



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

GUILHERME ALVES DE OLIVEIRA

**CONDICIONANTES GEOMORFOLÓGICOS DE  
ERODIBILIDADE EM FRAGMENTOS AMBIENTAIS DE  
MATA ATLÂNTICA:  
ANÁLISES E RESTAURAÇÃO DA ESTABILIDADE FÍSICA  
EM ÁREAS FRAGILIZADAS**

---

Londrina  
2020

GUILHERME ALVES DE OLIVEIRA

**CONDICIONANTES GEOMORFOLÓGICOS DE  
ERODIBILIDADE EM FRAGMENTOS AMBIENTAIS DE  
MATA ATLÂNTICA:  
ANÁLISES E RESTAURAÇÃO DA ESTABILIDADE FÍSICA  
EM ÁREAS FRAGILIZADAS**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Dinâmica Espaço Ambiental do Departamento de Geociências - Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

Orientadora: Prof. Dra. Eloiza Cristiane Torres

Londrina  
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de  
Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Oliveira, Guilherme .

Condicionantes geomorfológicos de erodibilidade em fragmentos ambientais de mata atlântica : análises e restauração da estabilidade física em áreas fragilizadas. / Guilherme Oliveira. - Londrina, 2020.  
258 f. : il.

Orientador: Eloiza Cristiane Torres.

Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2020.  
Inclui bibliografia.

1. Geomorfologia - Tese. 2. Restauração Ambiental - Tese. 3. Geotecnia - Tese. 4. Biogeografia - Tese. I. Cristiane Torres, Eloiza . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 91

GUILHERME ALVES DE OLIVEIRA

**CONDICIONANTES GEOMORFOLÓGICOS DE ERODIBILIDADE  
EM FRAGMENTOS AMBIENTAIS DE MATA ATLÂNTICA:  
ANÁLISES E RESTAURAÇÃO DA ESTABILIDADE FÍSICA EM  
ÁREAS FRAGILIZADAS**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Dinâmica Espaço Ambiental do Departamento de Geociências - Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Professora Doutora Eloiza  
Cristiane Torres  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Professor Doutor José Mariano Caccia Gouvea  
Universidade Estadual Paulista – UNESP

---

Professor Doutor Pedro Rodolfo Siqueira  
Vendrame  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Professor Doutor Lúcio Cunha  
Universidade de Coimbra – UC

---

Professora Doutora Nilza Aparecida Freres  
Stipp  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 20 de março de 2020

Dedico esta pesquisa a Maria José Silva Alves e Joaquim Teodoro Alves Neto

## AGRADECIMENTOS

Fico eternamente grato a Luísa Mazzer pelo companheirismo, por estar comigo nos picos e nas depressões em todos esses anos, por ser a razão da minha vontade de me tornar uma pessoa e um profissional melhor. Eu te amo.

Elô, muito obrigado por acreditar no menino da graduação que te mandou um email e por conduzi-lo durante todos estes anos de pós-graduação.

Pelos ensinamentos sou grato aos meus professores e à banca pelos ensinamentos e contribuições, sobretudo por me valerem na alçada em me tornar um geógrafo quase completo, obrigado Mariano, Lúcio, Nilza, Pedro, Isabel, João Lima, João Osvaldo, Pinese, Nécio, Raul e tantos outros que construíram degraus nesta escada.

À Rosângela e Mariana por sempre estarem torcendo pelo melhor por serem meus reais suportes familiares e, falando em suporte, muito obrigado Edson Luís por sempre ir comigo nos buracos, subir e descer barrancos e por todo o suporte funcional e psicológico para a realização da pesquisa.

Ivan e Liane, muito obrigado por acreditarem e também servirem como meus suportes! Dé, você também merece um “obrigado” principalmente pelos papos e a companhia de Yharnam até Ringed City, obrigado pela aventura.

Aos meus amigos também sou extremamente grato, vocês se fizeram presentes nos momentos estruturais e de relaxamento mais fundamentais durante esta pesquisa. Obrigado Fabi, Daniel e Ricardo por sempre me socorrerem, ajudarem nos campos, no qgis e pelas conversas. Hermiliano, Glauber e Rosana por me socorrem e me auxiliarem com as amostras, muitíssimo obrigado.

É claro que eu também agradeceria a vocês por me auxiliarem na fuga do cotidiano e a manter a psique em dia; Andre, Toshi, Gustavo, Jaqueline (o bebê diabo do ABC), Gui, Thales e a toda família do Viola.

Aos meus companheiros docentes e discentes pelos papos, ensinamentos e por sempre exalarem positivities, sou extremamente agradecido e pleno ao saber que a docência é realmente um trabalho magnífico.

Ainda que com poucas palavras, encontro-me inteiramente grato a todos que fizeram parte dos cenários mais construtivos da minha vida. Muito obrigado.

O todo sem a parte não é todo;  
A parte sem o todo não é parte;  
Mas se a parte o faz todo sendo parte,  
Não se diga que é parte, sendo todo.

**Gregório de Matos Guerra**

OLIVEIRA, Guilherme Alves. **Condicionantes Geomorfológicos de Erodibilidade em Fragmentos Florestais de Mata Atlântica: Análises e Restauração da Estabilidade Física em Áreas Fragilizadas**. 2020. 258 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## RESUMO

A presente pesquisa advém como uma proposta para a avaliação dos condicionantes geomorfológicos de erodibilidade em fragmentos florestais de mata atlântica, apresentando aos segmentos aplicados à determinação dos índices físicos do solo tendo como prerrogativa a restauração sistêmica da estabilidade física de vertentes. Recorre-se a uma exposição de dados coletados em topossequência em fragmento florestal de Londrina – PR e São José dos Campos – SP, atrelando-os aos cenários de relativo grau de fragilidade aos quais em função dos processos erosivos foram designados como alarmantes, viabilizando uma compreensão sazonal rítmica da variação dos índices e limites físicos em cargo dos demais condicionantes geomorfológicos evidenciando a dinâmica de erodibilidade e formulando meios de contornar os processos erosivos, bem como as alterações ecossistêmicas decorrentes desta dinâmica em florestas estacionárias semi-decíduais de mata atlântica. Faz-se então uma apresentação em oito capítulos expondo as formulações epistemológicas dos condicionantes geomorfológicos e o critério biogeográfico aos quais os fragmentos florestais se espacializam enquanto recorte de estudo, bem como a aplicação de metodologias e práticas de restauração florestal que vão ao cerne da proposta de conceber as variáveis derivativas dos processos erosivos em vertente. Aplicam-se então critérios práticos oriundos da Geotecnia, Biogeografia, Pedologia e Geomorfologia com a finalidade de proporcionar um estudo geográfico incumbido da interpretação, prognósticos e restauração de ambientes naturais fragilizados, fomentando assim elementos que corroboram para a estabilidade do sistema vertente tendo em vista a erodibilidade como artifício crucial das aplicações e propostas.

**Palavras chaves:** Processos erosivos. Restauração florestal. Estabilidade de vertentes

OLIVEIRA, Guilherme Alves. **Geomorphological Conditions of Erodibility in Forest Fragments of the Atlantic Forest: Analysis and Restoration of Physical Stability in Fragile Areas.** 2020. 258 p. Thesis (Doctorate in Geography) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

### **ABSTRACT**

This study aims to present a proposal for the evaluation of geomorphological erodibility conditions in forest fragments of Atlantic Forest, introducing the segments applied to the determination of the physical indexes of soil having as prerogative the systemic restoration of the physical stability of slopes. An exposition of data collected by toposequence in a forest fragment from Londrina - PR and São José dos Campos - SP is used, linking them to scenarios of relative fragility degree which, due to the erosive processes, were designated as alarming, enabling a rhythmic seasonal understanding of the variation indexes and physical limits in charge of other geomorphological constraints, evidencing the dynamics of erodibility and formulating ways to circumvent the erosive processes, as well as the ecosystem changes resulting from this dynamics in semi-deciduous forests of Atlantic Forest. A presentation is then elaborated in eight chapters exposing the epistemological formulations of the geomorphological conditions and the biogeographic criterion to which the forest fragments are spatialized as part of the study, as well as the application of forest restoration methodologies and practices that go to the core of the proposal to conceive the derivative variables of the erosive slope processes. Practical criteria from Geotechnics, Biogeography, Pedology and Geomorphology are then applied in order to provide a geographic study aiming to interpret, predict and restore the fragility of natural environments, thus promoting elements that corroborate the stability of the current system in view of erodibility as a crucial artifice of the applications and proposals.

**Key-words:** Erosion processes. Forestal restoration. Stability of slopes.

## Lista de Figuras

Figura – 1	Progresso e Extensão Territorial das Áreas Protegidas no Mundo no Século XX ...	55
Figura – 2	Distribuição das Unidades de Conservação Integradas ao SNUC .....	59
Figura – 3	Linha de Seixos nas Proximidades do PNMAR .....	63
Figura – 4	Proposta de Generalização Representativa da Modificação de Correntes Oceânicas	65
Figura – 5	Reformulação dos Domínios Naturais e a Dinâmica dos Complexos Vegetativos ..	67
Figura – 6	Representação dos Enclaves Fitogeográficos do Pleistoceno .....	69
Figura – 7	Representação da Cobertura Vegetal Primitiva .....	71
Figura – 8	Expressão das Taxas de Imigração das Espécies .....	74
Figura – 9	Expressão das Taxas de Extinção .....	74
Figura – 10	Filogênese da Teoria Geomorfológica .....	83
Figura – 11	As linhas de Base .....	84
Figura – 12	Níveis de Abordagens Geomorfológicas .....	89
Figura – 13	Esquema de Representação dos Complexos Taxonômicos .....	91
Figura – 14	Fluxograma de Terminologia .....	94
Figura – 15	Sistema Vertente .....	98
Figura – 16	Morfologias de Classe e Subclasse de Vertentes .....	100
Figura – 17	Friabilidade de Rochas em escala Crescente .....	103
Figura – 18	Representação esquemática e tensões exercidas na vertente .....	118
Figura – 19	Localização Geográfica do PNMAR .....	121
Figura – 20	Carta de Unidades Litoestratigráficas do PNMAR e Entorno .....	124
Figura – 21	Climograma da Estação Buquirinha 1942-2017 .....	126
Figura – 22	Declividades do PNMAR .....	129
Figura – 23	Carta Pedológica do PNMAR .....	130
Figura – 24	Topossequência e Perfil Topográfico do Recorte de Estudo .....	133
Figura – 25	Perfil Descritivo de Argissolo vermelho-Amarelo (PVA).....	134
Figura – 26	Variação da Paisagem no Recorte de Estudo no Período Primavera-Verão .....	135
Figura – 27	Localização Geográfica do PMAT .....	137
Figura – 28	Carta de Unidade Litoestratigráfica do PMAT e Entorno .....	141

