima descrito a datação por LOE atribuiu a material superficial coletado a 1 m de profundidade uma idade de 1.590 ± 380 anos (Tabela 7.25).

Tabela 7.25 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Corumbataí 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
100	1.760 ± 340	2,8	1.590 ± 380
		Desvio padrão – 0,9	

O predomínio de material arenoso em todo o nível de escavação para abertura de trincheira confirmou-se em análise laboratorial (Tabela 7.26). Na ocasião da coleta observou-se diferenças claras na coloração e na textura do material de acordo com a profundidade atingida pelo trado e demais equipamentos. Confirma-se, assim, a origem fluvial da forma observada.

Tabela 7.26 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Corumbataí 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	1,1	47,7	39,6	88,4	5,2	6,4
80-100	0,3	0,3	1,1	53	38,8	93,5	3	3,5

Os índices de intemperismo aferidos a partir da análise química proposta no trabalho apontam para média saturação por bases (V%) e uma decrescente capacidade de troca catiônica da argila (CTC) de acordo com a profundidade (Tabelas 7.27 e 7.28). Tais fatores demonstram a maior idade do material mais profundo, tendo sido mais recentemente depositado o material entre 0 a 20 cm.

Tabela 7.27 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Corumbataí 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 – 20	7	4,5	5,3	0,4	6,8	0,06	1,5	1,1	0,7	0,2	1,3	3,4	55,4
80 – 100	7,4	4,8	5,8	0,4	4,5	0,05	1	1	0,6	0,1	0,9	2,7	62,3

Tabela 7.28 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Corumbataí 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 – 20	230,8	28,4	1,5	2,2	0,1	6,2	10
80 – 100	161,3	9,4	1,1	2,9	0,1	6,8	11

A cobertura superficial presente no ponto Corumbataí 1 submetida a análise granulométrica e posterior distribuição no diagrama de Flemming para compreensão das condições hidrodinâmicas de deposição do material fluvial mostra resultado que a classifica como *areia levemente siltosa* em ambas as profundidades (Figura 7.23). Supõe-se energia de moderada a forte para a capacidade de transporte do fluxo de água pretérito.

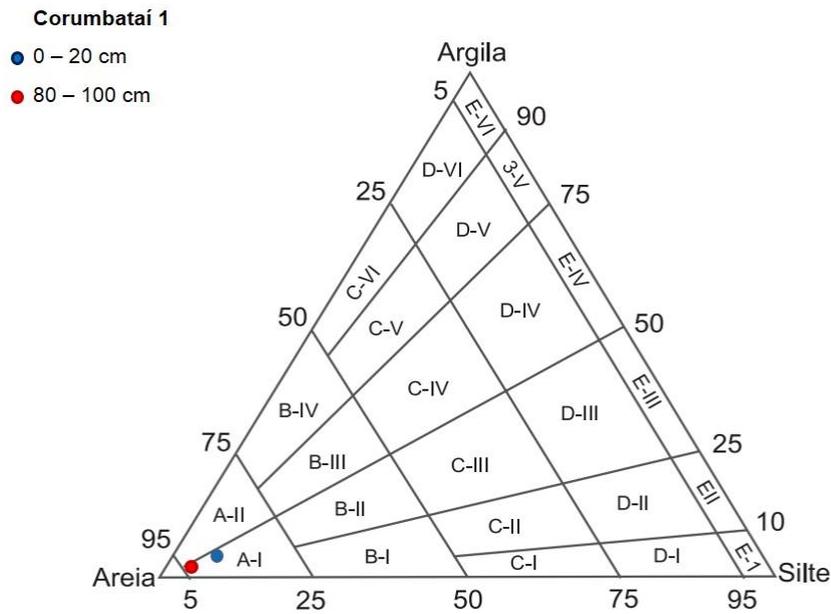


Figura 7.23 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Corumbataí 1

No ponto denominado Corumbataí 2 o perfil de baixo terraço de origem fluvial teve coleta realizada a aproximadamente 140 metros de distância do rio, a uma elevação de quase 580 metros, no contexto da Depressão do Médio Tietê, já em área com colinas com topos amplos - Dc14 (ROSS e MOROZ, 1997) (Figuras 7.24 e 7.25).

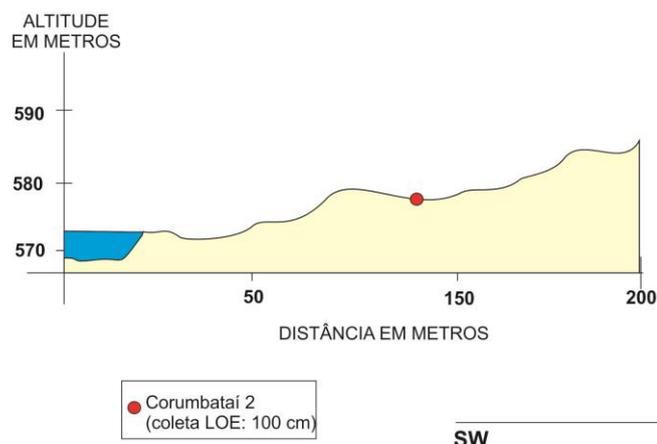


Figura 7.24 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Corumbataí 2



Figura 7.25 – Planície fluvial – ponto Corumbataí 2

O resultado obtido aponta uma idade de 1.700 ± 350 anos para material sedimentado atualmente a 1 metro de profundidade (Tabela 7.29).

Tabela 7.29 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Corumbataí 2

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
100	1.710 ± 260	2,9	1.700 ± 350
		Desvio padrão – 1,3	

Assim como ficou evidente no momento da coleta, e na mesma tendência do ponto à montante no mesmo rio, há predomínio da fração areia, principalmente de granulometria fina (Tabela 7.30).

Tabela 7.30 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Corumbataí 2

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0,1	3,3	50,1	38,3	91,8	5,1	3,1
80-100	0,1	0	2	52,9	34,1	89,1	4,3	6,6

A análise química realizada no material de recobrimento coletado demonstra índices muito próximos entre as profundidades distintas, não sendo possível observar, no entanto, maior saturação por bases (V%) no nível provavelmente mais antigo (mais profundo). Já o nível de CTC diminui com a profundidade, gerando relações cruzadas. A maior presença de bases no perfil em níveis mais profundos pode se explicar por fatores alheios ao intemperismo (Tabelas 7.31 e 7.32).

Tabela 7.31 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Corumbataí 2

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O %	Resina P ppm	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V %
	pH					mEq / 100 ml TFSA							
0 – 20	7	4,4	5,1	0,6	9,5	0,06	1,5	1,3	0,8	0,2	1,3	3,7	59,0
80 – 100	7,2	4,7	5,5	0,8	8,9	0,06	1,2	1,5	0,6	0,1	1,1	3,4	64,3

Tabela 7.32 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Corumbataí 2

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 – 20	255,7	23	1,4	3,1	0,1	7,2	20
80 – 100	222,6	21,4	1,4	2,8	0,1	4	10

A aplicação do diagrama de Flemming (2000) para os dados granulométricos coletados em tal baixo terraço mostram a porção superficial classificada na classe textural *areia levemente argilosa*. Já a profundidade entre 60 e 80 cm se enquadra como *areia levemente siltosa*. Essa não é uma diferença significativa entre a energia hidrodinâmica dos distintos níveis. Em comparação com o ponto anteriormente analisado, apresenta conformidade de ambiente/deposição (Figura 7.26).

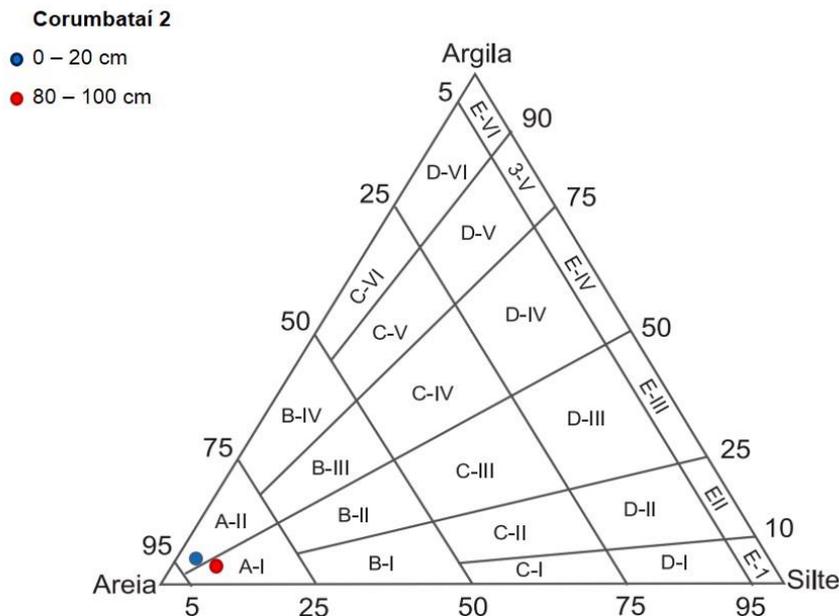


Figura 7.26 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Corumbataí 2

Supondo uma sedimentação contínua e sem interferências, é possível calcular uma taxa de deposição mínima de 0,058 cm/ano no local denominado ponto Corumbataí 2.

O perfil Corumbataí 3 apresenta-se com dois distintos níveis de baixo terraço fluvial. O nível mais baixo, mais próximo do canal do rio, serviu como análise de aluvião no contexto da bacia hidrográfica do rio Corumbataí, e a coleta aconteceu em material claramente arenoso, a 2 metros acima da margem fluvial. A coleta em nível I, mais alto, deu-se a aproximadamente 150 metros de distância da coleta anteriormente citada, a uma elevação de 560 metros (Figura 7.27 e 7.28).

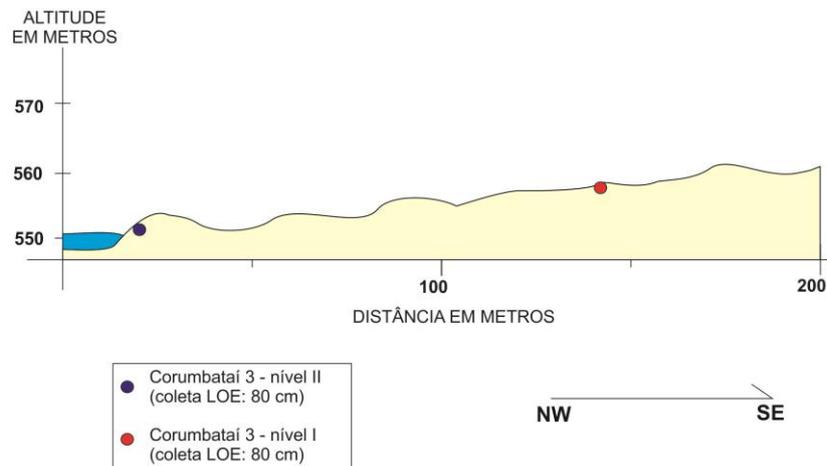


Figura 7.27 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Corumbataí 3



Figura 7.28 – Detalhe de coleta de material de terraço fluvial – ponto Corumbataí 3 – nível II

As idades dos níveis correspondentes ao ponto Corumbataí 3 apontam uma sequência de deposição (Tabelas 7.33 e 7.34).

Tabela 7.33 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto Corumbataí 3

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	1.455 ± 165	2,3	1.580 ± 260
		Desvio padrão – 0,5	

Tabela 7.34 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto Corumbataí 3

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	1.430 ± 160	1,0	700 ± 110
		Desvio padrão – -	

Como cita descrição de coleta em campo, tanto o aluvião recente quanto o nível mais elevado de baixo terraço apresentam características arenosas. A análise granulométrica aponta predomínio da fração areia fina em todas as profundidades. A areia total é relativamente menor no contexto superficial do nível I (Tabelas 7.35 e 7.36).

Tabela 7.35 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Corumbataí 3

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	4,6	50,9	22,4	77,9	13,6	8,5
60-80	0	0	5,1	63,8	22	90,9	6,3	2,8

Tabela 7.36 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Corumbataí 3

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0,7	9,3	57,5	25,6	93,1	3,8	3,1
60-80	0	0	0	47,7	43,7	91,4	3,9	4,7

Assim como há relativa diferença na granulometria da parte superficial do nível I do ponto Corumbataí 3, também há uma pequena diminuição na saturação por bases (V%) desse local. A capacidade de troca catiônica da argila (CTC), no entanto, não se altera significativamente nesse subgrupo analisado, inclusive apresentando índices semelhantes aos observados no ponto Corumbataí 2 (Tabelas 7.37, 7.38, 7.39 e 7.40).

Tabela 7.37 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto Corumbataí 3

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 – 20	6,7	4,2	4,9	0,6	6,6	0,05	2	1	0,5	1,2	0,8	3,6	43,7
60-80	7,1	4,5	5,5	0,4	5,9	0,06	1,3	1,5	0,6	0,3	1,0	3,5	62,4

Tabela 7.38 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto Corumbataí 3

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 – 20	7,3	5	5,5	0,5	5,5	0,09	1,1	1,1	0,9	0,1	1,0	3,2	65,5
60-80	7,2	4,7	5,7	0,6	6,4	0,07	1,2	0,9	0,5	0,1	1,1	2,7	55,1

Tabela 7.39 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto Corumbataí 3

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 – 20	35,3	5,1	0,9	1,4	0,1	8,4	13
60-80	224,4	8,4	1	2,3	0,1	5,6	12

Tabela 7.40 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível do ponto Corumbataí 3

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
0 – 20	178,5	65,5	1	2,8	0,1	4,5	16
60-80	203	32,2	1,2	2,4	0,1	4,8	13

A energia hidrodinâmica de deposição proposta por análise da plotagem no diagrama de Flemming dos dados granulométricos disponíveis demonstram a porção superficial do nível mais antigo com maior diferenciação aos demais pontos do universo considerado nesse ponto. O material de ambas as profundidades do nível II fica na transição entre *areia levemente argilosa* para *areia levemente siltosa*, enquanto que as profundidades do nível I tem material classificado claramente como *areia levemente argilosa* (Figura 7.29).

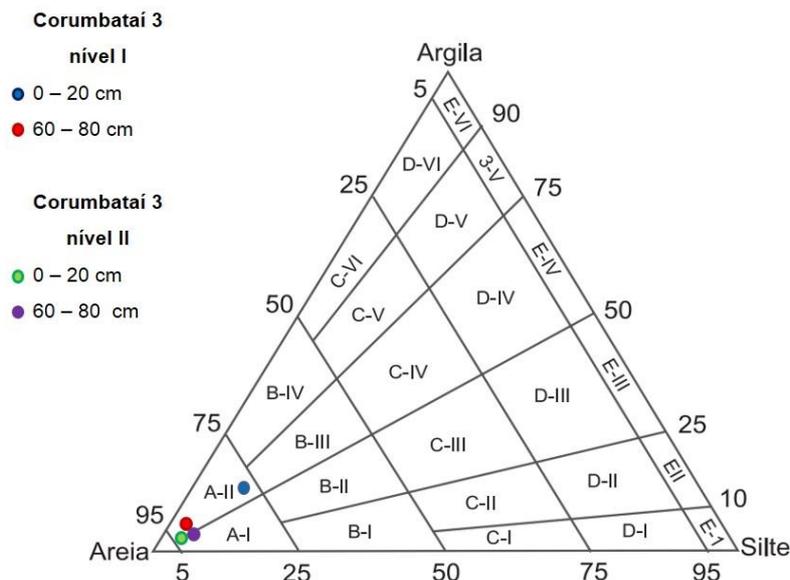


Figura 7.29 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Corumbataí 3

O ponto Corumbataí 4 é o mais próximo da área urbana do município de Rio Claro, o maior dentro da área da bacia analisada, e tal ponto encontra-se no médio curso do rio. Está no mesmo domínio geomorfológico do ponto à montante acima descrito (Figura 7.30).

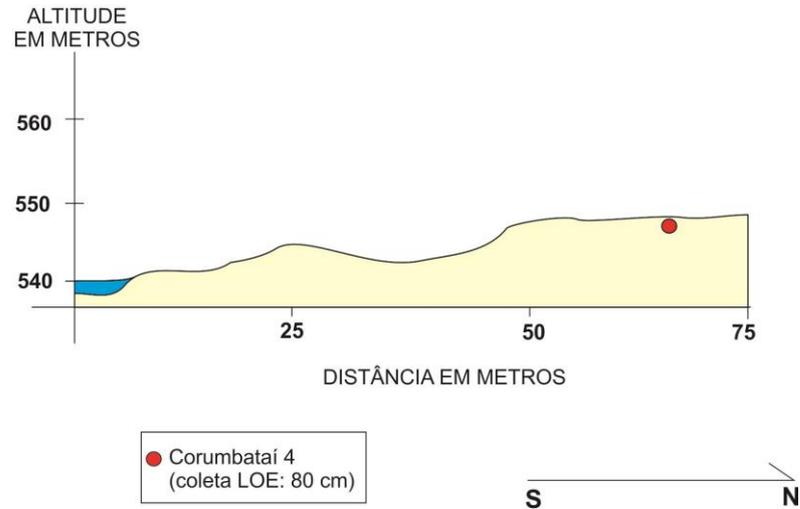


Figura 7.30 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Corumbataí 4

A coleta de material de recobrimento de baixo terraço fluvial aconteceu em planície que se estende por quase 300 metros, sendo o ponto de coleta atribuído a uma distância de 70 metros do rio Corumbataí, 7 metros acima da cota de seu leito.

Obteve-se idade de 1.170 ± 190 anos para uma coleta realizada a 80 cm de profundidade, em material com recobrimento de gramíneas e sem interferência biológica aparente (Tabela 7.41).

Tabela 7.41 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Corumbataí 4

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	1.280 ± 150	1,5	1.170 ± 190
		Desvio padrão – 0,3	

A análise granulométrica do material em níveis superficial e de 80 cm de profundidade mostra a superfície mais argilosa do que o nível mais profundo. Ambos os níveis, no entanto, apresentam a fração areia fina como a mais presente na constituição do índice de areia (Tabela 7.42).

Tabela 7.42 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Corumbataí 4

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	1	9,2	38,4	13,5	62,1	24,4	13,5
80-100	0	0	6,6	61,5	24,6	92,7	5,3	2

É alto o índice de saturação por bases no nível de superfície. O V% decai, no entanto, com o aprofundamento do perfil (Tabelas 7.43 e 7.44). O mesmo acontece com a capacidade de troca de cátions da argila, comprovando uma característica de maior intemperismo sofrido pelo material mais enterrado. Além disso, pode-se supor que uma datação absoluta de material entre 0 e 20 cm de profundidade encontraria idades bem mais recentes.

Tabela 7.43 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Corumbataí 4

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA						%	
0 – 20	6,6	4,5	5,1	0,8	9,5	0,18	2,2	3,6	1,4	0,2	2,0	7,4	70,2
80 – 100	7,2	4,5	5,3	0,8	5,8	0,1	1,2	0,8	0,3	0,3	0,9	2,4	50,0

Tabela 7.44 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Corumbataí 4

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 – 20	251,4	58,1	2,1	4,9	0,1	6,1	16
80 – 100	143,4	13,6	1,6	2,7	0,1	6	13

A inferência de deposição dos materiais superficiais coletados pressupõe diferença ambiental de deposição entre aquele de superfície do de profundidade de 80 cm (Figura 7.31). A maior presença de argila coloca o nível entre 0 a 20 cm na classificação de *areia argilosa* segundo Flemming (2000). Já o nível mais profundo está na classe textural de *areia levemente argilosa*.

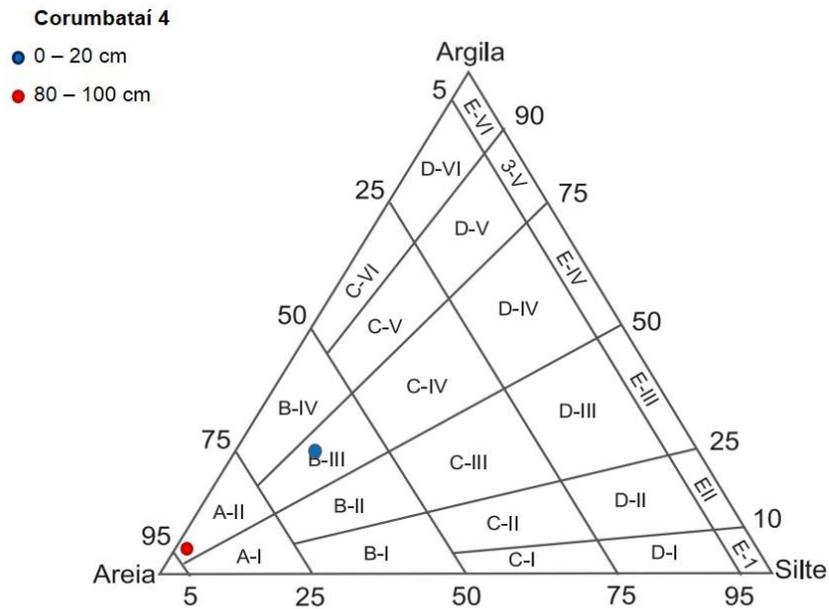


Figura 7.31 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Corumbataí 4

A deposição calculada com base na datação absoluta e a profundidade encontrada no ponto Corumbataí 4 teria uma taxa de, no mínimo, 0,068 cm/ano, supondo condições estáveis de energia e de processos geomorfológicos.

O córrego Batalha está localizado no município de Rio Claro e é afluente do médio curso do rio Corumbataí, em sua margem direita. Foi realizada coleta em borda de baixo terraço, 1 metro acima do leito do córrego, em material arenoso. Em tal ponto, na maior profundidade do perfil há solo muito influenciado pela água (Figuras 7.32 e 7.33).

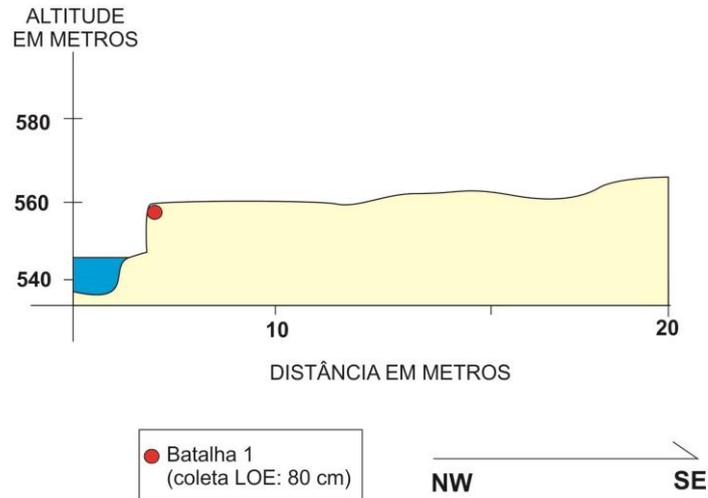


Figura 7.32 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Batalha 1



Figura 7.33 – Coleta de material – ponto Batalha 1

Obteve-se, por meio da datação absoluta por LOE, uma idade de 1.350 ± 225 anos. Tal resultado, considerando as margens de erro, tem proximidade com os resultados obtidos em níveis de baixos terraços dos outros pontos do rio Corumbataí, e demonstraria processos simultâneos de deposição de material fluvial (Tabela 7.45).

Tabela 7.45 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Batalha 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	2.660 ± 310	3,6	1.350 ± 225
		Desvio padrão – 0,4	

A análise granulométrica demonstra, nesse perfil, equilíbrio entre as frações argila e silte, com predominância de areia. Não foi possível coletar material superficial no ponto Batalha 1, mas havia homogeneidade de aspectos de coloração e textura em todo o pacote, com exceção das porções mais próximas da água (Tabela 7.46).

Tabela 7.46 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Batalha 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
80-100	0	0	3,3	24,9	24,4	52,6	23,2	24,2

Os resultados de análise química demonstra alta saturação de bases (V%) e capacidade de troca catiônica da argila, condições que devem se relacionar com o contexto do material, relativamente alta presença de argila e à relativa média idade de deposição (Tabelas 7.47 e 7.48).

Tabela 7.47 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Batalha 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA						%	
80 – 100	7,2	5	5,8	0,5	9,6	0,12	1,2	5,2	1,2	0,1	1,1	7,7	84,5

Tabela 7.48 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Batalha 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
80 – 100	80	44,1	1,5	2,6	0,1	8	17

Como somente houve coleta de material para análise na altura do perfil em que se realizou datação por meio de LOE, o diagrama de Flemming aplicado ao ponto Batalha 1 traz informação sobre este contexto (Figura 7.34). A classe textural atribuída é de *areia siltosa*, por ter, na amostra, quase 25% da fração silte. Se tal condição for relacionada à condição hidrodinâmica de deposição, é possível supor uma energia média do fluxo de água no momento de deposição.

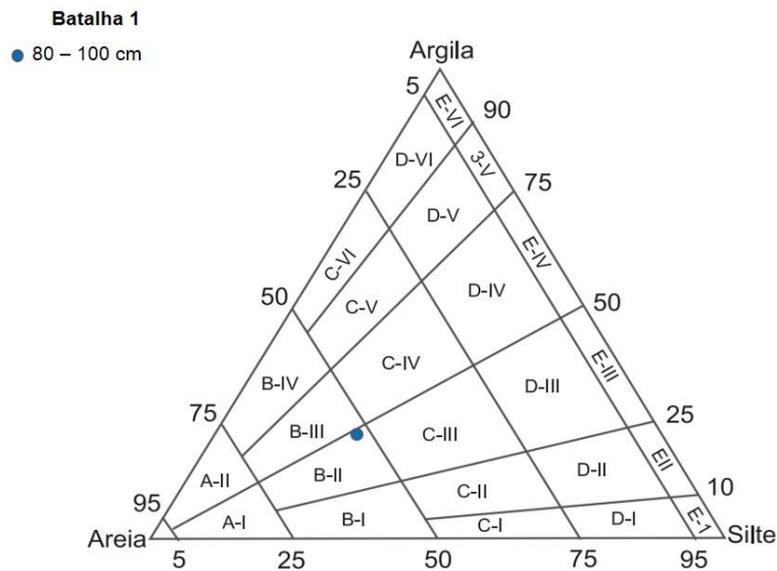


Figura 7.34 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Batalha 1

7.1.4 – Rio Itapetininga

O Rio Itapetininga forma-se a partir da junção dos rios Turvo e Pinhal, na divisa dos municípios de Sarapuí e Pilar do Sul, na porção sudeste do estado de São Paulo. Ele percorre 135 quilômetros e desagua no rio Paranapanema, na divisa entre Campina do Monte Alegre e Buri. Sua bacia hidrográfica tem uma área total de 2.608 km² e estende-se no sentido sudeste – noroeste. No contexto das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos de SP, a bacia do Itapetininga insere-se na UGRHI 14, do Alto Paranapanema. Tal UGRHI tem uma área total de drenagem de 22.550 km² e, além do Rio Paranapanema, também estão em sua área os rios Apiaí-

Guaçu, Taquari, Rio Itapetininga, Verde, Itararé e Ribeirão das Almas. Na área as planícies fluviais mais significativas estão ao longo dos rios Itapetininga, Paranapitanga, Guareí, e Taquari.

No Rio Itapetininga foi selecionado um ponto para análise (Figura 7.36), no médio curso, na região central da área do município de Itapetininga. De acordo com mapeamento de Ross e Moroz (1997), situa-se na Depressão Paranapanema, em região de colinas com topos convexos e tabulares em contato com formações aluviais, com declividades dominantes entre 10 e 20%. Em tal classificação, o nível de dissecação potencial é baixa, com vales pouco entalhados, baixa densidade de drenagem.

Ponto:

- **Itapetininga 1**

Latitude: 23°38'41.27" S

Longitude: 48°05'31.27" W

Elevação: 616 m

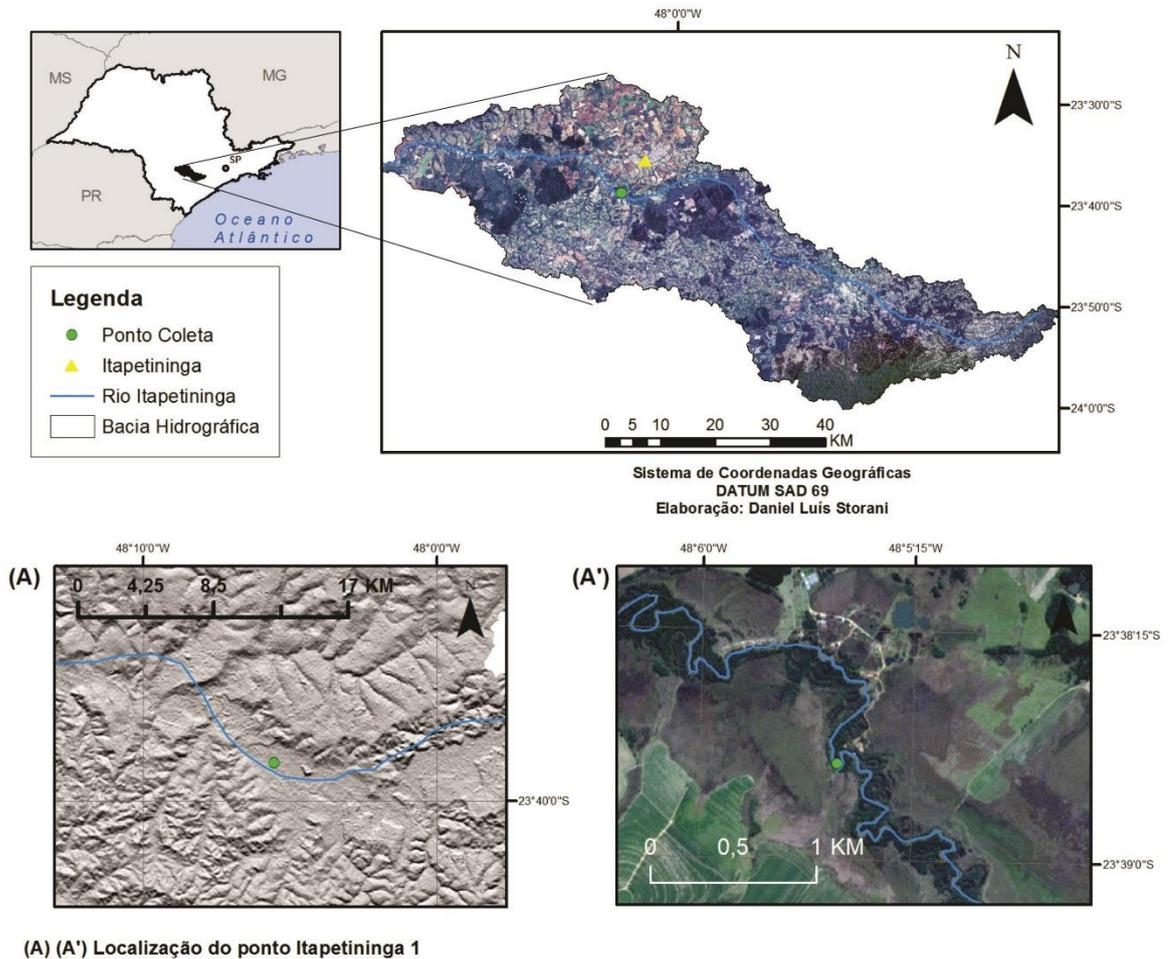


Figura 7.36 – Localização do ponto Itapetininga 1

Para coleta de material para datação por LOE e demais análises propostas, escolheu-se borda de terraço a 3 metros do curso principal do rio. Acessou-se o local após atravessar-se mata ciliar preservada em área em que se observa planície aluvial extensa ocupada por casas e ranchos. Segundo relatos de moradores de regiões próximas, em períodos de cheias excepcionais, toda a planície é ocupada por água. Tal fenômeno, ainda de acordo com os mesmos relatos, não era observado há mais de cinco anos (Figura 7.37).

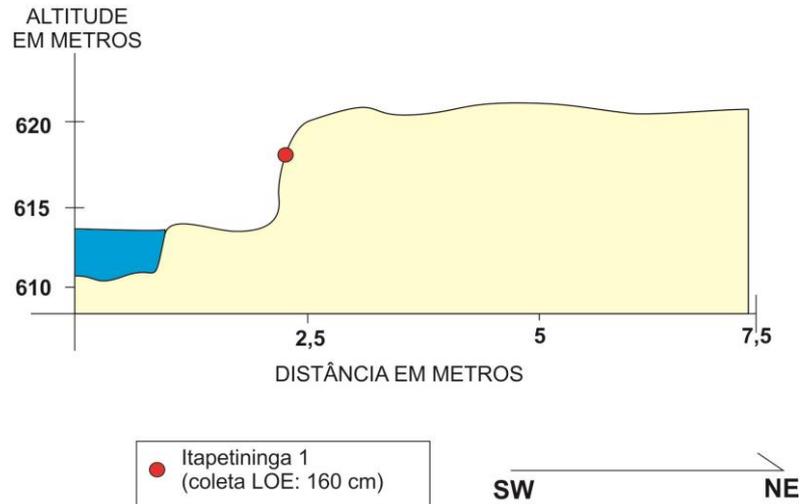


Figura 7.37 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Itapetininga 1

O material do perfil estudado em campo era predominantemente arenoso, com características de depósito fluvial e sem alterações pedológicas aparentes. A vegetação no topo compunha-se pelo predomínio de gramíneas, com raízes curtas e alguns arbustos com raízes mais aprofundadas. Observou-se variação na coloração do material arenoso, mais ou menos avermelhado em alturas distintas, mas sem delimitação clara de camadas (Figura 7.38).



Figura 7.38 – Condições de coleta no ponto Itapetininga 1

Realizou-se coleta de material de recobrimento de terraço fluvial a uma profundidade de 1,6 metro, para datação por meio de LOE e análises granulométrica e química. A coleta de material para datação absoluta deu-se a essa profundidade para que se evitasse o contato com raízes e interferências nas análises, evitando-se também coleta próxima a formigueiros e demais presença de insetos que movimentam o material.

Os resultados da datação absoluta por LOE do material fluvial coletado no ponto Itapetininga 1 apontam uma idade de 150 ± 25 anos, que pode ser considerada muito recente para as deposições fluviais analisadas em demais pontos do mesmo trabalho, tanto em níveis de aluvião quanto de baixos terraços (Tabela 7.49).

Tabela 7.49 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Itapetininga 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
160	2.200 ± 250	0,3	150 ± 25
		Desvio padrão – 0,2	

As análises granulométricas (Tabela 7.50) comprovam o observado em campo, e demonstram que o material é arenoso, com predomínio das frações areia fina e muito fina, tanto no estrato superficial (entre 0 e 20 cm de profundidade) e no nível de coleta (160 cm de profundidade). Também não há variação nos índices das frações silte e argila.

Tabela 7.50 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Itapetininga 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	1,4	42,8	37,7	81,9	4,8	13,3
160	0	0	2,2	38,3	39,1	79,6	6,6	13,8

Tabela 7.51 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Itapetininga 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CT C	V
		pH		%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 – 20	6,6	3,9	4,2	1,2	3,9	0,04	2,2	0,8	0,3	0,3	1,9	3,3	34,1
160	6,5	3,9	4,2	0,5	6,9	0,09	2,5	0,7	0,3	0,4	2,1	3,6	30,4

Tabela 7.52 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Itapetininga 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 – 20	320	31,7	1,6	14,3	0,1	1	19
160	343,2	34,1	2,2	13,6	0,2	5,1	15

Interpreta-se deposição muito recente, a uma taxa de, no mínimo, 1,06 cm/ano de material arenoso. Utilizando-se da análise granulométrica realizada plotada no diagrama de Flemming (2000) para interpretação das condições deposicionais (Figura 7.39), compreende-se uma condição hidrodinâmica de alta energia de transporte do canal fluvial. O material coletado em nível superficial e o material coletado a 160 cm de profundidade, de acordo com o diagrama, correspondem a *areia levemente siltosa*.

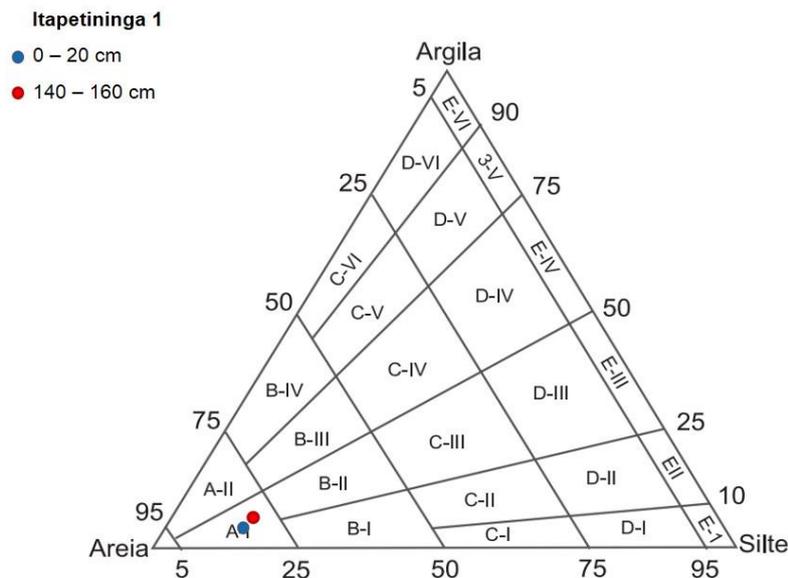


Figura 7.39 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Itapetininga 1

A análise química do material em níveis do ponto Itapetininga 1 (Tabelas 7.51 e 7.52) demonstra relativa baixa saturação por base (V%) e baixa capacidade de troca catiônica da argila (CTC). De acordo com Perez Filho *et al.* (1980), solos mais intemperizados e, portanto, mais antigos, apresentam valores baixos de tais variáveis. Tal relação não é observada em material superficial fluvial do rio Itapetininga, no entanto. A idade obtida pela datação absoluta descarta a possibilidade do perfil analisado ser parte mais antiga da planície fluvial exposta por processos erosivos do próprio canal.

7.1.5 – Rio Mogi Guaçu

O rio Mogi Guaçu nasce no estado de Minas Gerais, no município de Bom Repouso, localizado na Serra da Mantiqueira. Ao adentrar o estado de São Paulo cruza a fronteira da cidade de Socorro e percorre 325 km. Sua foz é no rio Pardo, no limite entre os municípios de Pontal e Pitangueiras.

Em território paulista a bacia do rio Mogi Guaçu tem 15.036 km² e estende-se no sentido sudeste – noroeste. Percorre porções do Planalto Atlântico e na divisa entre Itapira e Mogi Guaçu adentra a Depressão Periférica, mais especificamente na Depressão do Mogi Guaçu. É nesse contexto geomorfológico, nos modelados dominantes Dt12, que encontram-se colinas com topos amplos.

A escolha do perfil analisado no presente trabalho remete a estudos anteriormente realizados por Perez Filho *et al.* (1980) e Storani (2010). Os autores descrevem, no primeiro trabalho, a geomorfologia fluvial de níveis de baixo terraço fluvial no médio curso do rio Mogi Guaçu no contexto da Fazenda Campininha, no município paulista de Mogi Guaçu, realizando uma datação relativa dos solos encontrados em diferentes níveis fluviais. No segundo trabalho, foram selecionados pontos de amostragem relacionados a tais níveis. O perfil topomorfológico A-B-C analisado por Perez Filho *et al.* (1980) compreende um nível de encosta (ou pedimento) entre 574 e 577 metros de altitude, e dois níveis de terraço (que estão, respectivamente, 5 e 4 metros acima do leito atual do rio), além dos aluviões recentes (níveis III e IV) (Figura 7.40).

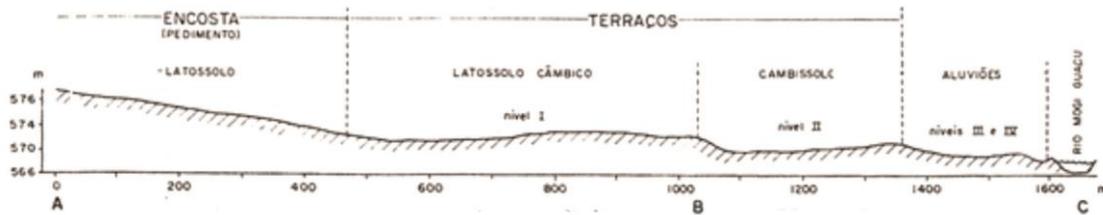


Figura 7.40 - Perfil topomorfológico A-B-C: níveis de baixos terraços e pedimento (Fonte: Perez Filho *et al.* 1980)

Storani (2010) realizou datação absoluta por meio de LOE nos níveis fluviais I e II do perfil e obteve idades sequenciais de 1.950 ± 225 anos para o nível I, ou seja, mais alto e distante do canal fluvial. E 1.150 ± 160 anos para o nível II, um metro abaixo do anterior. Foram analisadas as condições de interpretação dos autores Perez Filho *et al.* (1980) e feita relação direta entre a datação relativa proposta e a datação absoluta atualizada.

Realizou-se, então, datação de material superficial correspondente ao nível III do perfil, classificado como aluvião recente e localizado 2 metros acima da margem do rio Mogi Guaçu. Obteve-se, para o denominado ponto Mogi Guaçu 1, um resultado de 630 ± 75 anos (Figuras 7.41 e 7.42) (Tabela 7.53).

Ponto:

- **Mogi Guaçu 1 – nível III**

Latitude: 22°17'31.7" S

Longitude: 47°09'23.5" W

Elevação: 573 m

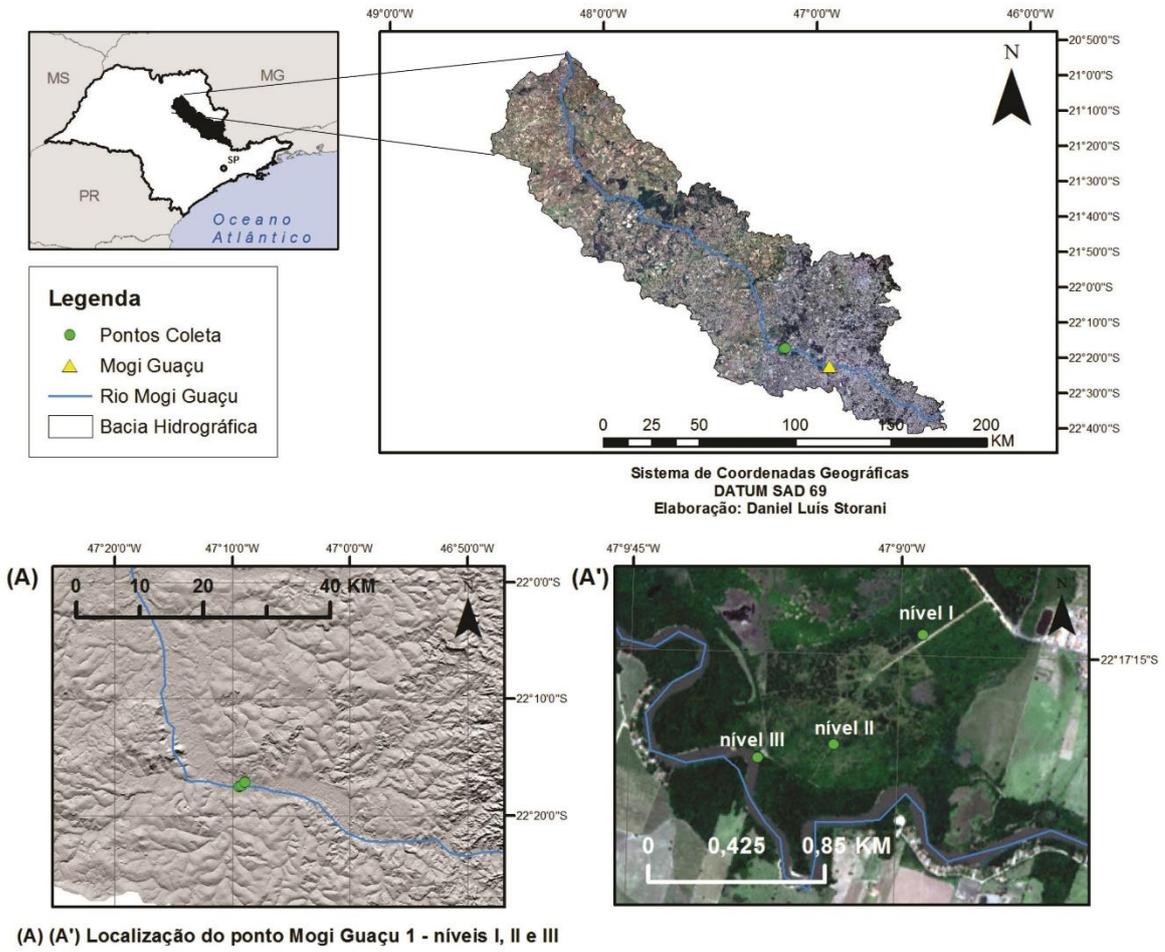


Figura 7.41 – Localização do ponto Mogi Guaçu 1 – níveis I, II e III



Figura 7.42 – Local de coleta de material no ponto Mogi Guaçu 1 – nível III

Tabela 7.53 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível III ponto Mogi Guaçu 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	5.000 ± 360	3,1	630 ± 75
		Desvio padrão – 1,3	

Quanto à análise granulométrica realizada no nível III do perfil, encontra-se em níveis equivalentes a presença de silte e argila, em porção superficial, e em profundidade de coleta (Tabela 7.54). Os sedimentos carregados pelo canal fluvial desde sua nascente e alto curso, em contexto do Planalto Atlântico, relacionado ao Pré-Cambriano, são ali depositados.

Tabela 7.54 – Análise granulométrica do material coletado no nível III ponto Mogi Guaçu 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	1,2	15,4	28,3	44,9	27,6	27,5
60-80	0	0,2	5,5	36,8	29,2	71,7	14,3	14

Os dados obtidos a partir da análise química do material superficial coletado indica níveis baixos de intemperismo. O valor de saturação por bases (V%) para a porção superficial do nível III de aluvião (0 – 20 cm) é muito próximo ao do obtido por Perez Filho *et al.* (1980): 59,5. Os valores de CTC encontrados atualmente, depois da conversão de unidades de peso/medida, são mais altos do que os encontrados pelos autores (Tabelas 7.55 e 7.56).