Figura – 29 Climograma da Estação do Aeroporto 1976-2017.....	143
Figura – 30 Declividades do PMAT .....	145
Figura – 31 Carta Pedológica do PMAT e Entorno .....	147
Figura – 32 Topossequência e Perfil Topográfico - PMAT .....	150
Figura – 33 Mosaico dos Procedimentos de Identificação .....	152
Figura – 34 Variação da Paisagem no PMAR no Período Primavera - Verão .....	153
Figura – 35 Determinação das variáveis V e H pelo Nível Óptico .....	161
Figura – 36 Dados para o Delineamento de Perfil Topográfico .....	162
Figura – 37 Materiais Utilizados no Procedimento de Tradagem .....	163
Figura – 38 Procedimentos e Materiais para Categorização das Amostras .....	163
Figura – 39 Croqui e Designação das Estacas de Monitoramento de Borda da Voçoroca .....	166
Figura – 40 Croqui e Designação das Estacas de Monitoramento da Ravina .....	167
Figura – 41 Mosaico dos Procedimentos de Obtenção da Granulometria .....	171
Figura – 42 Peso das amostras Pré e Pós Secagem .....	173
Figura – 43 Déficit e Excedente Hídrico em Londrina em 30/09 à 25/11/2017 .....	175
Figura – 44 Limites Físicos em Função do Teor de Umidade .....	176
Figura – 45 Mosaico de Procedimentos de Determinação do Limite de Liquidez .....	178
Figura – 46 Mosaico de Procedimentos para Obtenção do Limite de Plasticidade .....	181
Figura – 47 Linha de Seixos e Variação do Gradiente de Cor .....	189
Figura – 48 Triângulo Textural das Amostras em Topossequência do PNMAR.....	190
Figura – 49 Análise Rítmica dos Limites Físicos do Solo em Topossequência PNMAR.....	194
Figura 50 – Análise Rítmica dos índices Físicos do Solo em Topossequência PNMAR .....	204
Figura 51 – Déficit no Balanço Hídrico entre Coletas .....	206
Figura 52 – Evolução Voçoroca PNMAR .....	212
Figura 53 – Gráfico de Progressão da Voçoroca em Área .....	213
Figura 54 – Atividades Estruturais de Mitigação.....	215
Figura 55 – Preparativo e Disposição do Amálgama Vegetal na Vertente .....	216
Figura 56 – Visitas Pós-Restauração .....	217
Figura 57 – Perfil Diagnóstico PMAT .....	219

Figura 58 – Triângulo Texturas das Amostras em Topossequência PMAT .....	220
Figura 59 - Análise Rítmica dos Limites Físicos do Solo em Topossequência PMAT .....	223
Figura 60 – Análise Rítmica dos índices Físicos do Solo em Topossequência PMAT .....	229
Figura 61 - Dados de Monitoramento e Croqui da Ravina .....	234
Figura 62 – Registro de Progressão da Ravina e Vegetação .....	235
Figura 63 - Comparativo das Visitas pré e pós Isolamento - PMAT .....	237

## Lista de Quadros

Quadro – 1 Escalas taxonômicas do Geossistema .....	35
Quadro – 2 Delimitação Taxonômica do Geossistema .....	36
Quadro – 3 Sistemas de Análise Ambiental .....	40
Quadro – 4 Categorias de Manejos das UC's .....	57
Quadro – 5 Referências Espistemológicas por Autores .....	87
Quadro – 6 Síntese das Classes Taxonômicas .....	90
Quadro – 7 Escalas de Análises Geomorfológicas e Sistêmicas.....	92
Quadro – 8 Designação dos Coeficientes de Erodibilidade em Morfologias .....	101
Quadro – 9 Classes e Coeficientes de Declividade .....	102
Quadro –10 Apresentação dos Componentes Litológicos em Classes de Friabilidade.....	104
Quadro – 11 Determinação dos Coeficientes de Erodibilidade em Função dos Índices .....	106
Quadro – 12 Determinação do Histórico de Uso do Solo .....	108
Quadro – 13 Uso do Solo em Função da Cobertura Vegetal Atual .....	109
Quadro – 14 Coeficientes de Pluviosidade Anual Acumulada em Mata Atlântica .....	110
Quadro – 15 Classificação do Condicionante de Erodibilidade .....	112
Quadro – 16 Proposta Brasileira de Classificação dos Movimentos de Massa .....	115
Quadro – 17 Unidades Morfológicas e Litologia .....	128
Quadro – 18 Declividade Amostral com 5m de Raio na Toposequência .....	151
Quadro – 19 Teor de Umidade Natural das Amostras .....	174
Quadro – 20 Atribuição do Limite de Liquidez por Execução no Programa .....	179
Quadro – 21 Atribuição do Limite de Plasticidade por Execução no Programa .....	182
Quadro – 22 Classificação do IL .....	183
Quadro – 23 Classificação do IP .....	184
Quadro – 24 Classes do IC .....	185
Quadro – 25 Estipulação dos índices em função dos dados amostrais .....	185
Quadro 26 – Registro do Ciclo de Alterações dos Limites PNMAR .....	202
Quadro 27 – Classificação de índice de Consistência PNMAR .....	205
Quadro 28 – Classificação de Índice de Liquidez PNMAR .....	207

Quadro 29 – Classificação de Índice de Plasticidade PNMAR .....	209
Quadro 30 – Classes de Consistência PMAT .....	230
Quadro 31 – Classes de Liquidez PMAT .....	231
Quadro 32 – Classes de Plasticidade PMAT .....	232
Quadro 33 – Atribuição dos Coeficientes para os Recortes de Estudo .....	240
Quadro 34 – Classificação dos Condicionante por Fragmento .....	241

## Lista de Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Proteção Permanente
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CNTP	Companhia de Terra do Norte do Paraná
df	Distroférico
E1/3d	Estaca de Monitoramento Direita
E1/3e	Estaca de Monitoramento Esquerda
E1/5	Estaca de Monitoramento
ef	Eutroférico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FCCR	Fundação Cultural Cassiano Ricardo
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GTP	Geossistema Território e Paisagem
IBAMA	Instituto Brasileiro d
IC	Índice de Consistência
IL	Índice de Liquidez
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IP	Índice de Plasticidade
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
JKsg	Formação Serra Geral
LC	Limite de Consistência
LL	Limite de Liquidez
LP	Limite de Plasticidade
LVef3	Latossolos Vermelhos eutróficos
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPNPac	Grupo Açungui
NaOH	Hidróxido de Sódio
NVef3	Nitossolos eutróféricos
P1	Ponto 1
P2	Ponto 2

P3	Ponto 3
PMAT	Parque Municipal Arthur Thomas
PNMAR	Parque Natural Municipal Augusto Ruschi
PVA	Argissolo Vermelho-Amarelo
PCDg	Migmatitos Homogêneos Embrechitos
PCDg	Migmatitos Homogêneos Estromalíticos
PCMe	Migmatitos
PCx	Complexo Pilar
REDEMET	Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica
SIGLON	Sistema de Informação Geográfica de Londrina
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
TSE	Terra Seca em Estufa
UC	Unidades de Conservação
UCIP	Unidade de Conservação e Proteção Integral
UCUS	Unidade de Conservação de uso Sustentável.
ZR	Zonas de Recuperação

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	21
2. GEOMORFOLOGIA EM FRAGMENTOS .....	23
2.2 Introdução .....	23
2.3 Problematização .....	23
2.4 Justificativa .....	24
2.5 Objetivos .....	25
2.5.1 Objetivo Geral .....	25
2.5.2 Objetivos Específicos .....	25
2.6 Hipótese.....	26
3. A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS E O GEOSSISTEMA .....	27
3.1 Introdução .....	27
3.2 Teoria Geral dos Sistemas.....	28
3.3 Teoria Geral dos Sistemas e a Geomorfologia.....	30
3.4 A Teoria Geossistêmica .....	33
3.5 Da Tese à Práxis : O Encaminhamento Teórico-metodológico .....	38
4. A BIOGEOGRAFIA EM FRAGMENTOS NATURAIS .....	43
4.1 Introdução .....	43
4.2 Fundamentando Biodiversidade.....	44
4.3 Categorias : Biodiversidade, Ecossistema e Biocenose .....	47
4.3.1 Biodiversidade.....	47
4.3.2 Ecossistema .....	48
4.3.3 Biocenose .....	49
4.4 A Conservação e Manejo de Ecossistemas .....	51
4.4.1 Conservação e Preservação .....	51
4.5 As Unidades de Conservação.....	54
4.6 A Biogeografia e a Ótica dos Fragmentos Naturais .....	60
4.6.1 O Passado dos Fragmentos.....	61
4.6.2 Os Fragmentos Florestais e a Biogeografia de Ilhas .....	72
5. GEOMORFOLOGIA: CONDIÇÕES E CONDICIONANTES .....	81
5.1 Introdução .....	81

5.2 Processos e Bases Teórico-metodológicas .....	81
5.2.1 Abordagens e Concepções .....	93
5.3 CONDICIONANTES GEOMORFOLÓGICOS .....	96
5.3.1 As Feições Morfológicas, Declividade e Litologia .....	99
5.3.2 Propriedades Estruturais e Limites Físicos dos Solos .....	104
5.3.3 O Uso do Solo .....	107
5.3.4 A Pluviosidade em Detrimento dos Condicionantes Geomorfológicos .....	110
5.4 Expressões Erosivas .....	113
5.4.1 Escoamento Superficial.....	113
5.4.2 Erosão em Ravinas e Voçorocas .....	113
5.4.3 Rastejo (Creep).....	115
5.4.4 Corrida de Massa.....	116
5.4.5 Escorregamento.....	117
6. PARQUE NATURAL MUNICIPAL AUGUSTO RUSCHI.....	121
6.1 Introdução .....	121
6.2 Um Breve Segmento Histórico .....	122
6.2.1 Meio Físico.....	123
6.2.2 O Recorte de Estudo Joseense.....	132
7. PARQUE MUNICIPAL ARTHUR THOMAS .....	137
7.1 Introdução .....	137
7.2 Um Breve Segmento Histórico do PMAT .....	138
7.2.1 Meio Físico.....	140
7.2.2 O Recorte de Estudo Londrinense.....	149
8. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	155
8.1 Introdução .....	155
8.2 Metodologias de Campo.....	156
8.2.1 Análises Perceptivas da Paisagem dos Fragmentos .....	157
8.2.2 Topossequência, Coleta e Classificação de Amostras de Solos .....	160
8.2.3 Acompanhamento de Processos Geomorfológicos .....	164
8.3 Metodologias Laboratoriais e de Gabinete.....	167
8.3.1 Ensaios Granulométricos.....	168
8.3.2 Ensaios de Limites de Plasticidade e Liquidez.....	171
9. Resultados e Discussões.....	187

9.1 Introdução .....	187
9.2 O Fragmento Florestal em Dados: PNMAR .....	188
9.2.1 O Solo e a Granulometria.....	188
9.2.2 Ritmo PNMAR : Condicionantes Geomorfológicos.....	193
9.2.3 Os Índices Físicos do PNMAR .....	203
9.3 Análise Geral dos Parâmetros Físicos PNMAR.....	210
9.3.1 Cronologia dos Processos Erosivos.....	211
9.3.2 Práticas de Restauração – PNMAR.....	214
9.4 O Fragmento Florestal em Dados: PMAT .....	218
9.4.1 O Solo e a Granulometria.....	218
9.4.2 Ritmo PMAT : Condicionantes Geomorfológicos.....	222
9.4.3 Os Índices Físicos do PNMAR .....	228
9.4 Análise Geral dos Parâmetros Físicos PMAT .....	233
9.4.1 Cronologia dos Processos Erosivos PMAT.....	234
9.4.2 Práticas de Restauração – PMAT.....	236
9.5 Tabela de cálculo dos índices e limites físicos.....	238
9.6 Proposta da Equação de Condicionantes.....	240
10. A Guisa da Conclusão .....	243
REFERÊNCIAS .....	247
Apêndices.....	253
Quadro de Dados Gerais PMAT .....	253
Quadro de Dados Gerais PMAT .....	255
Planilhas Gerais.....	257



## 1. INTRODUÇÃO

No decorrer das últimas décadas as dinâmicas dos fenômenos geomorfológicos se apresentam em voga tanto no cenário midiático quanto nos centros acadêmicos em decorrência de suas respectivas proporções, mas, principalmente pela inferência aplicada aos segmentos de vulnerabilidade e fragilidade nos campos ambientais e sociais.

Diante desta demanda científica, a Geografia enquanto Ciência detém um papel fundamental nos campos de análises, prognósticos e propostas, uma vez que a possibilidade de interpretar e desenvolver segmentos aplicados à problemática abrange as dinâmicas sociais e ambientais sobre uma perspectiva integrada dos fenômenos. Compelindo assim a Geografia, o papel de alicerce para o desenvolvimento das interpretações das dinâmicas socioambientais.

Tais interpretações estão fundamentadas em uma hipótese que busca correlacionar os condicionantes de erosividade de vertentes que possuam como critério o abalo da estabilidade física do relevo, com a incidência e resistência mecânica da cobertura vegetal nos recortes de estudo a serem analisados.

Para tal, busca-se realizar atividades empíricas de análise e coleta de dados, assim como ensaios laboratoriais pautado nos procedimentos utilizados para reconhecer o grau de estabilidade física do relevo e demais condicionantes de erodibilidade por meio de uma proposta de categorização dos elementos que fomentam os processos erosivos em vertentes.

Os fragmentos selecionados enquanto recortes de estudo, tanto em caráter quantitativo quanto em qualitativo no que diz-se respeito aos condicionantes geomorfológicos. Diante do levantamento e manejo dos dados, haverá a possibilidade da realização multidimensional de práticas de recuperação de áreas degradadas, aplicáveis a experimentos para avaliar mudanças passíveis na estabilidade física das vertentes do recorte de estudo e assim, desenvolver ensaios práticos de Vulnerabilidades à erosão.

A possibilidade de desenvolver tais práticas fomenta dois dos principais flancos desta pesquisa, pois, tem-se como mote a análise das causas que condicionam tais estabilidades da vertente, então agir-se-á na gênese das dinâmicas dos fenômenos geomorfológicos e, em paralelo, também se apresenta como escopo uma segmentação

prática de aplicações dos eixos teóricos para os planos técnicos, buscando avaliar as principais modificações oriundas da cobertura vegetal no relevo, buscando práticas de restauração ecossistêmica com organismos vegetais já presentes no próprio ambiente de cada recorte, tendo sempre como escopo proporcionar a estabilidade física no plano dos impactos benéficos, na perspectiva natural e social.

A designação dos recortes de estudo pauta-se em critérios investigativos acerca da análise de fragmentos de florestas estacionárias semi-decíduais de mata atlântica nos Estados de São Paulo e no Paraná na latitude de 23°, compreendendo a recortes escalonares os fragmentos florestais; Parque Natural Municipal Augusto Ruschi em São José dos Campos – SP e o Parque Municipal Arthur Thomas em Londrina- PR. Busca-se então compreender a concomitância e a complexidade dos processos erosivos, tendo como características em comum a designação a fragilidade dos fragmentos de mata atlântica, pretendendo-se então conceber a gênese dos condicionantes de erodibilidade e suas diferentes ocorrências.

Reforça-se que o principal critério para o desenvolvimento da pesquisa está atrelado às práticas que fomentem a resiliência dos fragmentos florestais, tão fragilizados por demandas administrativas e de ordem dos poderes públicos. Busca-se então realizar uma proposta que possibilite o desenvolvimento da restauração das fáceis dos parques como uma demanda das práticas de conservação e preservação dos sistemas ambientais e da Biodiversidade como um todo.

É realizado então uma segmentação analítica das abordagens da pesquisa expressas em oito capítulos com o intuito de discorrer acerca das teorias de interpretação dos objetos de estudos e fundamentos epistemológicos, a definição e clarificação de conceitos oriundos da interpretação Biogeográfica e Geomorfológica, bem como o desenvolvimento de uma proposta de categorização dos condicionantes de erodibilidade em fragmentos florestais através de metodologias oriunda da Geotecnia, da Ecologia da Restauração e da Geomorfologia Ambiental. Dirigindo assim a apresentação final dos resultados e discussões competentes à avaliação dos procedimentos realizados aos recortes temporais da pesquisa.

## **2. GEOMORFOLOGIA EM FRAGMENTOS**

### **2.2 Introdução**

Apresenta-se a pesquisa com a exposição dos questionamentos, problemáticas e caminhos adotados que motivaram os direcionamentos das investigações competentes à tese. Desenvolvem-se então apresentações das problematizações que advêm aos segmentos de questionamentos que fomentam a pesquisa. Em decorrência é desenvolvida uma breve dissertação sobre os parâmetros que justifiquem a efetividade, a delimitação geográfica e os motivos da pesquisa acerca do objeto de estudo, corroborando assim para o delineamento de objetivos gerais e específicos que contemplem tais condições. Por fim apresenta-se a hipótese aplicada aos meios de interpretação e relativização do estudo, fomentando assim ideias acerca da interpretação dos condicionantes de erodibilidade em fragmentos florestais.

### **2.3 Problematização**

O conhecimento acerca das entradas e saídas de energia em um sistema vem sendo debatida, criticada e aprimorada pela corrente epistemológica do Geossistema, desde suas respectivas aplicabilidades nas conjecturas de interpretações de fenômenos da Geociência.

Entretanto, a problemática deste respectivo projeto se mantém nas correlações entre elementos oriundos dos desenvolvimentos epistemológicos destas duas correntes para compreender o seguinte questionamento: “Quais são as causas dos processos erosivos em fragmentos florestais de conservação e preservação e como buscar práticas que possibilitem a restauração de áreas fragilizadas em âmbito geomorfológico?”.

Há, porém termos nos quais se pretende compreender acerca da problematização envolto a estes questionamentos. Como por exemplo; as causas que direcionaram a gênese e mote desta problemática, bem como o desartolar dos meios e métodos para compreender os motivos, potencialidades e resultados experimentais direcionados para buscar uma resposta ao questionamento da problemática.

Referente a tais demandas questionativas, apresentam-se novas inquirições como “há a possibilidade de avaliar os condicionantes de erodibilidade de modo quali-

quantitativo e através destes propor critérios que possibilitem a restauração dos ambientes fragilizados?”.

## **2.4 Justificativa**

Tornou-se recorrente na atualidade a divulgação dos fenômenos geomorfológicos Brasil à fora, sobretudo na estação climática referente ao verão. Ainda que as informações voltadas à população possam em certos pontos incitar no indivíduo o interesse sobre a dinâmica dos fenômenos, tem-se agregado a estas informações uma gama de conceitos errôneos e diversos dedos apontando culpados, muitas vezes colocando os fenômenos naturais como carrascos de uma realidade latente.

Não diferente da atual conjectura, ambas as delimitações dos recortes de estudo como São José dos Campos-SP e Londrina-PR, possuem uma ampla dinâmica de fenômenos morfoesculturais, de complexidade distinta em função da diferenciação dos condicionantes aplicados aos fragmentos florestais de Mata Atlântica. Proporcionam assim um anseio na investigação das causas que circundam os eventos, visando uma análise integrada dos processos com o intuito de agregar o máximo de informações pertinentes que acarretaram tais fenômenos através de distintos condicionantes.

A presente pesquisa justifica-se, primeiramente, por seu aparato teórico-metodológico, no cerne de que poderá dar o embasamento necessário para as análises de cunho geomorfológico no que se dirige ao centro da problemática das estabilidades de vertentes. Em paralelo, a distinção dos condicionantes geomorfológicos e edáficos entre os recortes de estudo advém como um forte atributo para a pesquisa, uma vez que as escalas taxionômicas dos condicionantes possibilitam uma interpretação dos fenômenos e o desenvolvimento de prognósticos e ações capazes de delegar um impacto positivo nos atributos sociais e ambientais nos respectivos recortes de estudo.

Procura-se então formular caminhos no âmbito da Geomorfologia Ambiental que elenquem práticas de restauração de ambientes naturais fragilizados com o intuito de fomentar a geobiocenose local através de práticas de restauração pautadas na análise e categorização hierárquica dos condicionantes de erodibilidade, impulsionando por meios técnicos a resiliência ambiental e reestruturação do sistema através de práticas de preservação e conservação.

## 2.5 Objetivos

Apresentam-se nesta seção os objetivos que fomentam a pesquisa em função dos recortes geográficos de estudo, atrelado substancialmente às principais condições comuns aos segmentos espaciais, derivando assim a formulação de um objetivo geral e os meios para o alcance deste, sendo expressos pelas asserções expostas nos objetivos específicos.

### 2.5.1 *Objetivo Geral*

Identificar e ponderar a estabilidade dos condicionantes geomorfológicos de erodibilidade em vertentes nas quais se inserem os recortes de estudo e expor pelo viés científico a dinâmica das relações que circundam a sociedade e a vertente levantando apontamentos analíticos que vão ao cerne das análises de estabilidade física das vertentes, com o intuito de fomentar práticas de restauração de ambientes naturais fragilizados.