Tabela 7.55 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível III do ponto Mogi Guaçu 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O %	Resina P ppm	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH					mEq / 100 ml TFSA							%
0 – 20	6,4	4,4	4,8	1	12,6	0,14	2,8	2,9	1	0,1	2,7	6,8	59,1
60-80	6,5	4,3	4,8	0,6	7,7	0,05	2,5	1,7	0,8	0,1	2,4	5,1	50,5

Tabela 7.56 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível III do ponto Mogi Guaçu 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 – 20	444,9	79,7	3,8	22,4	0,26	1	14
80 – 100	420,5	27,8	3	16,1	0,27	1	15

A energia hidrodinâmica do ambiente de deposição do nível III do ponto Mogi Guaçu 1 aponta maior presença de argila na porção do material localizado entre 0 e 20 cm de profundidade: *lama arenosa argilosa*. Em profundidade entre 60 e 80 cm, no entanto, também há relativa presença de argila, dando ao material a classe textural de *areia argilosa*, segundo interpretação do diagrama de Flemming (2000) (Figura 7.43).

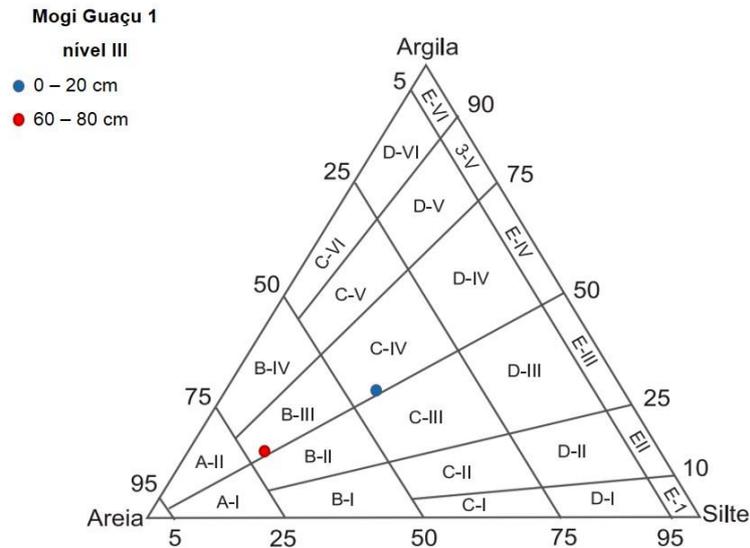


Figura 7.43 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado no nível III do ponto Mogi Guaçu 1

7.1.6 – Rio Piracicaba

Na confluência dos rios Jaguari e Atibaia, no município paulista de Americana, origina-se o rio Piracicaba. Nos municípios de Santa Maria da Serra e Barra Bonita, desagua no rio Tietê. Percorre, no sentido leste – oeste, aproximadamente 120 km na porção centro-norte da Depressão Periférica Paulista, província geomorfológica onde está toda sua extensão.

Sua bacia está compreendida na área da UGRHI 5, dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, sendo o principal canal fluvial. Dos 14.024 km² da unidade de gerenciamento, 11.313 km² pertencem à bacia do Piracicaba.

No contexto do rio Piracicaba foram realizadas análises em dois distintos níveis de um mesmo baixo terraço fluvial. Eles caracterizam-se como níveis I, mais distante do canal fluvial, e nível II, mais próximo. Ambos compõe o denominado ponto Piracicaba 1 de análise. Localiza-se na divisa do município de Piracicaba com São Pedro, com o rio delimitando o limite político (Figura 7.44).

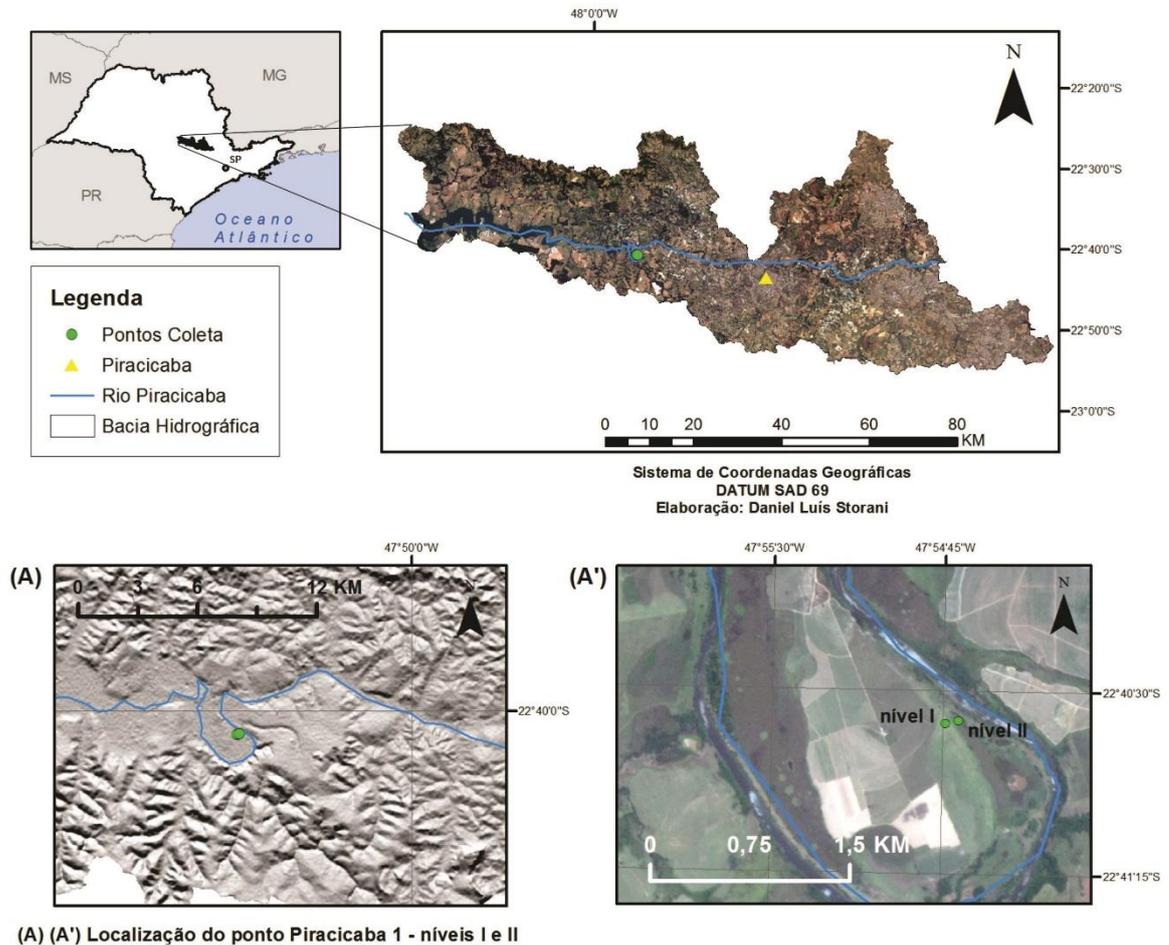


Figura 7.44 – Localização do ponto Piracicaba 1 – níveis I e II

Ponto:

- **Piracicaba 1 – nível I**

Latitude: 22°40'34.35" S

Longitude: 47°54'39.78" W

Elevação: 455 m

- **Piracicaba 1 – nível II**

Latitude: 22°40'33.92" S

Longitude: 47°54'36.76" W

Elevação: 453 m

Segundo mapeamento geomorfológico de Ross e Moroz (1997), maior parte da área da bacia do rio Piracicaba, incluindo o ponto estudado, estão na Depressão do Médio Tietê. Especificamente na área de análise encontram-se os modelados dominantes Dc 33 e Dc12, correspondentes a colinas com topos amplos, em contato com Apf, ou seja, deposições fluviais. A litologia predominante é de arenitos e basaltos. As declividades em toda a área não passam de 10 a 20%.

A coleta de material para datação absoluta, análises granulométricas e químicas ocorreu em baixo terraço fluvial amplo e com visão aberta do canal principal. Observou-se a presença de vegetação de mata ciliar em pontos que se mesclavam com área destinada à pastagem. Com uso de GPS e observação da paisagem, ficou clara a diferença entre os distintos níveis delimitados, com uma diferença de 1 a 2 metros entre os mesmos.

Foram abertas trincheiras em material superficial arenoso para realização de ambas as coletas a uma profundidade de 70 cm com características de possível deposição fluvial. Em ambas as coletas diferenciava-se a coloração dos níveis mais próximos à superfície, mais escuros, devido à presença de matéria orgânica. Na abertura de trincheiras atentou-se para a ausência de raízes maiores e material carregado por distintas atividades biológicas (Figuras 7.45 e 7.46).

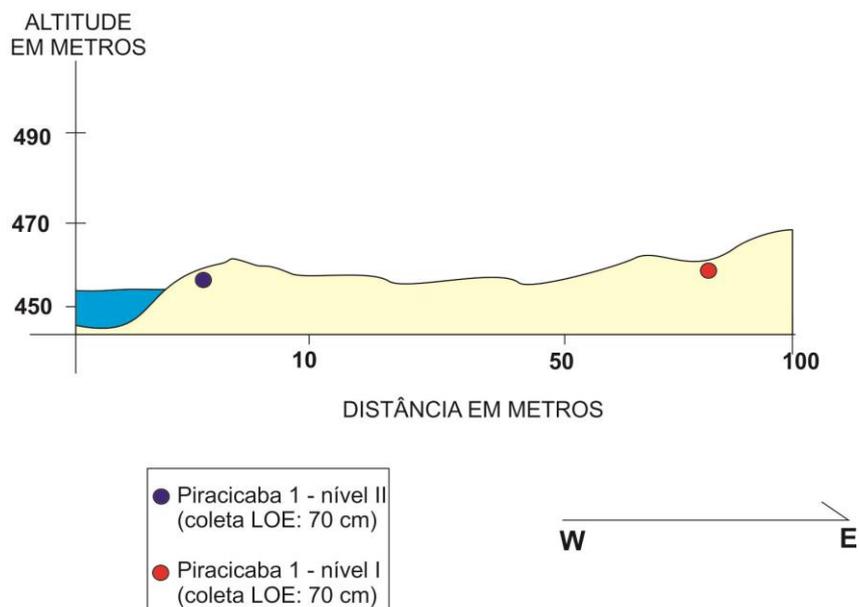


Figura 7.45 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Piracicaba 1



Figura 7.46 – Coleta de material superficial no nível II – ponto Piracicaba 1

Em outros níveis de terraços fluviais, onde não ocorreu coleta de material, e portanto mais distante do canal, observou-se estrutura pedológica incipiente, além de intensa interferência por pisoteamento bovino.

No nível I, a uma distância de aproximadamente 80 metros do canal fluvial, e a uma altura de 4 metros acima do mesmo, a datação absoluta por meio do LOE identificou idade de 995 ± 140 anos (Tabela 7.57).

Tabela 7.57 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto Piracicaba 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
70	1.810 ± 165	1,8	995 ± 140
		Desvio padrão – 0,7	

A datação do nível II, a 6 metros de distância e 2 metros acima do canal do rio Piracicaba, revelou idade de 710 ± 90 anos, sendo, portanto, material de origem fluvial mais novo do que aquele encontrado no nível acima (Tabela 7.58).

Tabela 7.58 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto Piracicaba 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
70	1.550 ± 120	1,1	710 ± 90
		Desvio padrão – 0,4	

A realização de análise granulométrica em diferentes profundidades nos distintos níveis de análise mostram a presença de material majoritariamente arenoso (Tabela 7.59 e Tabela 7.60). Na profundidade entre 60 e 80 cm, do nível mais próximo ao canal, acentua-se a presença de argila. A origem do material carregado pelo rio Piracicaba pode explicar tal diferença.

Tabela 7.59 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Piracicaba 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	7,8	64,2	23,5	95,5	2,2	2,3
60-80	0	0	2,1	55,2	37,4	94,7	2,3	3

Tabela 7.60 – Análise granulométrica do material coletado no nível II do ponto Piracicaba 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0,2	8,5	70,4	18,6	97,7	1,6	0,7
60-80	0,6	2,9	22	27,4	14,7	67,6	26,6	5,8

Tabela 7.61 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto Piracicaba 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 – 20	6,8	4,8	5,3	0,9	6,4	0,11	1,8	4	1,3	0,1	1,7	7,2	75,0
60 – 80	7	4,9	5,5	0,1	6,8	0,06	1,5	1,3	0,4	0,1	1,4	3,3	54,0

Tabela 7.62 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto do Piracicaba 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 – 20	6,8	5	5,3	0,7	16,4	0,09	1,8	5,8	1	0,1	1,7	8,7	79,3
60 – 80	6,6	4,7	4,9	1,4	32,4	0,11	2,2	7,8	2,3	0,1	2,1	12,4	82,3

Tabela 7.63 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível I do ponto Piracicaba 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 – 20	392	54,6	2,4	9,5	0,15	1	9
60 – 80	248	11,4	0,3	2	0,14	1,1	4

Tabela 7.64 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível II do ponto Piracicaba 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 – 20	420	194,4	8,6	24,7	0,12	4	30
60 – 80	400	220,8	15,3	41,1	0,12	11,1	10

O intemperismo dos materiais coletados pode ser interpretado de acordo com a saturação por bases (V%) e capacidade de troca catiônica da argila (CTC), que apresentam valores menores nas duas profundidades analisadas no nível I, mais antigo de acordo com a datação absoluta e mais distante do rio. Material mais antigo que demonstra estar mais intemperizados, que no decorrer de aproximadamente 200 anos já mostra evidências de diferenciação (Tabelas 7.61, 7.61, 7.63 e 7.64).

Os dados granulométricos, das distintas profundidades e de ambos os níveis analisados, quando plotados no diagrama de classificação textural de Flemming (2000) permitem inferir classificação de *areia levemente siltosa* em todos os pontos, exceto na maior profundidade no nível II, onde se classifica uma *areia muito argilosa*. Tal ocorrência pode ser explicada por alteração momentânea da energia hidrodinâmica do canal ou por aumento significativo de materiais de origem argilosa nas áreas fonte do material carregado pelo rio (Figura 7.47).

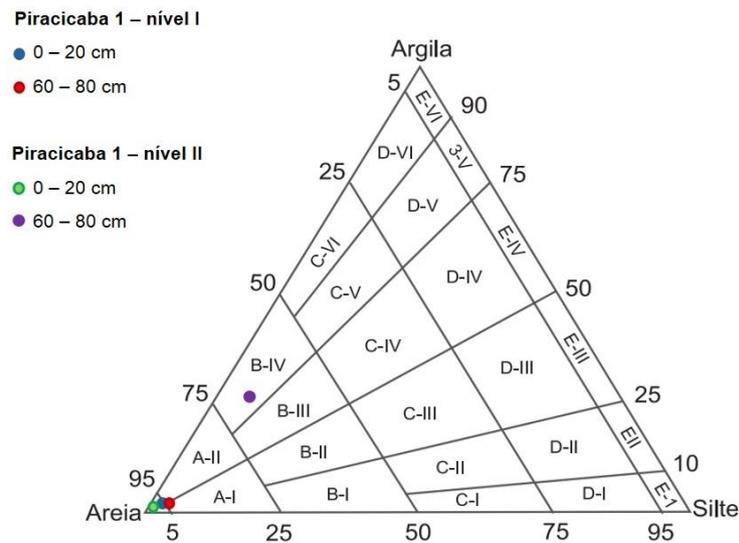


Figura 7.47 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Piracicaba 1

De forma geral, houve correspondência entre os aspectos observados em campo e resultados obtidos nas análises laboratoriais. Evidenciou-se a diferenciação de níveis de baixos terraços fluviais, inclusive com distintas idades e níveis de intemperismo, de forma sequencial em ambas as formas de análise (direta, por LOE e relativa).

7.2 – Planalto Ocidental Paulista

7.2.1 – Rio Jacaré Guaçu

O rio Jacaré Guaçu nasce na divisa entre os municípios paulistas de São Carlos e Itirapina, no limite entre o Planalto Residual de São Carlos e o Planalto Centro Ocidental. Seu curso percorre quase que exclusivamente nesta unidade morfoescultural, por 145 km de extensão, até desaguar no rio Tietê, em Ibitinga.

Sua bacia hidrográfica tem uma expressão areal de 3.656 km², fazendo parte da UGRHI 13 (Tietê/Jacaré). Também fazem parte de tal unidade de gerenciamento hídrico as bacias dos rios Jacaré-Pepira, Jaú, Bauru e Lençóis.

No Planalto Centro Ocidental predomina relevo de colinas amplas e baixas, além de formas aluviais relacionadas a deposições dos rios da região. As declividades têm índices entre 10 e 20%, e a litologia é composta por arenitos, lentes de siltitos e argilitos.

Em tal curso d'água foi coletada amostra em planície fluvial localizada em área do baixo curso, no limite entre os municípios de Boa Esperança do Sul e Nova Europa (Figura 7.48).

Ponto:

- **Jacaré Guaçu 1**

Latitude: 21°50'43.95" S

Longitude: 48°36'36.08" W

Elevação: 421 m

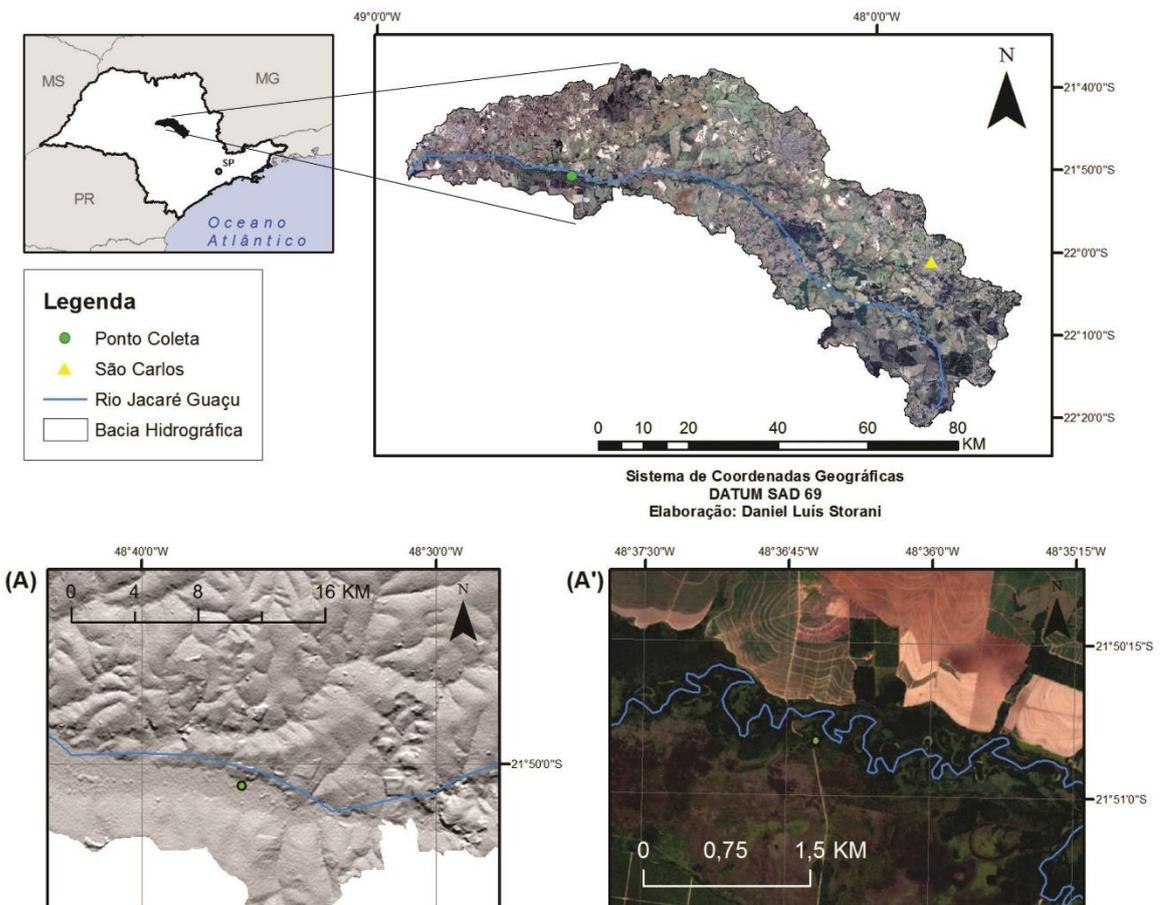


Figura 7.48 – Localização do ponto Jacaré Guaçu 1

A planície fluvial de interesse tinha uma grande área, sendo a coleta realizada a uma distância aproximada de 300 metros da margem esquerda do rio. Foi aberta trincheira em local com vegetação de gramínea e raras árvores, atingindo profundidade de 1,5 metro. O material superficial estava úmido, facilmente se compactava e tinha coloração cinza e cinza escura. Percebeu-se grandes quantidades de areia e argila. Era significativa também a presença de matéria orgânica (Figuras 7.49 e 7.50).

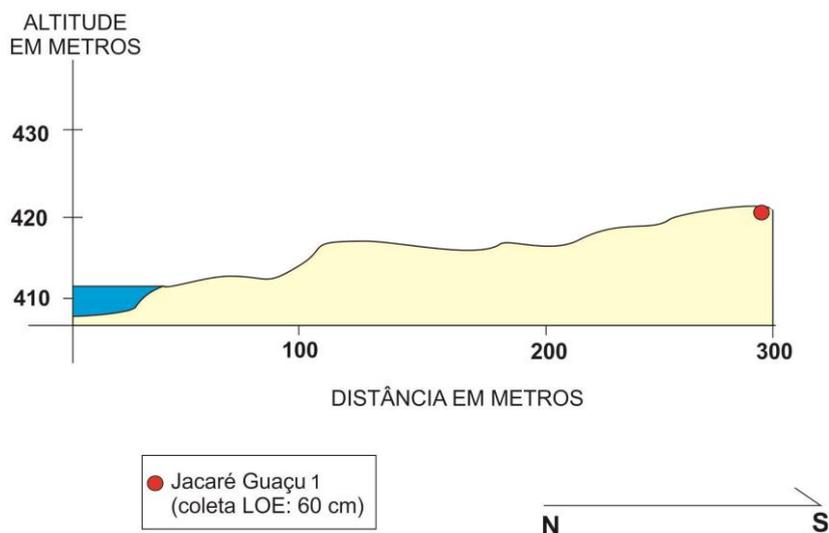


Figura 7.49 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Jacaré Guaçu 1



Figura 7.50 – Coleta em trincheira aberta – ponto Jacaré Guaçu 1

Foi obtida, por meio de datação absoluta por LOE a idade de 1.070 ± 120 anos, demonstrando uma relativa recente formação de tal nível aplainado (Tabela 7.65).

Tabela 7.65 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Jacaré Guaçu 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
60	1.200 ± 75	1,3	1.070 ± 120
		Desvio padrão - 0,22	

Confirmou-se, por meio de análise granulométrica, as impressões registradas em trabalho de campo de coleta, e as frações areia e argila do material superficial de baixo terraço fluvial são quase equivalentes (Tabela 7.66).

Tabela 7.66 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Jacaré Guaçu 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0,9	3,5	6	14	17,8	42,2	41,1	16,7
60-80	0,5	2,3	3,6	13,7	19,2	39,3	43,7	17

Caso sejam aplicadas as interpretações relativas a intemperismo resultante em índices de V% propostas por Perez Filho *et al.* (1980), não seria possível estabelecer relação direta entre a idade absoluta obtida no ponto Jacaré Guaçu 1 e os resultados das análises químicas. Já para os índices de capacidade de troca de cátions da argila (CTC), os resultados apresentados pelo material de cobertura de baixo terraço mostrariam argilas ainda não intemperizadas (Tabelas 7.67 e 7.68).

Tabela 7.67 – Análise química com concentrações de macro nutrientes no ponto Jacaré Guaçu 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA						%	
0-20	6	3,7	4	1,9	9,4	0,1	4,2	1,1	0,4	1,5	2,7	5,8	27,6
60-80	5,8	3,9	4,2	0,7	5,1	0,04	5,2	1,2	0,4	1,6	3,6	6,8	24,0

Tabela 7.68 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Jacaré Guaçu 1

Profund.	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
(cm)	ppm						
0 -20	550	7,9	7,5	4,4	0,12	3,3	16
60-80	552	1,8	8,4	2,6	0,14	2,7	18

O diagrama de Flemming (2000) utilizado para interpretar ambientes pretéritos de deposição de sedimentos aponta *lama arenosa argilosa* para ambas as profundidades plotadas. Infere-se média ou baixa energia hidrodinâmica no momento de formação dos níveis superficiais de tal forma aplainada (Figura 7.51).

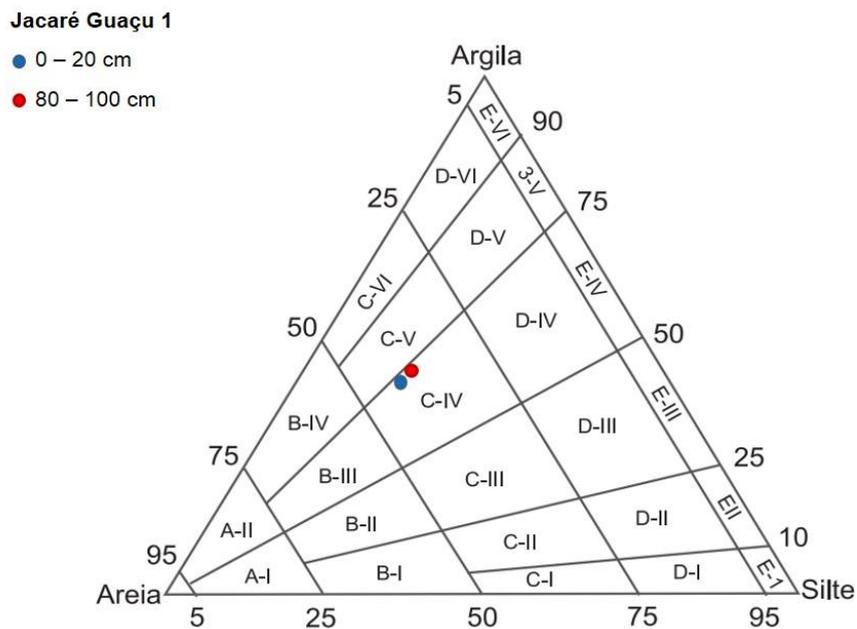


Figura 7.51 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Jacaré Guaçu 1

7.2.2 – Rio Jacaré Pepira

No município de São Pedro/SP está a nascente do rio Jacaré Pepira que, depois de percorrer aproximadamente 150 km, na divisa entre Ibitinga e Jacanga, desagua no maior rio do estado de São Paulo, o Tietê.

A maior parte dos 3.106 km² da bacia hidrográfica do rio encontra-se no Planalto Residual de São Carlos e, segundo Ross e Moroz (1997), no contato com o Planalto Ocidental Paulista, o rio adentra a unidade morfoescultural do Planalto Central Ocidental.

A bacia do rio Jacaré Pepira pertence à UGRHI 13 do estado paulista, unidade de gerenciamento da qual também fazem parte as bacias dos rios Jacaré-Guaçu e Jaú pela margem direita do Tietê e dos rios Bauru e Lençóis pela margem esquerda.

O ponto Jacaré Pepira 1 localiza-se no norte do município de Bocaina, na transição entre uma área de colinas com topos aplanados (Dc13) do Planalto Residual de São Carlos para uma região de colinas amplas e baixas (Dt11) do Planalto Centro Ocidental (ROSS e MOROZ, 1997) (Figura 7.52).

Ponto:

- **Jacaré Pepira 1**

Latitude: 22°04'12.00"S

Longitude: 48°29'22.93"W

Elevação: 427 m

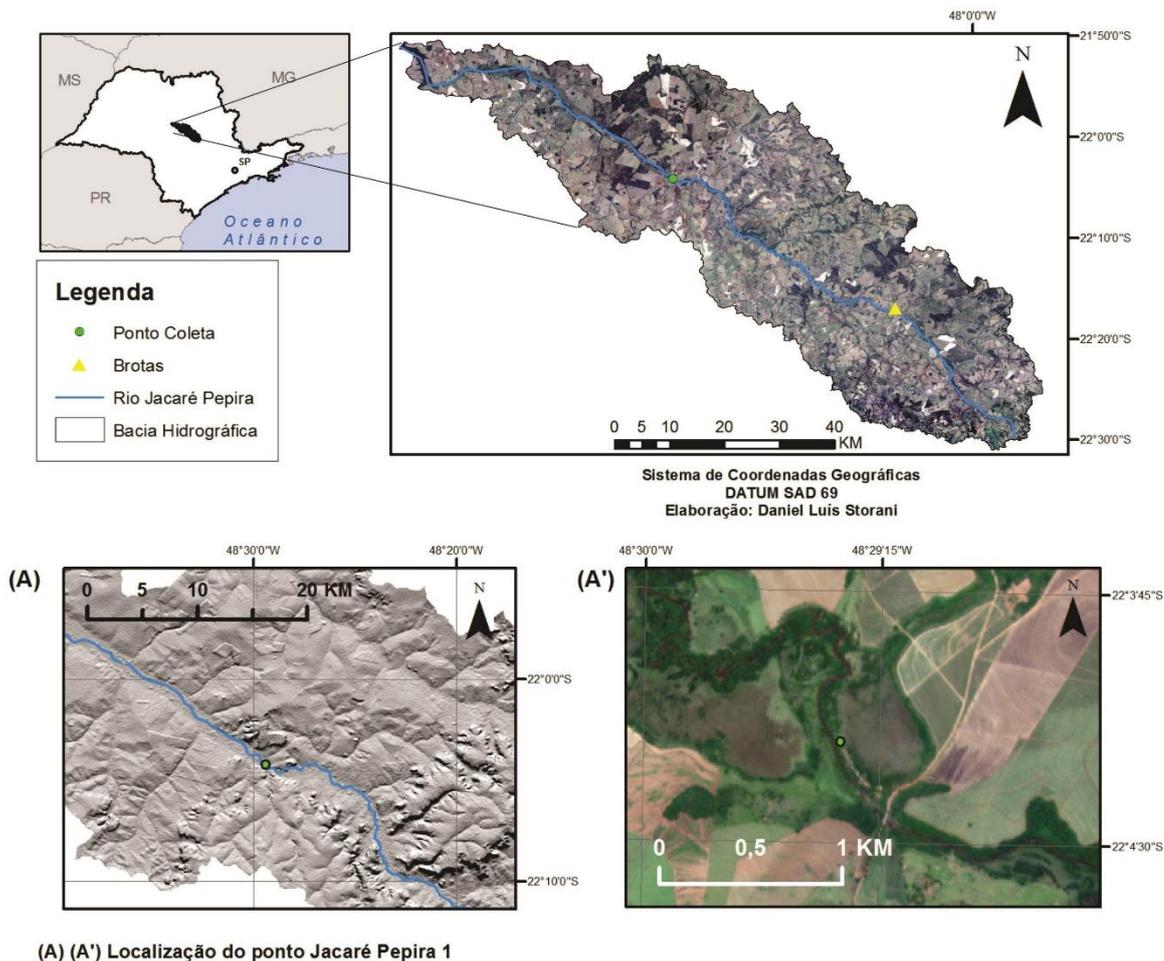


Figura 7.52 – Localização do ponto Jacaré Pepira 1

Em ponto onde as margens do rio Jacaré Pepira eram simétricas, escolheu-se borda de baixo terraço fluvial para coleta de material arenoso de recobrimento a uma profundidade de 95 cm, devido a influência de raízes, bioturbações e pisoteamento bovino em níveis mais superficiais. O resultado de datação absoluta por meio de LOE determina idade de 1.300 ± 190 anos (Figuras 7.53, 7.54 e 7.55) (Tabela 7.69).

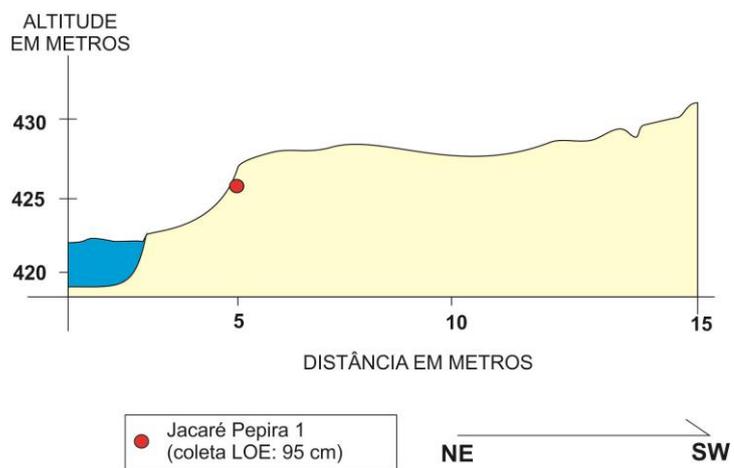


Figura 7.53 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Jacaré Pepira 1



Figura 7.54 – Níveis aluviais no Rio Jacaré Pepira – ponto Jacaré Pepira 1



Figura 7.55 – Coleta de material para datação por LOE – ponto Jacaré Pepira 1

Tabela 7.69 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Jacaré Pepira 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
95	1.040 ± 100	1,35	1.300 ± 190
		Desvio padrão - 0,13	

A análise granulométrica demonstra as variáveis observadas no momento da coleta do material superficial do baixo terraço: significativa presença da fração areia em ambas as profundidades estudadas (Tabela 7.70).

Tabela 7.70 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Jacaré Pepira 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	10,5	47,6	30,6	88,7	6,1	5,2
60-80	0	0	4	50,9	29	83,9	5,1	11

Por meio das análises químicas realizadas (Tabelas 7.71 e 7.72), percebe-se pouco intemperismo na interpretação das variáveis CTC e V%. Comparativamente, o nível entre 0 e 20 cm de profundidade apresenta um intemperismo mais acentuado, o que pode ser explicado pelas condições de coleta acima citadas.

Tabela 7.71 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Jacaré Pepira 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CT C	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0-20	6,8	4,7	5,1	0,5	8,5	0,05	1,8	1,7	0,4	0,1	1,7	4,0	54,4
60-80	6,9	4,8	5,1	0,1	6,1	0,05	1,6	3,1	0,7	0,1	1,5	5,5	70,6

Tabela 7.72 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Jacaré Pepira 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0-20	555,7	90,9	3,5	4,4	0,13	2,2	9
60-80	513,9	53,1	3,8	4,4	0,12	4	11

A característica arenosa do material coletado repercute na análise de classes texturais no diagrama de Flemming aplicado às amostras do ponto Jacaré Pepira 1. O nível entre 0 e 20 cm é classificado como *areia levemente argilosa*, enquanto que entre 60 e 80 cm, o material é de *areia levemente siltosa*. Em ambos os casos, no entanto, predomina a fração areia e evidencia-se uma dinâmica hidrológica de energia relativamente alta para a deposição dos sedimentos (Figura 7.56).

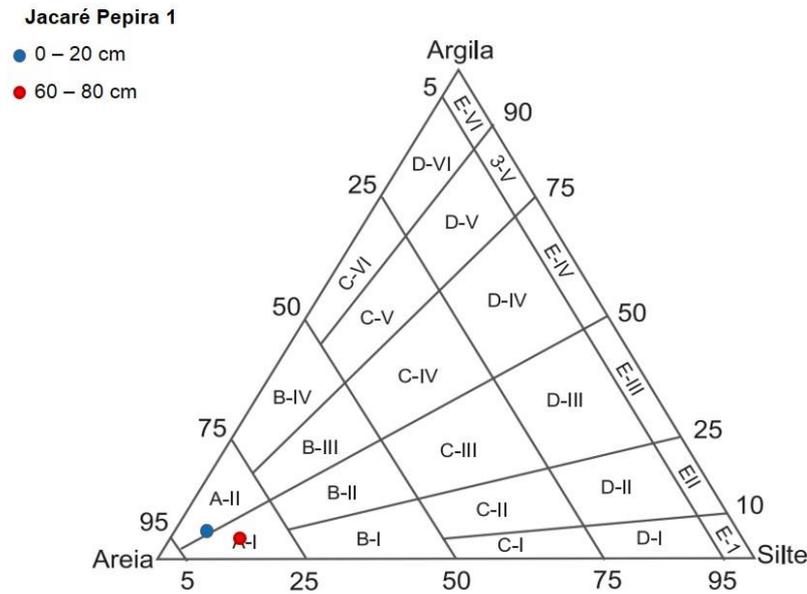


Figura 7.56 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Jacaré Pepira 1

Em cálculo de velocidade mínima de deposição, a partir da datação absoluta obtida, e com os dados de profundidade de coleta, que ela estaria por volta de 0,073 cm/ano no perfil estratigráfico do ponto Jacaré Pepira 1.

7.2.3 – Rio Pardo

O rio Pardo nasce na região centro-sul do estado de Minas Gerais e, no estado de São Paulo, adentra pelo município de Caconde. Percorre as três províncias geomorfológicas paulistas definidas por Ross e Moroz (1997): Planalto Atlântico, Depressão Periférica e Planalto Ocidental Paulista. É no limite dos municípios de Santa Cruz da Esperança e de São Simão que o rio chega ao Planalto Ocidental.

Em território paulista a bacia hidrográfica do rio Pardo tem 16.224 km². Após passar pelo limite estadual, percorre 347 quilômetros no sentido sudeste –

noroeste até desaguar no rio Grande. Na altura de Morro Agudo e Pitangueiras, no médio curso, recebe as águas do rio Mogi Guaçu.

As áreas da bacia nos alto e médio cursos estão na UGRHI 4 (Pardo) e no baixo curso na UGRHI 12 (Baixo Pardo/Grande).

No contexto da bacia hidrográfica do Pardo realizou a análise de 3 perfis de baixos terraços fluviais. Seguindo a proposta do presente trabalho, tais áreas encontram-se no contexto geomorfológico do Planalto Ocidental (Figura 7.57).

Pontos:

- **Pardo 1**

Latitude: 21°14'37.84" S

Longitude: 47°29'02.42" W

Elevação: 522 m

- **Pardo 2**

Latitude: 20°49'17.49" S

Longitude: 48°14'27.37" W

Elevação: 485 m

- **Pardo 3**

Latitude: 20°48'25.21" S

Longitude: 48°15'22.96" W

Elevação: 487 m

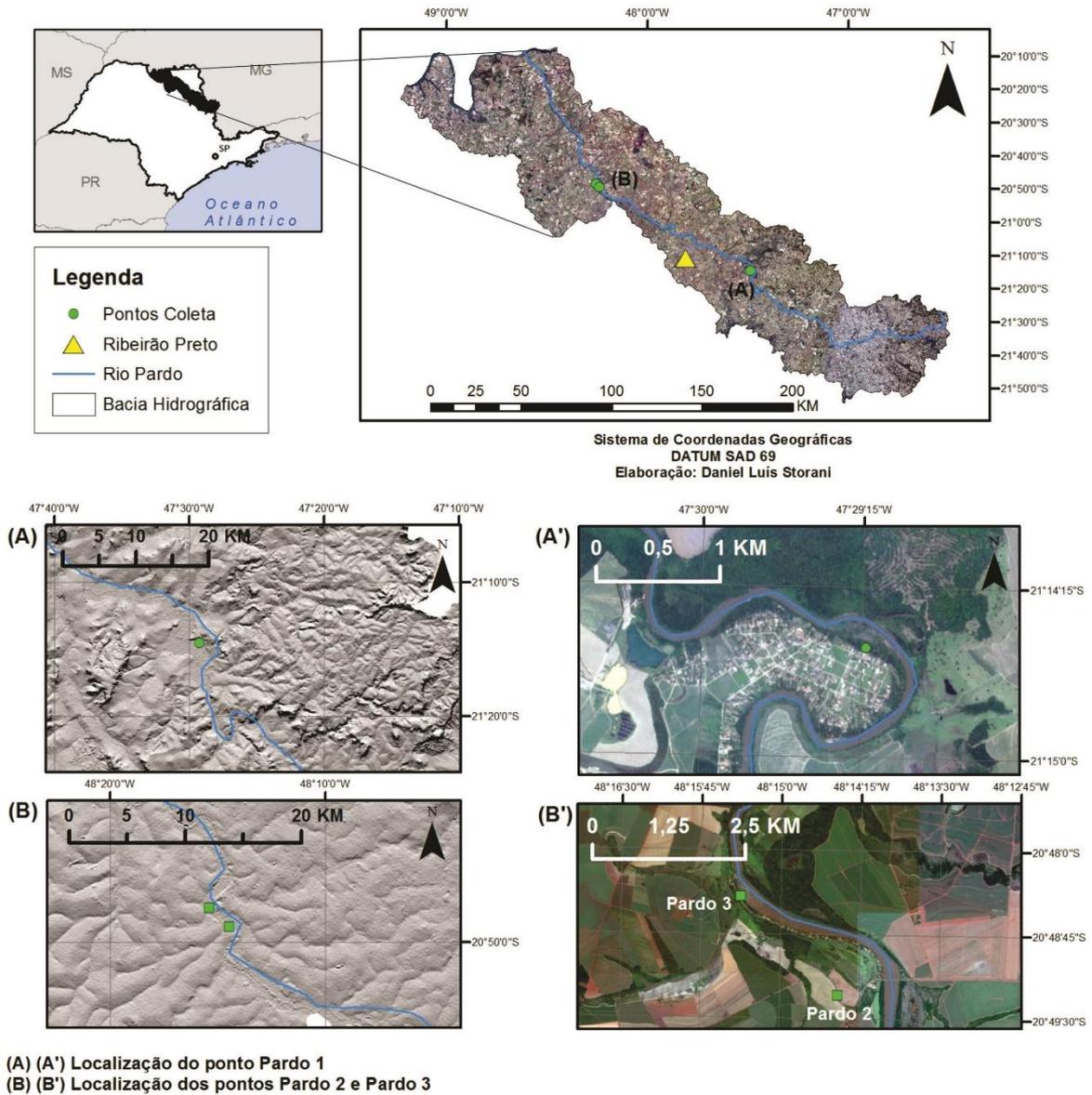


Figura 7.57 – Localização dos pontos Pardo 1, Pardo 2 e Pardo 3.

O ponto Pardo 1 está no município de Santa Cruz da Esperança, em contato de feições dos Planaltos Residuais de Franca/Batatais com formas aluviais. O relevo caracterizado por Ross e Moroz nessa área é de colinas com topos aplainados (Figura 7.58).

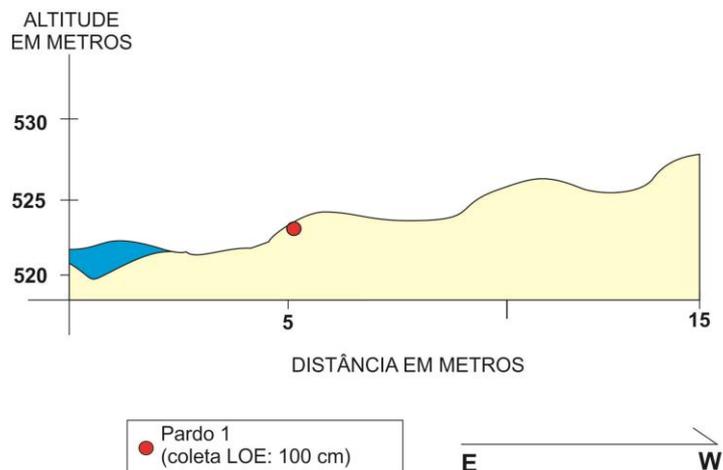


Figura 7.58 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Pardo 1

Em tal localização, encontrou-se borda exposta de baixo terraço fluvial, 2 metros acima da margem fluvial. O material arenoso apresentava alternância em camadas mais ou menos escuras, sem mudanças de texturas, no entanto. A datação por LOE em profundidade de 1 metro, observadas as condições ideais de análise, apontam idade de 1.130 ± 170 anos (Figura 7.59) (Tabela 7.73).



Figura 7.59 – Local de coleta de material no ponto Pardo 1

Tabela 7.73 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Pardo 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
100	2.230 \pm 225	2,52	1.130 \pm 170
		Desvio padrão – 1,11	

A análise granulométrica realizada em material superficial e em nível de coleta de material para LOE expõem as condições observadas em campo: predomínio da fração areia. O nível mais profundo apresenta maior quantidade de areia (Tabela 7.74).

Tabela 7.74 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Pardo 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	1	32,4	42,2	75,6	13,2	11,2
80-100	0	0	4,4	58	26,4	88,8	8	3,2

A interpretação dos níveis de intemperismo a partir de análises químicas permitem inferir que, apesar de muito recentes, os materiais coletados no ponto Pardo 1 apresentam diferenças entre si. Na maior profundidade têm índices de V% e CTC mais baixos, expondo que houve maior exposição a fatores de intemperismo. Pode-se supor também que o rio teve capacidade para depositar sedimentos acima da superfície do baixo terraço (Tabelas 7.75 e 7.76).

Tabela 7.75 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Pardo 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA						%	
0 -20	6,7	4,6	4,9	0,6	10,2	0,09	2	2,3	0,7	0,1	0,1	5,1	60,7
80 - 100	6,7	4,5	4,7	0,5	5,8	0,04	2	1,3	0,3	0,2	0,2	3,6	45,1

Tabela 7.76 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Pardo 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 -20	286,4	97,8	3	4,2	0,11	5,1	14
80 - 100	300,4	65,1	3,3	4,7	0,1	6,4	12

Utilizando-se, então, a proposta de Flemming (2000) com o uso de diagrama de classes texturais, supõe-se ambientes de alta energia hidrodinâmica de deposição. Ambos os níveis de coleta se classificam como *areia levemente argilosa* (Figura 7.60).

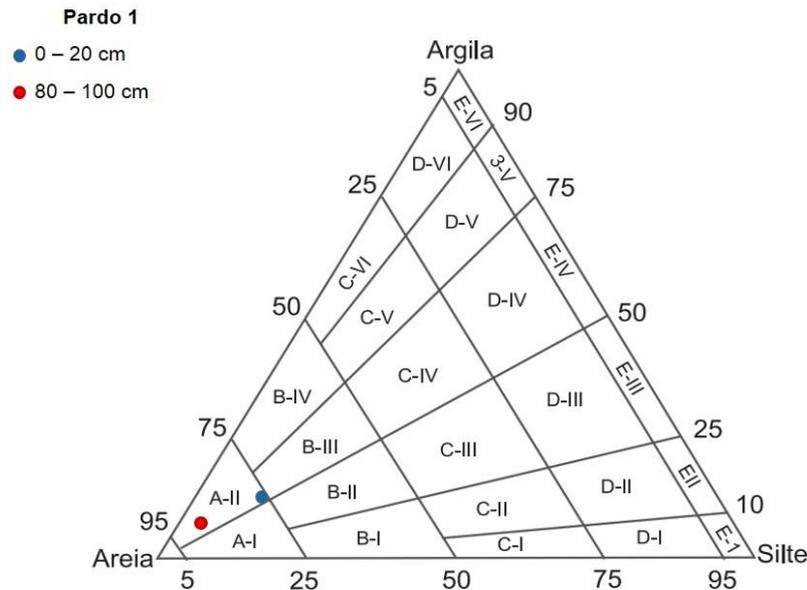


Figura 7.60 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Pardo 1

O ponto Pardo 2 corresponde à mais distante área de influência fluvial observada na paisagem de tal localização, sendo adjacente ao fim de pedimento. Localiza-se no extremo norte do município de Viradouro. Foi aberta trincheira em área de vegetação ciliar, com 2 metros, onde coletou-se material de recobrimento a 30 e 60 cm de profundidade (Figuras 7.61 e 7.62).