### 2.5.2 *Objetivos Específicos*

- a) Discorrer sobre a dinâmica dos processos erosivos morfoesculturais no qual o recorte de estudo está inserido, analisando pelo viés teórico-prático os fatores controladores, sejam estes de ordem natural ou antrópica.
- b) Trabalhar a relação sociedade x vertente, com base na concepção de ocupação e uso da terra, ponderando a influência antrópica sob o meio natural e as diversas consequências destas no que infere na dinâmica erosiva das vertentes.
- c) Averiguar os principais proveitos das técnicas de estabilidade física através da aplicabilidade de condicionantes de erodibilidade, elencando uma proposta de categorização de recortes de estudo com escalas sistêmicas locais (Geótopo e Áreas Elementares).
- d) Desenvolver uma proposta de revisão epistemológica pautada na procedência análoga das Florestas Estacionárias Semi-decíduais de Mata Atlântica em ambos os recortes de estudo, bem como destacar suas respectivas relações com as inferências do histórico de perturbação e da Teoria dos Refúgios.
- e) Proporcionar através de parâmetros Geomorfológicos de Geotécnicos, para a restauração das fáceis inseridas nos fragmentos florestais buscando fomentar a

resiliência dos fragmentos por meio de análises e procedimentos de intervenção com o escopo de reduzir a fragilidade dos pontos analisados.

## 2.6 Hipótese

Acerca da hipótese que permeia o *core* da tese, pode-se listar como uma proposta conjectural a compleição dos fenômenos geomorfológicos que inferem na estabilidade física da vertente, tendo como principal fator controlador a análise dos condicionantes de erodibilidade em vertentes, atuando através do desenvolvimento de uma proposta categórica que aborde a complexidade da paisagem em função dos processos erosivos, dirigindo-se à uma relativização das aplicações da Geomorfologia Ambiental na perspectiva de restauração de ambientes degradados.

Diante desta conjectura primeva, é passível elencar como proposição que a relevância dos condicionantes de estabilidade indicados como externos, tais como; o relevo, tipo de solo e a declividade, estão intrinsecamente relacionados aos elementos da cobertura vegetal, tal como algumas obras e autores da Geociência moderna e contemporânea.

Determinada hipótese deve ser averiguada através da série de procedimentos e roteiros metodológicos presentes no projeto. Atrelado ao intuito de diagnosticar de fato como a resiliência ambiental pode corroborar em função da análise dos parâmetros condicionantes de erodibilidade nos padrões de estabilidade física da vertente, discorrendo também sobre a perspectiva de negação da hipótese, caso esta venha a se tornar desconexa aos desenvolvimentos dos ensaios experimentais de Restauração e incremento da Resiliência da estabilidade geomorfológica de vertentes em fragmentos florestais.

Desde os primeiros meses do projeto, o escopo principal se situa na compreensão e levantamento dos fenômenos ocorridos nos recorte de estudo, avaliando as causas e os potenciais índices de erodibilidade nas vertentes dos recortes. Concomitantemente, o ato de avaliar a vulnerabilidade à erosão dos Fragmentos Ambientais corrobora para uma melhor tomada de ações assertivas à problemática, e em paralelo, ao que tange a conservação destes ambientes já comprometidos pelo avanço antrópico no tempo histórico.

### 3. A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS E O GEOSSISTEMA

#### 3.1 Introdução

O presente capítulo tem como escopo realizar asserções acerca das trajetórias epistemológicas e metodológicas dos demais arrolamentos da tese. No sentido de perscrutar fundamentos teóricos que sustentam explanações pertinentes e categóricas na Geografia Física, tendo com enfoque substancialmente à Geomorfologia em sua contingência ambiental.

A amplitude das discussões estrutura-se pelo histórico da Teoria Geral dos Sistemas, buscando compreender critérios fundamentais que permeiam as relações sistêmicas nos fluxos de energia por meio de uma dissecação dos critérios norteadores da teoria.

Há um destaque para a importância de conceitualizar e distinguir os fundamentos dos sistemas abertos e fechados em suas respectivas magnitudes. Com o intuito de compreender tais elementos destacam-se o ordenamento da Sintropia e Entropia enquanto agente antagônico, bem como a atuação dos segmentos de Heretostasia e Homeostasia.

Com o direcionamento ao campo geomorfológico, ressaltam-se algumas concepções acerca da análise sistêmica na compreensão geomorfológica das dinâmicas naturais ante a estabilidade e instabilidade de sistemas ecodinâmicos em suas respectivas abordagens teórico-metodológicas.

Apresenta-se de maneira confluyente um desenvolvimento acerca do Geossistema enquanto parâmetro analítico dos fundamentos ambientais, elencando as contribuições das escolas epistemológicas e a particular convergência destas no campo de investigação das dinâmicas ambientais escalonares no âmbito topológico.

Por fim, realiza-se uma abordagem acerca dos procedimentos que exaltem a práxis nas análises geomorfológicas que irão compor a pesquisa bem como os atributos para averiguar os elementos de fragilidade dos sistemas naturais e antropizados. Todo o percurso teórico tem como intuito fornecer os alicerces epistemológicos e metodológicos cujo qual garantirá o arrolar das atividades investigativas a repetir acerca dos condicionantes geomorfológicos de estabilidade física em fragmentos naturais, tal qual proposto pelo cerne da pesquisa.

### 3.2 Teoria Geral dos Sistemas

Em 1937, o biólogo alemão Ludwig Von Bertalanffy elaborou a Teoria Geral dos Sistemas que viria a ser editada e amplamente difundida somente no final da década de 60. Dentre os principais conceitos abordados por este fundamento epistemológico, destacam-se os segmentos de análise de um objeto de estudo tendo como a inter-relação e interdependência de elementos que compõe um sistema.

Destacam-se dentre esta perspectiva critérios norteadores como a Entropia, comumente associada à sistemas fechados, firma-se na perspectiva de que todo o sistema tende a uma degradação, enquanto concomitantemente há uma Sintropia no qual o sistema desenvolve forças contrárias para manter seu funcionamento. A partir destes dois critérios norteadores elencam-se também elementos como a Homeostase e a Heterostase, ambos têm como princípio de ação o desenvolvimento da dinâmica de Sintropia, uma vez que a Homeostase se pauta nas ações internas de um sistema e a Heterostase faz alusão a uma incumbência externa que passa a ser adotada pelo sistema.

Todavia, deve ser racionalmente medido que tais perspectivas e critérios acerca deste segmento da Teoria Geral dos Sistemas fazem alusão às relações aplicadas em um sistema aberto, ou seja, todos os componentes deste sistema estão sujeitos às ações do ambiente no qual se inserem, induzindo a fluxos de entradas e saídas de energia que instituem as relações de sintropia bem como seus elementos que corroboram à homeostase e a heterostase (BERTALANFFY, 1975).

Ao elencar a funcionalidade de um sistema fechado, há uma aproximação mais claras de leis e ordens atreladas tradicionalmente à princípios da Física e da Termodinâmica, onde observa-se que o princípio da equifinilidade se traduz por condições controladas inerentes ao sistema e controlados no que tange à Entropia, firmando que: “em qualquer sistema fechado o estado final é inequivocamente determinado pelas condições iniciais [...] as condições finais dos reagentes dependem naturalmente das condições iniciais.”(BERTALANFFY, 1975, p. 65).

Entende-se então que um sistema fechado é condicionado à uma exclusividade que induz à entropia uma vez que toda ação de entrada de energia irá necessariamente corresponder à uma reação de saída de energia neste sistema que, por se tratar de um sistema fechado, a homeostase e a heterostase possuem pouca ou nenhuma expressão.

A aplicação de um sistema fechado, apesar de não possibilitar a articulação de elementos externos ou mesmo aqueles que estão inerentes ao sistema, possui como

potencial uma averiguação metodológica dos sub-sistemas uma vez que tem-se como tendência a análise da máxima entropia, atrelada à determinada ação.

Como exemplo didático e funcional, pode-se averiguar em materiais pedagógicos e de ensino que abordam a dinâmica de ensaios e exercícios em balística em seu enunciado, comumente há uma condição *sine qua non* onde é destacado “desconsidere o atrito e resistência do ar”. Tal condição corrobora para uma análise de um sistema fechado onde um elemento intrínseco ao sistema tende a ser inexpressivo para que a análise circunde somente às condições de equilíbrio e entropia deste.

Cabendo ressaltar que o modelo mencionado anteriormente, faz alusão a um elemento didático para elucidar tal dinâmica, uma vez que em estudos aplicados de balística, estas condições são consideradas com o intuito de compreender a real potencialidade e complexidade do sistema, passando assim a não estar mais atrelado a um sistema fechado, uma vez que tais circunstâncias corroboram para uma aproximação das dinâmicas da homeostase e heterostase sobre o objeto de estudo, ressaltando que:

É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferentes quando estudado isoladamente e quando tratado no todo. (BERTALANFFY, 1975; p. 53).

As condições que deliberam o ordenamento de um sistema fechado se incubem então de uma efetividade de um sistema controlado e um ambiente criado para exaltar a entropia, se afastando das complexidades inerentes a ambientes naturais ou de conturbação relativos aos sistemas abertos. Acerca do estado de equilíbrio e entrópico, Gregory (1992, p. 222) ressalta que estes são “[...] definidos como os que precisam de um suprimento de energia para a sua manutenção e preservação, e são mantidos em condição de equilíbrio pelo constante suprimento e remoção de matéria e energia.”.

Diante destas formulações, entende-se que entropia de um sistema pode ser atrelada aos elementos que inferem ao equilíbrio, tendo mesmo a concomitância de agentes homeostáticos e heterostáticos que, ora foram insuficientes para o fomento de uma entropia reversa, ou sintropia.

A análise de sistemas voltados para as Ciências Naturais, destacando a Geografia *á priori*, detém como potencial epistemológico à análise de ambientes e condições que influenciam os sub-sistemas e corroboram para a compreensão de um

sistema em sua totalidade uma vez que “Qualquer conjunto de objetos que possa ser relacionado, no tempo e no espaço, constitui um sistema.” (Christofoletti, 1979, p.1).

Entretanto, cabe espaço para elucidar em um próximo segmento, o histórico e aplicabilidade da Teoria Geral dos Sistemas nas Ciências Naturais, sobretudo as vertentes epistemológicas que permeiam os encadeamentos das dinâmicas de análises de ambientes naturais, sujeitos à inferências externas, compondo assim um sistema aberto e complexo.

### **3.3 Teoria Geral dos Sistemas e a Geomorfologia**

No segmento das Ciências Naturais, a aproximação elucidante que precede as fundamentações de Bertalanffy, se imbuí no naturalismo alemão do século XIX tendo como bastião das categorias de análise Alexander Von Humboldt em sua obra *Cosmos*. Com os recursos literários do romantismo atrelados às perspectivas analíticas de um naturalista, Humboldt expõe as inter-relações de componentes bióticos e abióticos para a compreensão dos conceitos e categorias sistemáticas da natureza expressando que:

A representação dessa concepção de natureza é o organismo – com suas partes interdependentes e ordenado por uma finalidade comum, o desenvolvimento geral –, que é, em última instância, determinado por um desenvolvimento que pressupõe campo causal não linear, em que todo e partes dialogam a todo instante na construção das formas. Essa visão reagrupa a concepção de um protótipo goetheano, pelo qual um modelo universal subjaz à apresentação variada e particular no reino das formas, com a visão de um profenômeno, uma força pela qual se põe em marcha o processo ininterrupto de metamorfose da natureza, dinâmica colocada por esse princípio que é fim. (VITTE ; SILVEIRA, 2010 p.611)

Ante a tais colocações, salienta-se que a Teoria Geral dos Sistemas traz consigo os mesmo elementos do pressuposto destacado sobre o diálogo das partes para a construção da forma. Uma vez que um sistema pode ser visto como um conjunto de sub-sistemas que, quando em um sistema aberto, estão sujeitos a tais metamorfoses por meio dos fluxos de entrada e saída de energia.

No segmento do estudo da Geomorfologia, os sistemas fizeram e ainda fazem parte dos pressupostos fundamentais para o entendimento da morfodinâmica. Partindo das contribuições de William Morris Davis (1899) para a análise dos sistemas, Casseti (2005. p.32) aponta que: “A linhagem epistemológica anglo-americana fundamenta-se

nos paradigmas propostos por Davis, através de sua teoria denominada de *Geographical Cycle*(*Ciclo Geográfico*). Para ele, o relevo se definia em função da estrutura geológica, dos processos operantes e do tempo.”

Um dos principais fundamentos para a crítica do Ciclo Geográfico de Davis fora a interpretação da morfologia tendo em relação um sistema fechado, elencando a estrutura geológica e os processos operantes do tempo como sub-sistemas. A subsequencia analítica de outros geomorfólogos corroboraram para uma interpretação de um sistema aberto, elencando fatores como o clima, geologia, vegetação e o solo enquanto fatores mais inter-relacionados para a compreensão da morfoescultura.

Tratando-se da conjectura dos sistemas abertos em Geomorfologia, Strahler (1952) pode ser considerado um dos percussores na fundamentação epistemológica uma vez que o mesmo foi um dos primeiros a romper os apontamentos do Ciclo Geográfico Davisiano, propondo uma abordagem dinâmica pautada na ideia de que as feições morfológicas dos ambientes estão atreladas a um amálgama de forças que atuam em escala temporal delineando feições e morfologias, tendendo ao que fora intitulado equilíbrio dinâmico.

A difusão dos sistemas abertos em Geomorfologia tomou dada proporção que em épocas atuais, passa-se a considerar intrínseca sua concomitância e aplicação diante uma vasta delimitação de objetos de estudo pois:

[...] a Geomorfologia realizará seu mais pleno desenvolvimento somente quando as formas e os processos forem relacionados em termos de sistemas dinâmicos, e as transformações de massa e energia forem consideradas como funções do tempo. (STRAHLER, 1952 p.934 apud GREGORY, 1992 p.223)

Reforça-se aqui um critério que se desdobrará na reformulação do equilíbrio dinâmico para a compreensão dos sistemas. O norteamento das relações de energia e matéria elencadas por Strahler são fundamentais para a compleição do equilíbrio dinâmico, todavia o escopo da análise também deve se direcionar as escalas relativas temporais e espaciais para uma real aproximação do equilíbrio dinâmico e, conseqüentemente, uma perspectiva integrada dos sistemas.

A reformulação do equilíbrio dinâmico ante os estudos dos sistemas em Geomorfologia mencionado anteriormente advém do francês Jean Tricart (1977). Tricart ao sistematizar as análises ambientais, aderiu um sub-sistema fundamental e de grande relação nos fluxos de entrada e saída de energia, o fator antrópico.

A proposta central permeia a análise de todos estes sistemas no parecer de avaliar o meio natural enquanto objeto de estudo. Tal formulação fora intitulada como “Abordagem Ecodinâmica”, sendo compreendida por meio das Unidades Ecodinâmicas. Tais unidades se manifestam como : “A unidade ecodinâmicas se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses”(TRICART, 1977 p.32)

Os elementos oriundos da ecologia aplicados às categorias de análises de sistemas em Geomorfologia passam a ser adotados como uma abordagem totalmente atrelada ao que incube a intervenção antrópica em ambientes naturais e suas respectivas alterações dinâmicas no fluxo de energia em uma escala temporal. Sobre a análise acerca das unidades ecodinâmicas, Tricart elenca que:

O conceito de unidades ecodinâmicas é integrado ao conceito de ecossistema. Baseia-se no instrumento lógico de sistema e enfoca as relações mutuas ente os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente [...] como efeito, a gestão dos recursos ecológicos deve ter por objetivo a avaliação do impacto da inserção da tecnologia humana no ecossistema, isto significa determinar a taxa aceitável de extração de recursos, sem a degradação do ecossistema, ou determinar quais as medidas devem ser tomadas para permitir uma extração mais elevada sem degradação. Esse tipo de avaliação exige bom conhecimento do funcionamento do ecossistema, ou seja, dos fluxos de energia/matéria que o caracteriza. (TRICART, 1977, p.32)

Logo, para compreender o funcionamento destes sistemas em sua dinâmica há a necessidade de uma análise dos elementos que compõe os fluxos de energia. Para tal, Tricart formula duas categorias analíticas estipuladas conforme o grau de instabilidade do sistema:

- Unidades Ecodinâmicas Estáveis: Sendo aquelas que se encontram em equilíbrio ecodinâmico em seu estado natural, onde os fluxos de energia e matéria estão harmonizados em seu respectivo sistema;

[...] encontram-se em regiões dotadas de uma serie de condições:  
-cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese;  
-dissecação moderada, sem incisão violenta dos cursos d'água, sem sapeamentos vigorosos dos rios, e vertentes de lenta evolução.  
- ausência de manifestações vulcânicas suscetíveis de desencadear paroxismos mofodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos (TRICART, 1977, p.36)

- Unidades Ecodinâmicas Instáveis: São aqueles no qual houve um processo de conturbação do sistema alterando todo o fluxo de energia, sendo comumente atrelada à incidência antrópica.

Nestes meios a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural, ao qual outros elementos estão subordinados.

[...] A cobertura vegetal intervém, também, introduzindo uma influencia indireta do clima, sendo a maior instabilidade realizada nas regiões de forte instabilidade climática. Com efeito, parte da vegetação se adapta mal às irregularidades climáticas e as influências bioestáticas são reduzidas ao mínimo (TRICART, 1977 p. 53).

- Unidades Ecodinâmicas Intergrades: Estipulando-se como um critério de avanço ou recuo da estabilidade de um sistema. São espaços transicionais intermediários de degradação ou resiliência do ambiente.

Tais categorias fomentam o artifício epistemológico de análise de sistemas ambientais, destoando de uma simples classificação, mas, elencando as dinâmicas que influenciam os sub-sistemas para classificar e compreender um sistema e então, categorizá-lo enquanto unidade ecodinâmica e avaliar seus respectivos elementos.

A complexidade e a abrangência desta metodologia são critérios que fomentam seu respectivo potencial de análise e devido a isto a mesma passa a ser elencada como uma das metodologias epistemológicas atreladas a esta pesquisa.

### **3.4 A Teoria Geossistêmica**

Como um pilar institucional que auxilia o firmamento dos conceitos oriundos da Teoria Geral dos Sistemas em suas respectivas abordagens, o Geossistema elenca fundamentos que possibilitam a caracterização do objeto de estudo ante a uma perspectiva física e ambiental.

Por quanto mais que a proposta de análise seja considerada moderna, é comum o apontamento de divergências metodológicas e epistemológicas na concepção do Geossistema na Geografia brasileira. Tal dicotomia se institui pela difusão e divergência de escolas epistemológicas, sobretudo a Escola Francesa e a Escola Esloveno-Soviética, tendo como bastiões do pensamento George Bertrand e Viktor Sotchava.

No intuito de clarificar o diálogo e trazer uma visão dialética acerca do Geossistema, tem de se dirigir ao cerne da história com o escopo de discutir as partes e conotar o relativismo acerca da problemática e do objeto de estudo.

Acerca da Escola Eslavo-Soviética, um dos primeiros ensaios de aplicação da abordagem geossistêmica se remete ao início da década de 1960, no planejamento territorial da antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Viktor Sotchava (1963) formula o termo Geossistema por meio do artigo “Definição de alguns conceitos e termos da geografia física” designando-o como: “unidade natural de todas as categorias possíveis, do Geossistema planetário (envelope geográfico ou ambiente geográfico em geral) ao Geossistema elementar (fácies físico-geográfica)” (SOTCHAVA, 1963, p.53).

A escala abordada por Sotchava (1963) faz alusão à uma categoria de análise de grande amplitude, uma vez que se fazia necessário uma metodologia condizente com a gestão proporcional do vasto território soviético, conduzindo assim uma base epistemológica e metodológica no escopo de proporcionar uma gestão territorial integrada.

A classificação dos sistemas para Sotchava (1978) se atém à homogeneidade de áreas de ocorrência de biogeocenose, que se baseia em uma relação ecológica em uma fração espacial que abrange elementos bióticos e abióticos (TROPMAIR, 2004). A biogeocenose passa a ser compreendida e categorizada como um geômero elementar, sendo este atrelado como o ponto de inicial para a classificação dos geossistemas, sendo estes dispostos em uma relação de interdependência em uma escala crescente. O quadro abaixo (Quadro 1) traduz as delimitações propostas por Sotchava (1978) acerca das categorias de análise dos sistemas:

**Quadro 1** – Escalas taxonômicas do Geossistema

<b>Geômeros</b>	<b>Escala Dimensional</b>	<b>Geócoros</b>	
Perspectiva dos Tipos de Meio Natural	Planetária	Zonas Fisiográficas	
Tipos de Meio Natural		Grupo de Regiões Fisiográficas	
Tipos de Paisagem		Sub Continentes	
Classes de Geomas	Regional	Regiões Físico-Geográficas	
Sub-Classes de Geomas		Com Latitudes Zonais	Com Zoneamento Vertical
Grupos de Geomas		Sub-Zona Natural	Província
Sub-Grupo de Geomas		Província	
Geoma	Topológico	Macrogeocoro (distrito)	
Classe de Fáceis		Topogeocoro (zonas)	
Grupo de Fáceis		Mesogeocoro (terrenos)	
Fáceis		Microgeocoro (grupos determinados)	
Áreas Homogêneas Elementares (biogeocenose)		Áreas Diversificadas Elementares	

Fonte: Sotchava (1978)

Estas formulações taxonômicas se atem estritamente aos elementos físicos e ecológicos que constituem as dinâmicas dos fluxos de energia no sistema em detrimento de sua amplitude espacial não havendo necessariamente uma classificação quem possa ser mensurada enquanto referencial exato da porção taxonômica.

Em concomitância, a Escola Francesa Bertrand(1971), utiliza a aplicação do conceito de Geossistema referindo-se a uma escala espaço-temporal, que detém como elemento a 4º e 5º ordem de grandeza conforme a classificação de Cailleux e Tricart, conotando escalas espaciais de 10 a 100 km<sup>2</sup>, e uma delimitação temporal de 10<sup>6</sup> a 10<sup>7</sup> anos. Criando assim uma delimitação espacial e temporal aplicada ao Geossistema (CAVALCANTI, 2013).