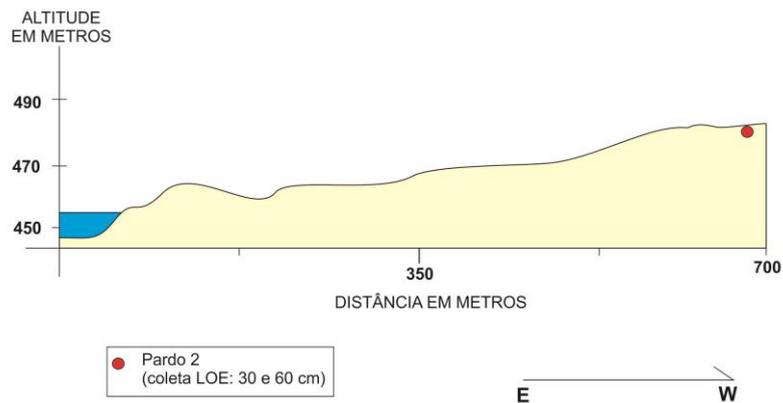


Figura 7.61 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Pardo 2



Figura 7.62 – Trincheira aberta na coleta do material do ponto Pardo 2

O nível mais superficial teve idade de 3.260 ± 340 anos atribuída. O nível mais profundo, 6.525 ± 950 anos (Tabela 7.77).

Tabela 7.77 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Pardo 2

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
30	1.630 ± 90	5,3	3.260 ± 340
		Desvio padrão – 1,43	
60	2.130 ± 205	13,9	6.525 ± 950
		Desvio padrão – 1,87	

A análise granulométrica aponta predomínio da fração argila em todo o perfil do ponto Pardo 2. Em campo esse fator resultou em dificuldade de coleta do material de recobrimento de baixo terraço, uma vez que havia alta umidade, e as ferramentas e demais materiais aderiam facilmente ao solo (Tabela 7.78).

Tabela 7.78 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Pardo 2

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	1,8	4,9	7,6	11,3	13,1	38,7	42,3	19
60 - 80	2,3	1,8	2,8	5,7	7	19,6	65,7	14,7

Ao contrário do que acontece em perfil elaborado por Perez Filho *et al.* (1980), os níveis do ponto Pardo 2 apresentam altos índices de V% e CTC da argila, o que tais autores citariam como baixo índice de intemperismo (Tabelas 7.79 e 7.80).

Tabela 7.79 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Pardo 2

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA						%	
0 -20	6,2	4,4	4,6	1,7	14,7	0,14	3,4	4,7	1,3	0,4	0,4	9,5	64,4
60 - 80	6,2	4,3	4,5	1,2	14,1	0,04	3,4	4	1,5	0,3	0,3	8,9	62,0

Tabela 7.80 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Pardo 2

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 -20	283,6	67,6	14,3	7,6	0,12	9,6	20
60 - 80	246,2	17,7	25,9	4,2	0,13	5,2	23

As condições de ambiente deposicional interpretadas pelo diagrama textural de Flemming (2000) apontam condições de pouca energia de transporte do canal fluvial nos períodos datados por LOE para deposição dos sedimentos analisados. O nível entre 0 e 20 cm de profundidade é classificado como *lama arenosa argilosa*. O nível abaixo é de *lama levemente arenosa muito argilosa* (Figura 7.63).

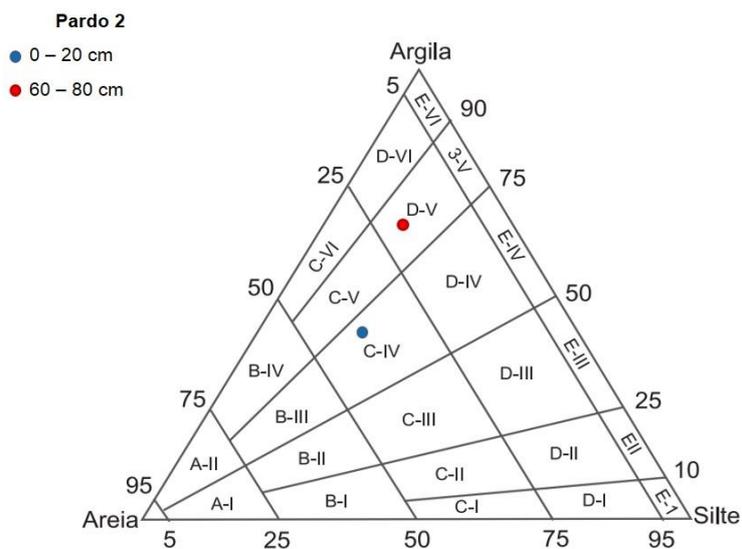


Figura 7.63 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Pardo 2

O ponto Pardo 3 corresponde à área mais próxima ao rio da planície fluvial acima descrita, no ponto Pardo 2, na margem direita do rio (Figura 7.64).

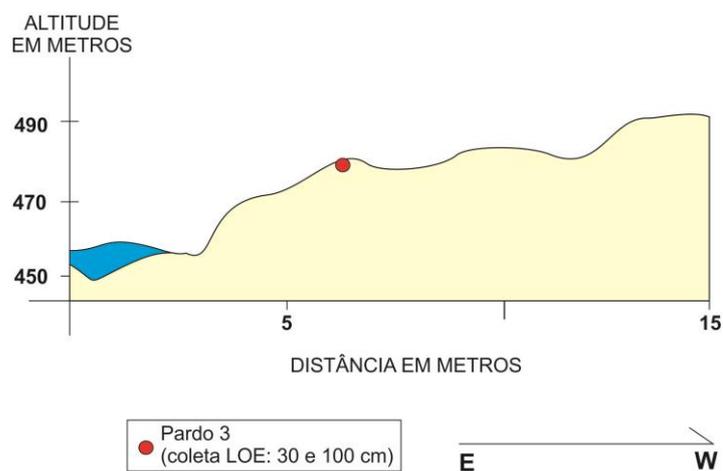


Figura 7.64 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Pardo 3

Foram coletadas amostras para datação por LOE em duas profundidades de um mesmo perfil, caracterizado por borda de baixo terraço exposta. A uma profundidade de 1 metro, encontrou-se material arenoso de coloração escura. A 30

cm de profundidade, a areia era mais clara. O ponto foi descrito como possível aluvião recente (Figura 7.65).



Figura 7.65 – Coleta em duas profundidades de material do ponto Pardo 3

As idades encontradas por datação por meio de LOE apontam para dados que confirmam evolução fluvial de tal porção aplainada do relevo. O nível superficial com 540 ± 75 anos, e o nível a 1 metro de profundidade com 740 ± 100 anos mostram que se trata de material recentemente depositado pelo rio (Tabela 7.81).

Tabela 7.81 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Pardo 3

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
30	2.390 ± 220	1,28	540 ± 75
		Desvio padrão – 0,08	
100	1.660 ± 140	1,22	740 ± 100
		Desvio padrão – 0,11	

Já as análises granulométricas confirmam a textura arenosa de tal material, em ambos os níveis de coleta. A diferenciação na coloração pode ser explicada pela maior presença de silte no nível a 1 metro (Tabela 7.82).

Tabela 7.82 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Pardo 3

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	3,1	60	26,9	90	5,2	4,8
80-100	0	0	0,6	43,4	42,3	86,3	3,7	10

As análises químicas demonstram relativamente baixos índices de saturação por bases (V%) e capacidade de troca de cátions da argila (CTC), o que deve se explicar pela atividade agrícola interferindo na composição dos solos de toda a vertente adjacente com uso de correções do pH, entre outras técnicas (Tabelas 7.83 e 7.84).

Tabela 7.83 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Pardo 3

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA						%	
0-20	6,4	4	4,2	0,6	9	0,03	2,8	0,7	0,3	0,6	0,6	3,8	26,9
80-100	6,9	4,2	4,4	0,6	9,1	0,03	1,6	0,9	0,2	0,3	0,3	2,7	41,4

Tabela 7.84 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Pardo 3

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0-20	249,4	1,3	1,5	1,4	0,11	4,8	11
80-100	147,5	0,6	0,7	1,7	0,1	5,4	9

O diagrama de Flemming (2000) com os dados granulométricos do perfil descrito no ponto Pardo 3 apontam alta energia do rio no momento de deposição, com capacidade de carregar e depositar a fração areia em grande índice. O nível superficial é de *areia levemente argilosa*. O nível de 1 metro de profundidade é de *areia levemente siltosa* (Figura 7.66).

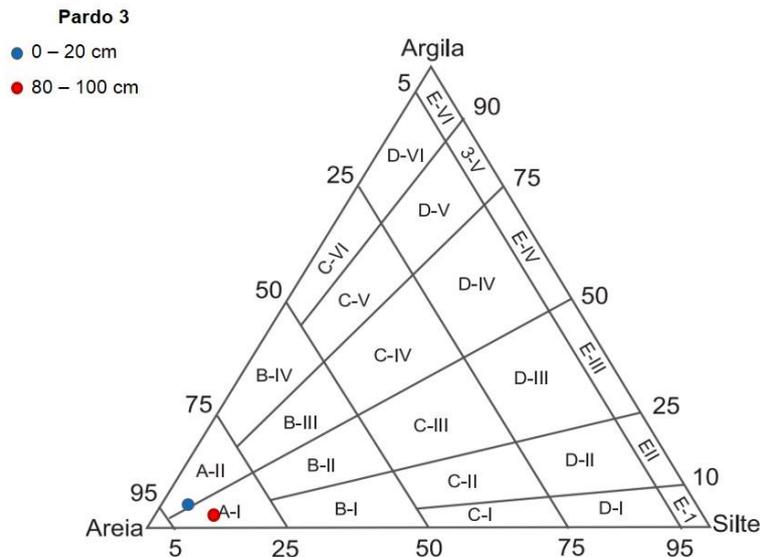


Figura 7.66 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Pardo 3

7.2.4 – Rio do Peixe

O rio do Peixe nasce no município de Garça, a uma altitude de 670 metros, na porção centro-oeste do estado de São Paulo e percorre, no sentido sudeste – noroeste, aproximadamente 276 km. Ao chegar no limite entre Panorama e Presidente Epitácio, a uma altitude de 240 metros, deságua no rio Paraná. Sua bacia hidrográfica, com uma área de 10.724 km², delimita toda a unidade de gerenciamento hídrico – UGRHI 21.

O alto curso do rio do Peixe está nas bordas do Planalto Residual de Marília. Já a maior parte da bacia, a partir da metade do alto curso, insere-se no Planalto Centro Ocidental, com relevo descrito como de colinas amplas e baixas. Em baixo curso, em áreas de influência fluvial significativa, o rio já percorre a Planície do Rio Paraná.

No contexto do rio do Peixe, escolheu-se analisar extensa planície do baixo curso, na margem direita, onde ação de origem fluvial formou níveis aplainados por aproximadamente 5 km de extensão. Os pedimentos adjacentes são ocupados por cultivo de cana-de-açúcar e, na região do denominado ponto Peixe 1,

existe preservação da mata ciliar nas planícies. Os relatos ouvidos revelam que em cheias excepcionais o rio chega a ocupar maior parte da extensão de terraços fluviais (Figuras 7.67 e 7.68).

Pontos:

- **Peixe 1 – nível I**

Latitude: 21°34'36.46" S

Longitude: 51°45'10.56" W

Elevação: 277 m

- **Peixe 1 – nível II**

Latitude: 21°35'16.32" S

Longitude: 51°46'18.58" W

Elevação: 272 m

- **Peixe 1 – nível III**

Latitude: 21°36'10.04" S

Longitude: 51°46'47.87" W

Elevação: 263 m

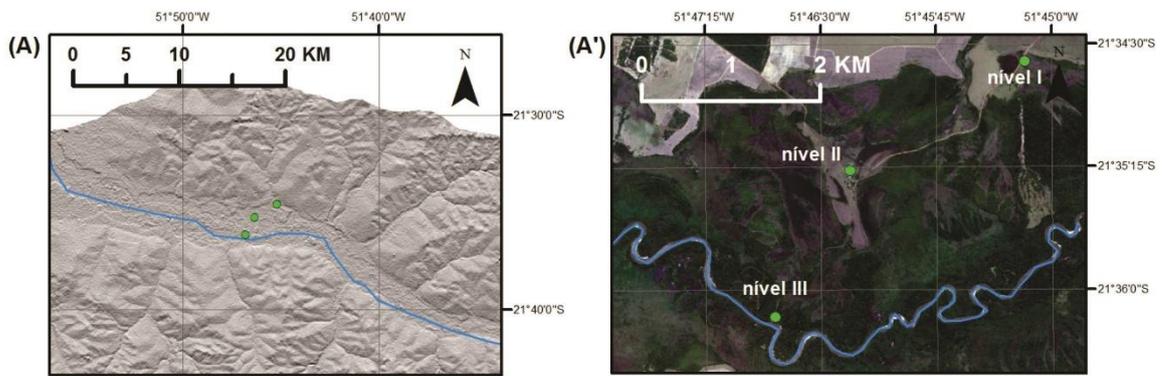
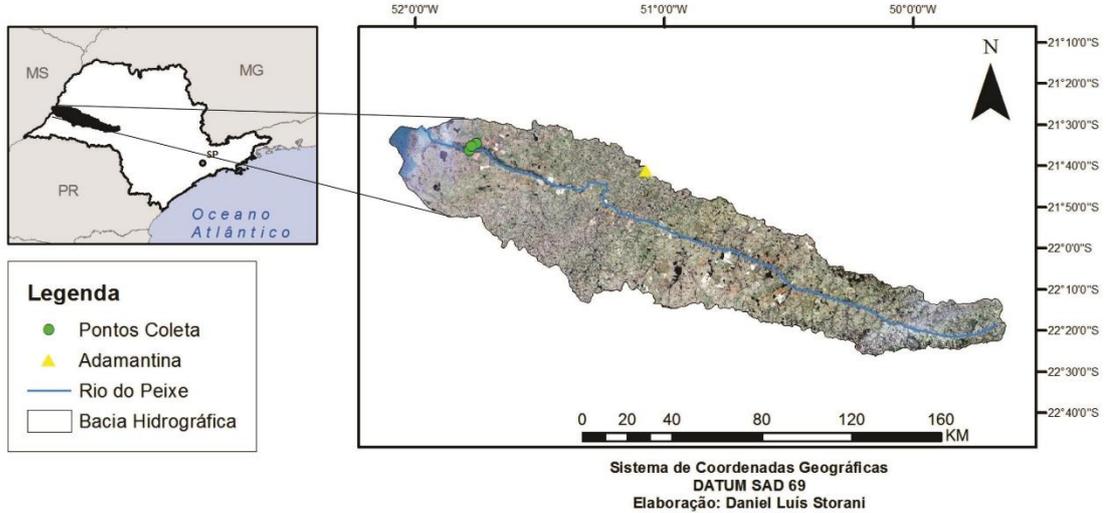


Figura 7.67 – Localização do ponto Peixe 1 – níveis I, II e III

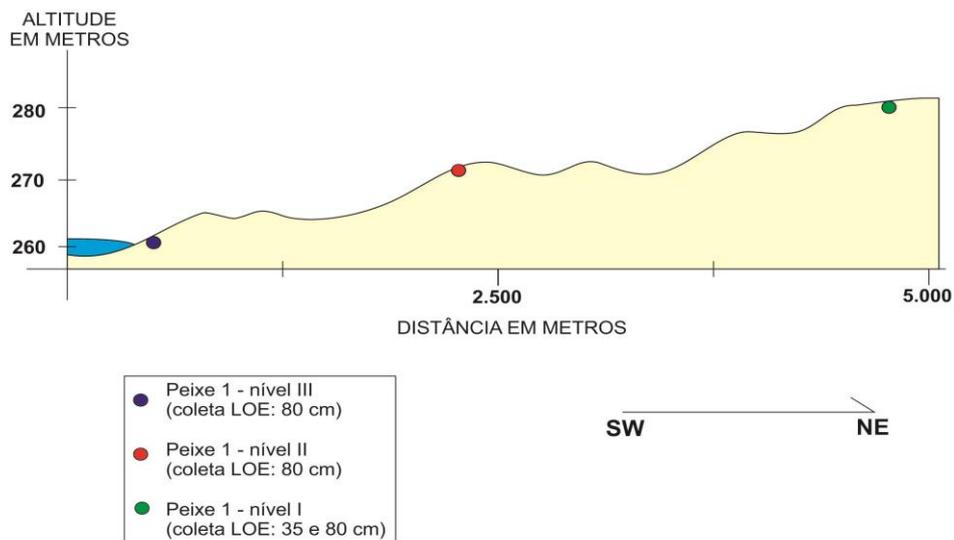


Figura 7.68 - Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Peixe 1 – níveis I, II e III

O nível I do ponto Peixe 1 localiza-se na borda externa da planície acima descrita. Está a aproximadamente 5 km de distância do canal principal, e apresenta transição de pastagem para uma vegetação arbustiva de maior porte. Foi aberta trincheira de 1,5 m de altura, onde coletou-se material superficial em duas distintas profundidades. Os resultados obtidos mostram uma evolução temporal de 2.970 ± 650 anos para a profundidade de 80 cm, e de 200 ± 25 anos para o material superficial (Tabela 7.85). É possível compreender a existência de sedimentação recente provavelmente com o pedimento como área fonte (Figura 7.69).



Figura 7.69 – Coleta em material de origem fluvial no ponto Peixe 1 – nível I

Tabela 7.85 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto Peixe 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
35	1.720 ± 130	0,35	200 ± 25
		Desvio padrão – 0,2	
80	1.310 ± 220	3,9	2.970 ± 650
		Desvio padrão – 0,7	

A uma altitude de 272 metros, em nível aplainado próximo a antiga sede da propriedade que antes ali existia, foram encontradas condições para coleta em outra trincheira, também com 1,5 m de profundidade, onde realizou-se coleta de sedimentos para datação absoluta por meio de LOE. A 80 cm de profundidade o material arenoso coletado indicou idade de 1.870 ± 400 anos (Figura 7.70) (Tabela 7.86).



Figura 7.70 – Coleta no nível II do ponto Peixe 1

Tabela 7.86 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto Peixe 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	1.660 ± 270	3,1	1.870 ± 400
		Desvio padrão – 0,6	

O local mais próximo do rio do Peixe, a 263 metros de elevação, corresponde ao nível III do ponto Peixe 1, e foi coletado na borda de terraço, extremamente arenosa. Na ocasião da coleta observava-se distribuição de camadas de deposição, diferenciadas por coloração levemente distintas entre si. A datação desse material, a 80 cm de profundidade, apontou idade de 1.215 ± 275 anos (Figura 7.71) (Tabela 7.87).



Figura 7.71 – Coleta de material para datação por LOE no nível III do ponto Peixe 1

Tabela 7.87 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível III do ponto Peixe 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	1.645 ± 290	2,0	1.215 ± 275
		Desvio padrão – 0,6	

As análises granulométricas abaixo citadas (Tabelas 7.88, 7.89 e 7.90) demonstram a descrição do perfil realizada em campo. Praticamente todos os níveis e profundidades de coleta têm a fração areia com maior porcentagem da composição do material, acima de 85%. Somente o nível superficial do nível I apresenta característica distinta, mostrando-se mais argiloso. A influência de sedimentação nesse nível aplainado de material originado nos pedimentos adjacentes explica tal resultado laboratorial. Em campo, essa foi a única profundidade com material coletado que tinha coloração avermelhada.

Tabela 7.88 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Peixe 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	1,1	5	27,5	25,2	12,8	71,6	23,2	5,2
60-80	0,4	1	17,5	55,8	15,2	89,9	7,4	2,7

Tabela 7.89 – Análise granulométrica do material coletado no nível II do ponto Peixe 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0,7	1,9	53,7	28,6	9,9	94,8	4,1	1,1
60-80	0,4	2,1	42,3	36,4	13	94,2	4,6	1,2

Tabela 7.90 – Análise granulométrica do material coletado no nível III do ponto Peixe 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	1,1	8,4	30,3	38	11,8	89,6	8,4	2
60-80	1,4	6,7	26,9	39,3	12,3	86,6	10,9	2,5

O intemperismo dos materiais estudados pode ser interpretado a partir da análise química deles. Para os níveis mais distantes do rio (Tabelas 7.91 e 7.92), os resultados de CTC e V% (saturação por bases) correspondem aos resultados de datação absoluta por LOE: o nível mais superficial apresenta maiores valores desse índice. A nível mais profundo, com idade de quase 3.000 anos, há redução desses parâmetros.

Tabela 7.91 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto Peixe 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0-20	7,2	5,2	6	0,8	6	0,05	1,2	1,1	0,6	0,1	1,1	3,0	59,3
60 - 80	7,1	4,1	5	0,6	6,1	0,04	1,3	0,4	0,2	0,3	1,0	1,9	33,0

Tabela 7.92 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível I do ponto Peixe 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0-20	261,7	16,1	1,8	3,9	0,1	7,2	10
60 - 80	236,5	1,6	1,2	2,2	0,1	9,2	8

Para o nível intermediário, há valores relativamente médios da capacidade de troca catiônica da argila (CTC) e saturação por bases (V%), indicando que a datação de material de recobrimento em tal aplainamento também aponta relação direta com os valores da análise química (Tabela 7.93 e 7.94).

Tabela 7.93 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto Peixe 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA						%	
0-20	7,4	4,7	5,6	0,6	6,6	0,1	1	0,5	0,4	0,1	0,9	2,0	50,0
60 - 80	7,4	5,1	6	0,4	8,2	0,16	1	0,5	0,4	0,1	0,9	2,1	51,5

Tabela 7.94 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível II do ponto Peixe 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0-20	25,2	53,4	0,8	3,6	0,1	6,2	7
60 - 80	40,7	31,8	1,4	4,2	0,1	6,4	7

No nível aluvionar 2 metros acima do leito fluvial, cuja datação aponta idade de aproximadamente 1.200 anos, o nível de intemperismo é maior a uma profundidade entre 60 e 80 cm. Isso pode apontar uma deposição esporádica de sedimentos na superfície de tal nível, com maior CTC e V% entre 0 e 20 cm, onde entende-se haver influência de intemperismo por menos tempo (Tabelas 7.95 e 7.96).

Tabela 7.95 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível III do ponto Peixe 1

Profund. (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	mEq / 100 ml TFSA												
	%												
0 -20	7,6	5,3	6,3	0,6	7,4	0,06	0,8	1	0,5	0,1	0,7	2,4	66,1
60 - 80	7,3	4,5	5,3	0,6	4,5	0,05	1	0,6	0,3	0,1	0,9	2,0	48,7

Tabela 7.96 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível III do ponto Peixe 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 -20	132,4	13	0,8	2,8	0,1	5,6	7
60 - 80	103,2	13,1	0,8	2,8	0,1	10	7

O ambiente de deposição em todos os níveis coletados, exceto o mais superficial do nível I, denuncia uma energia hidrodinâmica relativamente alta. Classifica-se tais níveis como *areia levemente argilosa*. O material de 0 a 20 cm do nível I é classificado como *areia muito argilosa*, resultado das condições da paisagem acima explicadas (Figura 7.72).

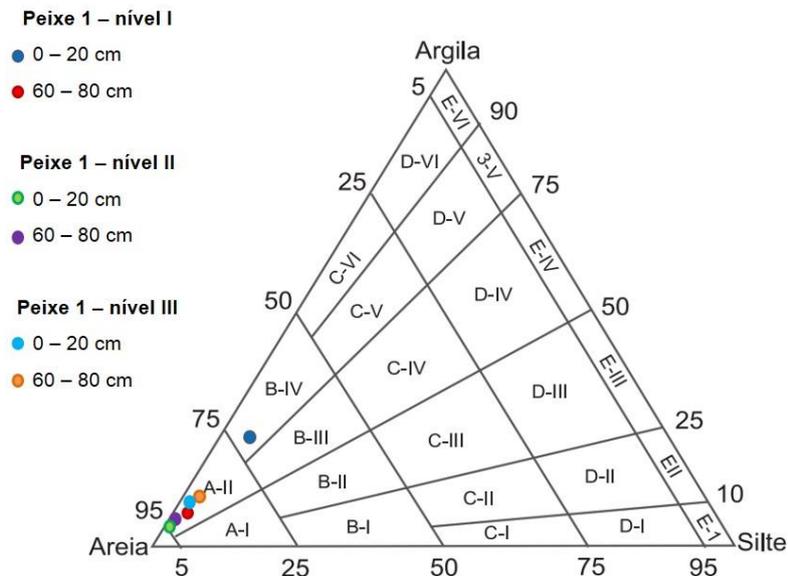


Figura 7.72 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Peixe 1

No nível I do ponto Peixe 1, há coleta de material em 2 distintas profundidades do material superficial. Não é possível calcular com exatidão, no entanto, qual a taxa de deposição dos sedimentos, por terem distintas origens, em distintas dinâmicas deposicionais. No nível II a velocidade de deposição seria de, no mínimo, 0,042 cm/ano, em condições ambientais estáveis. No nível III, tal taxa de deposição seria de 0,06 cm/ano.

7.2.5 – Rio Santo Anastácio

No Planalto Ocidental Paulista, no limite entre os municípios de Anhumas e Regente Feijó está a nascente do rio Santo Anastácio. Em seu alto curso passa por Presidente Prudente, onde serve como fonte de abastecimento hídrico e, percorrendo 103 km no total, tem sua foz no rio Paraná, no município de Presidente Epitácio.

A bacia hidrográfica do Santo Anastácio tem área total de 2.174 km² e está compreendida na UGRHI 22 (Pontal do Paranapanema), que também inclui as bacias dos rios Paranapanema, Paraná e Pirapozinho.

De acordo com mapeamento geomorfológico de Ross e Moroz (1997), o rio Santo Anastácio percorre no sentido sudeste – noroeste, no extremo leste do estado de São Paulo, os domínios do Planalto Centro Ocidental, com colinas amplas e baixas.

Selecionou-se dois pontos distintos no rio Santo Anastácio para realização das análises propostas, além de um ponto no Ribeirão dos Cedros, afluente da margem direita no alto curso do rio. Em um dos pontos foi possível identificar dois níveis de baixo terraço fluvial, o que resultou em duas coletas para datação absoluta por LOE. O ponto do alto curso, em contexto do Planalto Centro Ocidental, está no extremo sul do município de Presidente Prudente. Na mesma condição geomorfológica, os níveis do ponto Santo Anastácio 2 foram analisados no médio curso do canal fluvial, em área do município homônimo ao rio (Figura 7.73).

Pontos:

- **Santo Anastácio 1**

Latitude: 22°11'21.86" S

Longitude: 51°27'34.08" W

Elevação: 270 m

- **Santo Anastácio 2 – nível I**

Latitude: 22°05'01.84" S

Longitude: 51°43'53.49" W

Elevação: 305 m

- **Santo Anastácio 2 – nível II**

Latitude: 22°05'01.22" S

Longitude: 51°43'53.93" W

Elevação: 290 m

- **Cedros 1**

Latitude: 22°10'14.56" S

Longitude: 51°27'37.53" W

Elevação: 270 m

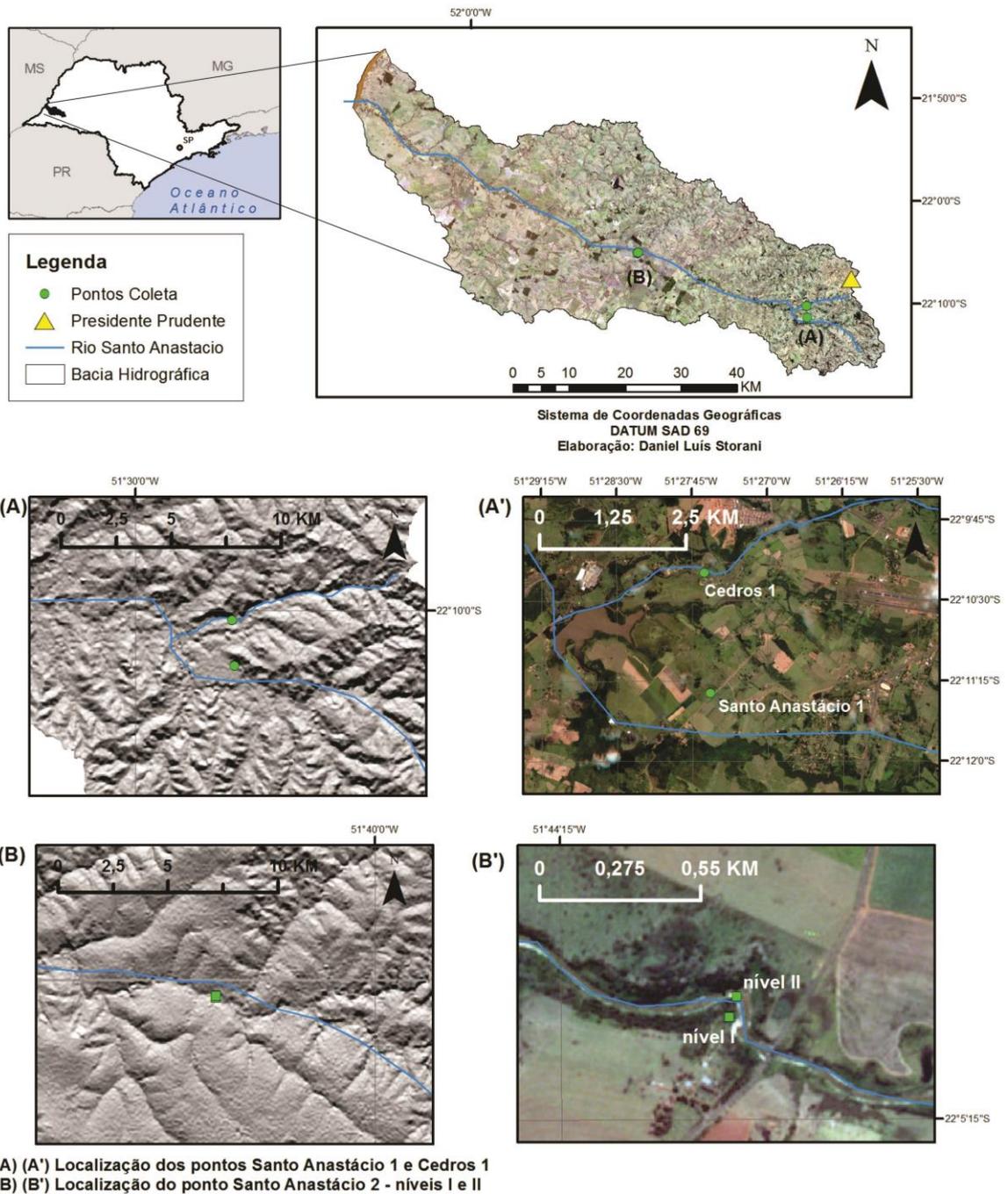


Figura 7.73 – Localização dos pontos Santo Anastácio 1, Santo Anastácio 2 – níveis I e II e Cedros 1

O ponto Santo Anastácio 1 corresponde a uma extensa planície aluvial identificada em campo pelo aplainamento e pela caracterização arenosa do material de recobrimento. A coleta aconteceu a uma distância aproximada de 900 metros da margem direita do canal fluvial, em trincheira aberta em área de pastagem, com 1,5

metro de profundidade. Não havia, a 80 cm de profundidade, nível de coleta, qualquer sinal de bioturbação ou influência antrópica. A datação absoluta por meio da técnica de LOE indicou idade de 2.710 ± 340 anos (figuras 7.74, 7.75 e 7.76) (Tabela 7.97).

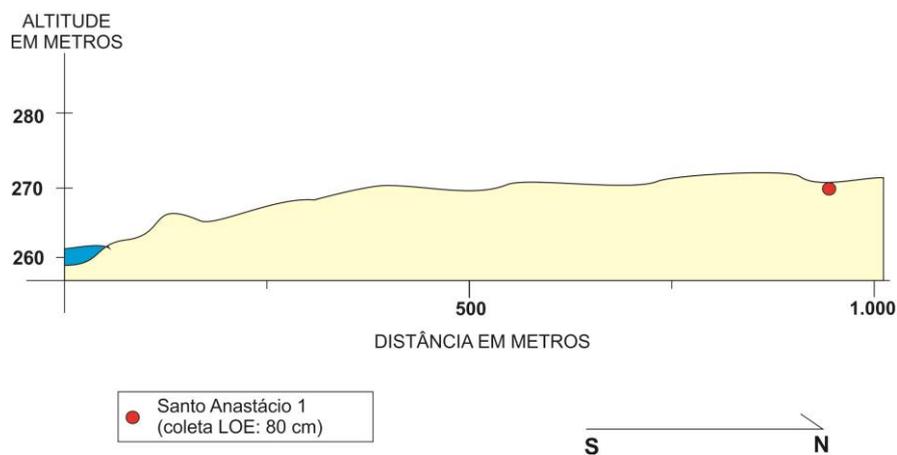


Figura 7.74 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Santo Anastácio 1



Figura 7.75 – Extensão da planície fluvial – ponto Santo Anastácio 1



Figura 7.76 – Trincheira sendo aberta em material arenoso – ponto Santo Anastácio 1

Tabela 7.97 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Santo Anastácio 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	2.070 ± 160	5,6	2.710 ± 340
		Desvio padrão – 0,7	

A textura arenosa é demonstrada pela análise granulométrica realizada com os materiais superficiais coletados. Há significativa presença de silte em ambas as profundidades e de argila a 80 cm (Tabela 7.98).

Tabela 7.98 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Santo Anastácio 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0,2	0,2	5,3	32	27	64,7	8,6	26,7
60-80	0,2	0,2	4,1	14,8	35,1	54,4	24,4	21,2

As análises químicas demonstram, para as variáveis V% e CTC, altos índices. Tal ocorrência pode ter explicação na utilização da área para atividades agrícolas, como plantio e pastagem. Os relatos do administrador da fazenda citam as atividades enumeradas acontecendo há mais de 30 anos (Tabelas 7.99 e 7.100).

Tabela 7.99 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Santo Anastácio 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 -20	7,1	4,9	5,9	0,5	9,3	0,11	1,3	1,6	0,9	0,1	1,2	3,9	66,8
60 - 80	7,1	5,2	6	0,6	14,8	0,14	1,3	3,9	1,5	0,1	1,2	6,8	81,0

Tabela 7.100 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Santo Anastácio 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 -20	138,3	37,5	1,4	2,8	0,1	3,5	7
60 - 80	146	21,7	2,2	3,7	0,1	4,8	11

A interpretação dos dados granulométricos do ponto Santo Anastácio 1 com utilização do diagrama de Flemming (2000) apontam forte influência das frações silte e argila. O nível superficial é classificado como *areia muito siltosa*. O nível de profundidade de coleta para datação, entre 60 e 80 cm, classifica-se como *areia argilosa*. Deduz-se média energia relativa na interpretação da hidrodinâmica de sedimentação (Figura 7.77).

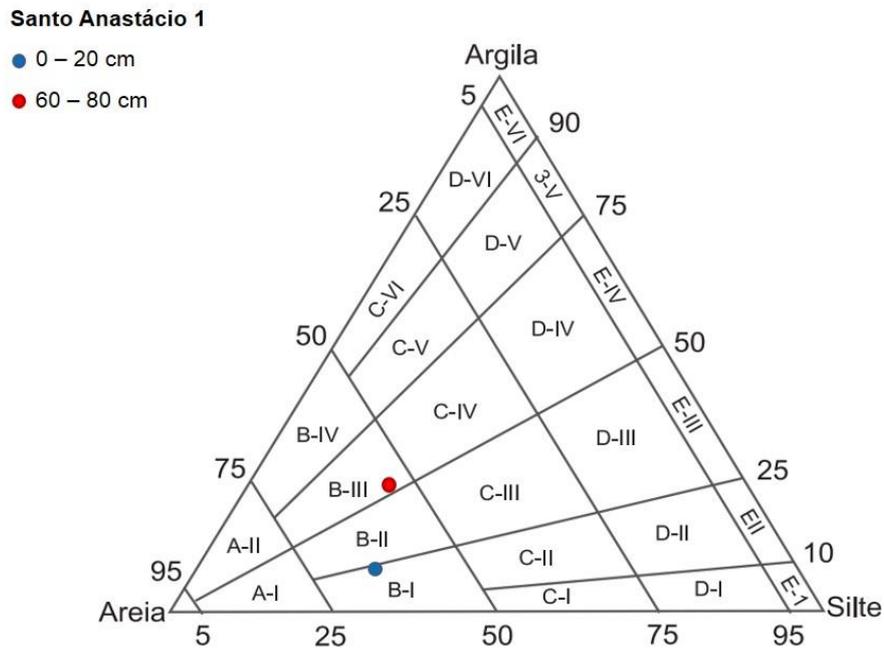


Figura 7.77 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Santo Anastácio 1

O ponto Santo Anastácio 2 em seus dois níveis localiza-se no médio curso do rio. Identificou-se planície aplainada na margem esquerda, em área de reflorestamento. Após as análises preliminares, atentou-se para evitar influências antrópicas nos materiais a serem coletados (Figura 7.78).

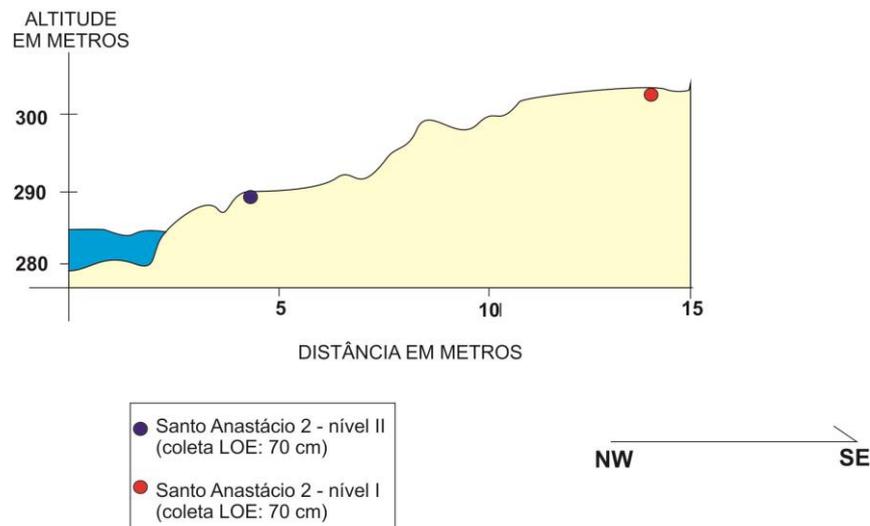


Figura 7.78 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Santo Anastácio 2 – níveis I e II

Assim, no nível mais distante do rio, no nível I, obteve-se material de recobrimento de baixo terraço com 1.790 ± 280 anos. No nível II, 1 metro acima do nível do canal fluvial, obteve-se idade de 940 ± 165 anos (Tabelas 7.101 e 7.102).

Tabela 7.101 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto Santo Anastácio

2

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
70	1.510 ± 160	2,7	1.790 ± 280
		Desvio padrão – 0,8	

Tabela 7.102 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto Santo Anastácio

2

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
70	1.810 ± 230	1,7	940 ± 165
		Desvio padrão – 0,5	

Análise granulométrica dos dois níveis apontam maior porção de areia no material superficial do nível II, caracterizado em campo como aluvião recente. Seu aspecto era de areia sem diferenciação de camadas de deposição visíveis (Tabelas 7.103 e 7.104).

Tabela 7.103 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto Santo Anastácio 2

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
60-80	1,6	2,4	16,7	26,3	17,8	64,8	25,4	9,8

Tabela 7.104 – Análise granulométrica do material coletado no nível II do ponto Santo Anastácio 2

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
60-80	0,9	2	18,1	36,6	22,5	80,1	9,7	10,2

Apesar dos índices de V% e CTC serem relativamente altos, é possível supor maior intemperismo sobre o material coletado no nível I, o que tem maior idade. A saturação por bases e a capacidade de troca catiônica da argila são menores. O material depositado há mais tempo esteve exposto a mais fatores após sua sedimentação (Tabelas 7.105, 7.106, 7.107 e 7.108).

Tabela 7.105 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I ponto do Santo Anastácio 2

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O %	Resina P ppm	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH					mEq / 100 ml TFSA							
60 - 80	7,2	5	5,6	0,1	7,9	0,08	1,2	1,6	0,5	0,1	1,1	3,4	64,5

Tabela 7.106 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível I do ponto Santo Anastácio 2

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
60 - 80	255	21	0,5	1,9	0,12	3,6	4

Tabela 7.107 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II ponto do Santo Anastácio 2

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O %	Resina P ppm	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH					mEq / 100 ml TFSA							
60 - 80	7,2	5,2	5,6	0,3	13,6	0,12	1,2	2,2	0,6	0,1	1,1	4,1	70,9

Tabela 7.108 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no nível II do ponto Santo Anastácio 2

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
60 - 80	298	33,8	0,2	3,6	0,14	1,2	16

A interpretação do ambiente deposicional aponta uma maior energia dinâmica para o nível II, e a classificação textural para o material aponta a presença de *areia levemente argilosa*. No nível I, mais distante do rio, há material classificado segundo diagrama de Flemming (2000) como *areia muito argilosa*. Supõe-se uma

deposição em condições de canal com média energia de carregamento de sedimentos (Figura 7.79).

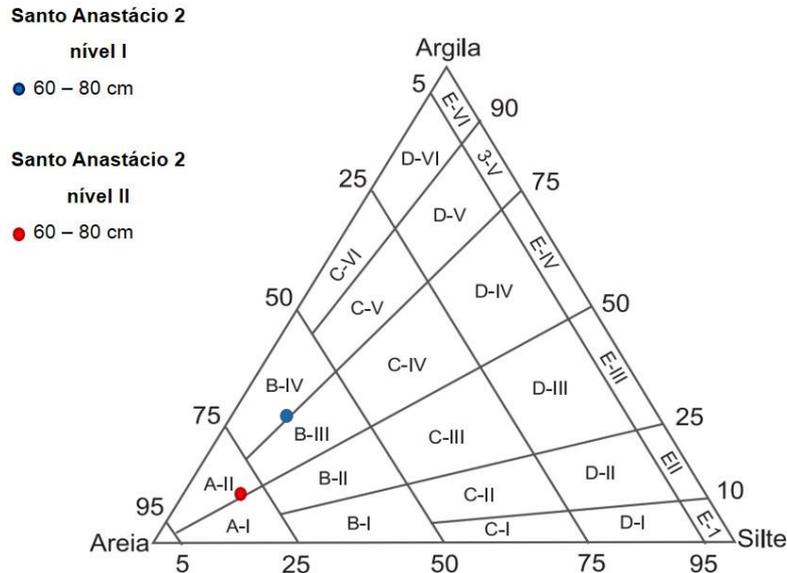


Figura 7.79 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto Santo Anastácio 2

O Ribeirão dos Cedros é afluente da margem direita do alto curso do rio Santo Anastácio, localizado no município de Presidente Prudente. Em tal paisagem, em área de planície extensa e próxima ao canal principal, coletou-se a 80 cm material superficial. A datação aponta, para o ponto Cedros 1, a idade de 1.900 ± 300 anos (Figuras 7.80 e 7.81).

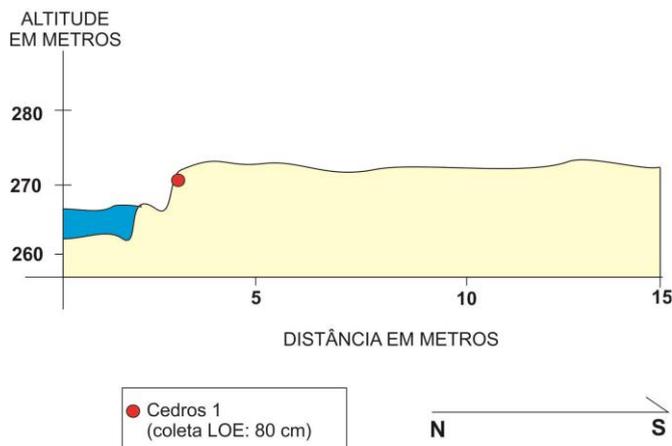


Figura 7.80 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Cedros 1



Figura 7.81 – Borda de baixo terraço fluvial – ponto Cedros 1

O ponto Santo Anastácio 1 está a uma distância de 2,07 quilômetros do ponto Cedros 1, e as idades diferem, sem considerar as margens de erro, 810 anos. Considerando as margens de erro, das duas amostras, é possível supor um evento coincidente ou muito próximo para sedimentação de ambos os materiais de recobrimento (Tabela 7.109).

Tabela 7.109 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Cedros 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	1.635 ± 175	3,1	1.900 ± 300
		Desvio padrão – 0,4	

Em comparação com o ponto Santo Anastácio 1, o ponto Cedros 1 tem caráter mais arenoso, sendo o silte mais presente no primeiro do que no segundo ponto citado (Tabela 7.110).

Tabela 7.110 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Cedros 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0,6	0,7	2,1	27,9	47,5	78,8	6,6	14,6
60-80	0	0	2,2	33,4	49,3	84,9	4,9	10,2

Comparando-se com os dados de análise química do ponto Cedros 1, a saturação por bases tem valor maior, em profundidade de coleta, no ponto Santo Anastácio 1. A capacidade da argila de trocar cátions é também menor no ponto com idade mais recente. Assim, não é possível considerar tais índices como de intemperismo em relação direta com tempo de sedimentação (Tabelas 7.111 e 7.112).

Tabela 7.111 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Cedros 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 -20	7,2	5	5,6	0,6	7,7	0,07	1,2	2,4	1,3	0,1	1,1	5,0	75,9
60 - 80	7,5	5,5	6,4	0,8	6	0,07	0,9	1,7	0,6	0,1	0,8	3,3	72,5

Tabela 7.112 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Cedros 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 -20	165	18,3	2,1	4,5	0,1	8,4	12
60 - 80	67,7	10,8	0,8	2,5	0,1	5,5	8

O diagrama de Flemming (2000), especificamente, para o ponto Cedros 1 demonstra classificações texturais de acordo com a predominante presença da fração areia nas amostras do material. Em nível de coleta e em nível superficial tem-se *areia levemente siltosa*. Desconsiderando-se alterações de origem antrópica, e demais alterações ambientais, supõe-se deposição em relativa condição de alta energia do fluxo hidrológico há 1.900 anos (Figura 7.82).