A delimitação taxonômica de Bertrand(1971) contempla alguns critérios analíticos tendo por base as relações apresentadas pelas unidades sistêmicas, distinguidas por unidades superiores e unidades inferiores. Paralelamente faz-se alusão à ordem de grandeza da porção espacial nas quais as dinâmicas do sistema se situam tal qual ilustra o quadro abaixo (Quadro 2):

**Quadro 2 – Delimitação Taxonômica do Geossistema**

	ESCALA	GRANDEZA	CRITÉRIO
Unidades superiores	ZONA	G I	Deve ser ligado ao conceito de zonalidade planetária. A zona se define basicamente pelo clima e seus biomas e acessoriamente por certas mega-estruturas.
	DOMÍNIO	G II	Corresponde a conjuntos de paisagens fortemente individualizados. A definição dos domínios deve ser maleável, de forma a permitir agrupamentos a partir de fatores diferentes.
	REGIÃO	G III	Relacionada à individualização de aspectos físicos dentro do domínio. Deve ser maleável a fim de permitir sua inserção dentro de um sistema taxonômico coerente.
Unidades Inferiores	GEOSSISTEMA	G IV - V	Resulta da combinação local e única de elementos dos vários subsistemas que interagem (declive, clima, rocha, manto de decomposição, hidrologia das vertentes) e de uma dinâmica comum (mesma geomorfogênese, pedogênese, e utilização antrópica). Mede de alguns quilômetros quadrados até algumas centenas de quilômetros quadrados.
	GEOFÁCIE	G VI	Corresponde a um setor fisionomicamente homogêneo dentro do geossistema, onde se desenvolve uma mesma fase de evolução. Sua superfície abrange, geralmente, algumas centenas de metros quadrados.
	GEÓTOPO	GVII	Corresponde à menor unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno. Constituem refúgios de biocenoses originais, relictuais ou endêmicas. Suas condições ecológicas são muitas vezes diferentes das do geossistema e da geofácies. Geralmente encontra-se na escala do metro quadrado.

Fonte: Bertrand (1971)

As principais críticas apontadas pela Escola Francesa ante ao modelo proposto por Sotchava(1978), permeiam a ausência da inserção das conturbações antrópicas nos sistemas, nas perspectivas dos potenciais ecológicos (geomorfologia, clima, solos e hidrologia) e nas explorações biológicas (vegetação, fauna e solos) levando o despojo das inferências antrópicas aos sistemas e à esculência das críticas para com a proposta eslava.

Tal qual observado pela apresentação taxonômica da teoria Geossistêmica de Bertrand (1971) e Sotchava (1978) o escopo de análise é similar mas a concepção dos fenômenos em suas dinâmicas são distintas tal qual reforça Cavalcanti (2013, p. 82) ao afirmar que “Existe uma diferença fundamental na concepção de geossistemas entre Bertrand e Sotchava, ou seja, mesmo ambos utilizando a mesma epígrafe, apresentam concepções distintas da palavra. Mesma palavra, ideias diferentes.”

Eis então que é apontado o cerne da dualidade ao desenvolver o firmamento da teoria geossistêmica uma vez que o emprego do mesmo termo possui concepções distintas para os autores. Ainda que em Sotchava(1978) não haja uma classificação ou a exaltação do fator antrópico, o mesmo passa a ser inserido como parte integrante dos demais elementos sistêmicos em suas respectivas taxonomias.

A delimitação taxonômica de Bertand (1971), principalmente no que circunda um ordenamento métrico do Geossistema é reformulada tal em sua síntese proposta:

Em 1964-1965, nós havíamos definido o geossistema como uma unidade taxorológica entre outras (geótopo – geofácies – geossistema – região natural – domínio geográfico – zona). O geossistema representava um espaço natural homogêneo dividido em geofácies. (...) Num esforço de uniformização conceitual e de simplificação da linguagem, nós, entretanto, estamos de acordo, com a definição mais lógica de V.B. Sochava, que faz do Geossistema, como do ecossistema, uma abstração e um conceito (BEROUTCHACHVILI; BERTRAND, 1978, p.168, *apud* CAVALCANTI, 2013 p. 81).

Determinada reformulação concitou em uma nova abordagem na qual as relações socioambientais fossem destacadas à modo de demonstrar explicitamente as dinâmicas que estão atreladas à estas relações por meio da concepção do território e da paisagem.

Ao destacar o fator antrópico e suas concomitâncias aos fluxos dos sistemas, Bertrand (2007) propõe o amálgama entre os elementos sistemáticos que possam delegar às partes para a compreensão de um todo. Emana então a perspectiva do GTP (Geossistema, Território e Paisagem).

O viés metodológico que permeia estes três elementos de análise se pauta na compreensão da complexidade dos seguintes compostos:

- O Geossistema, o conceito naturalista, permite analisar a estrutura e o funcionamento biofísico de um espaço geográfico tal como ele funciona atualmente, ou seja, com seu grau de antropização.
- O território, conceito bem conhecido dos geógrafos, que permite aqui analisar as repercussões da organização e dos funcionamentos sociais e econômicos sobre o espaço considerado.
- A paisagem, enfim, que representa a dimensão sociocultural desse mesmo conjunto geográfico. (Bertrand; Bertrand, 2007 p. 294)

Tais elementos possibilitam uma grande amplitude no que tange os arcações geográficos acerca da análise de um objeto de estudo. Ao incluir o fator antrópico ao sistema Bertrand (2007) expanda a categoria de análise sobre a perspectiva do GTP, constituindo uma nova abordagem para o ramo da compleição geossistêmica.

Nota-se então uma confluência final nos ensaios epistemológicos pautados para a aplicação metodológica do Geossistema enquanto elemento analítico da realidade. Buscando uma melhor confluência com o direcionamento da temática para com a pesquisa, pretende-se realizar a aplicação da teoria em uma escala abrangente ao próprio

objeto de estudo; à estabilidade física de vertentes em fragmentos naturais. Faz-se necessário então ressaltar que a busca por compreender o fator antrópico neste sistema é um dos critérios que reforça o elemento de estabilidade e fragilidade ambiental. Elenca-se então à Teoria Geossistêmica como um elemento fundamental para as concepções das dinâmicas evidenciadas na pesquisa, porém, sempre tendo em pauta que a escala se restringe ao elemento topológico local.

### **3.5 Da Tese à Práxis : O Encaminhamento Teórico-metodológico**

Um dos caminhos direcionados à uma análise que contemple os fundamentos abordados das teorias geossistêmicas atrelado aos critérios e apontamentos levantados pela Teoria Geral dos Sistemas se imbuí nos segmentos de análise de fragilidade dos ambientes antropizados, proposto pelo geógrafo brasileiro Jurandyr Ross(1994:2006).

Ante as dinâmicas epistemológicas apresentadas à priori, Ross(1994) realiza um direcionamento que as contempla tanto no âmbito de uma análise naturalista sistêmica, quanto à concomitância do agente antrópico. Constitui-se então um modelo de análise calcado no funcionamento dos sistemas em suas respectivas inter-relações, tal qual é fomentado ao afirmar que:

Os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem intervenções humanas. Assim, a elaboração do zoneamento ambiental deve partir da adoção de uma metodologia de trabalho baseada na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural, e do meio socioeconômico, visando buscar a integração das diversas disciplinas científicas específicas, por meio de uma síntese do conhecimento acerca da realizada pesquisada.(ROSS, 1994 p. 64)

As aplicações do conhecimento geográfico dirigidas ao escopo da pesquisa devem então salientar os espectros da relação entre a sociedade e a natureza, ainda que as diferenças metodológicas para a compreensão destas relações sejam distintas, o fator antropogênico é visto como uma conturbação dos fluxos de energia, influenciando em nas particularidades do equilíbrio dinâmico do sistema, tanto no fluxo de entrada como no de saída.

Denota-se que as intervenções antrópicas se constituem através de um conjunto de modalidades tecnificadas de modificação de um sistema natural, cujo qual se pauta

em uma Sintropia que, quando atrelada a conturbações antrópicas mais bruscas, incrementa-se uma síncope heterostática no sistema. O equilíbrio funcional passa então a ser abalizado por tal dinâmica acarretando em perturbações, como ressalta Ross (2006):

Nesse processo dinâmico de troca permanente de energia e matéria entre os componentes da natureza acrescidos das inserções humanas por meio de seus modos de produção e de apropriação dos recursos naturais, existem influencias na intensidade do fluxos energéticos que modificam os ritmos dos processos interagentes, evidencia-se assim que as inserções humanas, por mais tecnificadas que possam ser, não criam natureza, não modificam as leis da natureza, apenas interferem nos fluxos de energia e matéria alterando suas intensidades, forçando-a a encontrar novos pontos de equilíbrio funcional. (ROSS, 2006 p.21)

A problemática da relação sociedade – natureza se atém em antemão nas intervenções antrópicas, tendo como produto as incompatibilidades nos ritmos sistêmicos. Incumbindo a Geomorfologia como parâmetro analítico de tais relações, Rodrigues (2004, p.94) concebe a inserção antrópica como um agente modificador no âmbito que “as atividades humanas promovem mudanças nos atributos das formas nas propriedades e posicionamento dos materiais e nas taxa, balanços, magnitude, frequência e localização de processos superficiais.”, confluindo assim para uma agregação das atividades antrópicas nos ensaios de estudo.

Destacando os parâmetros de análises geomorfológicas, Ross (1994) traz em pauta uma concepção analítica da fragilidade de ambientes naturais e antropizados. Uma vez que perturbações nos sistemas acarretam em modificações do equilíbrio dinâmico natural, estruturando assim um ambiente susceptível à depauperamentos e reforçando assim a fragilidade ambiental enquanto categoria de investigação.

Critérios elementares como o relevo, solo, clima, vegetação e o uso da terra, contribuem para os primeiros ensejos do que Ross(1994:2006) denomina como categorias hierárquicas de fragilidade dos ambientes naturais. A metodologia que permeia o estudo de tais elementos pode ser bem diversificada desde que, a categorização da verificação seja passível à classificação e inter-relacionamento destes sistemas.

O emprego das Unidades Ecodinâmicas relatadas anteriormente auxilia nesta interlocução investigativa dos agentes que confluem na estabilidade ou instabilidade dos ambientes naturais. Por meio da categorização dos critérios elementares alóctones das

Unidades Ecodinâmicas é possível compreender o grau de fragilidade dos ambientes e categoriza-los em uma escala variável de Muito Fraca a Muito Forte tal qual sugere Ross(1996) acerca dos procedimentos operacionais para a análise de fragilidade em ambientes naturais.