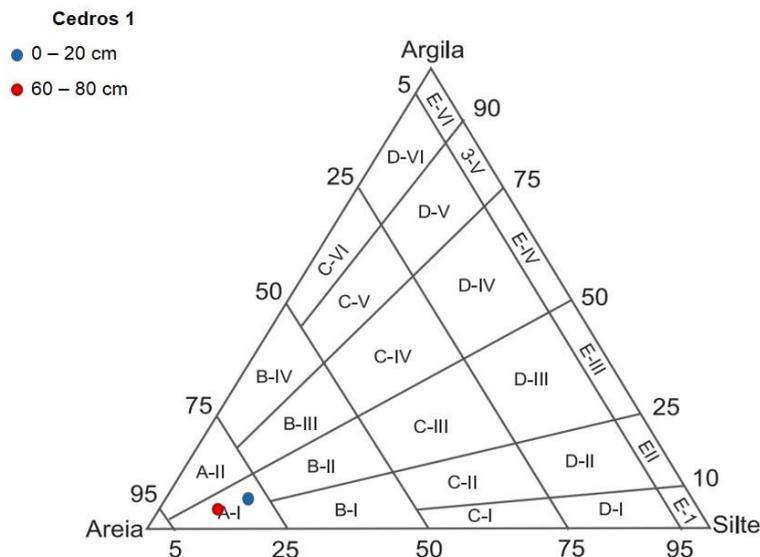


Figura 7.82 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Cedros 1

7.2.6 – Rio São José dos Dourados

O rio São José dos Dourados nasce no município de Mirassol, na região centro-oeste do estado de São Paulo, e percorre 198 km até chegar ao rio Paraná. Sua bacia hidrográfica tem uma área total de 5.423 km², e está completamente inserida na unidade morfoescultural do Planalto Centro Ocidental. É a principal bacia da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do São José dos Dourados, a UGRHI 18.

Foram escolhidos 3 pontos de interesse na bacia do rio São José dos Dourados. Segundo descrição geomorfológica de Ross e Moroz (1997), os três pontos estão em área que têm descrição do relevo com colinas amplas e baixas, com índices de declividade entre 10 e 20%, com altimetrias de 300 a 600 metros (Figura 7.83).

Pontos:

- **São José dos Dourados 1 – nível I**

Latitude: 20°29'27.56" S

Longitude: 50°11'01.66" W

Elevação: 384 m

- **São José dos Dourados 1 – nível II**

Latitude: 20°29'25.46" S

Longitude: 50°11'04.22" W

Elevação: 375 m

- **São José dos Dourados 2**

Latitude: 20°30'25.87" S

Longitude: 50°31'17.64" W

Elevação: 341 m

- **São José dos Dourados 3**

Latitude: 20°31'50.15" S

Longitude: 50°39'51.55" W

Elevação: 335 m

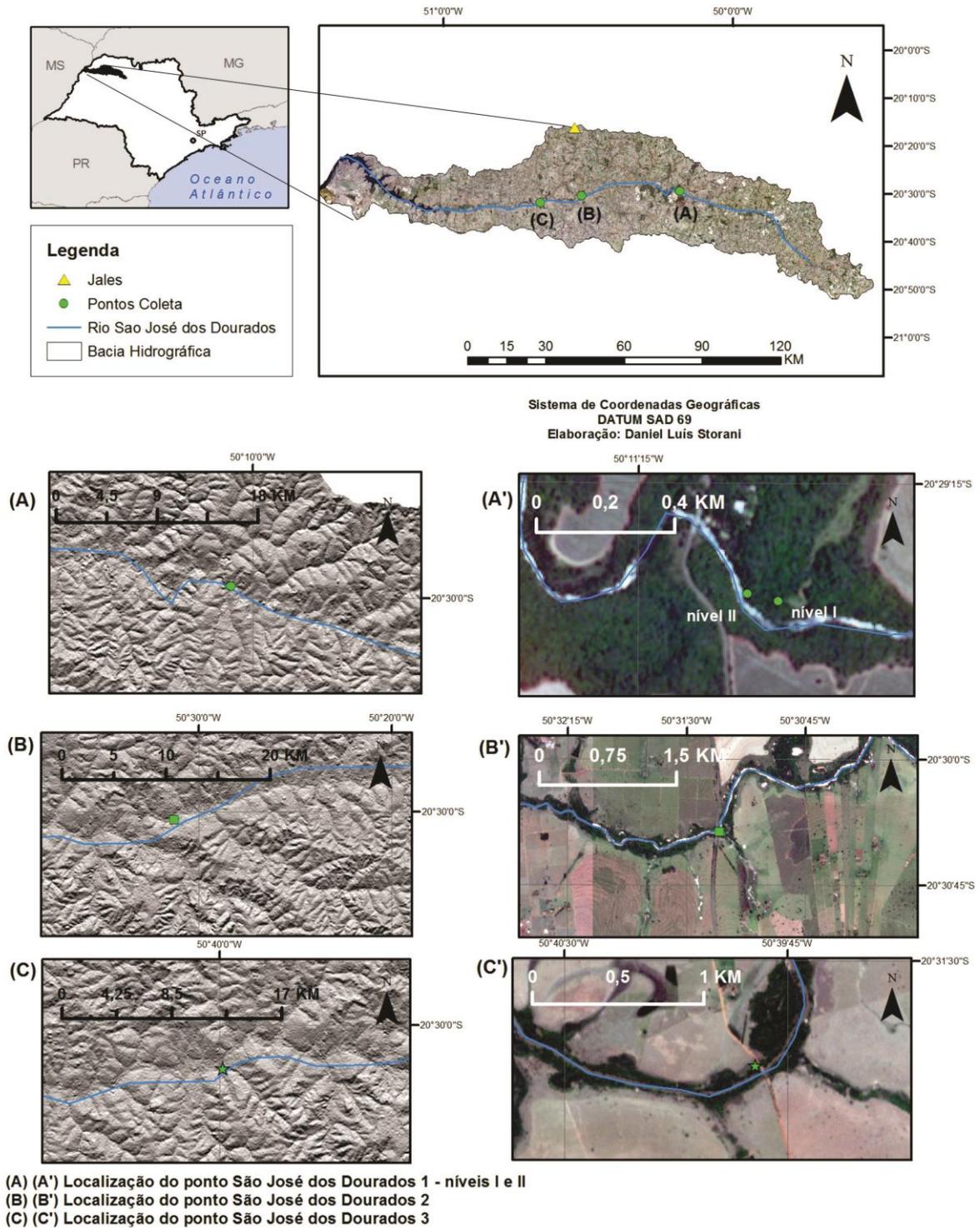


Figura 7.83 – Localização dos pontos São José dos Dourados – níveis I e II, São José dos Dourados 2 e São José dos Dourados 3

Os níveis I e II referentes ao ponto São José dos Dourados 1 ficam na área do Parque Ecoturístico de Valentim Gentil, na divisa com Magda, e fazem referência a coletas a 3 (nível II) e 12 (nível I) metros de distância da margem direita. A essa altura o leito rochoso do São José dos Dourados é de basaltos, sendo possível observar várias corredeiras (Figuras 7.84, 7.85 e 7.86).

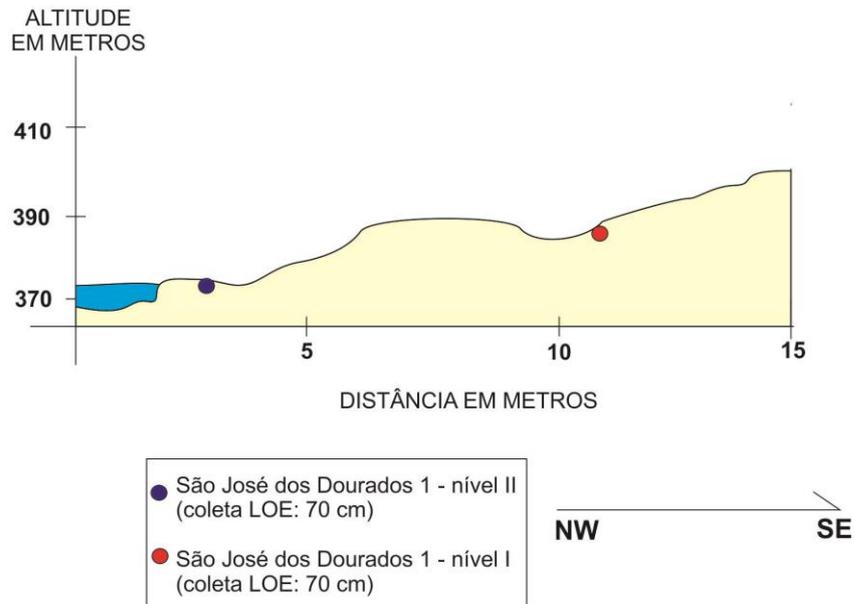


Figura 7.84 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto São José dos Dourados – níveis I e II



Figura 7.85 – Coleta de material superficial – ponto São José dos Dourados 1 – nível II



Figura 7.86 – Detalhe do material a ser coletado – ponto São José dos Dourados 1 – nível I

A datação absoluta do material de recobrimento do nível I demonstra, a uma profundidade de 70 cm, em coleta realizada em trincheira aberta em área de mata ciliar pouco alta, idade de 1.300 ± 215 anos. Confirma-se o observado em campo, e o material arenoso coletado no nível II, em 60 cm de profundidade, próximo ao rio é relativamente muito recente, com idade de 310 ± 40 anos (Tabelas 7.113 e 7.114).

Tabela 7.113 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível I do ponto São José dos Dourados 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
70	2.390 ± 270	3,1	1.300 ± 215
		Desvio padrão – 0,4	

Tabela 7.114 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no nível II do ponto São José dos Dourados 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
70	1.800 ± 155	0,55	310 ± 40
		Desvio padrão – 0,1	

As granulometrias obtidas em ambos os níveis do ponto demonstram predomínio da fração areia em todas as profundidades, sendo o nível II, mais próximo do rio, mais argiloso, principalmente na superfície (0 – 20 cm). Tal ocorrência aponta dados de deposição recente com essa característica (Tabelas 7.115 e 7.116).

Tabela 7.115 – Análise granulométrica do material coletado no nível I do ponto São José dos Dourados 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	15,3	41,5	32,1	88,9	4,9	6,2
60-80	0	0,4	16,4	43,6	28,9	89,3	4,8	5,9

Tabela 7.116 – Análise granulométrica do material coletado no nível II do ponto São José dos Dourados 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	1,4	27,5	50	78,9	11	10,1
60-80	0	0	6,6	47	33,5	87,1	7,6	5,3

O intemperismo, nas profundidades de coleta, pode ser relativamente inferido pelos índices de saturação por bases e capacidade da argila de trocar cátions. No nível I, o V% com valor de 38,4 demonstra maior grau de exposição ao intemperismo do que a profundidade de coleta do nível II, com mesmo índice no valor de 67,8. O mesmo ocorre com a CTC das profundidades 60 – 80 cm, menor no nível I, apontando maior tempo de deposição. As profundidades superficiais de ambos os níveis podem demonstrar influências de novas deposições excepcionais (Tabelas 7.117, 7.118, 7.119 e 7.120).

Tabela 7.117 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto São José dos Dourados 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 -20	6,6	4,5	4,8	0,9	6,4	0,09	2,2	2	0,6	0,1	2,1	4,9	55,0
60 - 80	6,5	4	4,3	0,2	5,3	0,06	2,5	1,2	0,3	0,1	2,4	4,1	38,4

Tabela 7.118 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto São José dos Dourados 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0 -20	6,4	4,1	4,3	0,6	6,4	0,11	2,8	1,6	0,4	0,5	2,3	4,9	43,0
60 - 80	6,6	4,5	5	0,6	5,1	0,04	2,2	3,6	1	0,1	2,1	6,8	67,8

Tabela 7.119 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível I do ponto São José dos Dourados 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 -20	266	1,7	0,2	1	0,13	1,6	5
60 - 80	206	13,2	0,2	1,6	0,13	2,6	4

Tabela 7.120 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no nível II do ponto São José dos Dourados 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 -20	532	32,2	1,6	1,8	0,15	2,4	7
60 - 80	335	4,6	1,6	1,1	0,14	2	8

De acordo com a classificação do diagrama de Flemming (2000), é possível classificar os materiais coletados no nível mais antigo como *areia levemente siltosa*. No nível mais recente a classe textural é de *areia levemente argilosa*. Mesmo assim, infere-se condições hidrodinâmicas de energia de deposição semelhantes para todo o ponto (Figura 7.87).

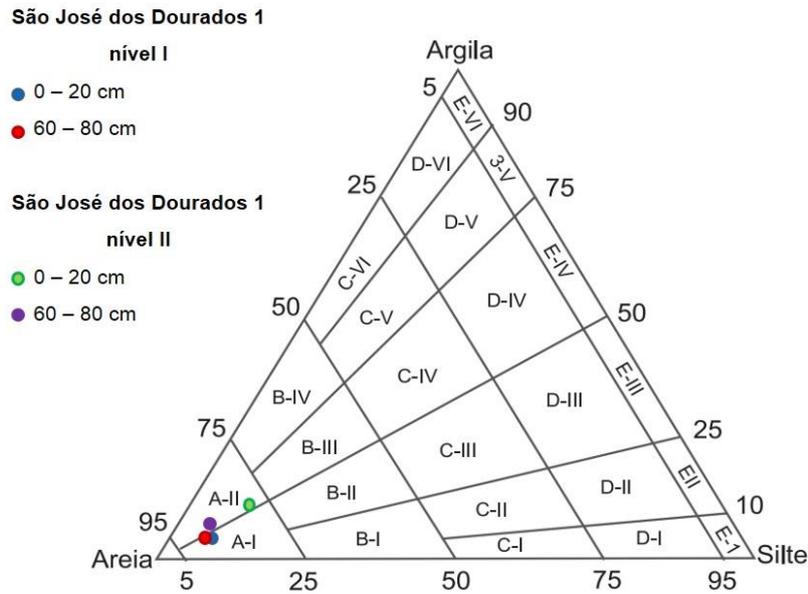


Figura 7.87 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades dos níveis do ponto São José dos Dourados 1

O denominado ponto São José dos Dourados 2 corresponde a duas datações realizadas em mesmo pacote sedimentar encontrado em margem do médio curso do rio, entre os municípios de Pontalinda e General Salgado, com claras sequências de deposição, diferenciadas por coloração e textura. Não havia na paisagem, no entanto, níveis aplainados levemente inclinados em direção ao canal fluvial, que caracterizariam baixos terraços fluviais. Pelo interesse em obter idades de aluviões, foram realizadas as coletas (Figuras 7.88 e 7.89).

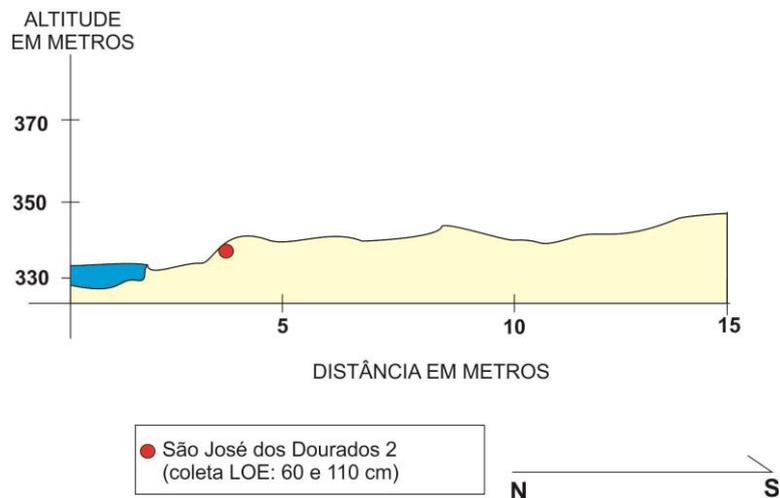


Figura 7.88 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto São José dos Dourados 2



Figura 7.89 – Coleta de material em 2 profundidades – ponto São José dos Dourados 2

Em profundidade de 60 cm a LOE atribuiu 250 ± 45 anos ao material. Em 1,1 metro, 370 ± 50 anos (Tabela 7.121).

Tabela 7.121 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto São José dos Dourados 2

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
60	2.980 ± 360	0,75	250 ± 45
		Desvio padrão – 0,2	
110	1.890 ± 165	0,70	370 ± 50
		Desvio padrão – 0,2	

A alternância de colorações e texturas observadas no material aluvial no momento de coleta resulta em análise granulométrica alternada na sequência de fração areia total de acordo com a profundidade. O mesmo acontece com o silte, em alternância com a areia total: na profundidade onde a proporção de areia é grande, há menos silte, logo abaixo há menos areia e aumenta a proporção de silte (Tabela 7.122).

Tabela 7.122 – Análise granulométrica do material coletado no ponto São José dos Dourados 2

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
40-60	0	0	0,7	31,3	48,6	80,6	10,2	9,2
60-80	0	0	1,1	24,7	35,3	61,1	18,8	20,1
80-100	0	0	1,2	49,1	37,4	87,7	7,1	5,2
100-120	0	0	0,2	12,3	49	61,5	12,1	26,4

A análise de parâmetros químicos demonstra, interpretando-se V% e CTC, baixo intemperismo sofrido pelos sedimentos coletados. A profundidade entre 60 e 80 cm é a que tem argila com maior capacidade de troca catiônica e maior saturação de bases (Tabelas 7.123 e 7.124).

Tabela 7.123 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto São José dos Dourados 2

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CT C	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
40-60	6,6	4,9	5,1	0,4	10,3	0,08	2,2	4,1	0,8	0,1	2,1	7,2	69,4
60-80	6,7	5	5,3	1,2	8,9	0,12	2	6,7	1,1	0,1	1,9	9,9	79,8
80-100	7	5,2	5,6	0,2	8	0,09	1,5	3	1	0,1	1,4	5,6	73,2
100-120	6,9	5,2	5,4	0,1	7,4	0,08	1,6	2,2	0,8	0,1	1,5	4,7	65,8

Tabela 7.124 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto São José dos Dourados 2

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
40-60	584	34,2	1,4	1,8	0,16	3,1	12
60-80	560	301,2	2,7	2,8	0,18	4	17
80-100	554	38,8	0,7	1,9	0,17	2	10
100-120	515	39,6	1,9	1,6	0,15	1,9	16

As alternâncias aparentes e descritas do material aluvial se refletem na análise dos dados granulométricos por meio do diagrama de Flemming (2000). As profundidades de 40 a 60 cm e 80 a 100 cm são de *areia levemente argilosa*. As profundidades entre 60 e 80 cm e entre 100 e 120 cm são da classe textural *areia siltosa*. Dado as idades recentes obtidas por LOE e descrição física do material, é

possível inferir aluvião com sequência de alternância de energias hidrodinâmicas, excepcionais ou regulares (Figura 7.90).

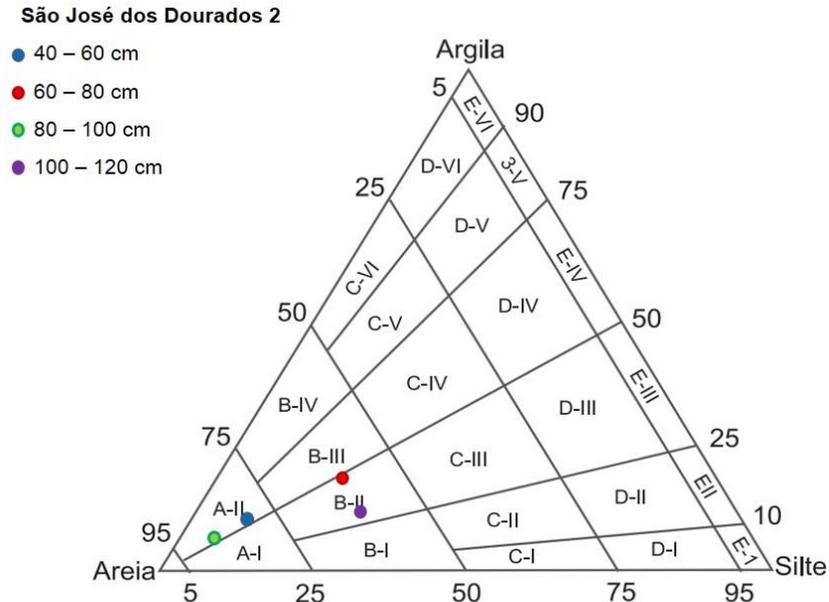


Figura 7.90 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto São José dos Dourados 2

Na transição do médio para o baixo curso do rio São José dos Dourados está o designado ponto São José dos Dourados 3, na margem direita do rio, localizado no limite entre Auriflama e Palmeira D'Oeste. Em baixo terraço fluvial em área com diversos meandros e com grande difusão de planícies, abriu-se trincheira para coletar material arenoso, a 2,5 metros da margem do rio. A coleta de material de recobrimento aconteceu a uma profundidade de 80 cm (Figuras 7.91 e 7.92).

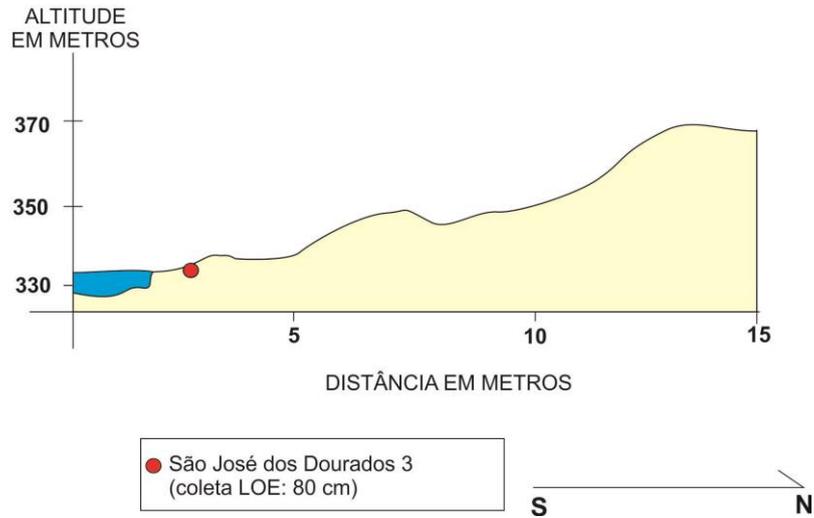


Figura 7.91 – Perfil de baixo terraço fluvial – São José dos Dourados 3



Figura 7.92 – Abertura de trincheira para coleta de material – ponto São José dos Dourados 3

Obeve-se idade para o perfil do ponto acima descrito, por meio de LOE, de 840 ± 110 anos (Tabela 7.125).

Tabela 7.125 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto São José dos Dourados 3

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	3.225 ± 280	2,7	840 ± 110
		Desvio padrão – 0,2	

A análise das frações granulométricas das amostras identificou material com quantidades relativamente equilibradas de areia, silte e argila, em ambas as profundidades, há homogeneidade na distribuição (Tabela 7.126).

Tabela 7.126 – Análise granulométrica do material coletado no ponto São José dos Dourados 3

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	0,4	9,1	35,4	44,9	34	21,1
60-80	0,4	1,1	1,1	6,6	37,8	47	20,4	32,6

Os resultados de análise química demonstram maior intemperismo sofrido pelo material coletado entre 60 e 80 cm de profundidade, com menor CTC e V%. Devido à proximidade do leito do rio, a área de coleta do ponto São José dos Dourados provavelmente é excepcionalmente coberta por água e sedimentos fluviais (Tabelas 7.127 e 7.128).

Tabela 7.127 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto São José dos Dourados 3

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA							%
0-20	6,2	4,3	4,7	0,6	8,3	0,08	3,4	5,7	1,6	0,2	3,2	10,8	68,5
60-80	5,9	4,1	4,3	0,2	16,4	0,11	4,7	4,5	1,3	0,9	3,8	10,6	55,7

Tabela 7.128 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto São José dos Dourados 3

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0-20	562	64,5	3,3	3,7	0,14	2,6	17
60-80	410	158,8	1,4	1,5	0,15	6	16

Nessa altura do rio supõe-se uma energia hidrodinâmica de média a baixa, devido à classificação de *lama arenosa argilosa* (0 – 20 cm) e *lama arenosa*

siltosa (60 – 80 cm) dos materiais de recobrimento coletados. O rio São José dos Dourados, à jusante, forma planícies fluviais cada vez mais extensas, segundo o que se observa em imagens de satélite (Figura 7.93).

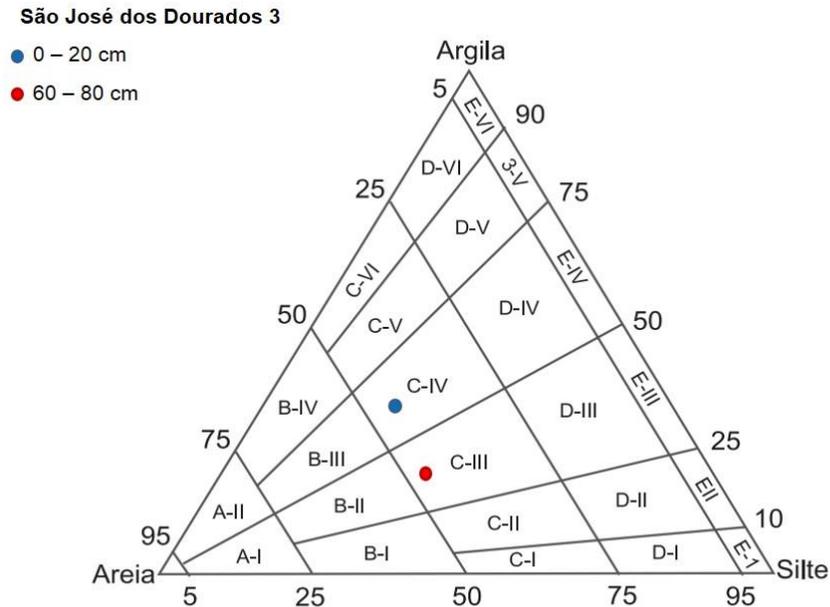


Figura 7.93 – Diagrama de Fleming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto São José dos Dourados 3

7.2.7 – Rio Turvo

O rio Turvo nasce no município paulista de Monte Alto e percorre 243 km em sentido sudeste – noroeste até chegar ao rio Grande, onde sua foz está no município de Cardoso. Sob o ponto de vista administrativo/gerencial, está na UGRHI 15 (Turvo/Grande).

A bacia hidrográfica do Turvo tem uma área de 11.108 km², e em sua totalidade está na unidade morfoestrutural do Planalto Centro Ocidental, com relevo de colinas amplas e baixas, com baixos índices de declividade.

São 3 os perfis de análise no contexto da bacia hidrográfica do rio Turvo, distribuídos no alto, médio e baixo cursos. Como anteriormente citado, toda a bacia está na mesma classificação geomorfológica de Ross e Moroz (1997) (Figura 7.94).

Pontos:

- **Turvo 1**

Latitude: 20°52'34.52" S

Longitude: 48°55'01.49" W

Elevação: 472 m

- **Turvo 2**

Latitude: 20°25'02.61" S

Longitude: 49°16'03.74" W

Elevação: 442 m

- **Turvo 3**

Latitude: 20°13'50.56" S

Longitude: 49°24'16.07" W

Elevação: 431 m

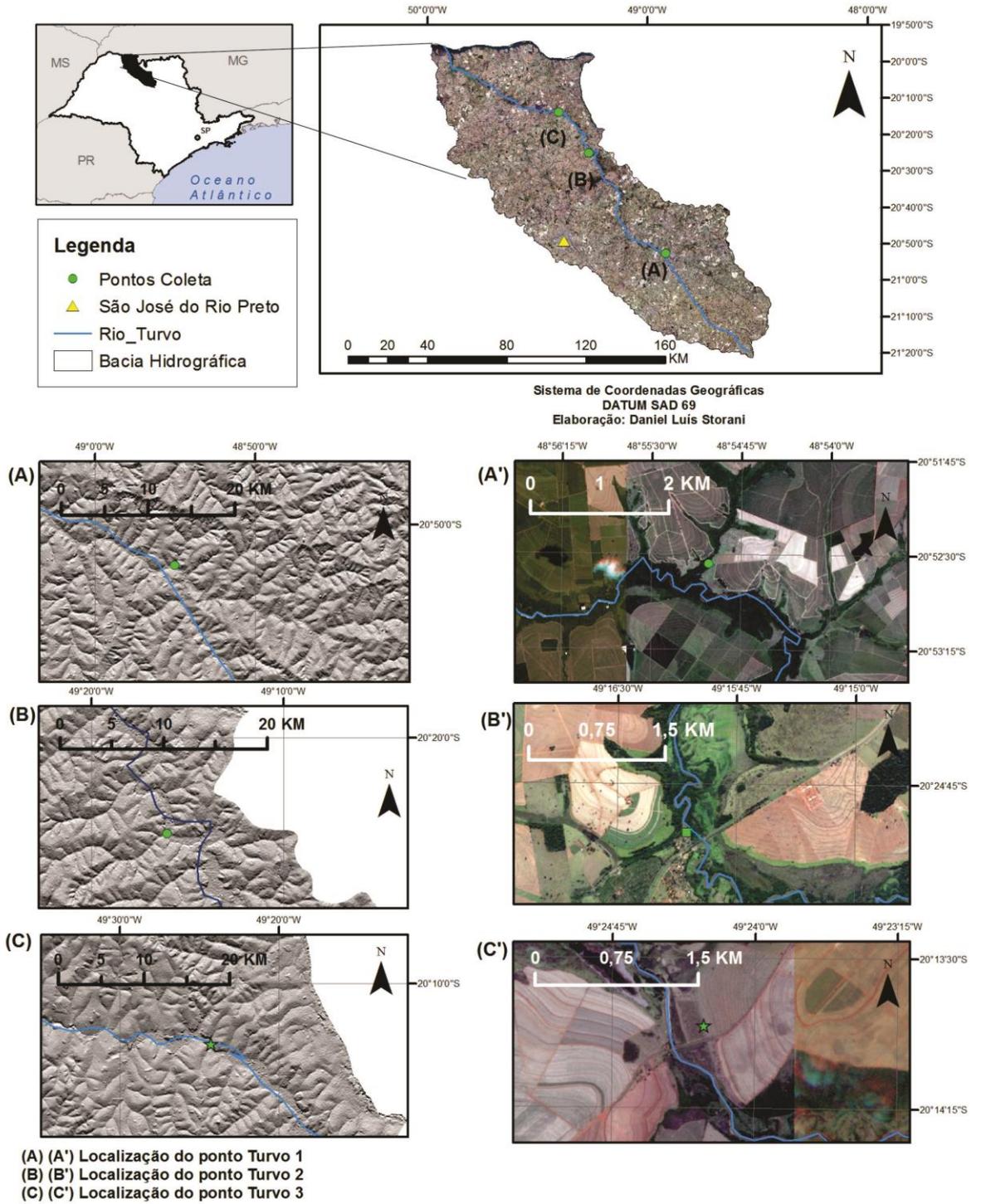


Figura 7.94 – Localização dos pontos Turvo 1, Turvo 2 e Turvo 3

No ponto denominado Turvo 1, localizado na divisa entre Cajobi e Tabapuã, escolheu-se terreno aplainado, levemente inclinado em direção ao canal fluvial, de extensão aproximada de 300 metros. Abriu-se trincheira em pasto adjacente a mata ciliar preservada e coletou-se material a 80 cm de profundidade. Em nível superficial encontrou-se matéria orgânica em grande quantidade, e que deixava o material sedimentar com coloração escurecida. O aprofundamento da escavação trazia na sequencia material mais arenoso e mais claro (Figuras 7.95 e 7.96).

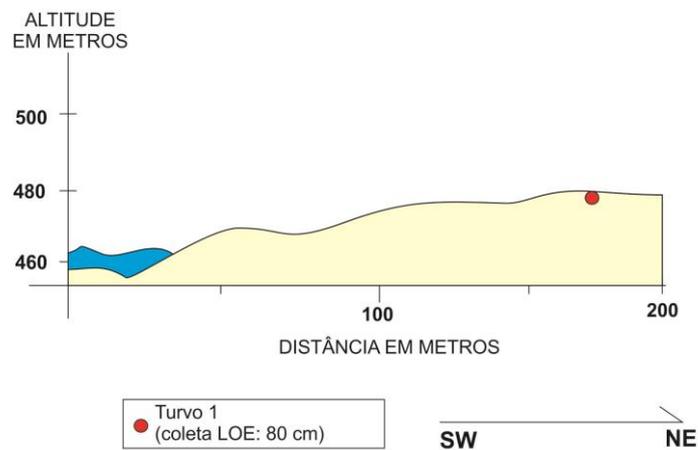


Figura 7.95 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Turvo 1



Figura 7.96 – Detalhe da coleta de material – Turvo 1

A datação absoluta por meio de LOE indicou, então, idade de 4.510 ± 650 anos para o ponto Turvo 1 (Tabela 7.129).

Tabela 7.129 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Turvo 1

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
80	2.460 ± 230	11,1	4.510 ± 650
		Desvio padrão – 1,1	

A análise granulométrica realizada com o que foi coletado em campo mostrou predomínio de areia no ponto Turvo 1, além de significativa presença de argila. Esta última fração ocorre em maior quantidade no nível superficial (0 – 20 cm), o mesmo que se observa com a areia (Tabela 7.130).

Tabela 7.130 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Turvo 1

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0,3	9,3	36,4	24,1	70,1	18,5	11,4
60-80	0	0	7,5	41,4	27,8	76,7	13,7	9,6

A análise química do material de recobrimento da planície fluvial demonstra níveis médios de saturação por bases e maior capacidade de troca catiônica da argila presente no nível superficial (Tabelas 7.131 e 7.132).

Tabela 7.131 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Turvo 1

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	pH			%	P ppm	mEq / 100 ml TFSA						%	
0-20	6,3	4,2	4,4	1,2	12,1	0,09	3,1	2,5	0,7	0,4	0,4	6,4	51,5
60-80	6,7	4,3	4,5	0,4	6	0,05	2	1,2	0,3	0,2	0,2	3,6	43,7

Tabela 7.132 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Turvo 1

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
0 -20	275,9	167,5	1,8	3,1	0,16	2,9	14
60 - 80	221,3	9,5	0,4	2	0,14	6,5	8

Os dados granulométricos aplicados à proposta de Flemming para determinação de classes texturais leva o material de porção menos profunda a ser caracterizado como *areia argilosa*. Já em nível de 60 a 80 cm de profundidade, a classe atribuída é de *areia levemente argilosa*. Em ambos os casos, a condição hidrodinâmica de alta e média energias específicas para o ponto Turvo 1 (Figura 7.97).

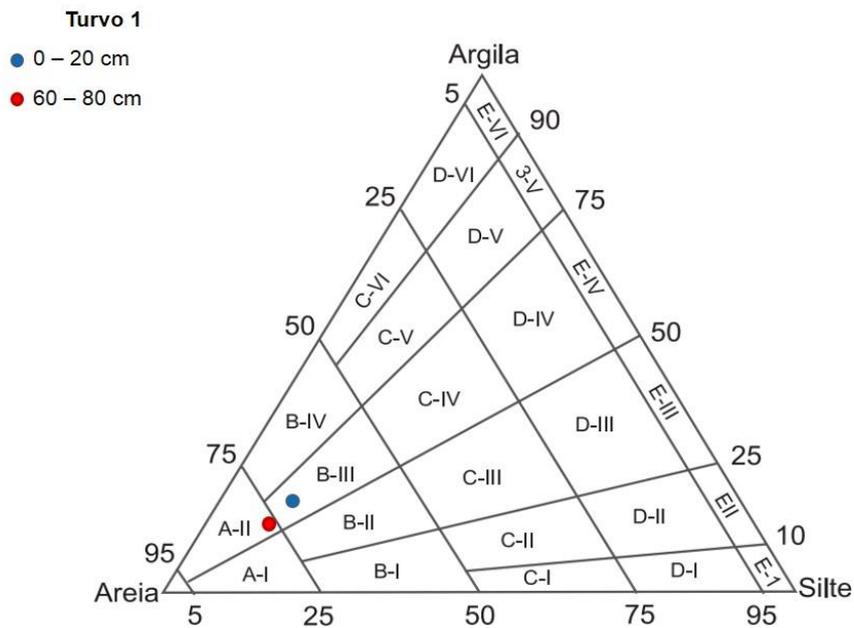


Figura 7.97 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Turvo 1

No médio curso do rio Turvo, entre Icém e Nova Granada, o ponto Turvo 2 caracteriza-se como coletas ocorridas em borda de baixo terraço fluvial recoberto por gramíneas a 2 metros acima do leito. Em tal localização, arenitos formam a calha fluvial e, acima de tal litologia, está material de recobrimento de interesse. Na borda escolhida, foram coletadas 2 amostras no mesmo perfil: a 80 cm de profundidade, em material de coloração acinzentada. A 60 cm o material apresentava menor compactação e coloração amarelada (Figuras 7.98 e 7.99).

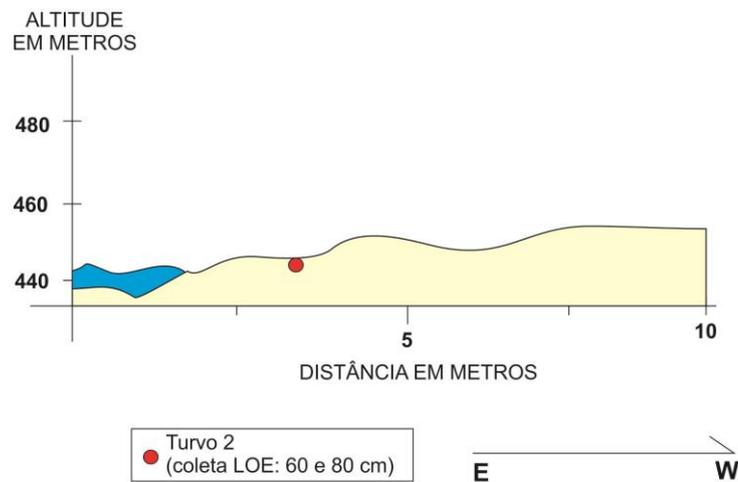


Figura 7.98 – Perfil de baixo terraço – Turvo 2



Figura 7.99 – Coleta de material para datação por LOE – ponto Turvo 2

A datação absoluta por meio de LOE demonstra sequencia deposicional, com o nível inferior datado a 965 ± 110 anos, e o superior a 560 ± 80 anos (Tabela 7.133).

Tabela 7.133 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Turvo 2

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
60	1.800 ± 170	1,0	560 ± 80
		Desvio padrão – 0,28	
80	2.400 ± 150	2,3	965 ± 110
		Desvio padrão – 0,12	

A granulometria obtida em laboratório demonstra maior presença de areia nos níveis superiores de recobrimento, e índice decrescente com o aumento da profundidade. As frações argila e silte variam de maneiras distintas (Tabela 7.134).

Tabela 7.134 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Turvo 2

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	0	0	0,7	33,4	47,7	81,8	11,4	6,8
60-80	0	0,3	1,6	43,8	31,9	77,6	16,4	6,0
80-100	0	0	1,2	32,5	39,9	73,6	13,5	12,9

Os índices obtidos a partir de análise química demonstram menor saturação por bases e capacidade de troca catiônica da argila no nível entre 60 e 80 cm, que voltam a aumentar em profundidades maiores. Nos limites de profundidade de coleta, no entanto, é possível determinar maior incidência de intemperismo químico, e perceber diminuição dessa característica em níveis superficiais do perfil. Cheias excepcionais do rio podem depositar eventualmente novos sedimentos, contribuindo de alguma maneira com essa dinâmica (Tabelas 7.135 e 7.136).

Tabela 7.135 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Turvo 2

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O %	Resina P ppm	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V %
0 - 20	6,5	4,4	4,6	0,6	7,8	0,16	2,5	2,1	0,9	0,3	0,3	5,7	55,8
60 - 80	6,5	4,3	4,4	0,6	9	0,06	2,5	1,6	0,3	0,3	0,3	4,5	43,9
80 - 100	6,4	4,5	4,6	0,6	7,3	0,08	2,8	2,4	0,4	0,5	0,5	5,7	50,7

Tabela 7.136 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Turvo 2

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
0 - 20	283,1	164,3	1,1	4,1	0,1	9,6	9
60 - 80	215,6	38,7	0,7	1,8	0,14	6,2	9
80 - 100	214,8	29,1	0,6	2,9	0,15	6,8	12

Para a interpretação dos ambientes de deposição, a partir da análise do diagrama de Flemming com os dados do ponto Turvo 2, torna-se necessário destacar, para os níveis superiores de coleta, relativa maior energia hidrodinâmica, sendo classificados como *areia levemente argilosa*. O nível mais profundo, com classe textural *areia argilosa* demonstraria uma menor energia no momento de deposição (Figura 7.100).

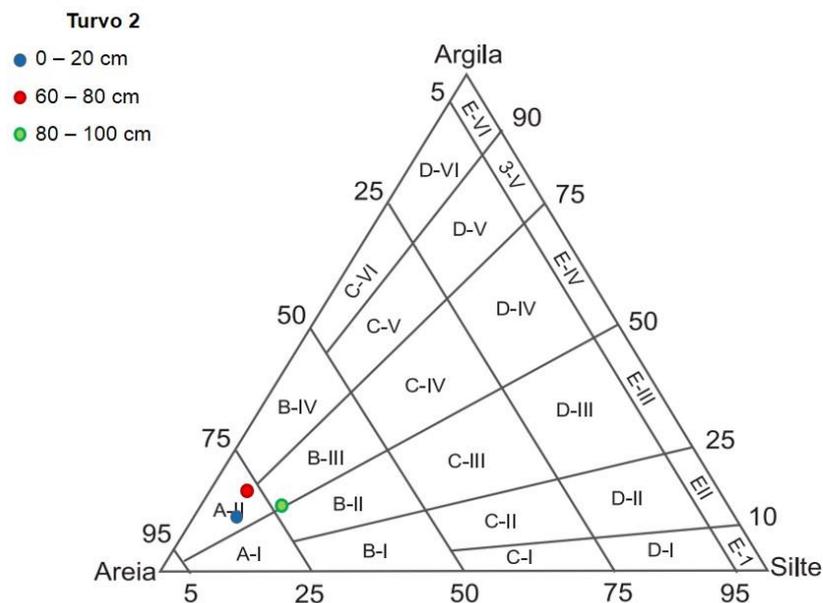


Figura 7.100 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Turvo 2

O ponto Turvo 3, no início do baixo curso do rio, na divisa entre os municípios de Orindiúva e Palestina, é caracterizado como o ponto mais distante do canal em extensa planície fluvial, a 270 metros da margem direita (Figuras 7.101 e 7.102).

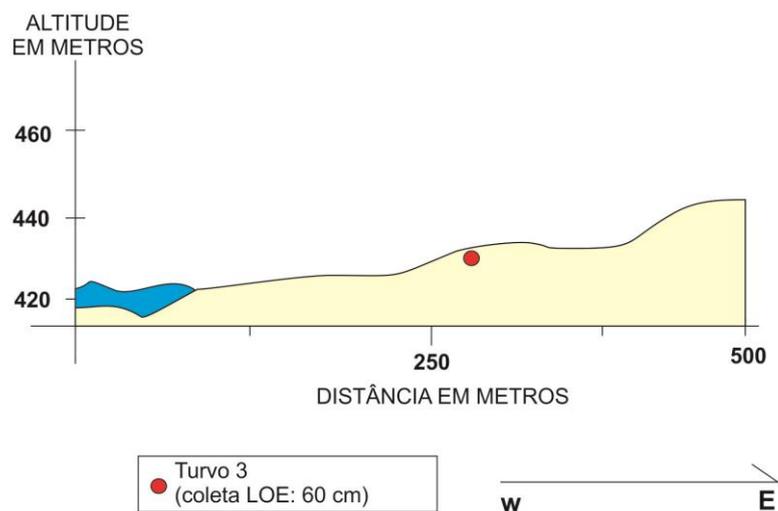


Figura 7.101 – Perfil de baixo terraço fluvial – ponto Turvo 3



Figura 7.102 – Abertura de trincheira – ponto Turvo 3

Foi aberta trincheira em material avermelhado na superfície, provavelmente proveniente da vertente com significativa declividade ao lado. Nos níveis a partir de 40 cm, tal coloração muda, e percebe-se ligeiro aumento da fração areia. Uma coleta realizada em tal condição resultou em 2.640 ± 440 anos (Tabela 7.137).

Tabela 7.137 – Resultado de datação absoluta por meio de LOE no ponto Turvo 3

Profundidade (cm)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	IDADE (anos)
60	1.940 ± 230	5,1	2.640 ± 440
		Desvio padrão – 0,62	

Como observado na ocasião da coleta, a fração de argila é maior na superfície do material de recobrimento, e diminui na profundidade de coleta. A fração areia tem comportamento contrário, e é maior entre 60 e 80 cm de profundidade (Tabela 7.138).

Tabela 7.138 – Análise granulométrica do material coletado no ponto Turvo 3

Profundidade (cm)	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	%							
0-20	1,1	0,2	0,8	11,3	33,8	47,2	40,8	12
60-80	0	0,5	3,6	23	25,9	53	32,6	14,4

As análises químicas mostram maior saturação por bases (V%) e capacidade de troca de cátions (CTC) dos níveis entre 60 e 80 cm. Como supõe-se origens distintas para os níveis do perfil analisado, somente os valores obtidos em profundidade interessam para interpretação de índice de intemperismo que tenha atuado sobre sedimentos fluviais. Assim, os valores obtidos ficam relativamente na média dos outros pontos do mesmo rio (Tabelas 7.139 e 7.140).

Tabela 7.139 – Análise química de material superficial com concentrações de macro nutrientes no ponto Turvo 3

Profund (cm)	SMP	CaCl ₂	Agua	M.O	Resina	K	H+Al	Ca	Mg	Al	H	CTC	V
	mEq / 100 ml TFSA												
	%												
0 -20	6,3	4	4,1	0,6	6,4	0,04	3,1	0,7	0,2	0,5	0,5	4,0	23,3
60 - 80	6,4	4,2	4,4	1,2	9,6	0,06	2,8	1,8	0,8	0,4	0,4	5,5	48,7

Tabela 7.140 – Análise química de material superficial com concentrações de micro nutrientes no ponto Turvo 3

Profund. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Na
	ppm						
0 -20	174,6	1,3	4,6	2,2	0,12	5,7	11
60 - 80	215,1	38,3	7,9	3,2	0,1	11,6	12

A aplicação do diagrama de Flemming para este caso tem interesse em demonstrar a classificação textural dos materiais. Como é suposta uma condição distinta de origens e deposição dos sedimentos, cita-se que entre 0 e 20 cm foi encontrada *lama arenosa muito argilosa*. E, entre 60 e 80 cm, *areia argilosa*. Destaca-se, então, a argila presente em todo o pacote encontrado (Figura 7.103).

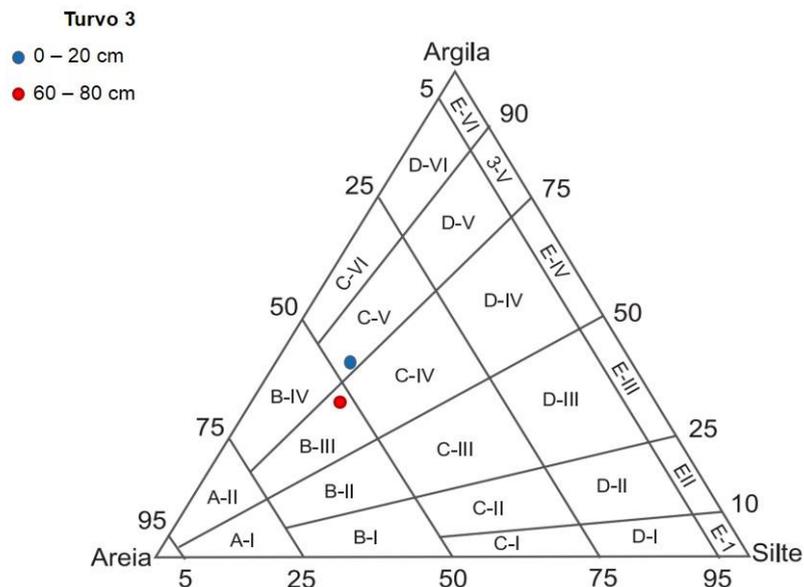


Figura 7.103 – Diagrama de Flemming com pontos referentes a material coletado nas profundidades do ponto Turvo 3

7.3 – Cenário regional das oscilações climáticas quaternárias – LOE, classes texturais e análise estatística básica dos pontos

7.3.1 – Datações por LOE em terraços fluviais no contexto da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental Paulista

São apresentados a seguir resumos dos resultados de datação absoluta por LOE em material superficial de baixos terraços da Depressão Periférica (Tabela 7.141) e do Planalto Ocidental Paulista (Tabela 7.142), com profundidade de coleta, dados de altimetria dos pontos analisados e referências da elevação da coleta em relação ao canal fluvial.

Tabela 7.141 – Listagem dos pontos de coleta, dados de elevação e resultados de datação por meio de LOE no contexto da Depressão Periférica Paulista

Ponto	Profundidade de coleta (cm)	Altitude (m)	Elevação em relação ao canal (m)	Distância do canal (m)	Idade (LOE)
Atibaia 1	80	560	10	950	5.880 ± 660
Atibaia 2	80	560	10	200	2.750 ± 350
Capivari 1	80	524	4	3	1.170 ± 140
Capivari 2 - nível I	80	510	0	5	3.020 ± 400
Capivari 2 - nível II	30	511	1	1	590 ± 70
Capivari 3	80	475	4	2	300 ± 45
Corumbataí 1	100	580	8	75	1.590 ± 380
Corumbataí 2	100	578	6	140	1.700 ± 350
Corumbataí 3 - nível I	80	554	6	148	1.580 ± 260
Corumbataí 3 - nível II	80	552	2	2	700 ± 110
Corumbataí 4	80	539	7	70	1.170 ± 190
Batalha 1	80	550	1	2	1.350 ± 225
Itapetininga 1	160	616	2	2,5	150 ± 25
Mogi Guaçu 1 - nível III	80	573	2	50	630 ± 75
Piracicaba 1 - nível I	70	455	4	80	995 ± 140
Piracicaba 1 - nível II	70	453	2	6	710 ± 90

Tabela 7.142 – Listagem dos pontos de coleta, dados de elevação e resultados de datação por meio de LOE no contexto do Planalto Ocidental Paulista

Ponto	Profundidade de coleta (cm)	Altitude (m)	Elevação em relação ao canal (m)	Distância do canal (m)	Idade (LOE)
Jacaré Guaçu 1	60	421	8	290	1.070 ± 120
Jacaré Pepira 1	95	427	3	2	1.300 ± 190
Pardo 1	100	522	2	5	1.130 ± 170
Pardo 2 - 30 cm	30	485	15	695	3.260 ± 340
Pardo 2 - 60 cm	60	485	15	695	6.525 ± 950
Pardo 3 - 30 cm	30	487	8	7	540 ± 75
Pardo 3 - 60 cm	60	487	8	7	740 ± 100
Peixe 1 - nível I - 35 cm	35	277	20	4850	200 ± 25
Peixe 1 - nível I - 80 cm	80	277	20	4850	2.970 ± 650
Peixe 1 - nível II	80	272	10	2300	1.870 ± 400
Peixe 1 - nível III	80	263	3	5	1.215 ± 275
Santo Anastácio 1	80	270	8	900	2.710 ± 340
Santo Anastácio 2 - nível I	70	305	15	13	1.790 ± 280
Santo Anastácio 2 - nível II	70	290	3	4	940 ± 165
Cedros 1	80	270	1	2	1.900 ± 300
São José dos Dourados 1 - nível I	70	384	9	12	1.300 ± 215
São José dos Dourados 1 - nível II	70	375	1	2	310 ± 40
São José dos Dourados 2 - 60 cm	60	341	1	3	250 ± 45
São José dos Dourados 2 - 110 cm	110	341	1	3	370 ± 50
São José dos Dourados 3	80	335	1	2,5	840 ± 110
Turvo 1	80	472	8	180	4.510 ± 650
Turvo 2 - 60 cm	60	442	2	3	560 ± 80
Turvo 2 - 80 cm	80	442	2	3	965 ± 110
Turvo 3	60	431	10	270	2.640 ± 440

Nas duas unidades morfoesculturais paulistas analisadas, quando coletou-se material superficial em porções mais distantes dos terraços fluviais em relação aos rios, obtiveram-se idades mais antigas, corroborando a ideia de que o abandono das porções mais distantes do canal fluvial acontece anteriormente à definição de uma nova fase de escavação de tais canais.

7.3.2 – Sedimentos e classes texturais na Depressão Periférica e no Planalto Ocidental Paulista

Para efeito de comparação das condições de formação de baixos terraços fluviais nos contextos de cada província geomorfológica do presente trabalho, são apresentados a seguir dois diagramas baseados na classificação textural proposta por Flemming (2000), a qual possibilita a interpretação da energia hidrodinâmica predominante em cada área no momento da sedimentação das formas estudadas. Assim, diagramas apresentam os dados granulométricos divididos em dois tipos: superficiais (0 – 20 cm) e de profundidade das amostras de LOE em planícies de rios na Depressão Periférica Paulista (Figura 7.104) e no Planalto Ocidental Paulista (Figura 7.105).

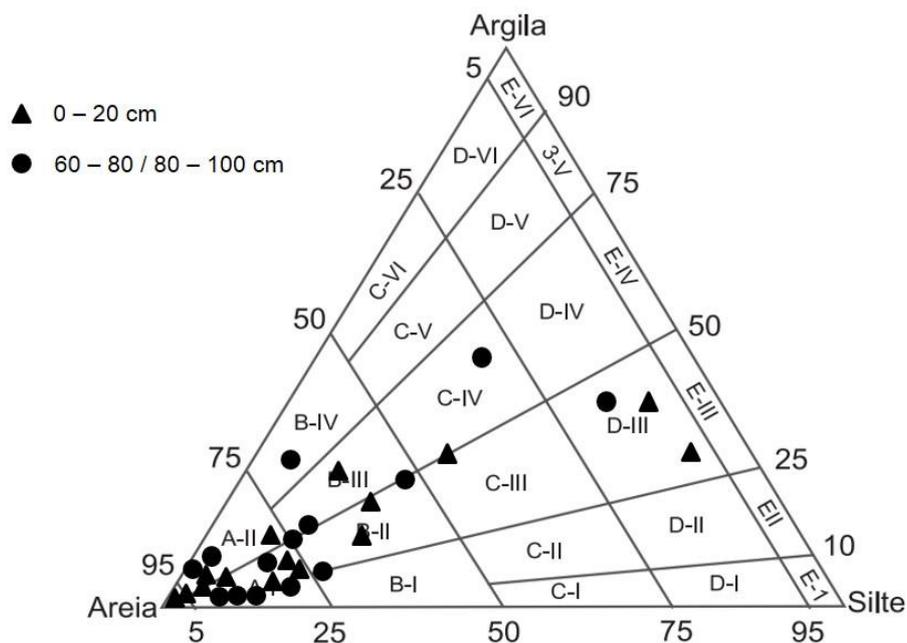


Figura 7.104 – Dados granulométricos de amostras da Depressão Periférica Paulista no diagrama de classificação de sedimentos

No contexto da Depressão Periférica Paulista, segundo classificação de pontos no diagrama de classes texturais (Figura 7.104), observam-se três pontos (dois superficiais e um em profundidade) nas classes D-III, de *lama levemente*

arenosa siltosa. Há amostras na categoria C-IV, de *lama arenosa argilosa*. E há significativa concentração nas classes A-I (*areia levemente siltosa*). Há discreta dispersão de pontos para as classificações B-II (*areia siltosa*) e D-III.

No Planalto Ocidental Paulista, como pode ser observado (Figura 7.105), não há significativa diferença entre dados obtidos para níveis superficiais (0 – 20 cm) e dados de profundidade de coleta (60 – 80 cm ou 80 – 100 cm, predominantemente), uma vez que a nuvem de pontos se espalha pelas mesmas categorias sem grandes distinções. Nota-se que somente dado de maior profundidade chega à classificação D-V, de *lama levemente arenosa muito argilosa* e de *lama arenosa siltosa* (C-III). Os demais dados granulométricos concentram-se nas categorias A e B, que listam as classes texturais de areia. Especificamente há nuvem contínua de dados nas categorias A-II (*areia levemente argilosa*), B-III (*areia argilosa*) e C-IV (*lama arenosa argilosa*).

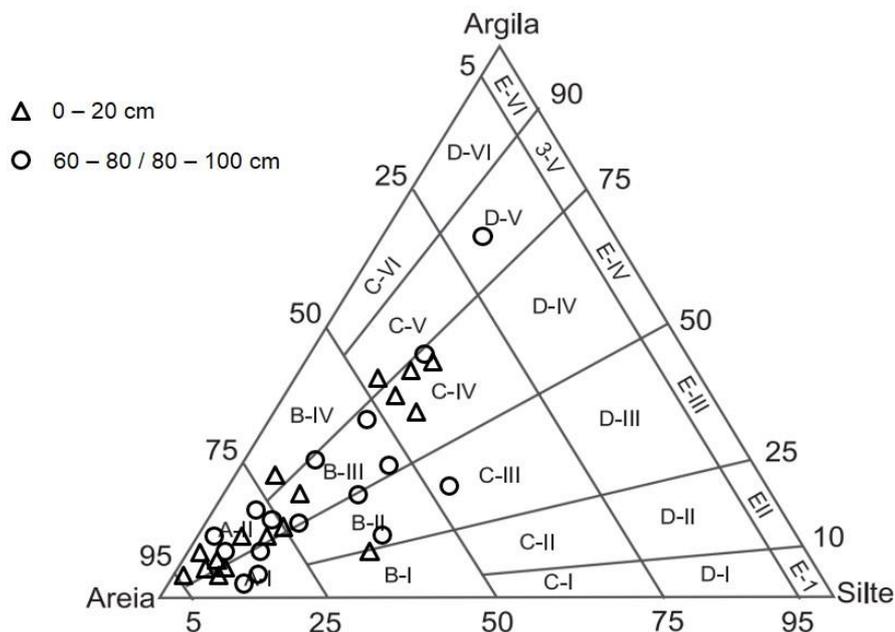


Figura 7.105 – Dados granulométricos de amostras do Planalto Ocidental Paulista no diagrama de classificação de sedimentos

Levando-se em conta as interpretações acima listadas, há relativo predomínio de classes com maior participação de areia e silte nos dados referentes à Depressão Periférica, e das frações areia e argila para os dados granulométricos obtidos no Planalto Ocidental.

De acordo com mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo de Ross e Moroz (1997), a unidade morfoescultural da Depressão Periférica Paulista é caracterizada por litologia composta por arenitos finos, argilitos, siltitos, calcários e folhelhos, na Depressão Mogi-Guaçu; basaltos e arenitos, na Depressão Médio Tietê; e arenitos e arenitos eólicos na Depressão Paranapanema. Na unidade morfoescultural do Planalto Ocidental Paulista, há litologia predominante de arenitos, lentes de siltitos e argilitos, nas subunidades Planalto Centro Ocidental, Planaltos Residuais de Marília e de Botucatu; de basaltos, no Planalto em Patamares Estruturais de Ribeirão Preto; de depósitos arenosos-argilosos no Planalto Residual de São Carlos; e arenitos, lentes de siltitos e conglomerados nos Planaltos Residuais de Franca/Batatais (ROSS e MOROZ, 1997).

Levando em conta as condições apresentadas, é possível entender as rochas que são fontes dos sedimentos transportados pelos rios como condicionantes das características das amostras analisadas. Assim, na Depressão Periférica Paulista, material de recobrimento de terraços com frações de areia e silte demonstram relação com as rochas sedimentares (arenitos) predominantes nesse contexto, que dão origem a solos com baixa presença de argilas. Tal material, carregado por canais com energia hidrodinâmica específica, depositam níveis de terraços com as características apresentadas no diagrama acima citado (Figura 7.104).

No Planalto Ocidental Paulista, a menor capacidade de transporte dos rios, dadas as características relativamente mais planas de relevo de tal unidade morfoescultural, aliadas à presença de arenitos, basaltos, argilitos e depósitos arenosos-argilosos, são condicionantes das características do universo de amostras de material superficial ali coletadas, as quais têm maior presença das frações areia e argila.

7.3.3 – Análise Estatística Básica

Os dados escolhidos para realizar as seguintes análises estatísticas básicas fazem referência aos níveis de baixo terraço datados no contexto da Depressão Periférica Paulista e do Planalto Ocidental Paulista, desconsiderando os dados de datações realizadas acima dos 60 cm em pontos em que se realizaram duas análises no mesmo pacote de material sedimentar, mantendo-se, assim o estabelecido pela proposta inicial.

Os dados de datação por meio de LOE em níveis de baixos terraços fluviais em rios que correm no contexto do Planalto Ocidental Paulista demonstram uma idade média de 1.847 anos, conforme demonstrado pelos cálculos (Tabela 7.143).

Tabela 7.143 – Estatística básica dos valores de datação absoluta por LOE em amostras de baixos terraços fluviais no Planalto Ocidental Paulista

<i>Informação</i>	<i>Valor</i>
T	5,263565452
Graus de Liberdade	18
P-valor	5,27E-05
Média Amostral	1847,105263
Desvio padrão amostral	1529,637135
Tamanho da amostra	19

Os dados de média das datações acima mencionados, quando colocados em gráfico de representação, onde a média amostral é uma linha vertical, demonstram concentração de pontos abaixo da mesma. Nos intervalos próximos dos 1.000 anos há a maior concentração de dados (Figura 7.106).

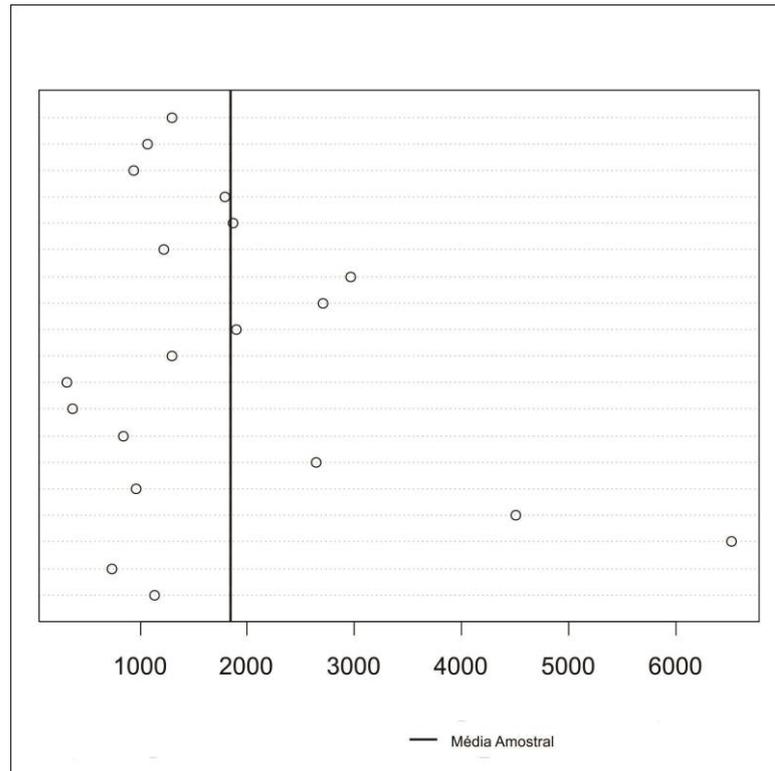


Figura 7.106 – Representação da estatística básica dos valores de datação absoluta por LOE em amostras de baixos terraços fluviais no Planalto Ocidental Paulista

Relacionando-se os dados referentes à idade absoluta (sem margem de erro), ao nível de capacidade de troca catiônica (CTC) da fração argila e aos dados de saturação por bases (V%), obtém-se gráfico que demonstra, para as planícies do Planalto, a possível relação direta entre a tendência de a idade ser maior com menores valores dos índices citados. Para os valores de V%: entre as amostras numeradas de 7 a 9, a menor idade por LOE corresponde a maiores índices de saturação por bases (Figura 7.107).

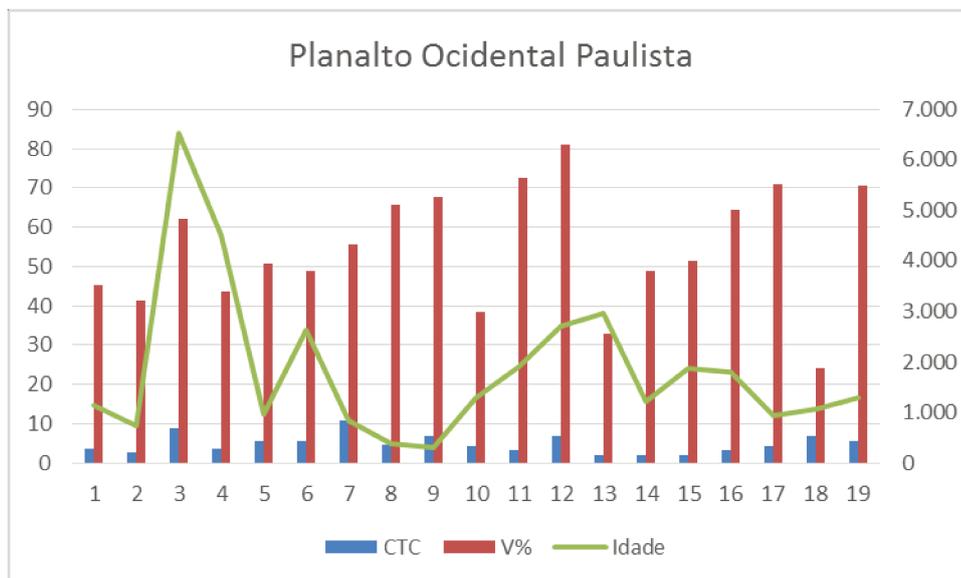


Figura 7.107 – Gráfico de relação entre idades, V% e CTC no contexto do Planalto Ocidental Paulista

Os mesmos dados acima citados, quando elaborada matriz de correlação pelo método Pearson, demonstram a relação entre as variáveis idade, CTC e V%. Os índices de correlação, mesmo que pequenos, demonstram maior relação direta entre CTC e V% (Tabela 7.144 e Figura 7.108).

Tabela 7.144 – Índices obtidos com matriz de correlação (método Pearson) entre as variáveis analisadas no Planalto Ocidental Paulista

<i>Matriz de Correlação: Pearson</i>			
	<i>CTC</i>	<i>V%</i>	<i>Idade</i>
<i>CTC</i>	1	0,242575319	0,145013044
<i>V%</i>	0,242575319	1	-0,00118139
<i>Idade</i>	0,145013044	-0,00118139	1

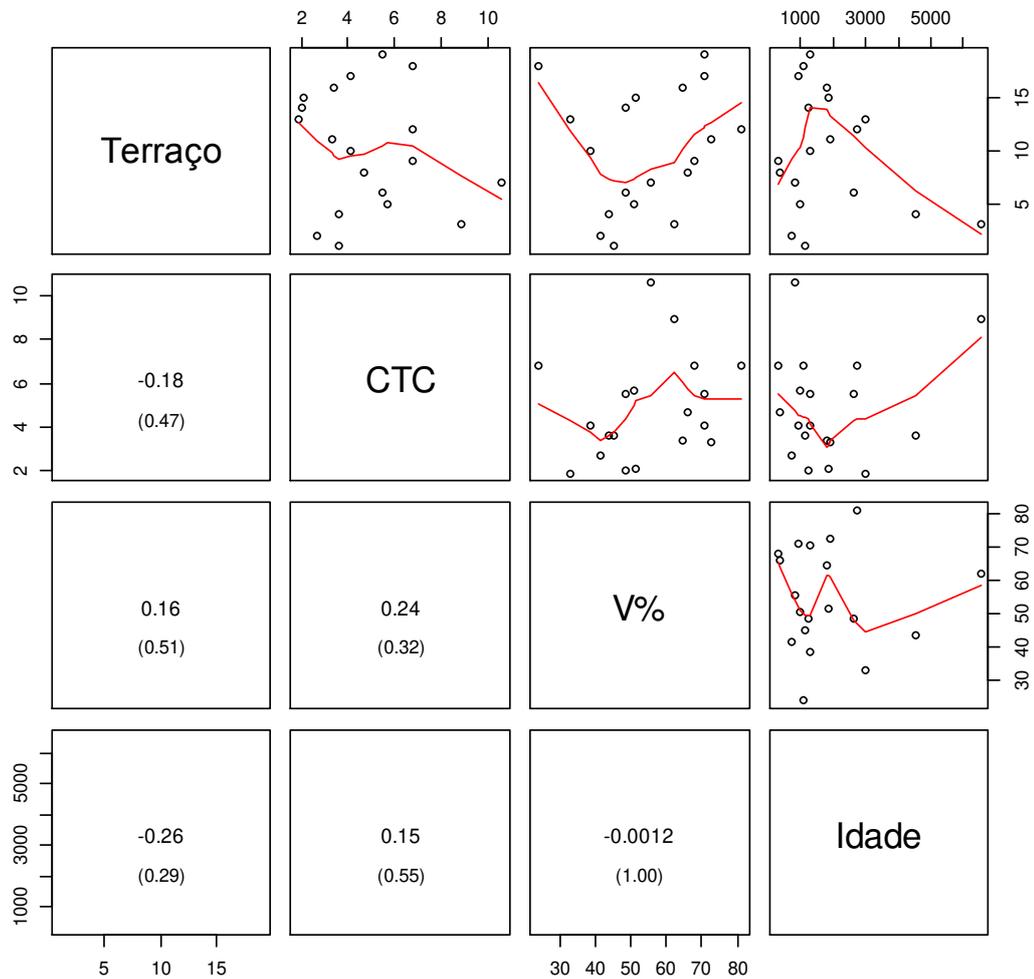


Figura 7.108 – Representação gráfica dos índices obtidos em matriz de correlação no das variáveis analisadas no contexto do Planalto Ocidental Paulista

As planícies fluviais datadas por LOE na Depressão Periférica Paulista demonstram ter, em média, 1.517 anos no universo de pontos selecionados no presente trabalho (Tabela 7.145). Esse valor é aproximadamente 18% menor que a média calculada para os dados de idade do Planalto Ocidental.

Tabela 7.145 – Estatística básica dos valores de datação absoluta por LOE em amostras de baixos terraços fluviais na Depressão Periférica Paulista

<i>Informação</i>	<i>Valor</i>
T	4,313658455
Graus de Liberdade	15
P-valor	0,000614687
Média Amostral	1517,8125
Desvio padrão amostral	1407,448008
Tamanho da amostra	16

A elaboração de gráfico demonstra, por meio da localização da média do universo de amostras, que a maior parte dos dados fica abaixo dela. Os pontos se afastam muito da média somente quando os valores de idade são mais elevados (Figura 7.109).

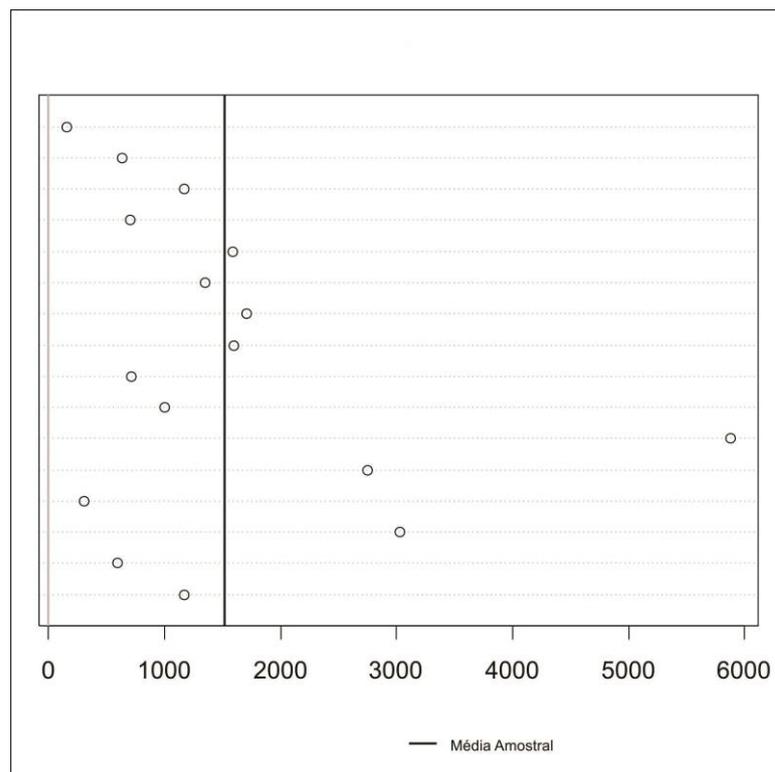


Figura 7.109 – Representação gráfica de estatística básica dos valores de datação absoluta por LOE em amostras de baixos terraços fluviais na Depressão Periférica Paulista

Conforme pode ser observado, as maiores idades correspondem, em gráfico, aos menores valores de saturação por bases (V%) e capacidade de troca de

cátions pela argila (CTC). Quando as idades decrescem, a partir da amostra numerada de 8, os valores de V% tendem a aumentar (Figura 7.110).

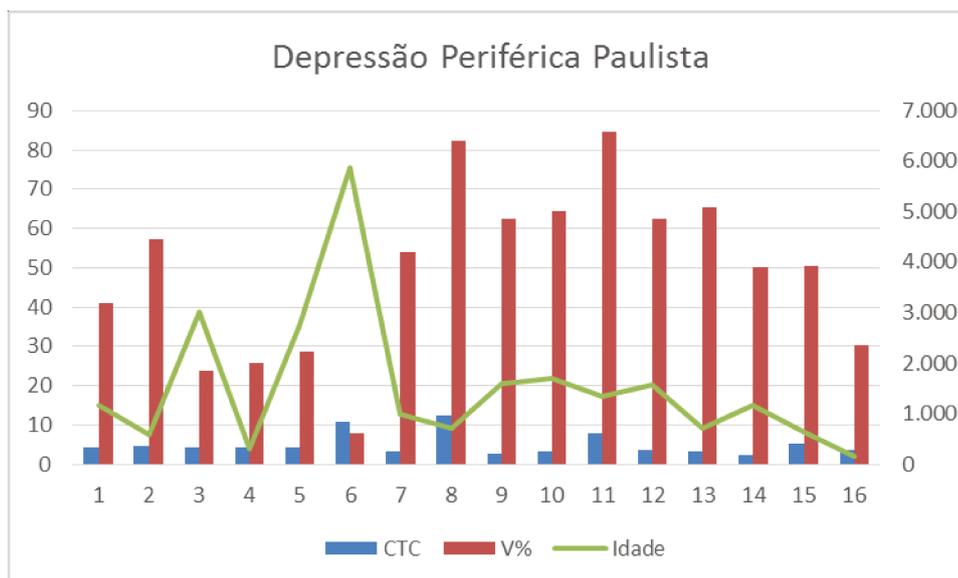


Figura 7.110 – Gráfico de relação entre idades, V% e CTC na Depressão Periférica Paulista

Os dados do gráfico acima citado, quando submetidos à matriz de correlação (método Pearson), mostram o maior índice para a relação entre idade e saturação de bases (V%): 0,525. Também há maior relação entre idade e CTC do que nas amostras do Planalto Ocidental. A matriz de correlação gerou gráficos que são apresentados na sequência da tabela de índices (Tabela 7.146 e Figura 7.111).

Tabela 7.146 – Índices obtidos com matriz de correlação (método Pearson) entre as variáveis analisadas na Depressão Periférica Paulista

<i>Matriz de Correlação: Pearson</i>			
	<i>CTC</i>	<i>V%</i>	<i>Idade</i>
<i>CTC</i>	1	0,086233033	0,366686903
<i>V%</i>	0,086233033	1	0,525230971
<i>Idade</i>	0,366686903	0,525230971	1

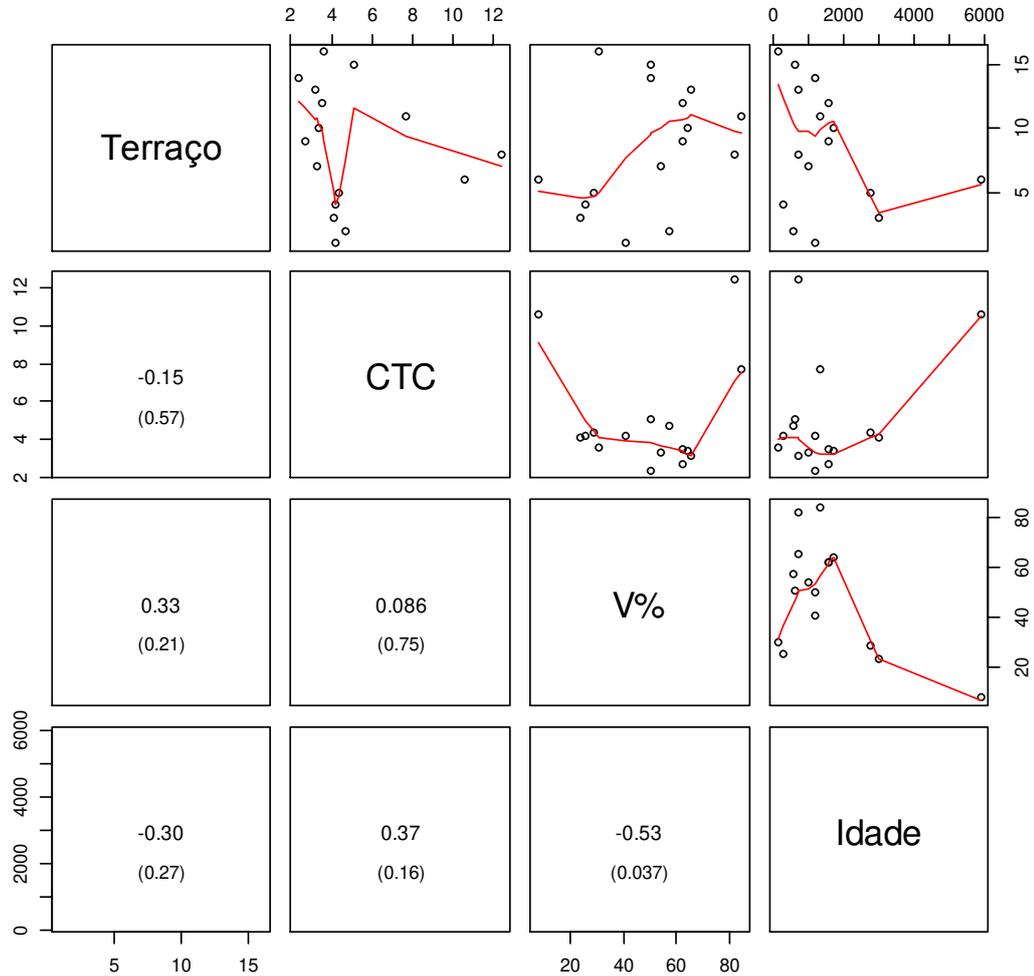


Figura 7.111 – Representação gráfica dos índices obtidos em matriz de correlação no das variáveis analisadas no contexto da Depressão Periférica Paulista

Calculou-se, por fim, para cada unidade morfoescultural analisada no presente trabalho, a média das faixas de erro de todos os resultados de datação absoluta por meio de LOE. Para o Planalto Ocidental Paulista, a média das faixas de erro é de ± 257 anos. Para as amostras da Depressão Periférica Paulista, tal média é de ± 219 anos.

7.4 – Discussões técnicas

Embora sejam formas superficiais de fácil identificação em levantamentos aerofotogramétricos e em imagens de satélite, baixos terraços fluviais não permitem fácil acesso no momento da realização de trabalhos de campo, uma vez serem áreas circundadas por propriedades rurais de todo tipo, que restringem a entrada, quando não as ocupam, de forma discordante da legislação ambiental em vigor.

A identificação de distintos níveis de baixos terraços fluviais, quando há pouca diferença altimétrica entre os mesmos, ainda não é possível por meio de análise computacional em ambiente SIG de imagens de satélite disponíveis atualmente. Os sensores mais modernos, como o do projeto ASTER GDEM, trabalham com resoluções espaciais de 30 metros, na média. Até período recente, tal resolução era de 90 metros. Assim, alterações de altimetria da ordem de unidades de metros, como no caso de diferentes níveis de um mesmo baixo terraço, que podem chegar a ter 1 metro de diferença, não são capturadas por sensores que captam a elevação da superfície para gerar cenas as quais, por sua vez, permitem elaborar curvas altimétricas e modelos digitais de elevação do terreno. Outro fator de interferência nessa metodologia de análise espacial é a presença de vegetação que, quando densa e com alturas significativas, também podem constar nas elevações captadas por radares satelitais.

Na realização de trabalhos de campo em baixos terraços fluviais com a utilização de equipamentos comuns, como GPS e altímetros, não é possível compreender e posteriormente ilustrar com precisão a diferenciação de níveis de baixos terraços fluviais. Para realizar mapeamentos de precisão, e desenhar perfis fidedignos à condição real das planícies, torna-se necessário o uso de equipamentos de maior precisão e sensibilidades, como GPS de precisão e teodolitos, por exemplo. Assim, com traçado preciso das condições encontradas, é possível compreender diferenciações de terraços, aluviões e demais formas associadas à geomorfologia fluvial.

8 – Considerações finais

O intemperismo, segundo Perez Filho *et al.* (1980), é capaz de causar desbasificação do material sedimentar, com relativa maior rapidez do que é capaz de causar a transformação de argilas de atividade alta para atividade baixa. No universo de amostras analisadas em todo o presente trabalho, no entanto, segundo mostra representação gráfica da seção anterior, essa constatação somente foi possível no conjunto de pontos analisados na Depressão Periférica Paulista, tendo em vista os diferentes materiais transportados pelos rios.

No Planalto Ocidental Paulista não há relação direta visível entre menores valores dos índices de CTC da argila e saturação por bases com idades mais antigas obtidas por meio da datação absoluta por LOE, tendo em vista a homogeneidade do material superficial.

As matrizes de correlação elaboradas para analisar a correlação de três variáveis (idades, V% e CTC da argila) demonstraram índices mais significativos para materiais analisados na Depressão Periférica Paulista. Para tal contexto, as análises elaboradas pelo presente trabalho que tentaram atribuir a essas variáveis possível índice de intemperismo se mostraram mais pertinentes.

As idades obtidas por meio de LOE para amostras coletadas em rios do Planalto Ocidental Paulista demonstraram tendência, segundo médias calculadas, de serem ligeiramente maiores do que as idades de formação de baixos terraços na Depressão Periférica Paulista.

Nas duas unidades morfoesculturais estudadas foram encontrados níveis recentes de depósito aluvial que correspondem a idades relativamente recentes (menos de 800 anos), demonstrando, quando comparados com níveis superiores, que há distintos ciclos de deposição fluvial em rios da área de estudo, independente do contexto geomorfológico e litológico do leito fluvial.

Os contextos fluviais, mesmo dentro de uma mesma província geomorfológica, são muito distintos. Alguns rios, dadas condições litológicas e geomorfológicas específicas, como o rio Jacaré Pepira, apresentam significativa expressão areal de planícies fluviais. Outros cursos d'água, com vazões relativamente baixas, também são capazes de apresentar planícies extensas, como o rio do Peixe, no Planalto Ocidental Paulista.

As diferenciações entre níveis com idades muito recentes e níveis na mesma planície com idades mais antigas podem indicar diferentes ciclos deposicionais do mesmo canal e, segundo a bibliografia citada, como Suguio e Bigarella (1979), essas diferenças ocorrem quando se tem diferentes tipos de clima, com diferentes umidades, ao longo do tempo. A alteração entre um e outro ocasiona o desenvolvimento lateral das planícies (com depósito de material) nos momentos de maior aridez, e entalhamento do canal com abandono da planície anterior e constituição de uma nova, em momentos de retomada da umidade.

Finalmente, dados os cálculos das médias de dados obtidos no Planalto Ocidental e na Depressão Periférica Paulista, é possível propor que a formação de níveis de baixos terraços fluviais nessas áreas tem caráter temporal relativamente muito recente.

Levando-se em conta a média das faixas de erro calculada para cada província geomorfológica (aproximadamente ± 250 anos para o Planalto Ocidental e ± 220 anos para a Depressão Periférica), o período compreendido entre 1.500 e 1.800 anos antes do presente, corresponde a uma fase mais seca do que a atual. Assim, os baixos terraços fluviais das duas unidades morfoesculturais são resultado de um único evento climático, ocorrido no período citado. Dados de trabalhos publicados anteriormente (Quadro 8.1) listam ocorrências de períodos mais quentes e secos. Stevaux (2000) demonstra formação de terraços fluviais no rio Paraná em períodos possivelmente mais quentes e secos que o atual, em faixas de idade próximas às obtidas pelo presente trabalho.

Quadro 8.1 – Trabalhos com resultados de datações absolutas por diferentes métodos em outras regiões e contextos

Publicação	Localização	Ambiente	Metodologia	Idades (anos)
Stevaux (2000)	Alto Rio Paraná (Porto São José)	Níveis de terraços fluviais (de 1 a 4 metros de profundidade - climas mais secos)	C ¹⁴	4780 ± 100
			C ¹⁴	3160 ± 80
			C ¹⁴	3150 ± 90
			TL	2450 ± 350
			C ¹⁴	2050 ± 80
			TL	870 ± 30
			C ¹⁴	270 ± 60
Behling (2002)	Lago do Pires (SC)	Cerrado (clima mais quente e seco)	C ¹⁴	5500
Behling (2002)	RS, SC	Matas ciliares, expansão araucárias (clima mais quente e úmido)	C ¹⁴	3000
Behling (2002)	Serra Campos Gerais (PR)	Florestas (retomada de condições de umidade)	C ¹⁴	1500
Fuchs, Fischer e Reverman (2010)	Norte Bavária (Alemanha)	Aluviões (perfis de terraços fluviais)	LOE	2400 ± 230 840 ± 110 710 ± 90 580 ± 70 520 ± 50

Durante o desenvolvimento da presente pesquisa, e a partir dos resultados alcançados, é possível constatar que as características de formação de baixos terraços fluviais relacionam a deposição de tais formas a eventos da época do Holoceno (últimos 11.000 anos), porção mais recente do período Quaternário na escala de tempo da Natureza. Assim, de acordo com a hipótese proposta, a datação absoluta de níveis mais baixos de terraços fluviais, não atinge significativo alcance do período Quaternário, que se estende até 1,8 milhões de anos antes do presente. A técnica da Luminescência Opticamente Estimada (LOE) é capaz de datar

eventos deposicionais com até 1 milhão de anos, podendo ser aplicada em análises temporais mais abrangentes.

É possível atribuir semelhança às idades obtidas em diversos pontos nas duas unidades morfoesculturais estudadas, e confirma-se a hipótese de que a deposição de material em terraços fluviais têm influência climática regional. As diferenças mais significativas de idade se dão pela localização dos pontos escolhidos em relação à posição do canal fluvial (coletas em pontos mais ou menos distantes do rio), pelas características litológicas e geomorfológicas locais e pela consequente capacidade hidrodinâmica de transporte e deposição de sedimentos pelos rios.

9 – Bibliografia

AB'SÁBER, A. N. Conhecimentos sobre as flutuações climáticas do Quaternário no Brasil. **Notícia Geomorfológica**, 1 (1): 24-30, 1958.

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia** 8. Instituto de Geografia, USP, 1969. p. 1-15.

AB'SABER, A. N. Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no Pleistoceno. **Inter-Fácies Escritos e Documentos**, São José do Rio Preto, n. 4, 1979.

ALMEIDA, F. F. M, Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n.41, 1964.

ALVES, Neliane de Sousa. **Mapeamento hidromorfodinâmico do Complexo Fluvial de Anavilhanas: contribuição aos estudos de Geomorfologia Fluvial de rios Amazônicos**. 2013. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Rios** (escala 1: 1.000.000). Brasília, 2012. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Bacias hidrográficas** (escala 1: 1.000.000). Brasília, 2012. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>

ARRUDA, E. M.; MENDES, I. A.; CORREA, A. C. de B. Caracterização dos Ambientes Depositionais Recentes na Bacia do Ribeirão Entupido, Maciço Alcalino do Passa Quatro, SP. In: Mendes, A. A.; Lombardo, M. A. (Org.). **Paisagens Geográficas e Desenvolvimento Territorial**. Rio Claro: Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP; AGETEO, 2005.

BEHLING, H. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). **Vegetation History and Archaeobotany**. 4, 127-152., 1995.

BEHLING, H. 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 177, p. 19-27, 2002.

BERNARD, E. A. Paleoclimatology – astronomical cycles. In: FAIRBRIDGE, R. W. **The Encyclopedia of Atmospheric Sciences and Astrogeology**. Reinhold Publ. Corp. 2:237-727, 1967.

BERTALANFFY, L. Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BIGARELLA, J. J., MOUSINHO, M. R.; SILVA, J.X. **Processes and environments of the Brazilian Quaternary**. Curitiba: Univ. Federal Paraná, 1965.

BIGARELLA, J.J., DOS SANTOS, G.F.; DE PAULA HERRMANN, M.L.; DE CARVALHO, S.M.C.; MENDONÇA, M. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais** – Vol. I. UFSC, Florianópolis, 1994.

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 Agronômico de Campinas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2009.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: junho/2011.

CHEN, Y.; LI, S.; LI, B. Slip rate of the Aksay segment of Altyn Tagh Fault revealed by OSL dating of river terraces. **Quaternary Geochronology**, Wollongong n.10, 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. **O fenômeno morfogenético no Município de Campinas, São Paulo**. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de Campinas, Rio Claro, Tese de Doutorado, 1968.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher. 2ª ed., 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial** – Vol. 1 O Canal Fluvial. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

COLTRINARI, L. A geografia física e as mudanças ambientais. In: CARLOS, A. F. A. (org.). **Novos Caminhos da Geografia**. São Paulo: Contexto, 1999.

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (CPLA/SMA). **Mapa de drenagem do Estado de São Paulo** (escala 1: 50.000). São Paulo: s/d.

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (CPLA/SMA). **Mosaico de imagens LANDSAT do Estado de SP** (escala 1: 50.000). São Paulo: 2010.

CORREA, A. C. B.; ESPÍNDOLA, C. R.; MENDES, I. A. **Avaliação da dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil, com base no método de datação da (LOE) Luminescência Opticamente Estimulada**. In: MENDES, I. A.; GERARDI, L. de O. (Org.). Do natural, do Social e de suas interações. São Paulo, 2002, p. 21-34.

DE GERARDI, L. H. O.; SILVA, B. C. N. **Quantificação em geografia**. Difel, 1981.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: 1999.

FLEMMING, B. W. A revised textural classification of gravel-free muddy sediments on the basis ternary diagrams. **Continental Shelf Research**, n.20, p. 1125-1137, 2000.

FUCHS, M.; FISCHER, M.; REVERMAN, R. Colluvial and alluvial sediment archives temporally resolved by OSL dating: Implications for reconstructing soil erosion. **Quaternary Geochronology**, v. 5, p. 269–273, 2010.

GREGORY, K. J. **A natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

HUNTLEY, D. J.; GODFREY-SMITH, D. I.; THEWALT, M. L. W.; BERGER, G. W. Thermoluminescence spectra of some mineral samples relevant to thermoluminescence dating. **Journal of Luminescence**, Oxford, v. 39, p. 123-136, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Solos do Estado de São Paulo** – versão digital. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br>>. Acesso em: 6 de março de 2009.

IVANCKO, C. M. de A. de M.; PEREZ FILHO, A.; NOGUEIRA, F. de P.; DONZELI, P. L.; CHIARINI, J. V. **Distribuição Espacial das Várzeas no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1985.

JAIN, M.; MURRAY, A. S.; BOTTER-JENSEN, L. Optically stimulated luminescence dating: how significant is incomplete light exposure in fluvial environments?. **Quaternaire**, V. 15, N. 1-2, 2004.

LEDRU, M.P. Late Quaternary environmental and climatic changes in central Brazil. **Quaternary Research**, 39: p. 90-98. 1993.

MATTOS, S. H. V. L.; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em Sistemas Geomorfológicos: Uma Introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, ano 5, n. 1, p. 11-18, 2004.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: janeiro de 2012.

MORIN, E. **O Método**. Lisboa: Europa-America, 1977.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 3ª ed., 1980.

PEREZ FILHO, A.; DONZELLI, J. L.; LEPSCH, I. F. Relação Solos Geomorfologia em Várzea Do Rio Moji-Guaçu (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. 4: 181-187, 1980.

PEREZ FILHO, A. **Relações solo-relevo na porção centro-oriental do Estado de São Paulo**. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Ciências Sociais, São Paulo, 1987.

PESSENDA, L.C.R.; GOUVEIA, S.E.M.; ARAVENA, R.; GOMES, B.M.; BOULET, R.; RIBEIRO, A.S. ¹⁴C dating and stable carbon isotopes of soil organic matter in forest-savana boundary áreas in the southern brasilian amazon region. **Radiocarbon**, 40(2):1013-1022., 1998.

PETTS, G.; FOSTER, I. **Rivers and Landscape**. Londres: Edward Arnold, 1985.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000. **Geografia**-FFLCH-USP, IPT/FAPESP, São Paulo, vol. 1, 1997.