Como contribuição, cabe o destaque das análises de Rodrigues (2004, p.100) acerca dos processos e atividades antrópicas em Geomorfologia, explanando as concomitâncias destas intervenções nas atividades morfodinâmicas em uma escala espacial e temporal uma vez que “[...] as análises de magnitude e frequência de eventos geomorfológicos são extremamente uteis na identificação e dimensionamento de mudanças espaço-temporais induzidas pela ação antrópica nos processos geomorfológicos.”.

Ainda no que circunda a proposta de Ross (1994), compreende-se que se faz necessário uma abordagem dos fatores de análise da fragilidade ambiental ante ao uso da terra (dinâmicas antrópicas) atrelado ao relevo, solo e clima (dinâmicas ambientais). Por meio de análise dos elementos basilares respectivos à cada fator tal qual sugere o quadro abaixo (Quadro 3) dá-se a amplitude epistemológica passível de hierarquização.

**Quadro 3 – Sistemas de Análise Ambiental**

<b>Fatores de Análise da Fragilidade Ambiental</b>	<b>Elementos Basilares</b>
Uso da terra/ Cobertura Vegetal	Densidade da Cobertura Vegetal Práticas Conservacionistas
Relevo	Morfologia de Vertentes Índices de Declividade
Solos	Textura (Frações Granulométricas) Maturidade Permeabilidade e Compactação
Clima	Distribuição Anual e Intensidade Pluviométrica

Fonte: Ross (1994) adaptado

Fazendo uso de classes quali-quantitativas, tal qual sugere a obra “Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados” de Ross (1994), há uma seriação de tabelas para à classificação qualitativa dos elementos basilares,

repercutindo na delimitação quantitativa dos fatores de análise de fragilidade, estruturando assim um produto final modelo que tange ao planejamento ambiental e vai em diligencia à atuação de práticas conservacionistas no que tange sua aplicação ao objeto de estudo, tal qual é sugerido:

Outro modo de tratar a relação das variáveis, solo, relevo, clima, uso da terra (prática conservacionista) e cobertura vegetal é estabelecer uma classificação de fragilidade potencial e emergente a partir de uma associação de dígitos arábicos onde cada um dos números do conjunto numérico representa um determinado peso que conforme exposto anteriormente nas tabelas classificatórias variam de 1 a 5 ou seja do mais fraco ao mais forte, ou do mais protegido ao menos protegido no caso do Uso da Terra/Vegetação (ROSS, 1994 p.70)

A concomitância metodológica proposta, atua de modo diligente à conjectura das evidências alóctones presentes nos sistemas destacados enquanto fatores de análise. Ante o depauperamento dos sistemas, evidenciam-se os desarranjos destes expressos pelos riscos ou acidentes ambientais, de ordem de impacto direta ou indireta. Estes mesmos impactos são elencados como forças motrizes para um significativo destaque da necessidade de estudos sobre a dinâmica antrópica para com o meio natural. (GREGORY, 1992; RODRIGUES, 2004)

Assegura-se então que recorrer á estes fundamentos teóricos e metodológicos apresentados até o epílogo epistemológico abordado, detêm como potencialidades os meios para a configuração de análises acerca da fragilidade ambiental de Fragmentos Naturais, concebendo como a intervenção antrópica e as práticas conservacionistas podem contribuir para o estudo da fragilidade e da estabilidade dos sistemas no objeto de estudo.

As metodologias específicas virão a ser retratadas de uma maneira prática e funcional, visando à conformidade dos dados qualitativos e quantitativos com a realidade do objeto de estudo, idealizando então este capítulo como uma revisão que regozija os caminhamentos teóricos nos quais esta pesquisa se fundamenta.



## **4. A BIOGEOGRAFIA EM FRAGMENTOS NATURAIS**

### **4.1 Introdução**

O escopo deste segmento da pesquisa está direcionado para um desenvolvimento das concepções sobre a biodiversidade por uma ótica regida por elementos da Biogeografia e das fundamentações das definições elencadas por ciências afins, tomadas pela caracterização da biodiversidade e registrada em documentos, laudas e obras de caráter científico no Brasil.

A designação e o desenvolvimento de dado direcionamento se pauta na busca de compreender os elementos de conservação e manejo de ecossistemas é fundamental conhecer em primeira instância os atributos e discernimentos sobre biodiversidade. Uma vez fundamentando-se na compreensão dos critérios basilares que propiciam a Biodiversidade, propõe-se a fundamentação o conceito adotado por órgãos públicos como o Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Sendo assim, neste capítulo procura-se ampliar os conhecimentos acerca da biodiversidade por um viés biogeográfico, buscando compreender a biodiversidade em sua norma conceitual até os componentes de sua forma espacial evidenciada pela perspectiva de biogeógrafos, da gestão pública brasileira e do Ambientalismo.

Compreender as dinâmicas naturais e a biodiversidade ininterruptamente, ainda é uma das tarefas mais complexas inerente aos ramos das Ciências Naturais e da Terra. Não obstante, a Biogeografia incumbe-se na busca de meios capazes de contribuir para um cenário do entendimento das dinâmicas naturais sob uma perspectiva multilateral e integradora, avaliando as potencialidades e as fragilidades dos ambientes e auxiliando na tomada de decisões e no próprio manejo do ambiente com a finalidade de desenvolver uma custódia funcional na perspectiva do ambientalismo e sustentabilidade tanto pelo viés natural, quanto para com a sociedade.

Acerca desta perspectiva, busca-se direcionar o escopo investigativo no que circunda a manutenção da biodiversidade, conservação e manejo de ecossistemas dos fragmentos naturais. Entretanto, para conceber as complexidades que permeiam o direcionamento do desenvolvimento teórico e funcional da pesquisa, é passível um desenvolvimento teórico-funcional com o intuito de ampliar os campos de análise sob a amplitude dos processos ambientais no que se refere às dinâmicas geomorfológicas como elemento ativo no fluxo dos ecossistemas de fragmentos ambientais.

## 4.2 Fundamentando Biodiversidade

Pautando-se na análise do conceito de biodiversidade no que circunda o escopo conservacionista dos fragmentos ambientais, torna-se necessário o levantamento sobre a gama de fatores e dinâmicas que proporcionam o entendimento deste segmento como um todo. No que tange o direcionamento sobre a ótica biológica, a Biodiversidade é evidenciada como uma dinâmica dos processos de seleção natural, das cargas genéticas transpostas por hereditariedade a indivíduos de uma mesma espécie. Já sobre uma perspectiva geográfica, é passível compreender a Biodiversidade como um reflexo biótico da atuação de fatores limitantes da distribuição das espécies ante aos condicionantes como as barreiras geográficas, o clima, o solo e outros atributos deste segmento interpretativo.

No intuito de interpretar e conceber a Biodiversidade no âmbito da Biogeografia faz-se necessária uma análise dos conceitos apresentados pela Convenção da Diversidade Ecológica (CDB) disposta pelo Ministério do Meio Ambiente no Brasil, possibilitando dirigir o entendimento da Biodiversidade. Este documento nos trás como fundamentação os seguintes apontamentos:

Diversidade biológica significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas. (BRASIL, 2000 p. 9)

Acerca das conjecturas estabelecidas pela Convenção da Diversidade Ecológica, compreende-se o conceito de Biodiversidade como toda a abundância dos seres vivos presentes em determinado espaço geográfico incluindo as relações e fundamentações dos ecossistemas, bem como as espécies animais que fazem parte deste.

No sentido da Biogeografia, a Biodiversidade pode ser interpretada como uma dinâmica fundamental para a formulação da Biocenose. A Biocenose por definição se institui pelo “[...] Conjunto de numerosos organismos de espécies diferentes em continua interação entre si” (VIADANA, 1985, p.43). Sendo assim, podemos compreender pela perspectiva da Biocenose, a relação e interação entre seres vivos distintos capazes de criar um determinado ecossistema.

Na perspectiva da Biogeografia, podemos nos embasar sobre os apontamentos de Troppmair (2004) ante a interação da Biocenose para com o desenvolvimento de ecossistemas em:

[...] O estudo das interações, da organização, dos processos espaciais do presente e do passado, dando ênfase aos seres vivos, que habitam determinado local: o biótopo. Como na ecologia, o objeto de estudo da Biogeografia também são os seres vivos, incluindo aí os seres humanos, quando visto como participante de uma Biocenose, portanto, integrante das cadeias tróficas e dependente das condições geoambientais. (TROPMAIR, 2004 p. 112)

Neste contexto, compreende-se o ser humano como um dos componentes intrínsecos e fomentadores nos campos da Biocenose, Biodiversidade e do próprio Ecossistema. Tal concepção estabelece que a influência do ser humano no meio ambiente pode ser expressa por relações favoráveis ou nocivas para com os demais seres vivos que constituem a diversidade biológica de um ecossistema, influenciando também nas cargas dos impactos, benéficos ou adversos, oriundos da interferência antrópica nos meios naturais.

A fundamentação da Biocenose no que circunda os parâmetros epistemológicos abordados no presente estudo, faz- alusão ao direcionamento escalonar taxonômico da proposta geossistêmica de Sotchava (1978), onde a concepção das características físicas e ecológicas em escala topológica podem auxiliar em uma melhor compreensão das dinâmicas implícitas a tal escala.

A compreensão da Biodiversidade no campo da Ciência deve então salientar termos que sagram os critérios genéticos, de distribuição geográfica e organização dos seres vivos, abrangendo sempre o ser humano sobre a ótica da Biocenose e da formação de ecossistemas.

Ante a tal concomitância de elementos que circundam a significação da Biodiversidade, destacam-se os apontamentos de Matos (1999) afirmando que:

O termo diversidade engloba a organização biológica como um todo, abrangendo do nível molecular ao global. Então, teoricamente, a diversidade pode ser considerada como a quantidade e a distribuição da informação genética dentro da comunidade natural, podendo ser medida em diferentes níveis de complexidade, ou seja: diversidade genética, de espécies e de ecossistemas. (MATOS et al., 1999 p.3)

Tais apontamentos direcionam o entendimento da Biodiversidade enquanto norma. Em paralelo, Solbrig (1991) delibera a Biodiversidade por uma relação de três elementos intrínsecos para qualquer análise ou pesquisa neste campo, destacando a interação entre a diversidade genética, taxionômica e funcionalidade dos seres vivos no ecossistema. Ou seja, as associações entre estes três elementos fundamentam a Biodiversidade no que tange as cargas genéticas dos seres vivos, a taxionomia oriunda dos processos evolutivos e de adaptação natural ou artificial e a diversidade funcional expressa pelas relações ecológicas e fatores limitantes estudados em Biogeografia.

Delimitam-se então os artifícios basilares para a conceituação da Biodiversidade em característica epistemológica e conceitual. No intuito de desenvolver uma expressão funcional do conhecimento ante a expressão da Biodiversidade, ressaltam-se as conjunturas resultantes desta, e em primeira instância fomenta-se a Ecologia como um dos substanciais meios de expressão e funcionalidade da Biodiversidade.