SANT'ANNA NETO, J. L.; NERY, J. T. **Variabilidade e mudanças climáticas no Brasil e seus impactos regionais**. In: SOUZA, C. R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. dos S.; OLIVEIRA, P. E. de (ed.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

SANTOS, M. L. dos; STEVAUX, J.C. Facies and architectural analysis of channel macroforms sandy in the upper Paraná river. **Quaternary International**, 72:87-94, 2000.

SCHUMM, S. A.; DUMONT, J. F.; HOLBROOK, J. M. **Active tectonics and alluvial rivers**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo do Geossistema**. Traduzido por Carlos Augusto Figueiredo Monteiro e Dora de Amarante Romariz. São Paulo: IG – USP, 1977.

STEVAUX, J.C. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Paraná River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. **Quaternary International**, 72:73-85, 2000.

STEVAUX, J.C.; SANTOS, M. L. dos. Paleohydrological changes in the upper Paraná River (Brazil) during the Late Quaternary: a faciological approach. **Paleohydrology and Hydrological Science**, 1:273-285, 1998.

STORANI, D. L. **Geossistemas e fragilidade de terras na bacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu/SP**. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Dissertação de Mestrado, 2010.

STORANI, D. L.; PEREZ FILHO, A. Geocronologia de baixos terraços fluviais do Rio Mogi Guaçu/SP. In: **IX Simpósio Nacional de Geomorfologia – IX SINAGEO**, 2012, Rio de Janeiro. Anais do IX Simpósio Nacional de Geomorfologia.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?)**. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente Fluvial**. Curitiba: Editora Universidade Federal do Paraná; ADEA, 1979.

TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. de O. **Introdução à Geomorfologia**. São Paulo: Cenpage Learning, 2012.

TRICART, J. Tendências atuais da Geomorfologia. In: **Visitas de Mestres Franceses**. CNG, IBGE, Rio de Janeiro, 1963.

TRIVELLATO, F. T. **Dinâmica fluvial no canal principal da Bacia do Rio do Peixe (Planalto Ocidental Paulista)**: análise comparativa a partir da expedição 1905/06 realizada pela Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Dissertação de Mestrado, 2013.

TROPMAIR, H. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2000.

VALERIANO, M. de M. (Coord.). **TOPODATA**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php> >. Acesso em: março de 2012.

VIADANA, A. G. **A Teoria dos Refúgios Florestais**: aplicada ao estado de São Paulo. Rio Claro, 2002.

VICENTE, L. E; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. **Geografia**, Rio Claro, vol. 28, n. 3, 2003.

ZANCOPÉ, M. H. de C.; PEREZ FILHO, A. Considerações a Respeito da Distribuição das Planícies Fluviais do Rio Mogi Guaçu. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, Uberlândia, ano 7, vol.1, 2006.

WAIBEL, L. Vegetation and land use in the Planalto Central of Brazil. – *Geogr. Rev.* 38 (4): 529-554p., 1948.

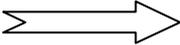
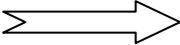
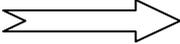
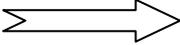
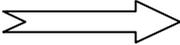
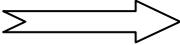
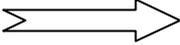
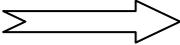
WARMING, E. **Lagoa Santa**. São Paulo: EDUSP; Belo Horizonte: Itatiaia, 1973.

WOLMAN, M. G.; LEOPOLD, L. B. **Flood Plains**. In: DURY, G. H. (org.). Rivers and rivers terraces. Londres: Geographical Readings, 1970.

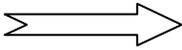
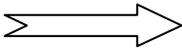
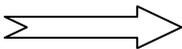
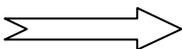
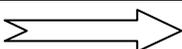
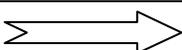
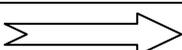
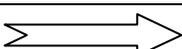
ANEXO 1

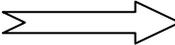
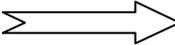
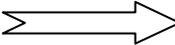
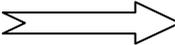
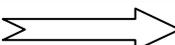
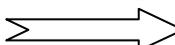
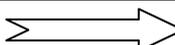
Relatório laboratorial – Amostras LOE: Código DAT, dose anual, paleodose média e idade média; Th (Tório), U (Urânio), K (Potássio); histogramas com a variação das doses entre as alíquotas analisadas.

Tabela 1 – Relatório laboratorial – Código DAT, amostra, dose anual, paleodose média e idade média

Código Datação	Amostra	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	Idade (anos)
4031	Jacaré Pepira 1	1.040 ± 100	1,35	1.300 ± 190
DESVIO PADRÃO			0,13	
4033	Pardo 2 - 30 cm	1.630 ± 90	5,3	3.260 ± 340
DESVIO PADRÃO			1,43	
4034	Pardo 2 - 60 cm	2.130 ± 205	13,9	6.525 ± 950
DESVIO PADRÃO			1,87	
4035	Pardo 1 - 1 m	2.230 ± 225	2,52	1.130 ± 170
DESVIO PADRÃO			1,11	
4036	Pardo 3 - 30 cm	2.390 ± 220	1,28	540 ± 75
DESVIO PADRÃO			0,08	
4037	Pardo 3 - 1 m	1.660 ± 140	1,22	740 ± 100
DESVIO PADRÃO			0,11	
4040	Turvo 1 - 80 cm	2.460 ± 230	11,1	4.510 ± 650
DESVIO PADRÃO			1,1	
4041	Turvo 2 - 60 cm	1.800 ± 170	1,0	560 ± 80
DESVIO PADRÃO			0,28	
4042	Turvo 2 - 80 cm	2.400 ± 150	2,3	965 ± 110

Código Datação	Amostra	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	Idade (anos)
DESVIO PADRÃO			0,12	
4043	Turvo 3 - 60 cm	1.940 ± 230	5,1	2.640 ± 440
DESVIO PADRÃO			0,62	
4044	Capivari 1	1.760 ± 120	2,1	1.170 ± 140
DESVIO PADRÃO			0,28	
4045	Capivari 2 – nível II	2.070 ± 150	1,22	590 ± 70
DESVIO PADRÃO			0,43	
4046	Capivari 2 – nível I	1.975 ± 165	6,0	3.020 ± 400
DESVIO PADRÃO			0,74	
4047	Capivari 3	2.350 ± 230	0,7	300 ± 45
DESVIO PADRÃO			0,14	
4051	Jacaré Guaçu 1	1.200 ± 75	1,30	1.070 ± 120
DESVIO PADRÃO			0,22	

Código Datação	Amostra	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	Idade (anos)
3853A	Atibaia 2	5.080 ± 400	13,9	2.750 ± 350
DESVIO PADRÃO			1,6	
3853B	Atibaia 1	4.425 ± 280	26,0	5.880 ± 660
DESVIO PADRÃO			2,7	
3854	Peixe 1 – nível II	1.660 ± 270	3,1	1.870 ± 400
DESVIO PADRÃO			0,6	
3855	Peixe 1 – nível III	1.645 ± 290	2,0	1.215 ± 275
DESVIO PADRÃO			0,6	
3857	Peixe 1 – nível I – 35 cm	1.720 ± 130	0,35	200 ± 25
DESVIO PADRÃO			0,2	
3858	Peixe 1 – nível I - 80 cm	1.310 ± 220	3,9	2.970 ± 650
DESVIO PADRÃO			0,7	
3859	Santo Anastácio 1	2.070 ± 160	5,6	2.710 ± 340
DESVIO PADRÃO			0,7	
3860	Ribeirão dos Cedros 1	1.635 ± 175	3,1	1.900 ± 300
DESVIO PADRÃO			0,4	

Código Datação	Amostra	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P (Gy)	Idade (anos)
3719	Piracicaba 1 – nível II	1.550 ± 120	1,1	710 ± 90
DESVIO PADRÃO			0,4	
3720	Piracicaba 1 – nível I	1.810 ± 165	1,8	995 ± 140
DESVIO PADRÃO			0,7	
3721	Santo Anastacio 2 – nível I	1.510 ± 160	2,7	1.790 ± 280
DESVIO PADRÃO			0,8	
3723	Corumbataí 3 – nível I	1.455 ± 165	2,3	1.580 ± 260
DESVIO PADRÃO			0,5	
3724	Corumbataí 3 – nível II	1.430 ± 160	1,0	700 ± 110
DESVIO PADRÃO			-	
3729	Córrego Batalha 1	2.660 ± 310	3,6	1.350 ± 225
DESVIO PADRÃO			0,4	
3731	Corumbataí 4	1.280 ± 150	1,5	1.170 ± 190
DESVIO PADRÃO			0,3	
3734	Santo Anastacio 2 – nível II	1.810 ± 230	1,7	940 ± 165
DESVIO PADRÃO			0,5	

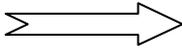
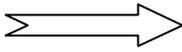
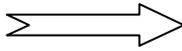
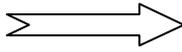
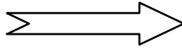
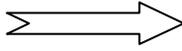
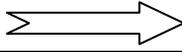
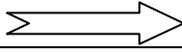
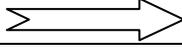
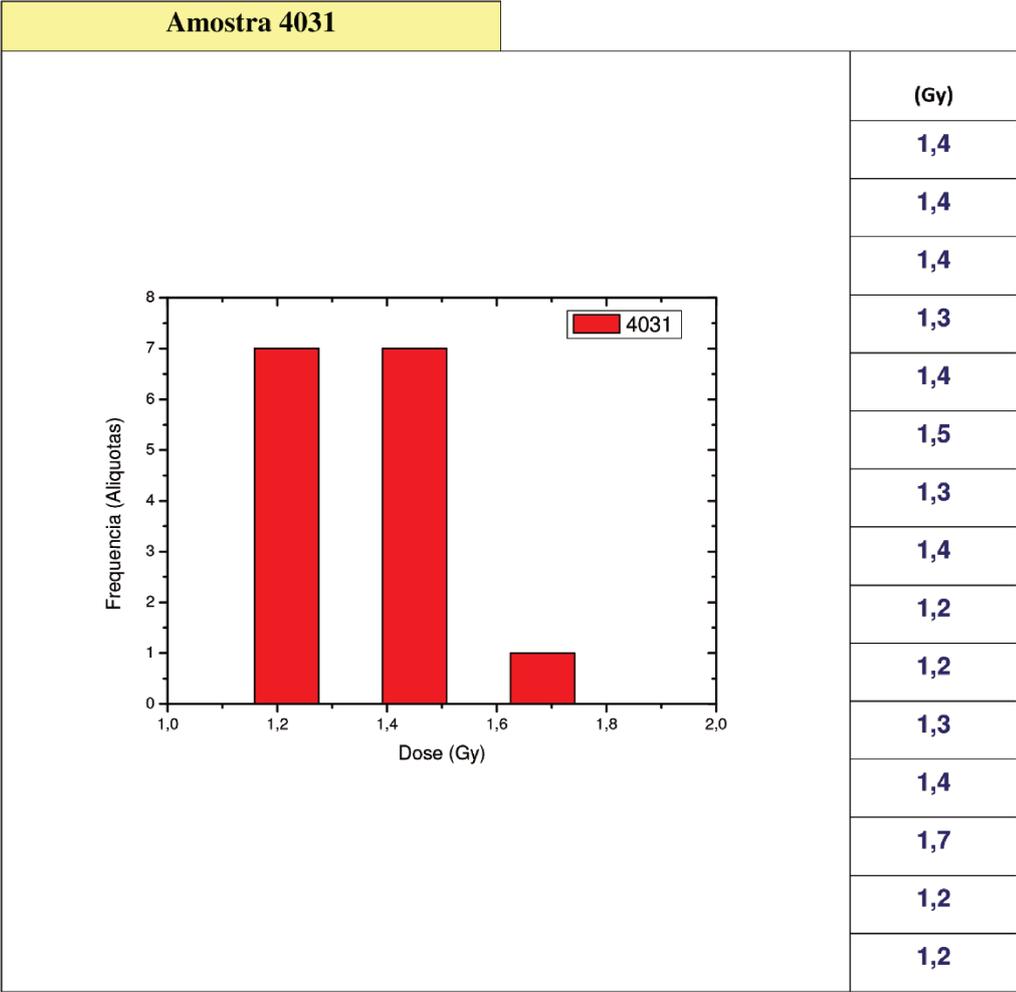
Código Datação	Amostra	Dose Anual (μGy/ano)	P (Gy)	Idade (anos)
4246	Mogi Guaçu 1 – nível III	5.000 \pm 360	3,1	630 \pm 75
DESVIO PADRÃO 			1,3	
4248	Itapetininga 1	2.200 \pm 250	0,3	150 \pm 25
DESVIO PADRÃO 			0,2	
3939	São José dos Dourados 3	3.225 \pm 280	2,7	840 \pm 110
DESVIO PADRÃO 			0,2	
3940	São José dos Dourados 2 – 60 cm	2.980 \pm 360	0,75	250 \pm 45
DESVIO PADRÃO 			0,2	
3941	São José dos Dourados - 110 cm	1.890 \pm 165	0,70	370 \pm 50
DESVIO PADRÃO 			0,2	
3942	São José dos Dourados 1 – nível I	2.390 \pm 270	3,1	1.300 \pm 215
DESVIO PADRÃO 			0,4	
3943	São José dos Dourados 1 – nível II	1.800 \pm 155	0,55	310 \pm 40
DESVIO PADRÃO 			0,1	
3862	Corumbataí 2	1.710 \pm 260	2,9	1.700 \pm 350
DESVIO PADRÃO 			1,3	
3864	Corumbataí 1	1.760 \pm 340	2,8	1.590 \pm 380
DESVIO PADRÃO 			0,9	

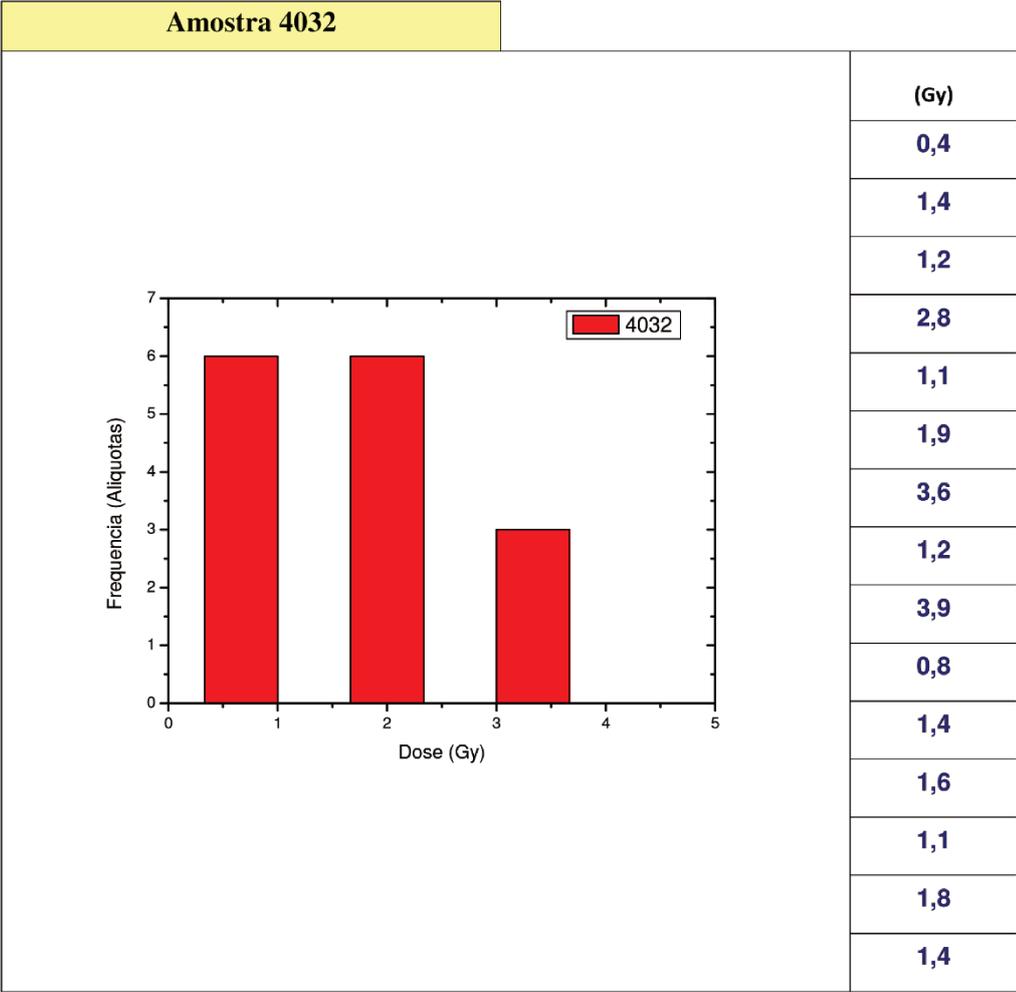
Tabela 2 – Relatório laboratorial – Amostra (Código DAT), Th (Tório), U (Urânio), K (Potássio)

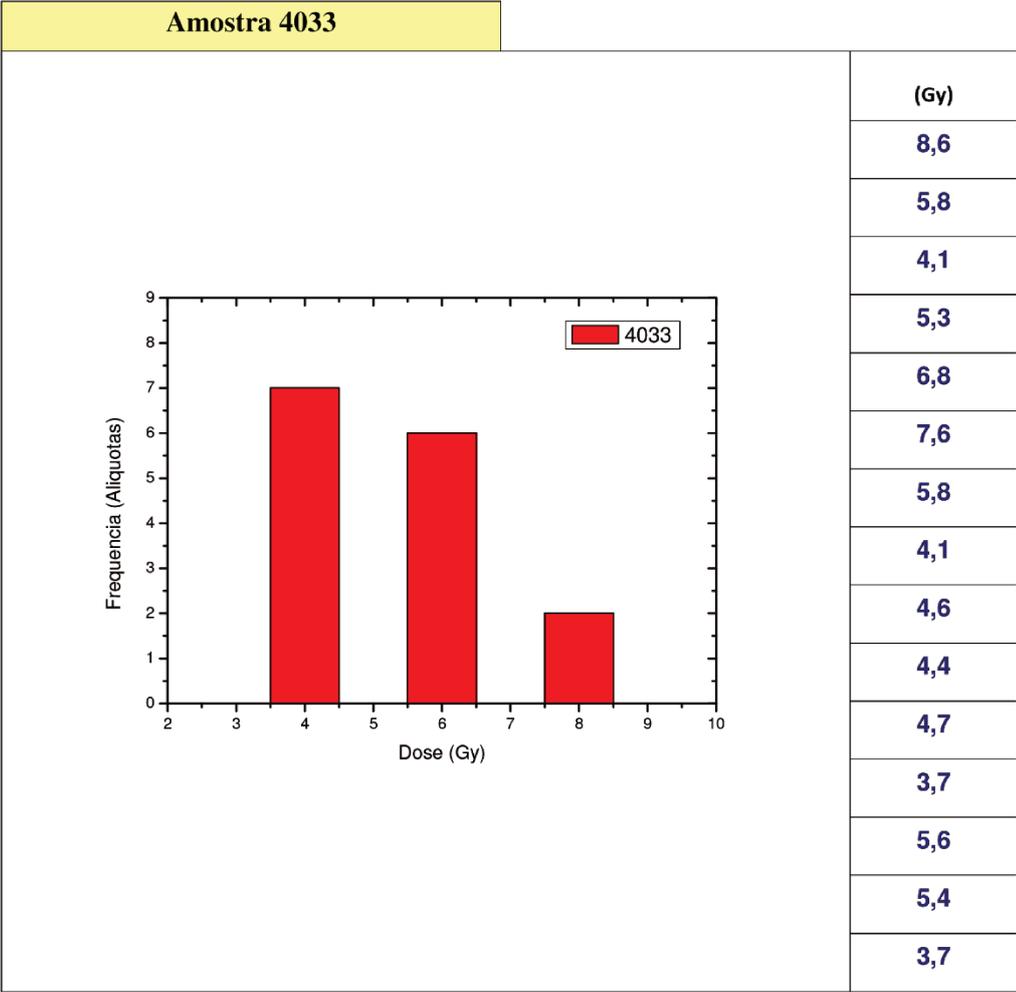
Cod. DAT	Th (ppm)	U (ppm)	K (%)
4031	3,524 ± 0,127	1,037 ± 0,168	0,316 ± 0,046
4033	10,727 ± 0,386	2,210 ± 0,155	0,137 ± 0,020
4034	10,888 ± 0,392	2,639 ± 0,373	0,534 ± 0,077
4035	9,367 ± 0,337	2,064 ± 0,312	0,812 ± 0,118
4036	9,769 ± 0,352	2,172 ± 0,190	0,983 ± 0,143
4037	6,219 ± 0,224	1,510 ± 0,101	0,668 ± 0,097
4038	12,979 ± 0,467	3,387 ± 0,060	0,412 ± 0,060
4039	9,640 ± 0,347	2,217 ± 0,090	1,141 ± 0,165
4040	9,008 ± 0,324	1,866 ± 0,146	1,151 ± 0,167
4041	8,413 ± 0,303	1,798 ± 0,271	0,534 ± 0,077
4042	10,437 ± 0,376	2,828 ± 0,042	0,752 ± 0,109
4043	12,578 ± 0,453	2,601 ± 0,633	0,206 ± 0,030
4044	7,343 ± 0,264	1,684 ± 0,055	0,580 ± 0,084
4045	7,983 ± 0,287	2,093 ± 0,037	0,785 ± 0,114
4046	6,630 ± 0,239	1,488 ± 0,059	0,892 ± 0,129
4047	7,397 ± 0,266	1,865 ± 0,171	1,108 ± 0,161
4048	5,321 ± 0,192	1,356 ± 0,106	0,221 ± 0,032
4049	2,960 ± 0,107	0,741 ± 0,116	0,296 ± 0,043
4050	2,728 ± 0,098	0,850 ± 0,083	0,154 ± 0,022
4051	5,361 ± 0,193	1,415 ± 0,074	0,288 ± 0,042

Cod. DAT	Th (ppm)	U (ppm)	K (%)
3853A	25,727 ± 0,926	6,336 ± 0,423	1,531 ± 0,222
3853B	25,724 ± 0,926	5,919 ± 0,228	1,003 ± 0,145
3854	3,721 ± 0,134	1,282 ± 0,549	0,840 ± 0,122
3855	2,882 ± 0,104	1,029 ± 0,540	0,957 ± 0,139
3856	4,149 ± 0,149	1,350 ± 0,194	1,211 ± 0,176
3857	8,009 ± 0,288	1,708 ± 0,093	0,594 ± 0,086
3858	1,800 ± 0,065	0,940 ± 0,401	0,766 ± 0,111
3859	8,405 ± 0,303	2,307 ± 0,129	0,684 ± 0,099
3860	4,045 ± 0,146	1,189 ± 0,155	0,836 ± 0,121
3719	6,770 ± 0,244	1,222 ± 0,070	0,564 ± 0,082
3720	6,734 ± 0,242	1,454 ± 0,146	0,718 ± 0,104
3721	5,958 ± 0,215	1,574 ± 0,300	0,455 ± 0,066
3723	3,324 ± 0,120	1,380 ± 0,229	0,652 ± 0,094
3724	3,875 ± 0,140	0,946 ± 0,163	0,702 ± 0,102
3729	8,622 ± 0,310	2,308 ± 0,374	1,286 ± 0,187
3730	9,940 ± 0,358	1,510 ± 0,090	0,833 ± 0,121
3731	3,133 ± 0,113	0,225 ± 0,084	0,797 ± 0,116
3734	4,292 ± 0,155	1,621 ± 0,361	0,854 ± 0,124
4246	21,031 ± 0,757	5,691 ± 0,124	1,829 ± 0,265
4248	6,825 ± 0,246	2,333 ± 0,395	0,892 ± 0,129

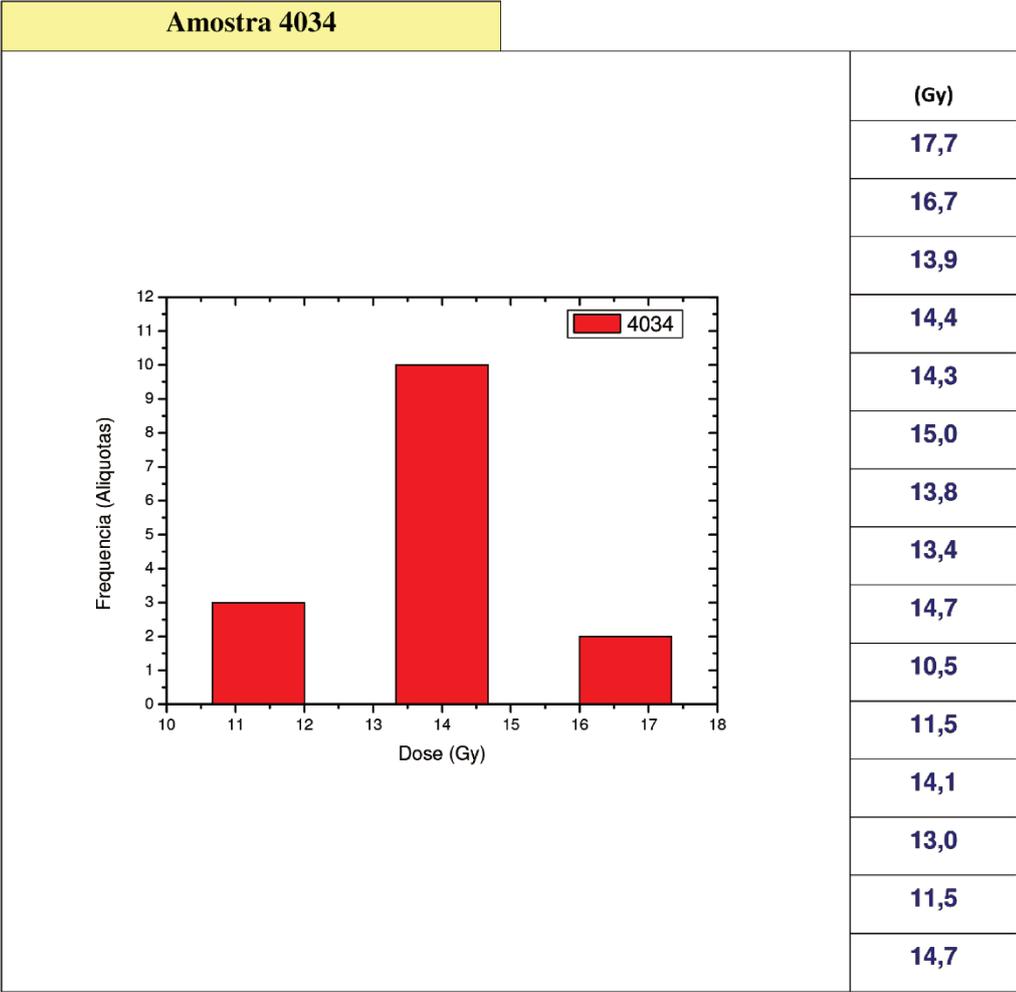
Cod. DAT	Th (ppm)	U (ppm)	K (%)
3939	11,700 ± 0,421	3,178 ± 0,158	1,381 ± 0,200
3940	8,272 ± 0,298	2,344 ± 0,422	1,557 ± 0,226
3941	5,016 ± 0,181	1,398 ± 0,020	0,995 ± 0,144
3942	7,852 ± 0,283	1,879 ± 0,337	1,102 ± 0,160
3943	7,148 ± 0,257	1,800 ± 0,174	0,603 ± 0,087
3862	3,354 ± 0,121	1,451 ± 0,451	0,918 ± 0,133
3864	3,380 ± 0,122	1,420 ± 0,715	0,970 ± 0,141

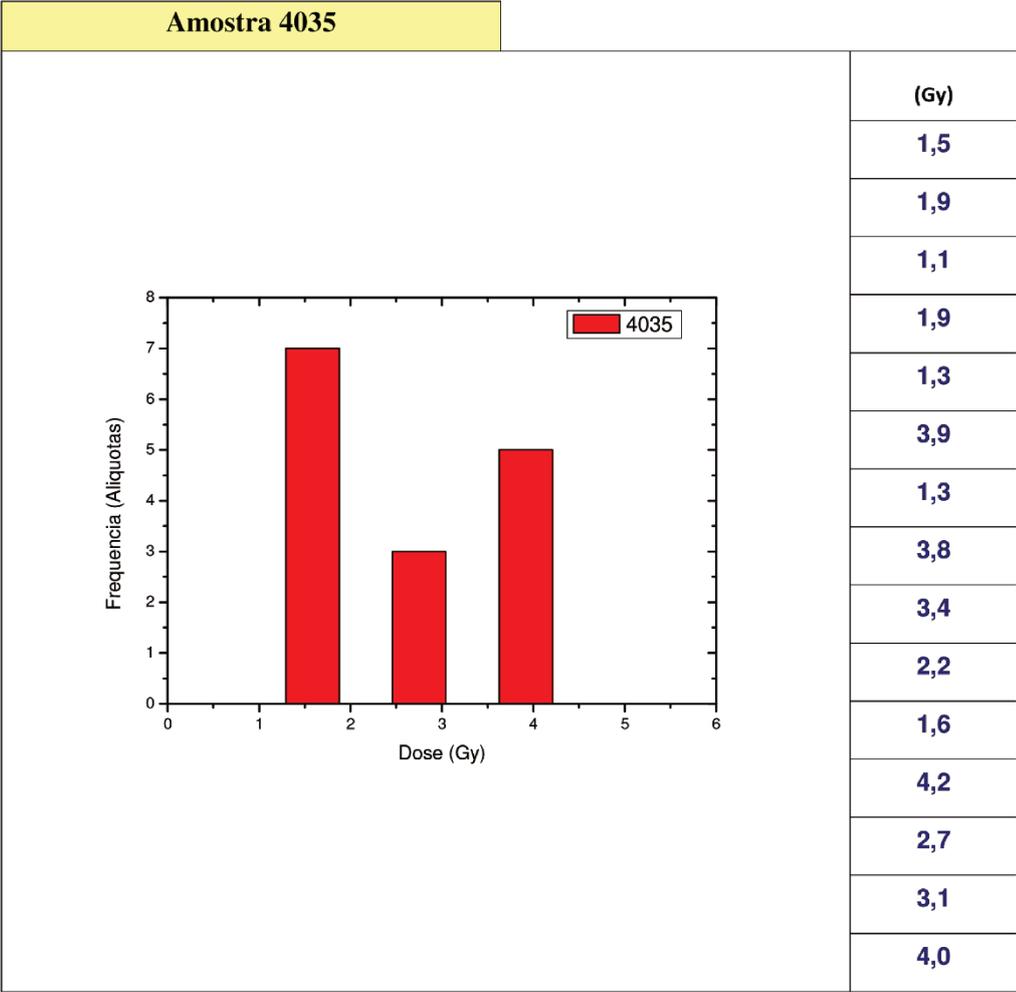


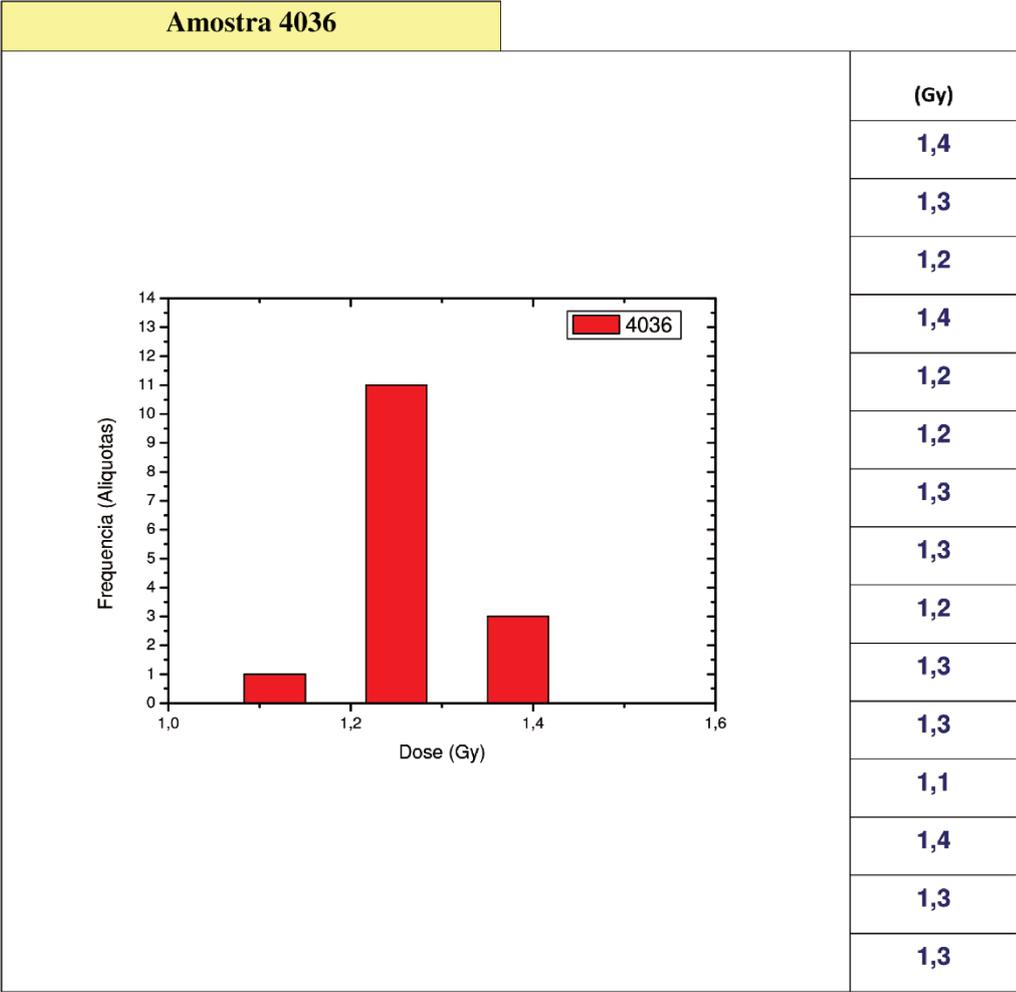


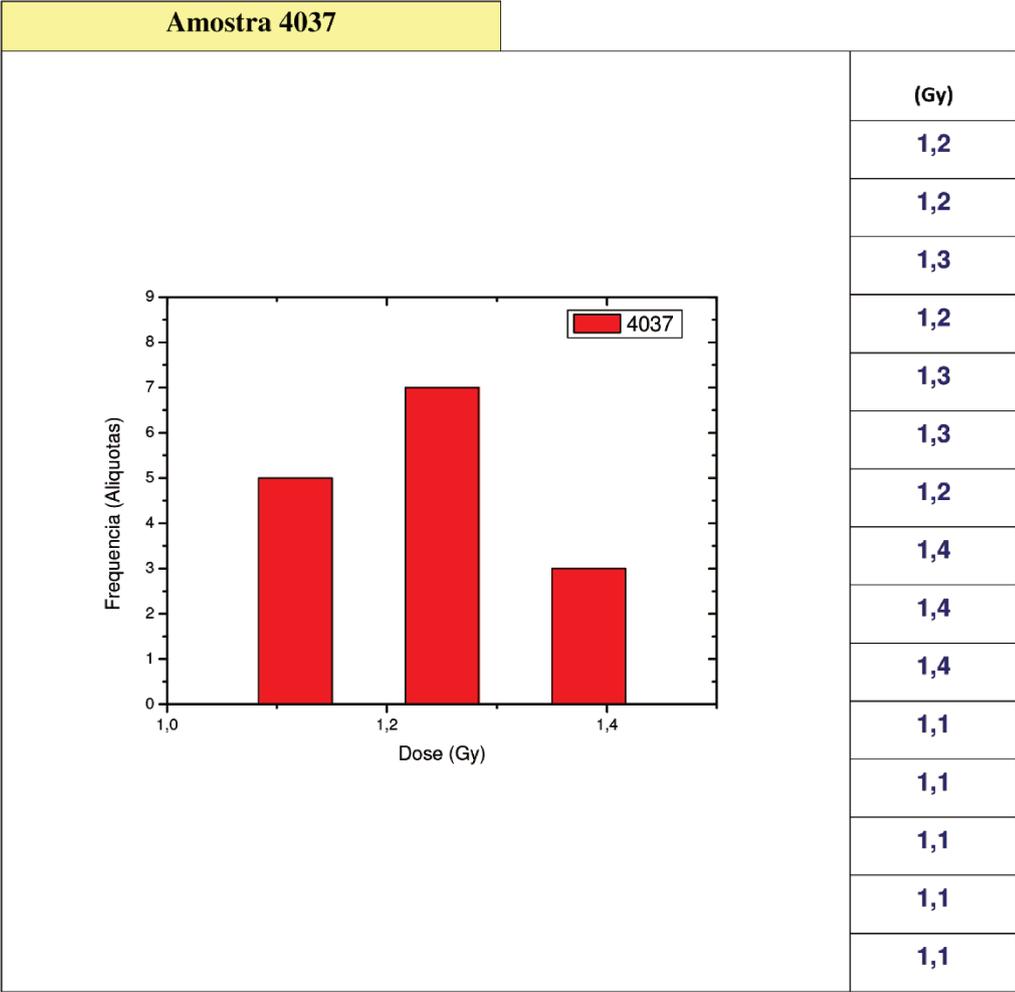


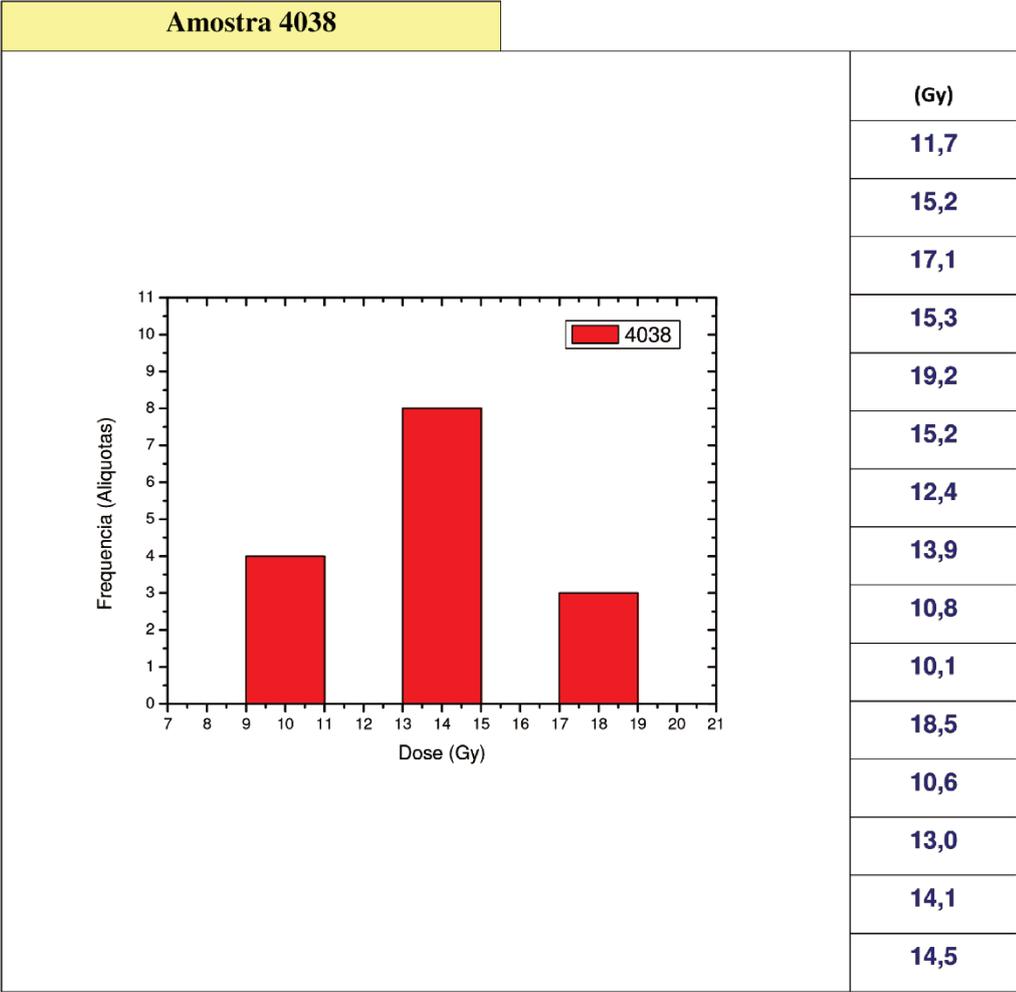
(Gy)
8,6
5,8
4,1
5,3
6,8
7,6
5,8
4,1
4,6
4,4
4,7
3,7
5,6
5,4
3,7

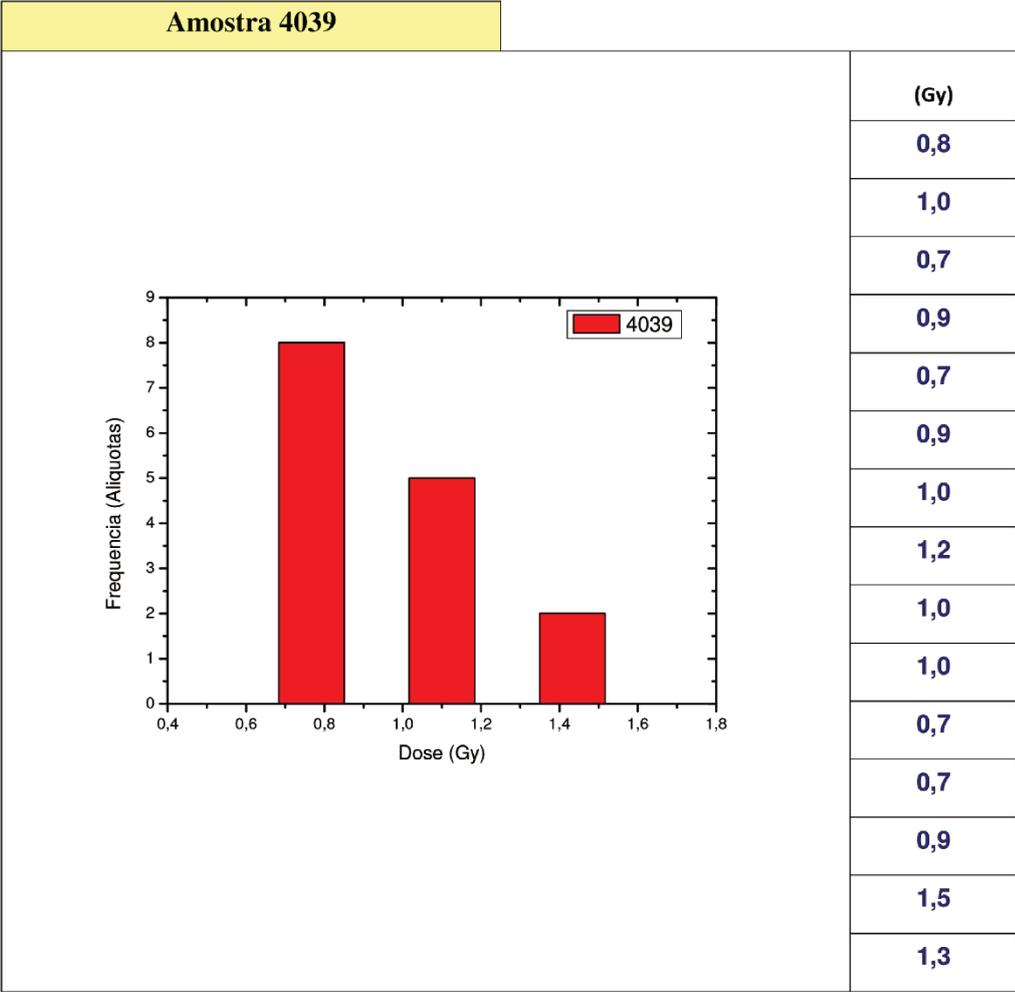




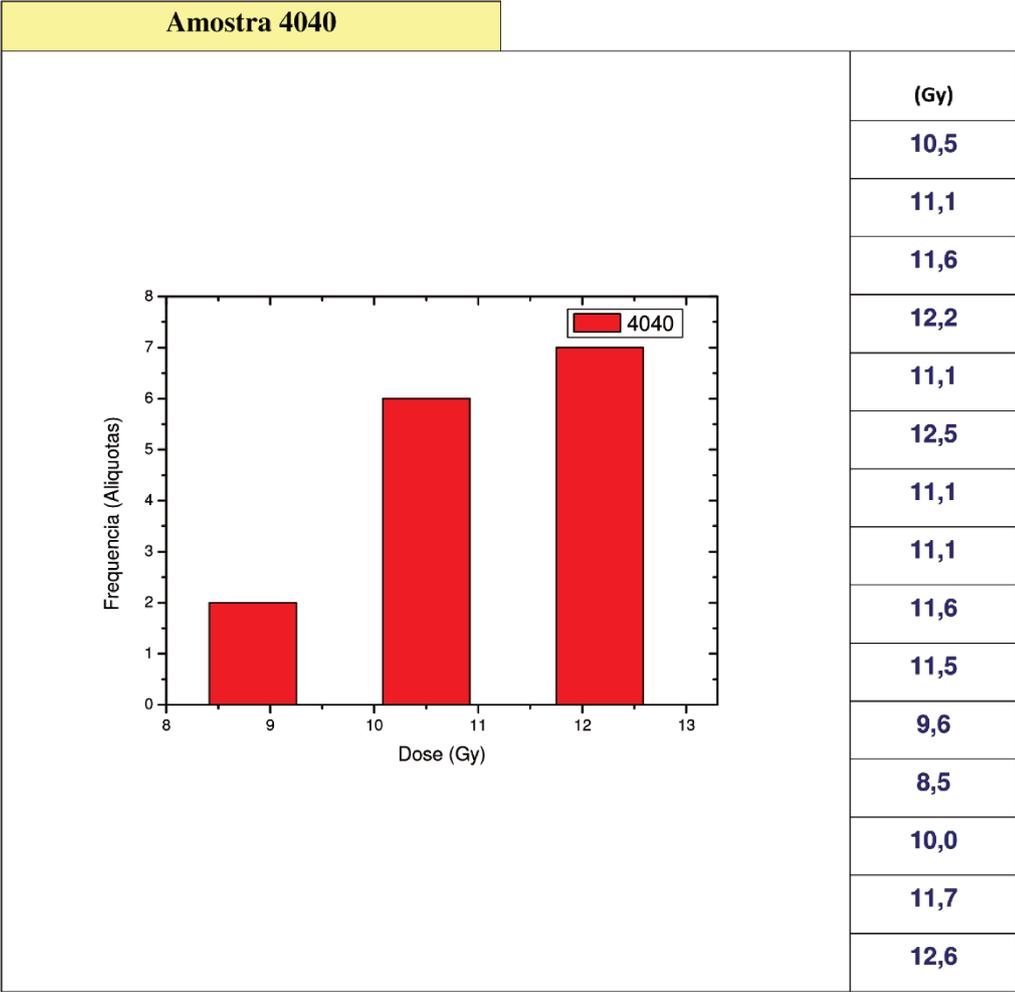


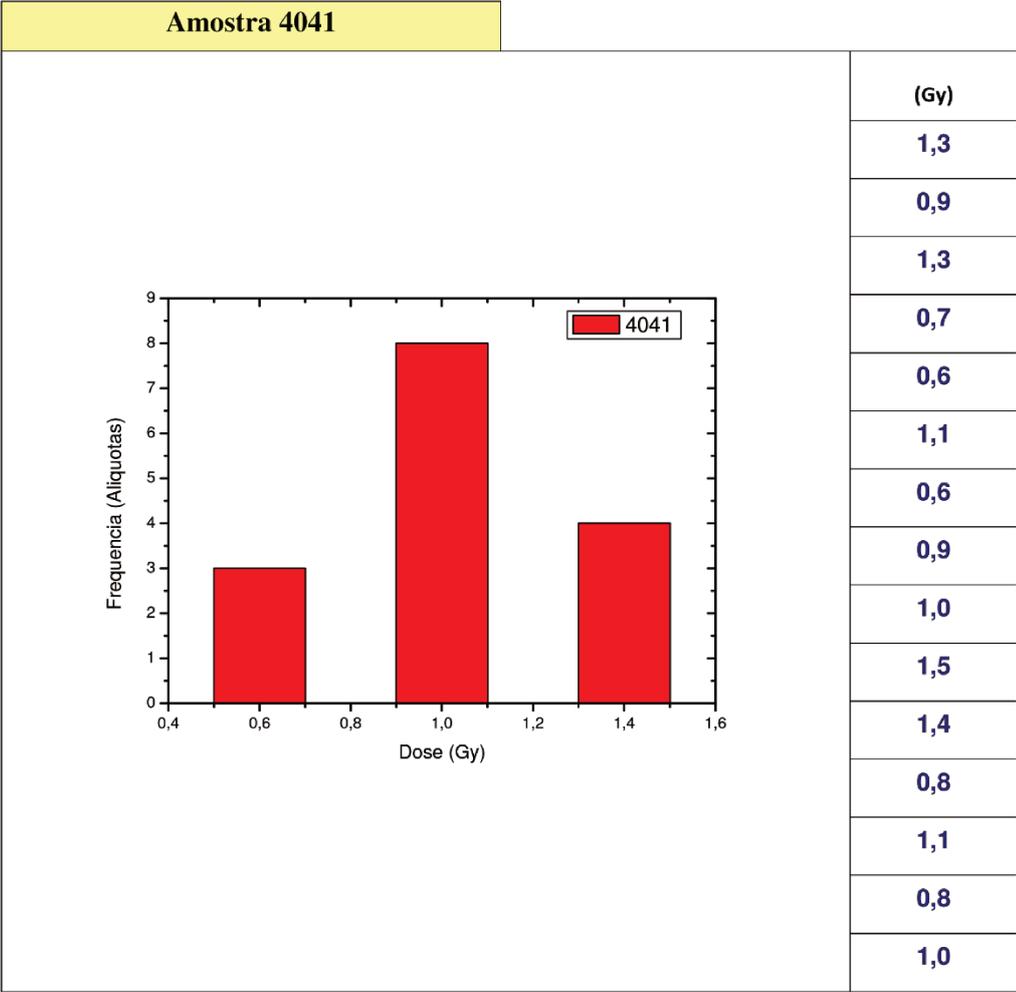




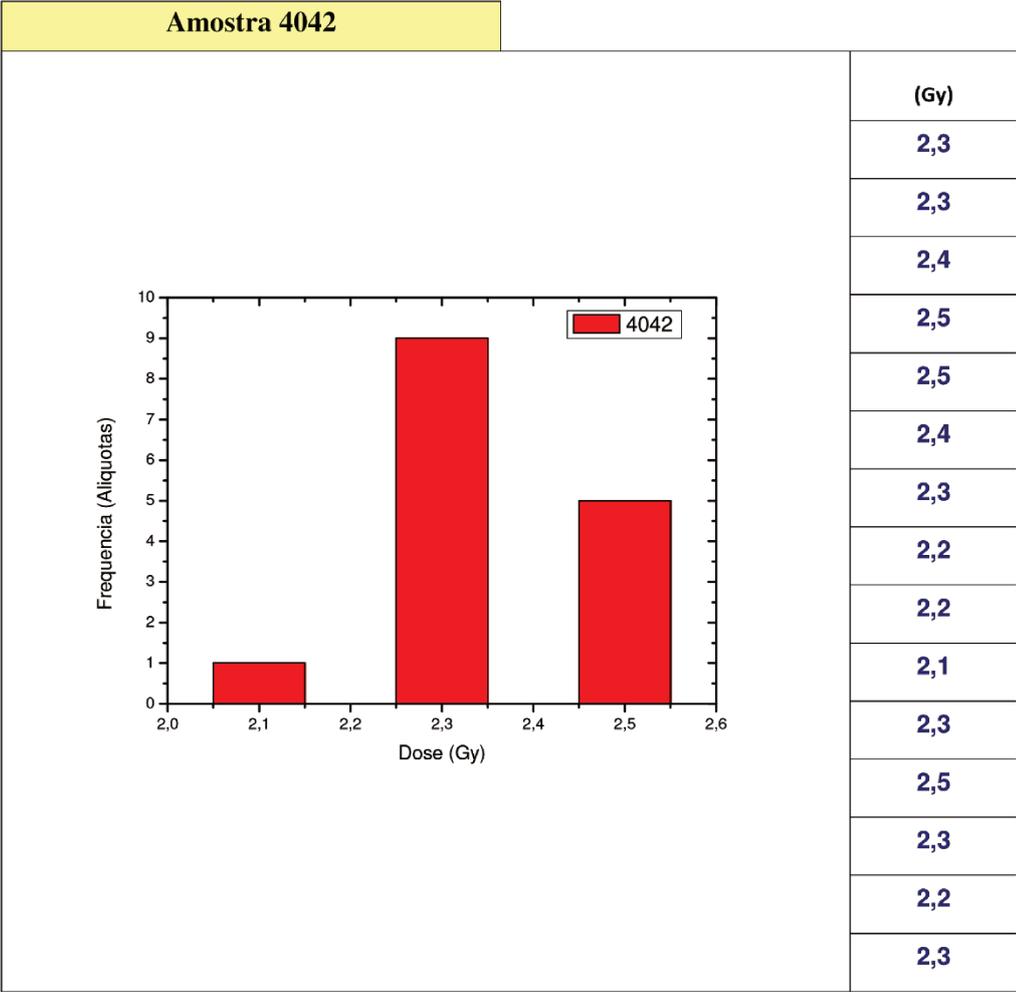


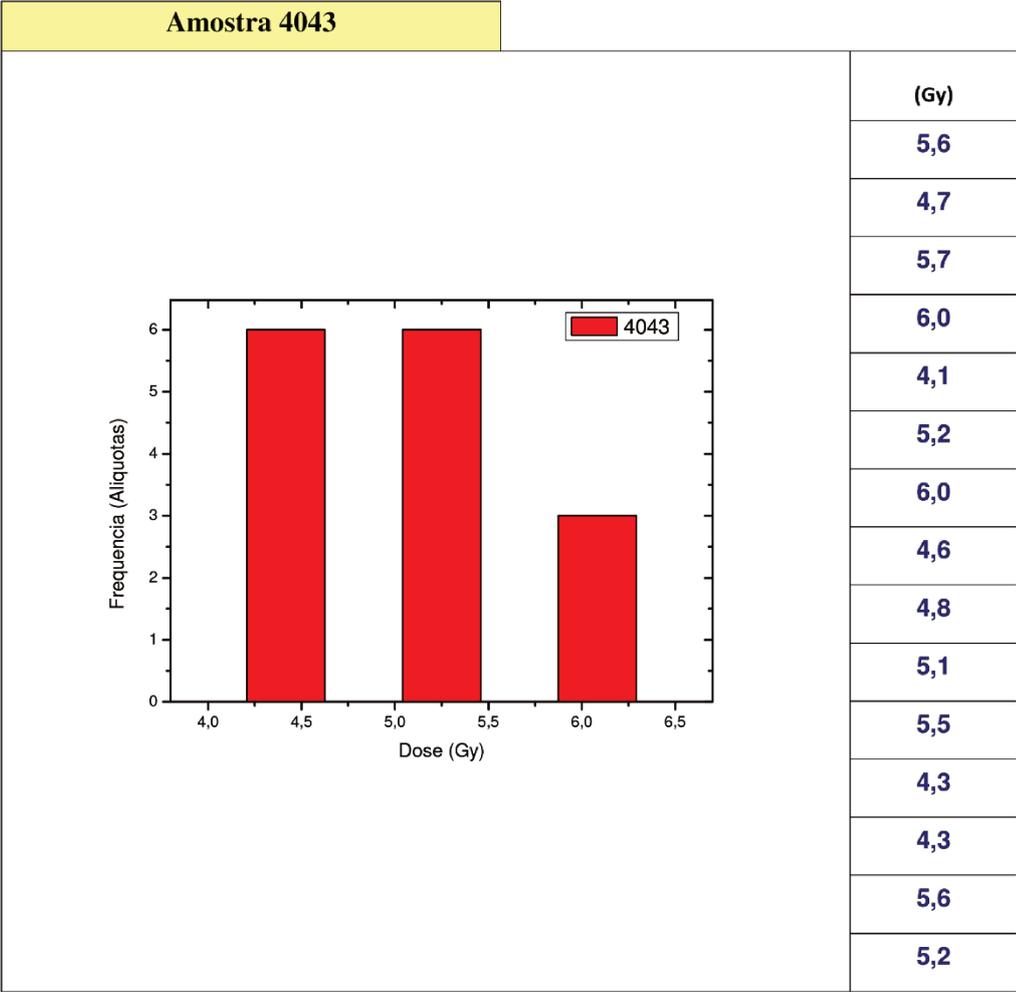
(Gy)
0,8
1,0
0,7
0,9
0,7
0,9
1,0
1,2
1,0
1,0
0,7
0,7
0,9
1,5
1,3

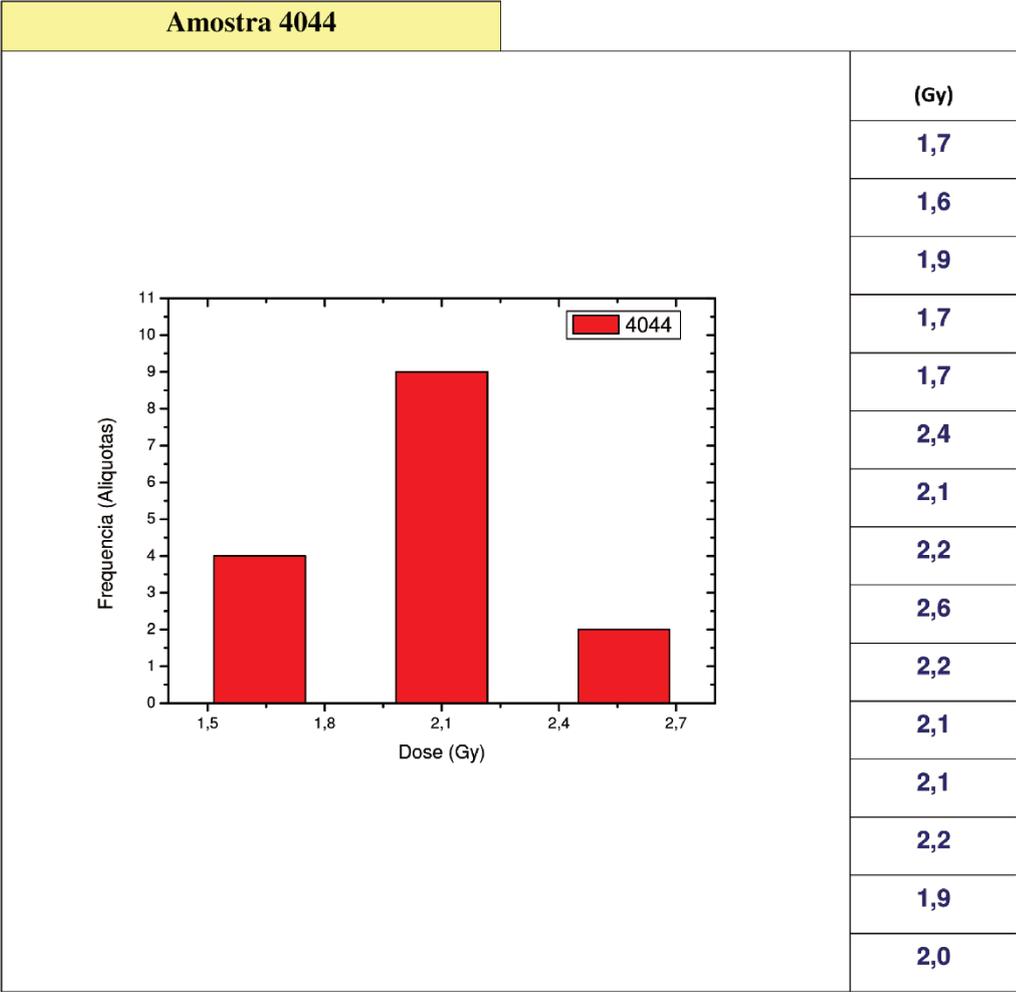


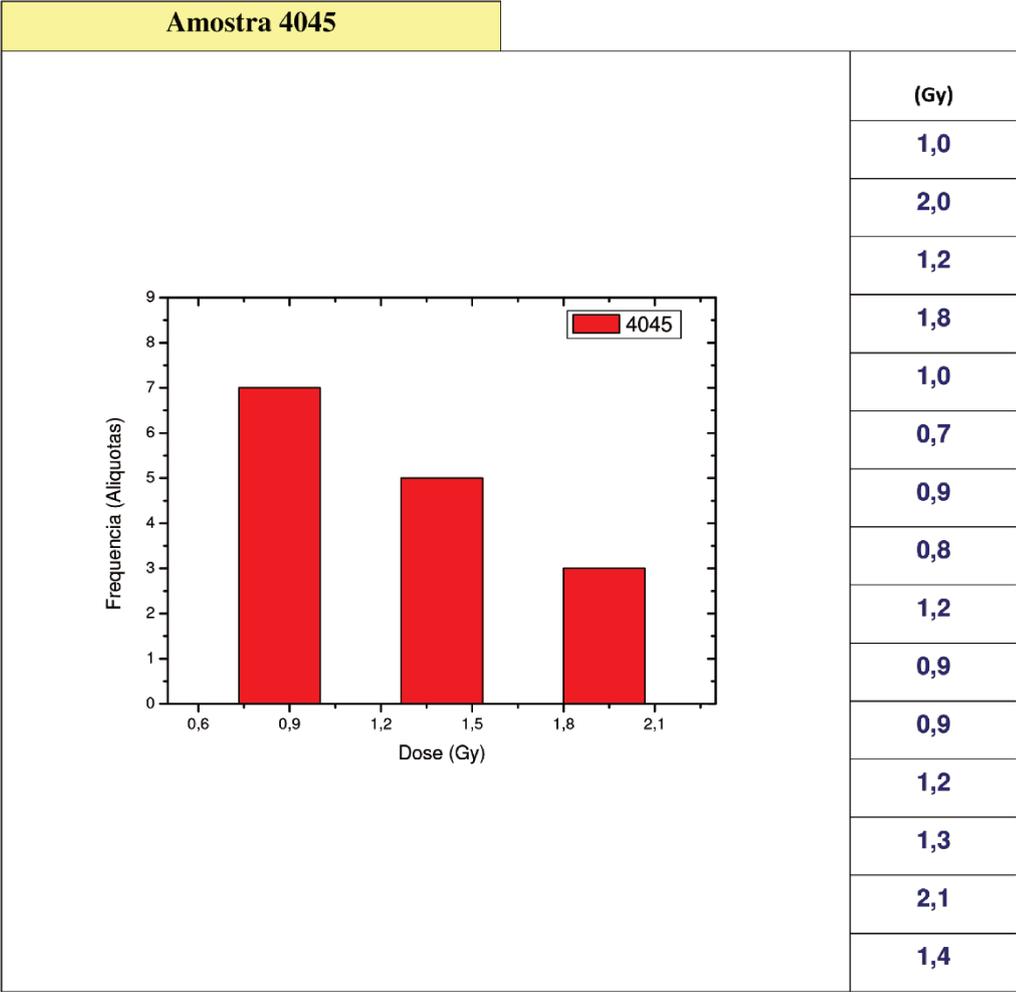


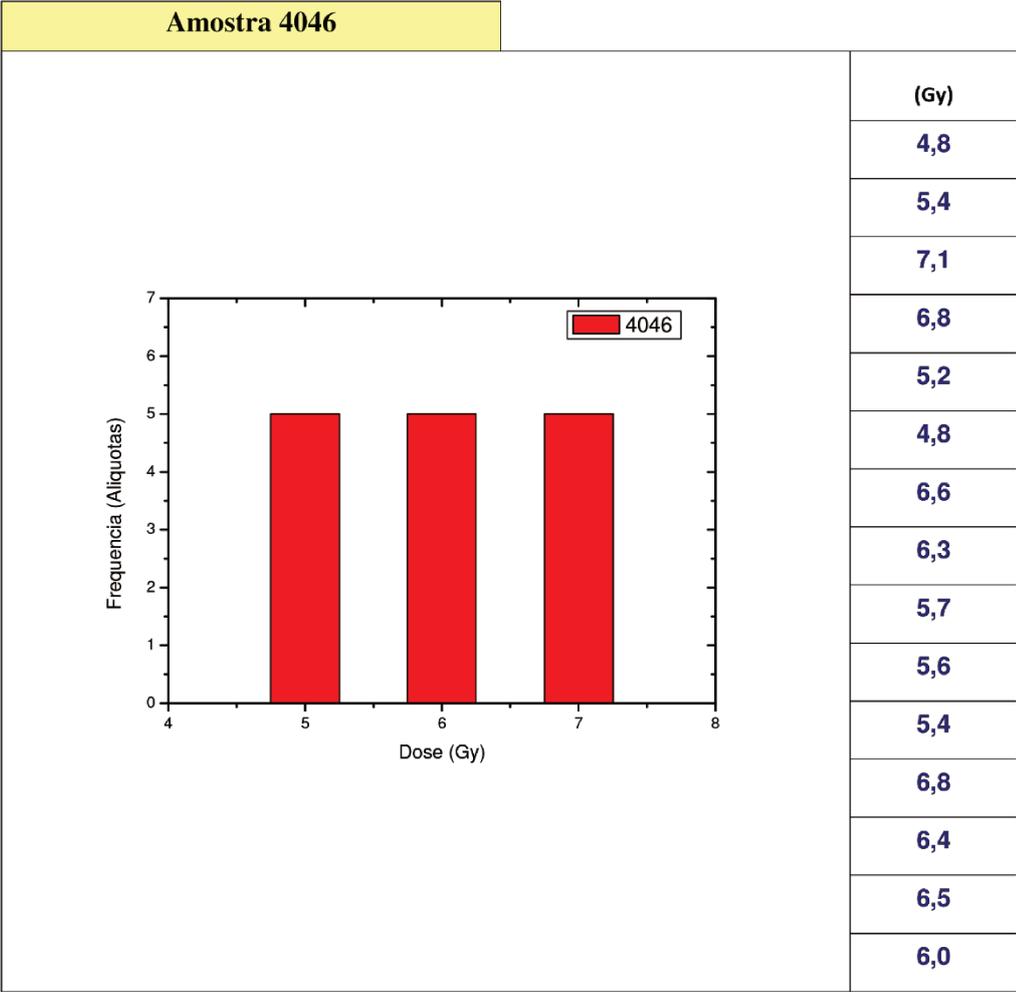
(Gy)
1,3
0,9
1,3
0,7
0,6
1,1
0,6
0,9
1,0
1,5
1,4
0,8
1,1
0,8
1,0



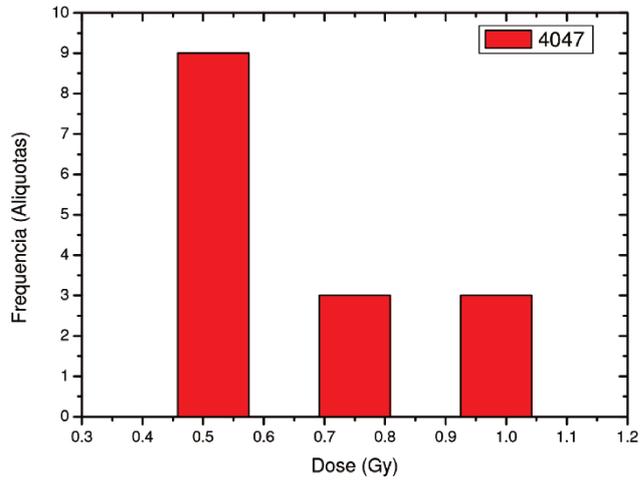




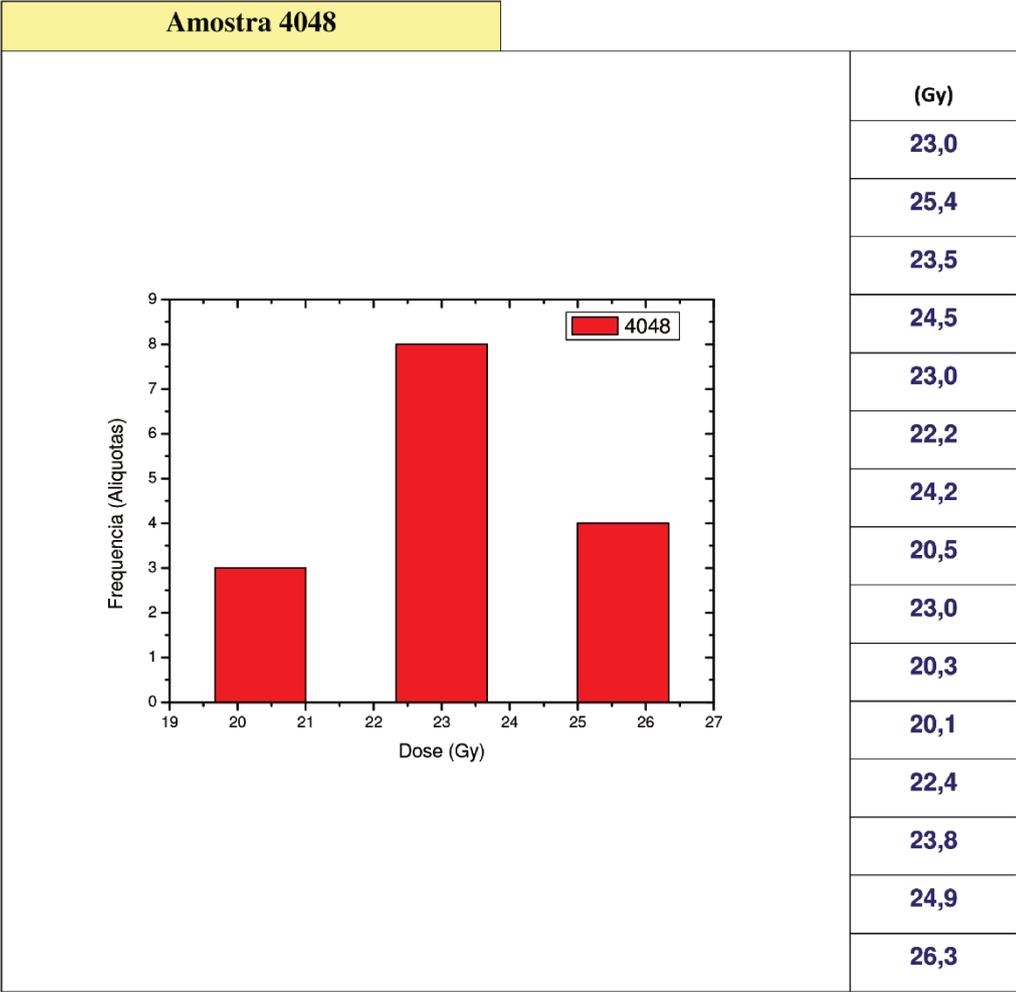


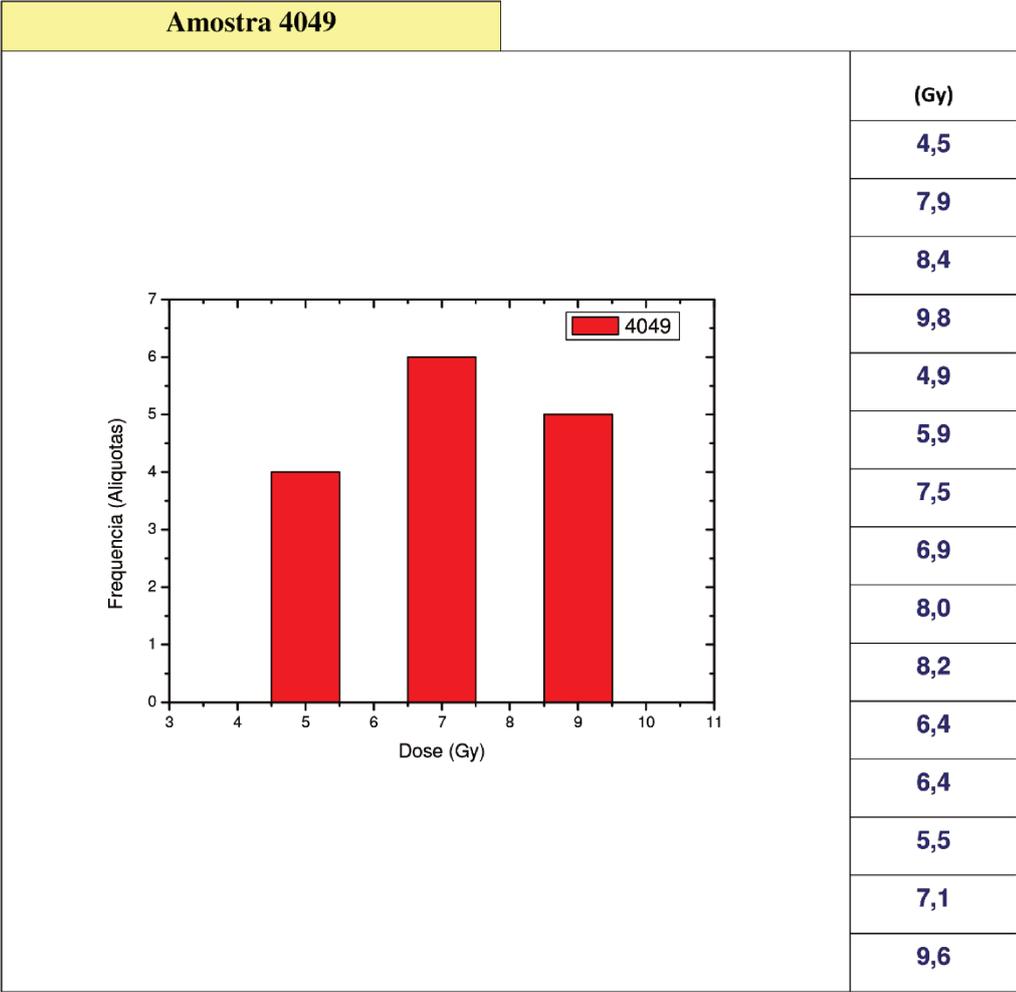


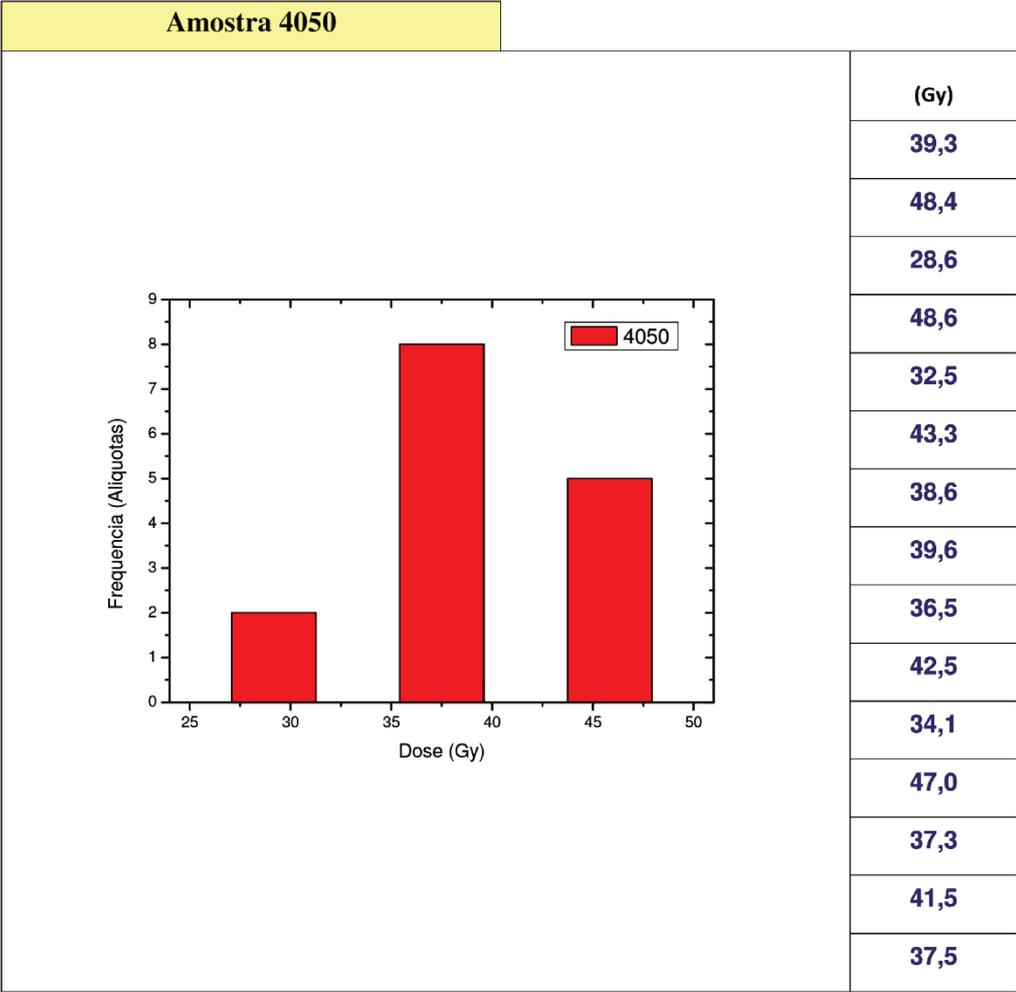
Amostra 4047

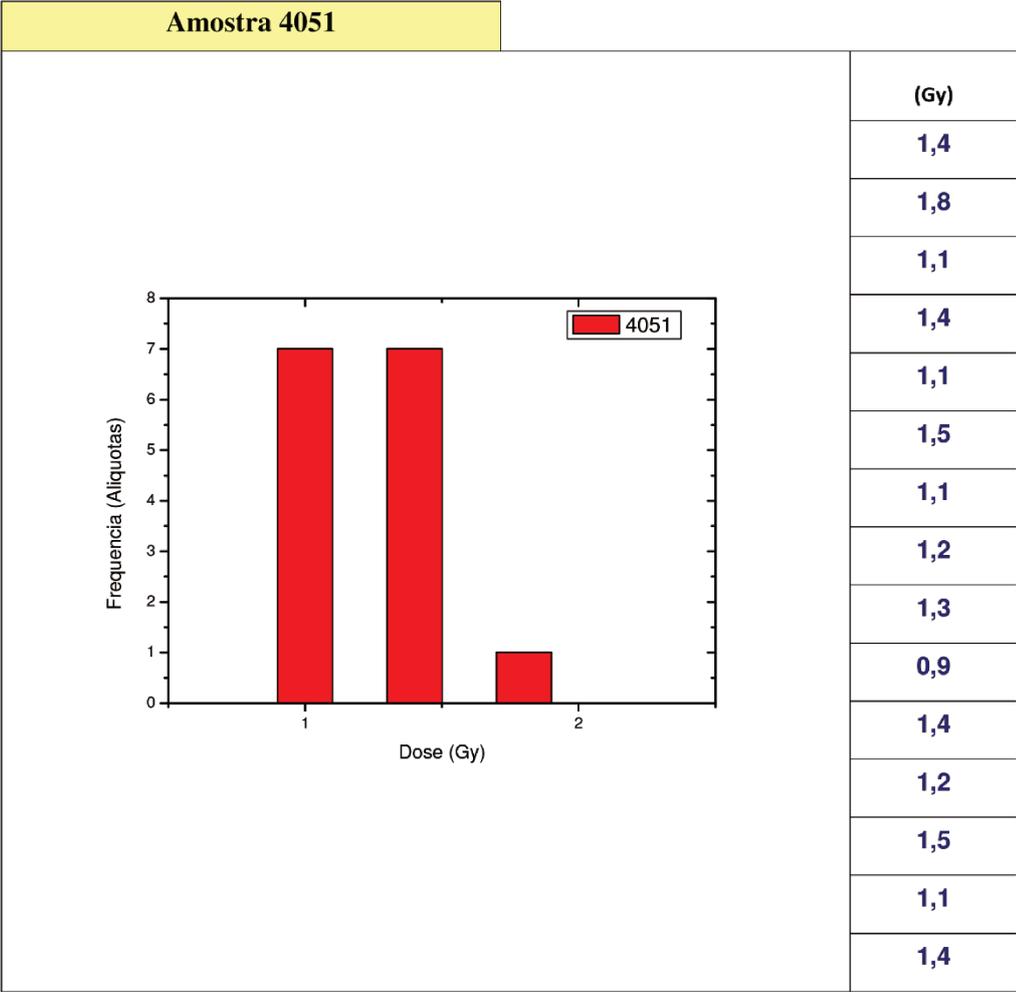


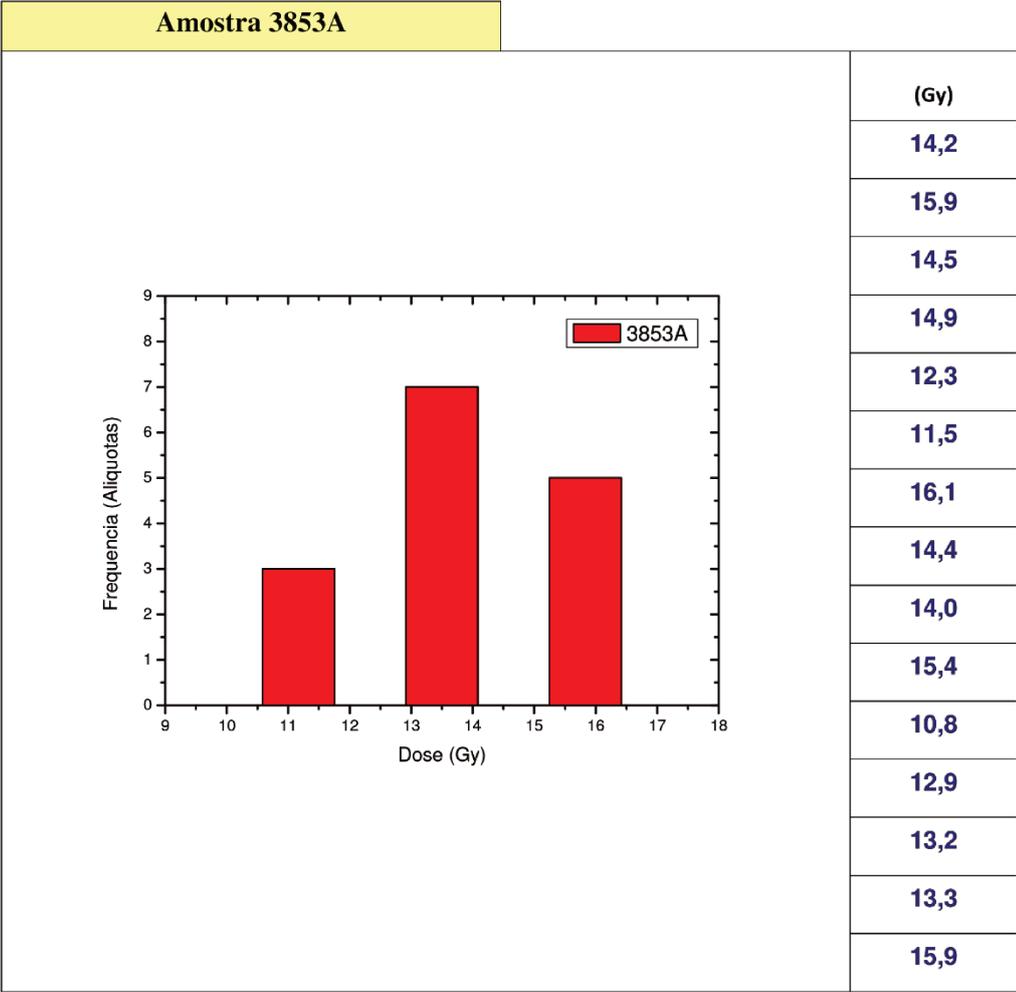
(Gy)
0,9
0,7
0,6
0,6
0,8
0,6
0,9
0,6
0,6
0,6
0,5
1,0
0,8
0,6
0,6
0,6

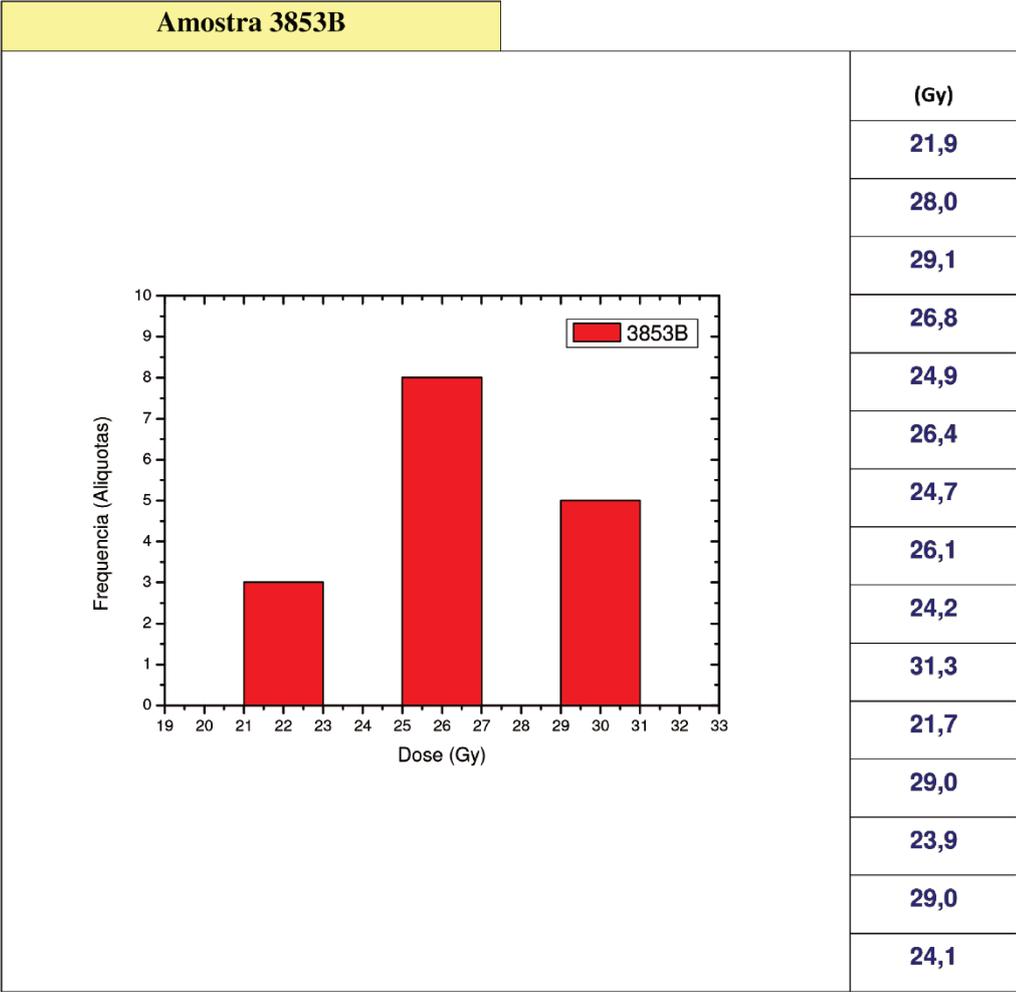




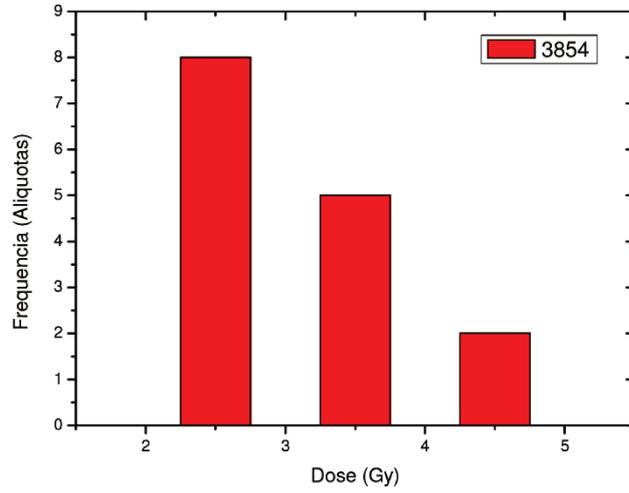




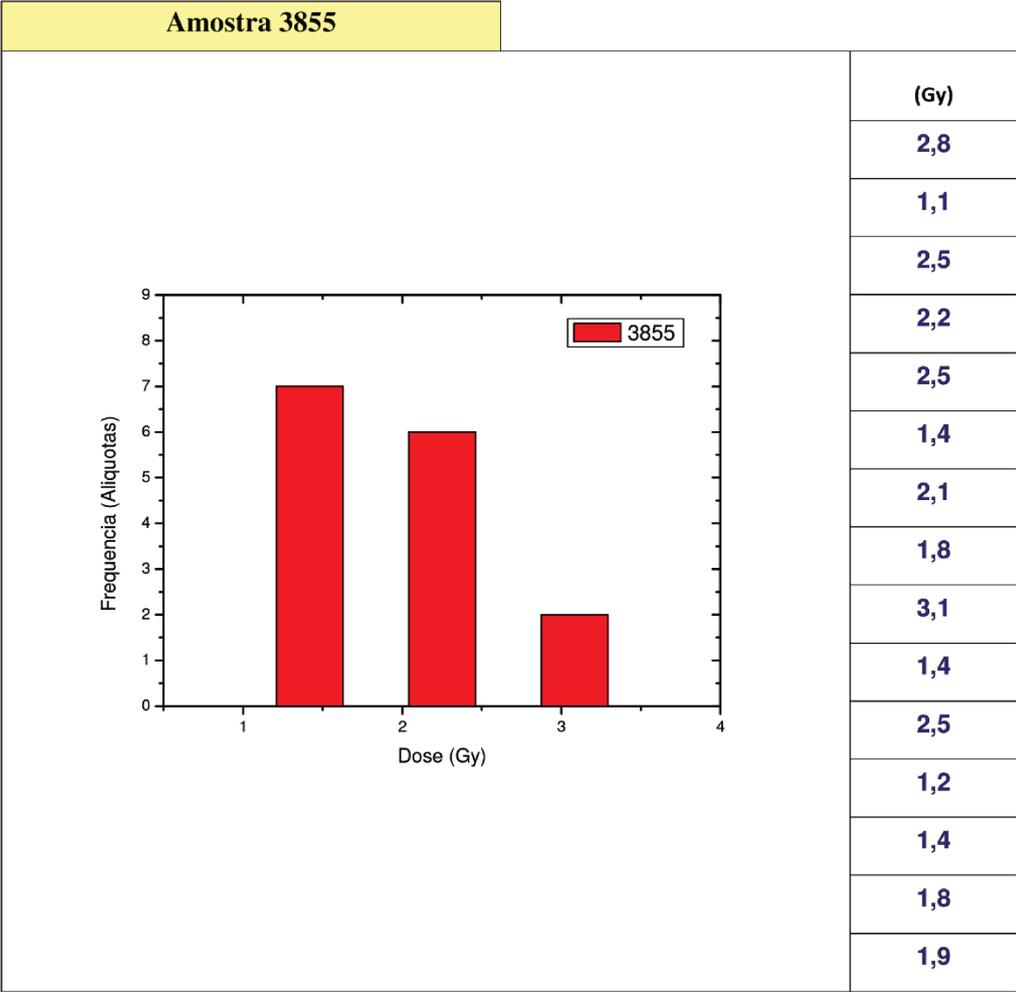




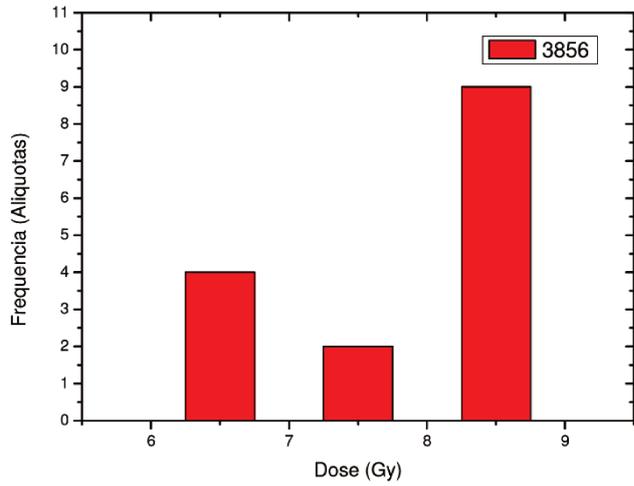
Amostra 3854



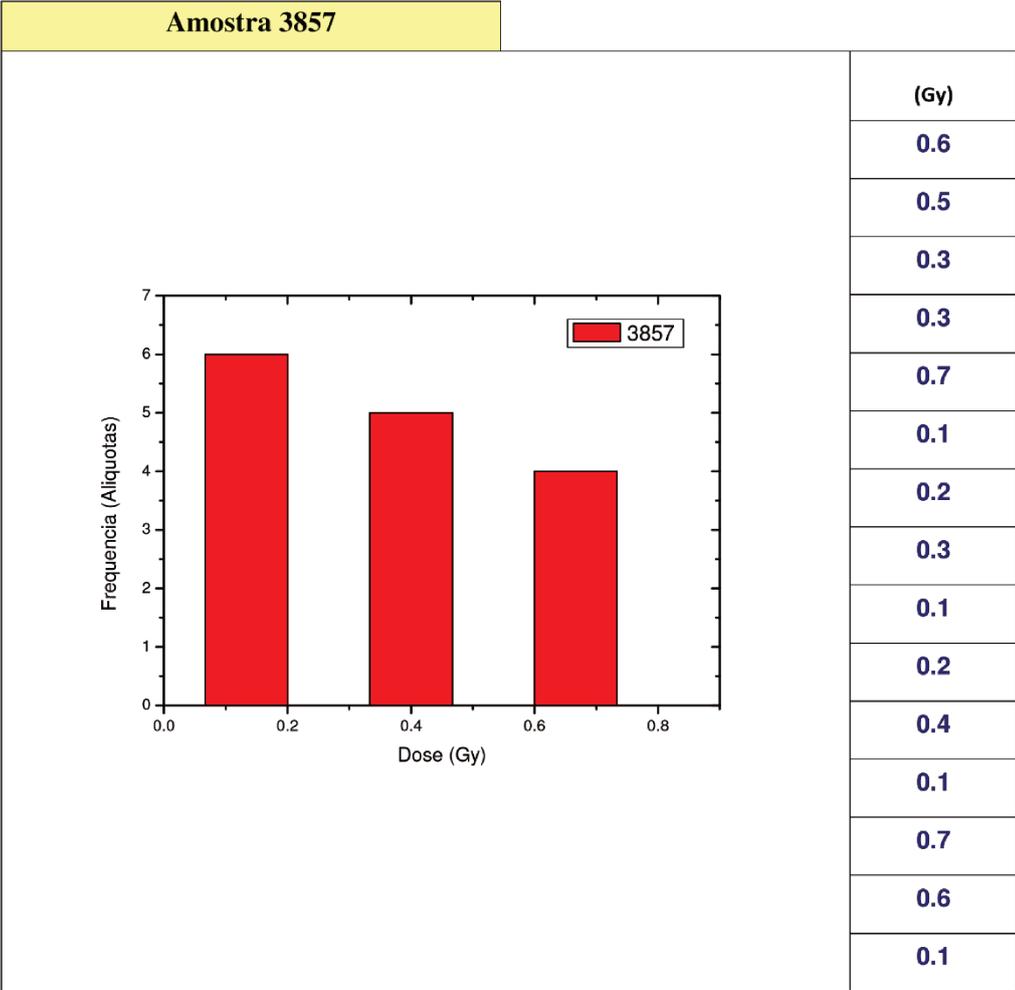
(Gy)
3,1
2,7
3,0
2,4
2,8
4,1
2,9
2,6
2,6
3,9
2,7
3,1
2,7
3,2
4,6

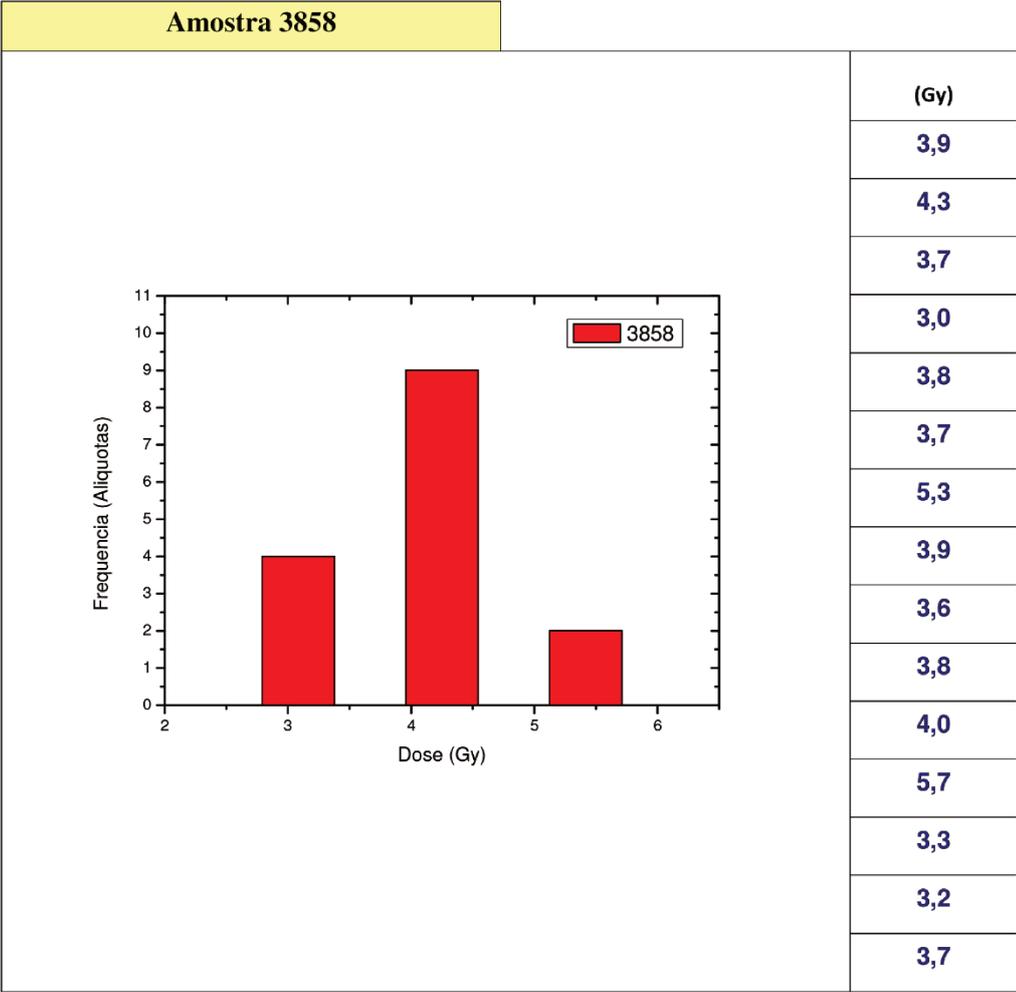


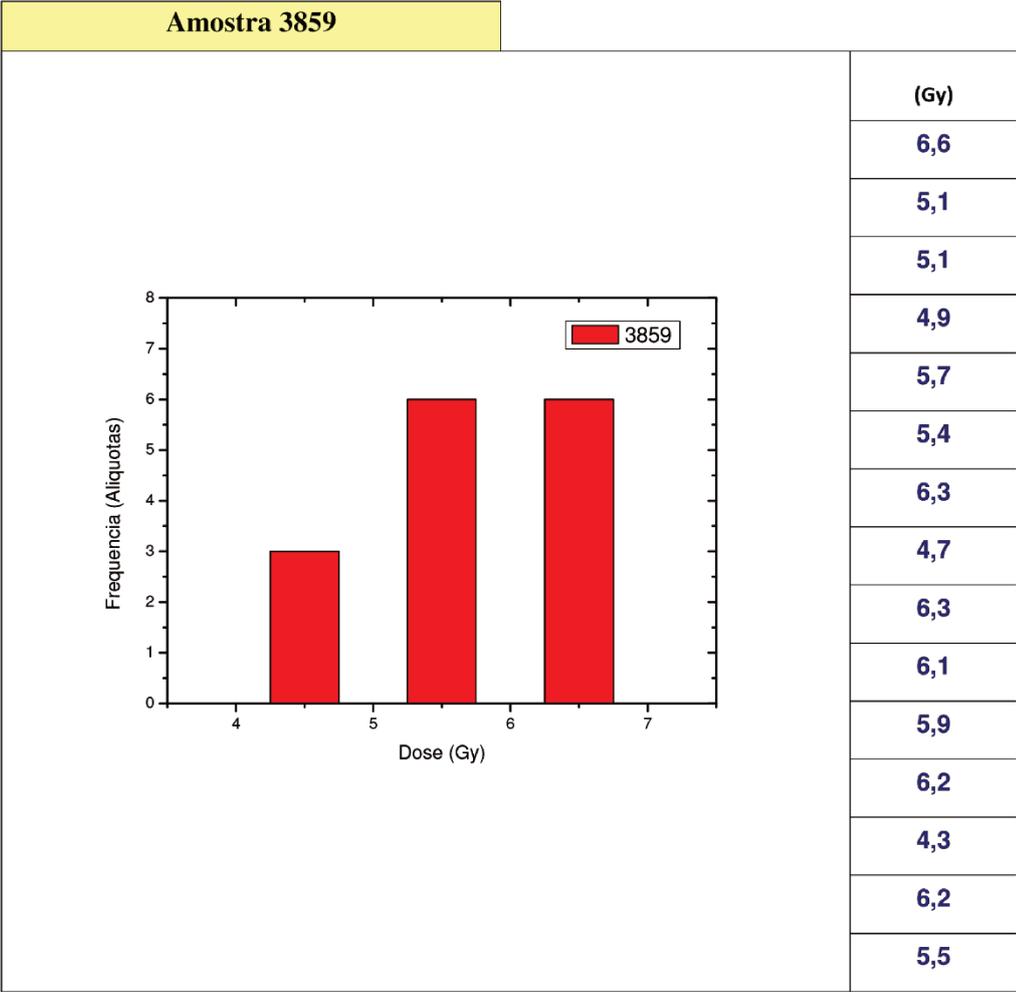
Amostra 3856



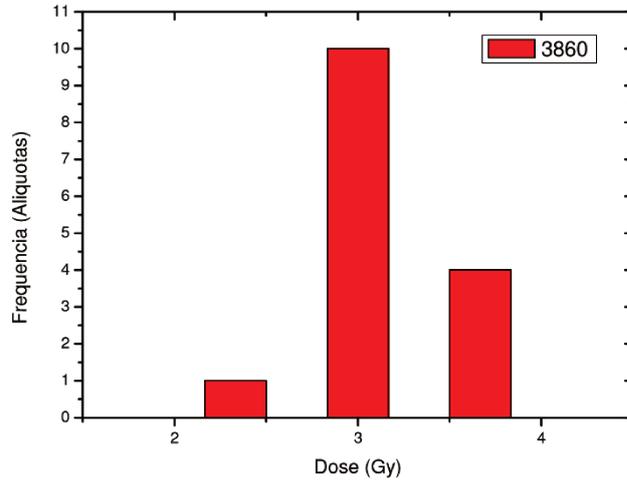
(Gy)
8,1
8,6
8,4
6,2
8,7
8,3
8,8
8,9
8,2
6,8
6,6
6,7
7,7
7,7
8,1



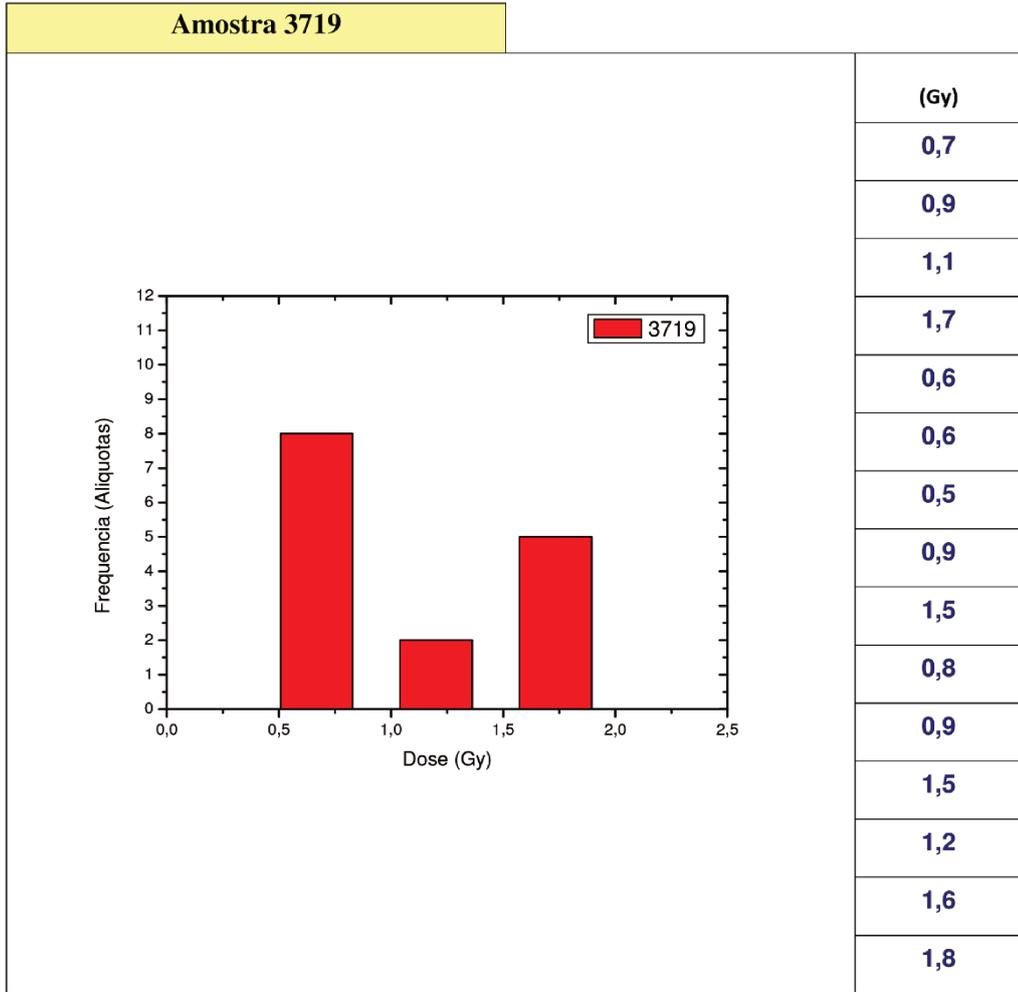




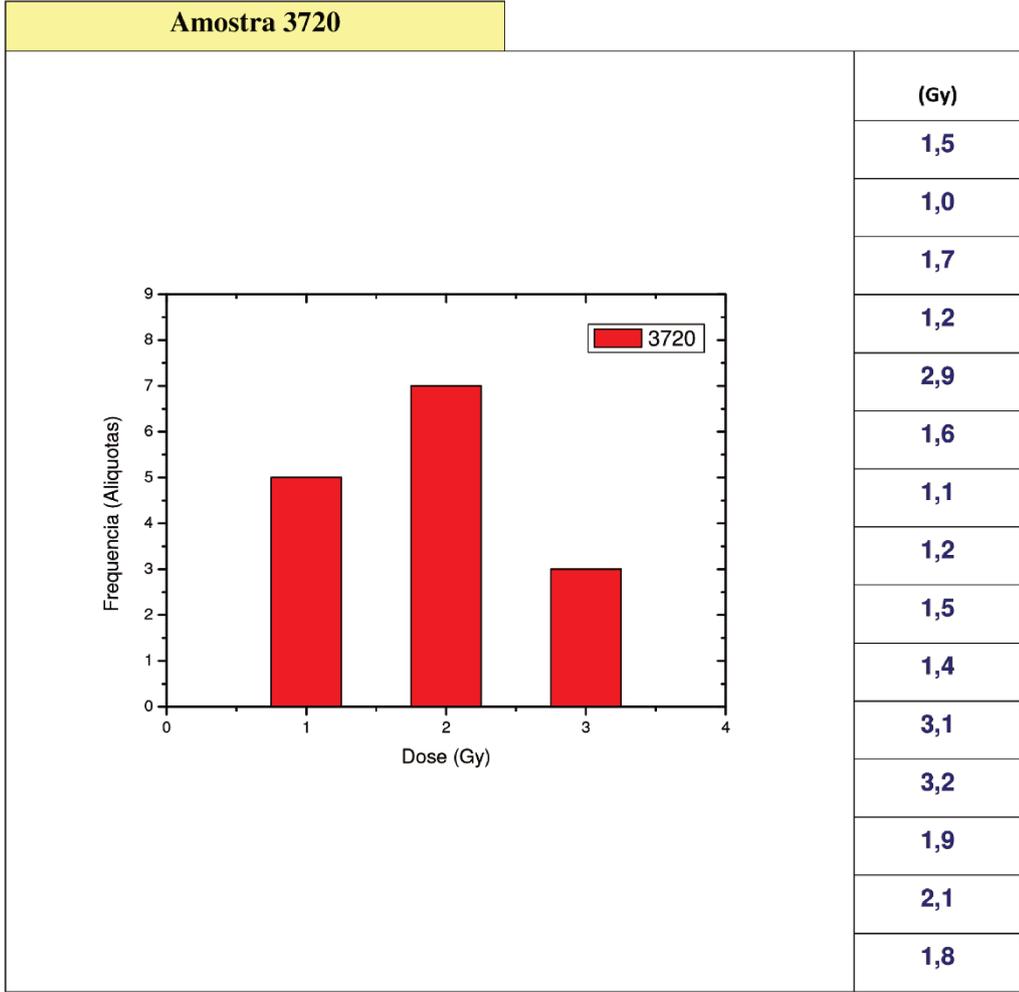
Amostra 3860

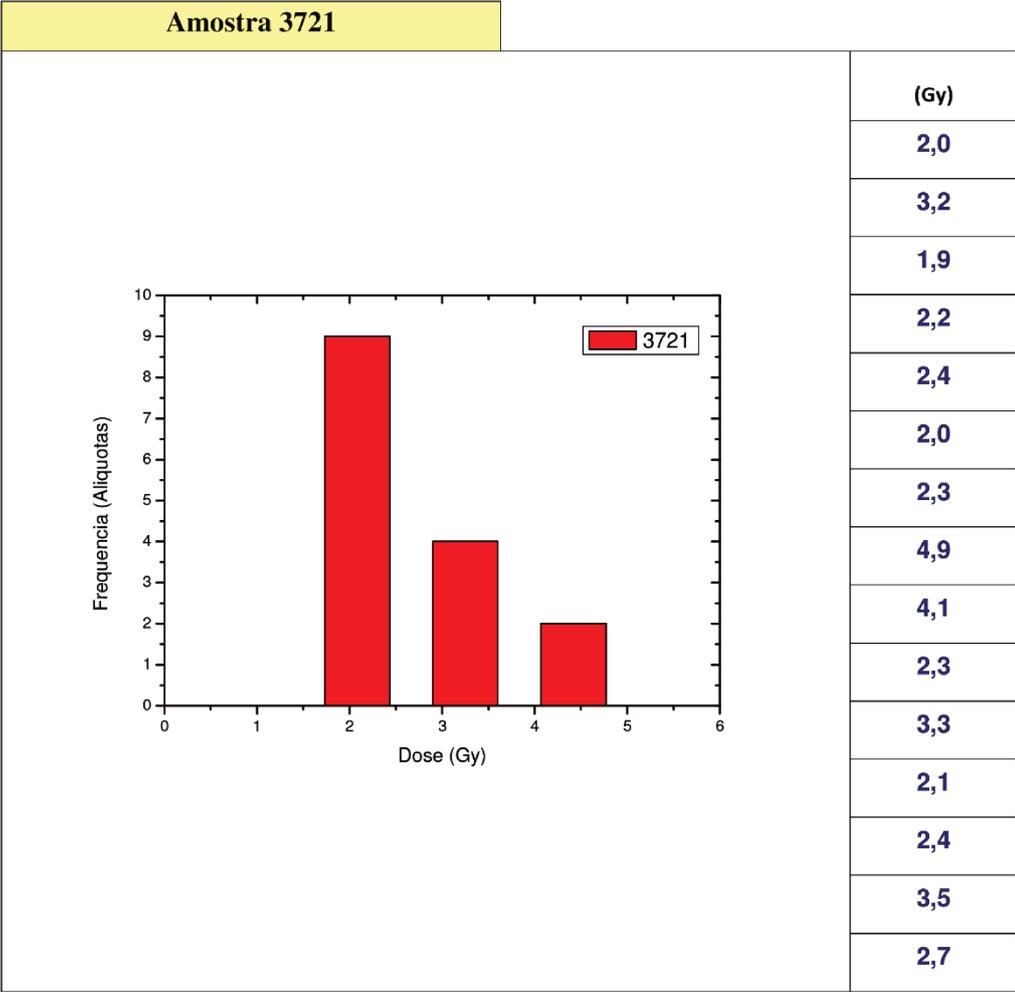


(Gy)
3
2,2
3,3
3,1
3,1
3,8
3,1
3,3
3,1
3,1
3,4
3,4
2,9
2,8
3,5

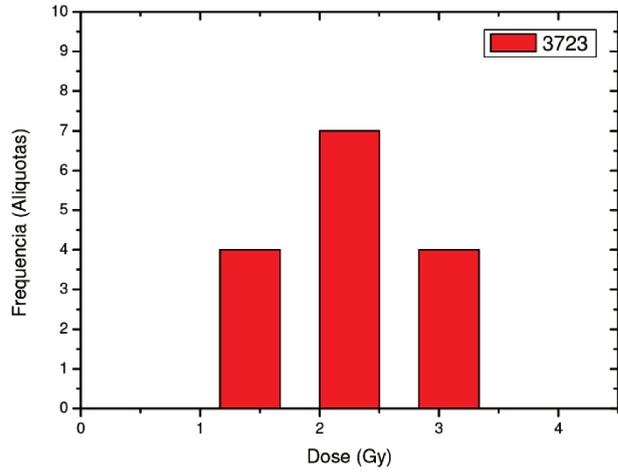


(Gy)
0,7
0,9
1,1
1,7
0,6
0,6
0,5
0,9
1,5
0,8
0,9
1,5
1,2
1,6
1,8



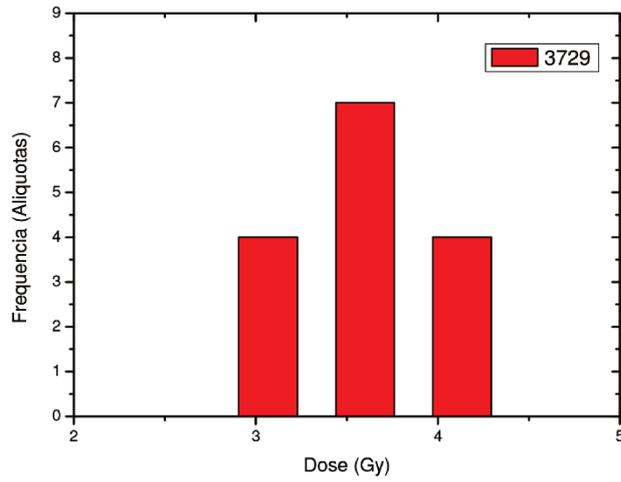


Amostra 3723

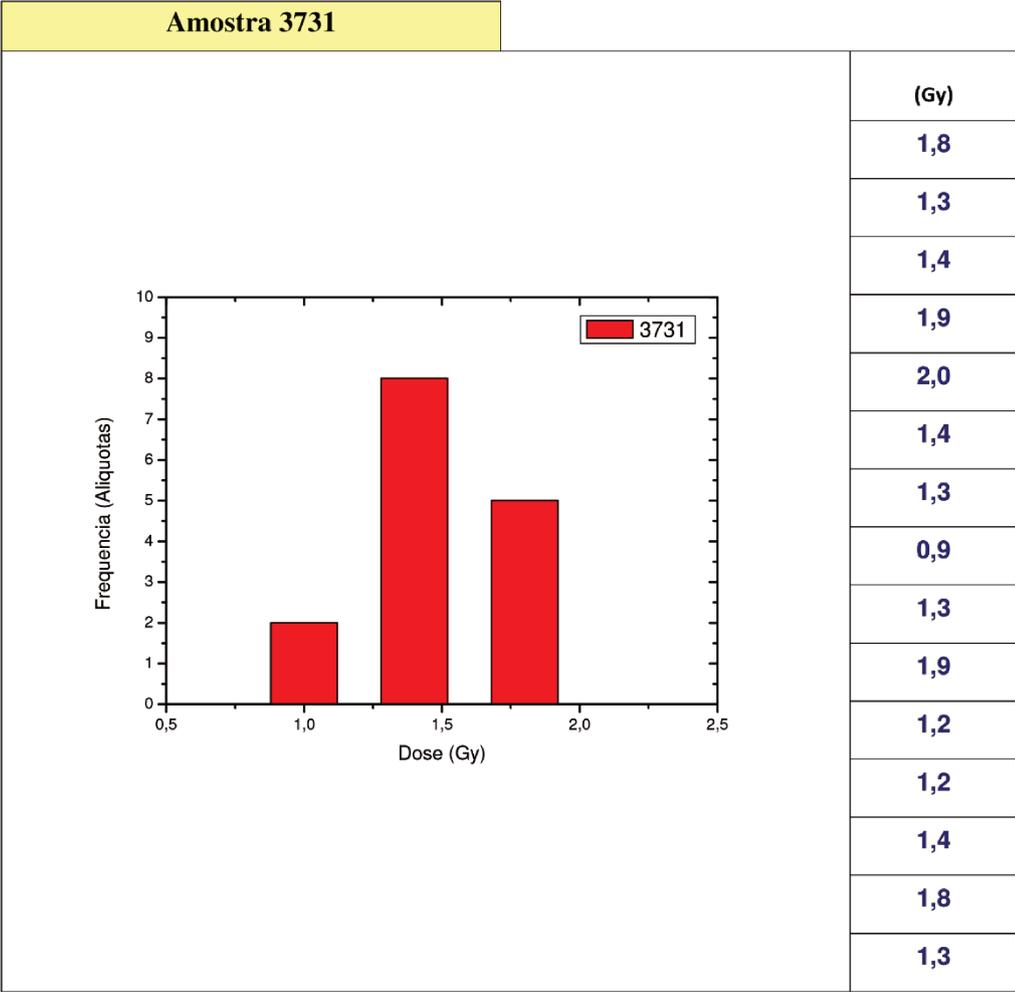


(Gy)
2,7
2,1
2,4
2,5
2,7
1,7
2,6
3,0
1,6
1,3
3,1
1,6
2,3
2,5
2,1

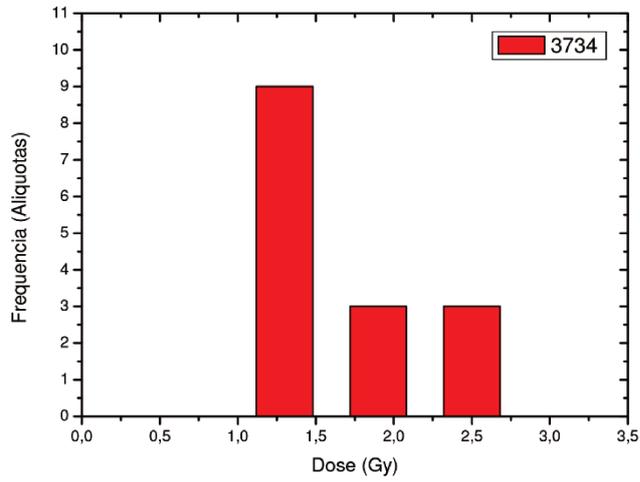
Amostra 3729



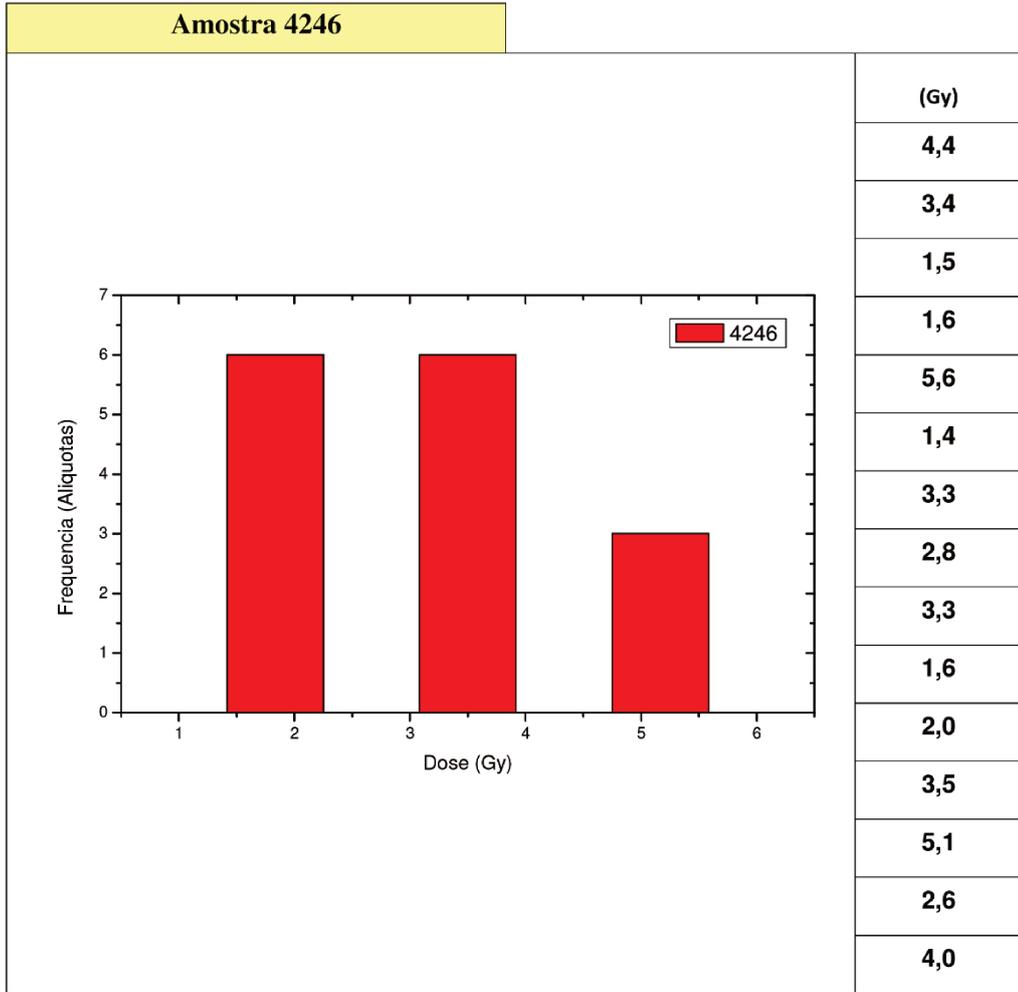
(Gy)
4,2
3,7
3,8
4,1
3,0
3,1
4,1
3,5
3,6
3,0
3,4
3,9
3,4
3,1
3,7

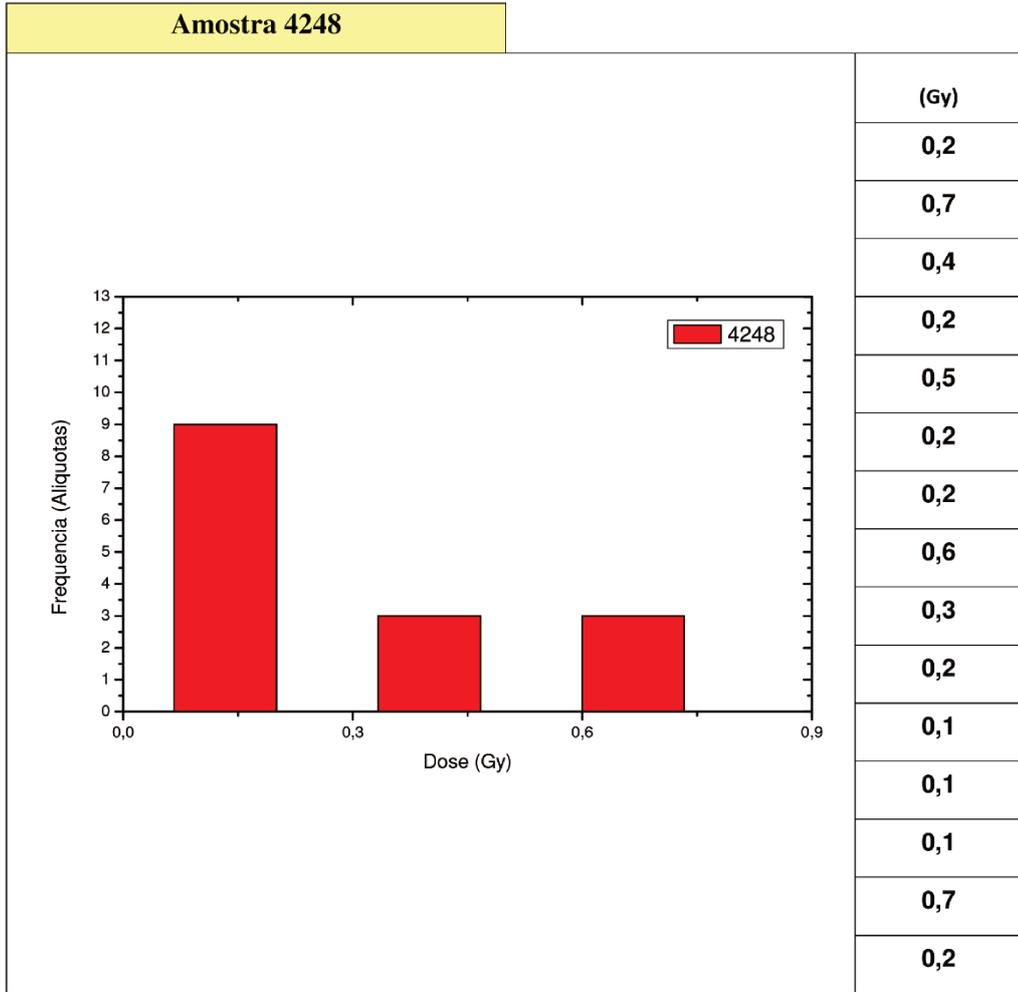


Amostra 3734

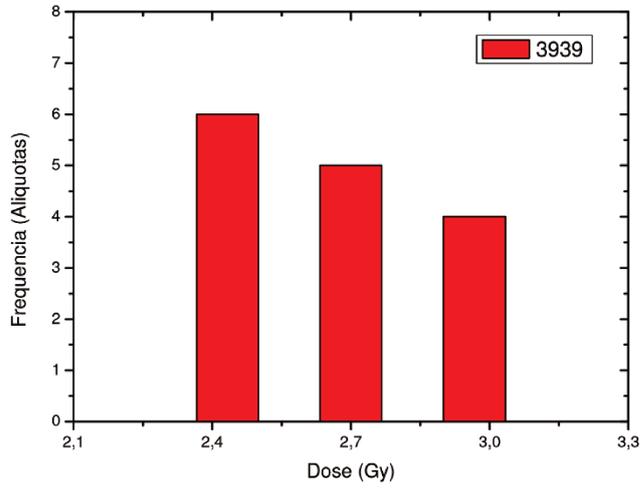


(Gy)
1,1
1,3
1,7
1,4
1,3
1,3
1,8
1,2
2,5
2,6
2,4
1,9
1,2
1,4
1,5

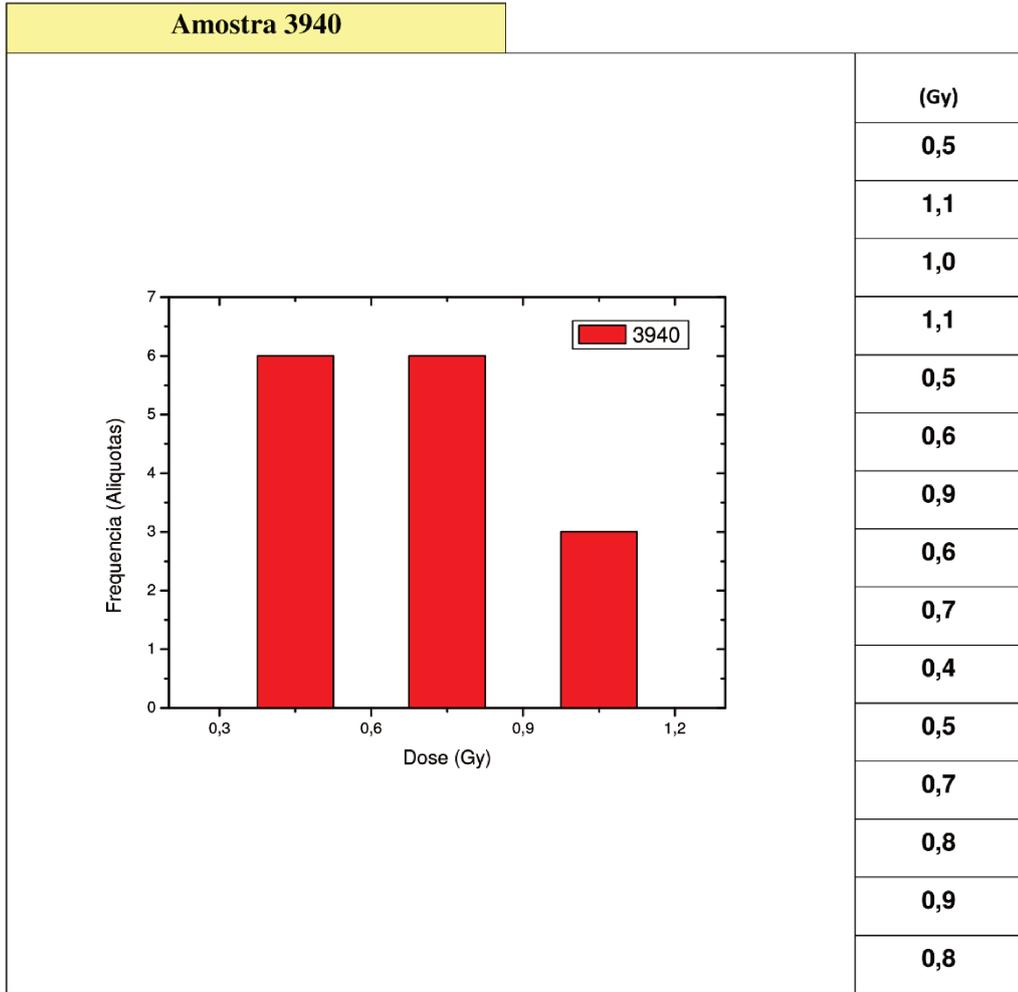


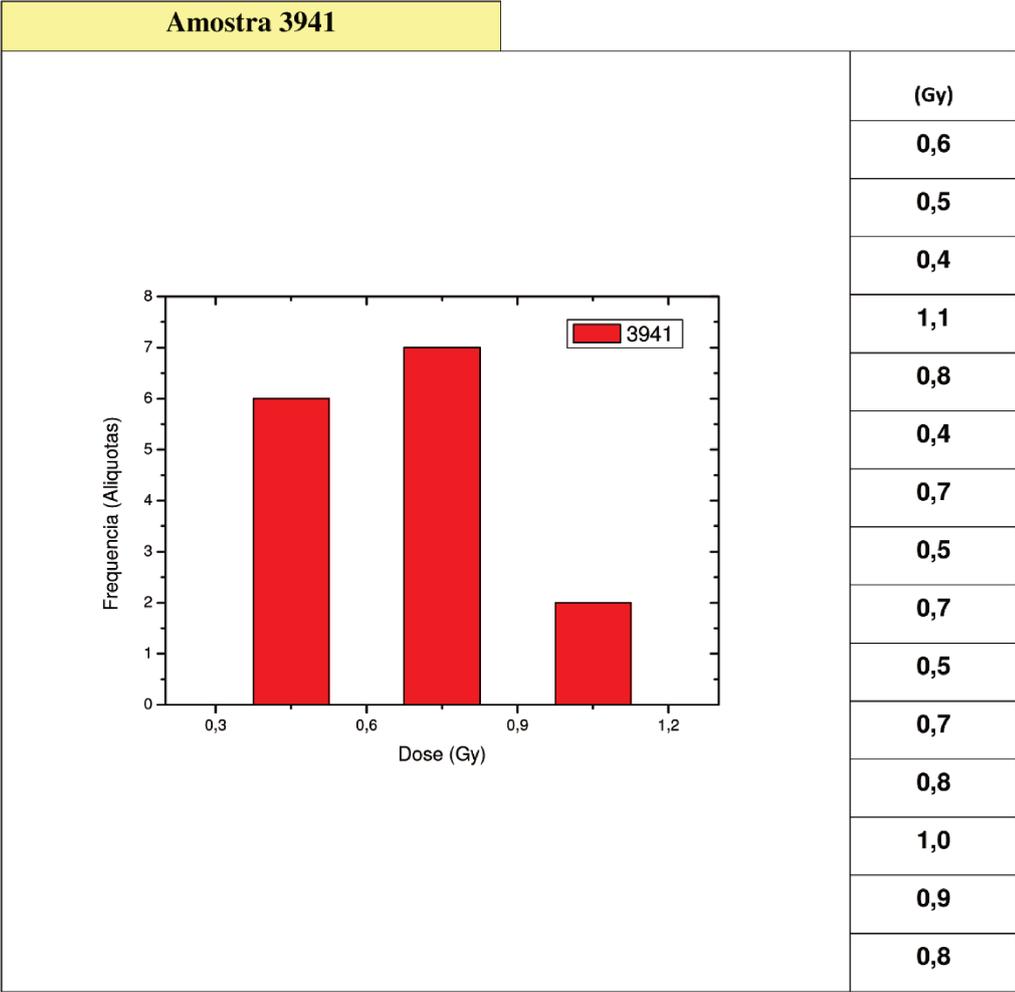


Amostra 3939

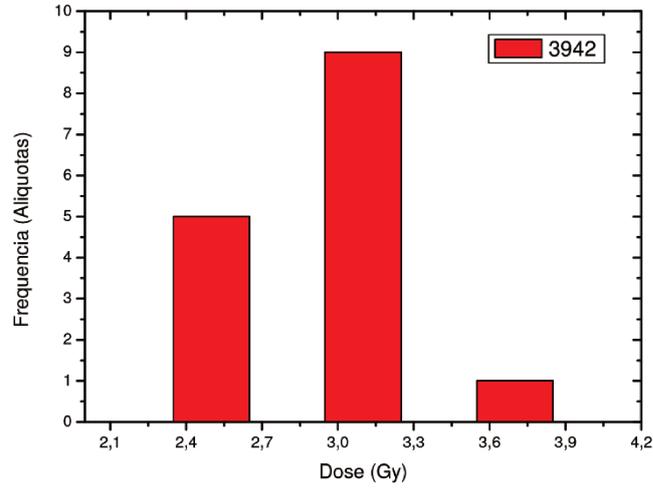


(Gy)
2,5
2,4
2,5
2,9
2,8
2,5
2,6
3,0
2,7
2,5
2,8
2,9
2,7
2,4
2,9

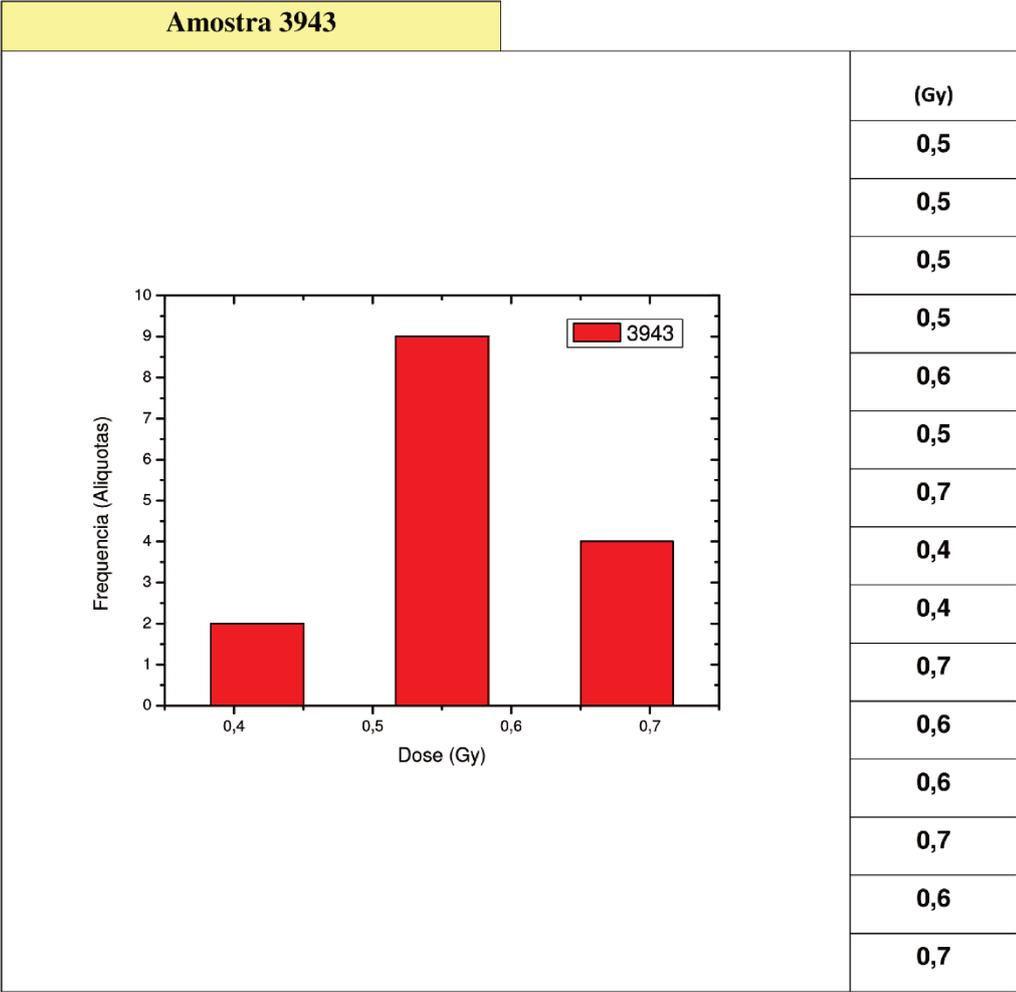




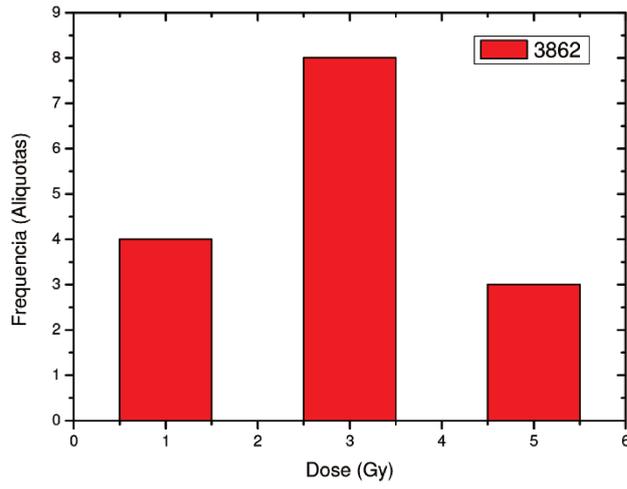
Amostra 3942



(Gy)
2,7
2,4
2,7
3,4
3,9
3,1
2,6
3,3
3,3
2,8
3,1
3,4
3,2
3,3
3,4



Amostra 3862



(Gy)
4.9
3.3
3.1
5.2
2.5
1.9
3.7
5
0.9
1.5
2.6
2.4
2.7
2.3
1.8