Seguindo os apontamentos de Odum (1985) que conceituam a Ecologia, é possível compreender segmentos de análise que fundamentam as bases da Biodiversidade pela práxis em:

A palavra ecologia deriva da palavra grega *oikos*, que significa "casa" ou "lugar onde se vive". Em sentido literal, a ecologia é o estudo dos organismos "em sua casa". A ecologia define-se usualmente como o estudo das relações dos organismos ou grupos de organismos com o seu ambiente, ou a ciência das inter-relações que ligam os organismos vivos ao seu ambiente. Uma vez que a ecologia se ocupa especialmente da biologia de grupos de organismos e de processos funcionais na terra, no mar e na água doce, está mais de harmonia com a moderna aceção definir a ecologia como o estudo da estrutura e do funcionamento da natureza, considerando que a humanidade é uma parte dela (ODUM, 1985 p. 4)

Tais definições auxiliam a fundamentação da concepção de que a ecologia somente é capaz de ser expressa através da diversidade e das relações entre espécies e organismos vivos ou elementos abióticos presentes nas esferas da Litosfera, Atmosfera e Hidrosfera tal qual corrobora as matrizes da teoria geossistêmica. Por meio da diversidade e interação destes elementos, constata-se a evidência de processos funcionais no ambiente, criando-se assim uma intersecção entre a Biodiversidade e a Ecologia.

A expressão final deste vínculo advém da formulação de ecossistemas, que contempla as relações ecológicas dos seres vivos em paralelo com a diversidade de organismos oriundos da Biodiversidade. Desta forma é amplamente possível definir a Biodiversidade no segmento funcional pela expressão das relações ecológicas em determinado ambiente, constituindo por fim a Biocenose em sua menor escala topológica.

A Biogeografia se elenca então como uma Ciência capaz de abarcar a Biodiversidade tanto em seu fundamento, pelos parâmetros científicos e o estudo aplicado em cada um de seus elementos, quanto pela práxis, compreendendo todo o conceito da Biocenose e os transpondo-a uma caracterização geográfica do ambiente, formulando assim a Geobiocenose conforme sugere Troppmair (2004).

Por fim, a amplitude do diálogo acerca da Biodiversidade de sua norma à forma é dada com um parâmetro fundamental para iniciarmos os estudos acerca das especificações de outros conceitos amplamente abordados no estudo de Biogeografia, além de ser tratada como principal preceito para as formulações e práticas organizacionais de conservação de fragmentos ambientais e dos ecossistemas pertencentes.

### **4.3 Categorias : Biodiversidade, Ecossistema e Biocenose**

#### *4.3.1 Biodiversidade*

A priori, realizou-se um aprofundamento sobre a biodiversidade em seus segmentos epistemológicos e funcionais que conceituam a supracitada categorias de análise abarcada como elemento diligente de práticas conservacionistas. Pautado nos segmentos de definição supracitados e expostos através dos apontamentos de Troppmair (2004), Matos *et al.* (1999), Odum (1985) e a Convenção de Diversidade Ecológica (CDB), A alusão da categoria mencionada neste tópico, tem somente como função a síntese as ideias acerca da definição do categoria que virá a ser mencionada em futuras passagens da pesquisa.

Como suporte categórico, a biodiversidade pode ser então definida como a interação dos elementos de cargas genéticas e hereditariedade em paralelo com os processos evolutivos de seleção natural das espécies e das relações ecológicas nas quais estas espécies estão envolvidas.

Por estes apontamentos, é possível abranger também uma abordagem desta temática com olhares atentos à dinâmica de alteração da Biodiversidade. Se por um lado considera-se que as relações ecológicas são um dos elementos fundamentais para o desenvolvimento da biodiversidade, as alterações do ambiente antropogênicas ou naturais atuam diretamente nas relações ecológicas fundamentais para a manutenção da biodiversidade, desenvolvendo então uma indigência na mitigação de impactos e conservação do meio ambiente para um melhor incremento e estabilidade da diversidade dos seres vivos em determinado ambiente.

#### 4.3.2 *Ecosistema*

Enquanto conceito, a ecologia pauta-se nos mesmos apontamentos realizados por de Odum (1985) anteriormente, onde tais formulações acerca do conceito de ecologia são fundamentais para associarmos os elementos que definem os Ecosistemas.

Ao almejar uma definição conceitual e concisa sobre ecossistema, comumente depara-se com apontamentos similares aos do IBGE (2004) definindo o ecossistema como um “Sistema Integrado e auto-funcionante que consiste em interações dos elementos bióticos e abióticos e cujas dimensões podem variar consideravelmente”.(IBGE, 2004)

Todavia, com o escopo de definirmos a categoria à partir de uma ótica que elenque os elementos que o formulam o conceito, é válido ressaltarmos os apontamento de Pierre George (1974) salientados por AB’Saber (2009) em:

O ecossistema é uma unidade estrutural da biosfera. Ele é constituído por uma parte do espaço emerso ou aquático, o qual apresenta um caráter homogêneo, do ponto de vista topográfico, microclimático, botânico, zoológico, hidrológico e geológico. O sentido de um ecossistema decorre de uma série de ciclos, o energético como o da luz solar, da água, ciclo dos componentes múltiplos, ciclo do ozônio e do carbono. A hierarquização dos seres vivos se dá em função de seu tipo de alimentação, formando a chamada cadeia trófica ou alimentar. (GEORGE, 1974. *apud* AB’SABER, 2009 p.22)

Ambos os apontamentos demonstram uma concepção geral e específica dos elementos que designam um ecossistema como uma categoria intimamente afiliada a interação dos seres vivos para com o ambiente. Ou seja, pode-se definir ecossistema

como um conjunto das expressões destas interações entre os elementos bióticos e abióticos em uma porção do espaço no ambiente.

O encadeamento dos elementos e o fundamento da distribuição espacial do ecossistema enquanto conceito faz com que este seja usualmente confundido com os elementos conceituais que definem o Bioma. Dirigindo à contraposição deste equívoco, deve-se conceber a distinção escalonar e as proporções geográficas que compreendem um Bioma e um Ecossistema.

Tal qual fomentado por Viadana (1985), os Biomas possuem uma grande escala espacial e até mesmo uma distribuição geográfica dada pela generalização de características bióticas e abióticas de originadas regiões, salientando assim a escala regional como atributo geográfico imprescindível para a delimitação de um bioma. Já os ecossistemas não se atêm a este atributo de escalas, podendo assim se expressar sobre diferentes proporções espaciais.

Logo, por segmentos categóricos os ecossistemas tem como ordem a interação entre organismos em uma referente dimensão espacial. Diante desta conjuntura pode-se entender o Bioma como um conjunto de ecossistemas em diferentes proporções, sendo assim a distinção entre Bioma e ecossistema em um estado de clímax ecológico, onde há uma estabilidade nas relações e interações dos organismos bióticos e abióticos no sistema (AB'SABER, 2009).

#### *4.3.3 Biocenose*

O emprego do termo Biocenose é comumente utilizado para enfatizar a dinâmica de um ecossistema, ou, muitas vezes é ressaltada como um segmento mais complexo aplicado como sinônimo de ecossistema. Entretanto, a Biocenose se diferencia dos conceitos que definem o ecossistema por se pautar como; a interação de organismos de diferentes espécies em determinado espaço, tal qual sugere Viadana (1985) e Troppmair (2004).

Além das definições propostas acerca das dinâmicas que instituem a Biocenose, para distinguirmos este conceito do ecossistema e o destacarmos enquanto um importante elemento nos estudos biogeográficos deve-se conhecer primeiramente a magnitude da Biocenose em sua categoria.

Se por um lado as definições apresentadas sobre Biocenose e Ecossistema apresentem certa similaridade ao analisar o destaque dado pela “Interação entre os organismos”, um critério importante e fundamental para a compleição da Biocenose é a sua estruturação pelo Biótopo.

Por definição, o Biótopo se refere a “[...] uma área geográfica de superfície e volume variáveis, submetida a condições cujas dominantes são homogêneas” (PERES, 1968 p. 42). Nesta perspectiva, encaramos o Biótopo como o ambiente físico, detentor das características abióticas fundamentais para a interação dos seres vivos vinculados ao conceito e definição de Biocenose.

A relevância do conceito de Biótopo para a Biocenose é o critério fundamental que a distingue do conceito de ecossistema (VIADANA, 1985). Por esta afirmação, podemos salientar que o estudo do espaço geográfico em suas características determina a Biocenose, que, quando associada ao Biótopo e sua dinâmica geográfica e espacial pode ser interpretada como Geobiocenose (TROPMAIR, 2004).

Ante a esta dinâmica espacial a Geobiocenose pode ser correlacionada da seguinte maneira; “Geobiocenose é o ecossistema do ecólogo e biólogo, mas numa perspectiva horizontal, onde seu foco é a distribuição e a dinâmica da organização espacial abrangendo os elementos bióticos e abióticos” (TROPMAIR, 2004 p.5).

Se partirmos de uma análise integrada diante a todos os conceitos que discorremos até o presente momento, podemos realizar uma classificação dos conceitos para entendermos como estes interagem entre si. A Biocenose por definição, atribui as características e diversidade dos organismos vivos tal qual indica os parâmetros da Biodiversidade. Neste segmento, a Biocenose se destaca por abranger o espaço geográfico no qual os seres vivos realizarão suas interações, designando-o como Biótopo. O Ecossistema é desenvolvido então por meio das relações da Geobiocenose entre os organismos vivos (bióticos) e os físicos (abióticos). Os Biomas como já mencionados anteriormente, podem ser compreendidos enquanto uma associação de Ecossistemas em um clímax (estabilidade) ecológico.

Compreende-se que estas categorias apresentadas são distintas em suas essência e norma, porém são complementares no que diz respeito a uma hierarquização categórica. Sendo assim pode-se compreender de maneira direta que a Biodiversidade é o elemento fundamental para qualquer nível de classificação de estudo (táxon) na Biogeografia, elencando assim a necessidade de assimilar e discernir cada um de seus

elementos, para que no fim seja possível contemplar e buscar novos meios de compreender a complexidade ambiental em suas respectivas categorias.

#### **4.4 A Conservação e Manejo de Ecossistemas**

O amálgama entre o diálogo e a ideologia do Ambientalismo dirigiu o desenvolvimento de conceitos efetivos para atuações legislativas e práticas que possuem como escopo a preservação e conservação do meio ambiente em diversas escalas. Não obstante, as concepções de preservação e conservação ambiental são vistas como componentes inerentes de toda a dinâmica relativista entre a sociedade e o meio natural.

Na tentativa de clarificar relações nos segmentos das ações práticas e normativas, buscam-se compreender de modo analítico as concepções envoltas aos termos de manejo de ecossistemas sobre os fragmentos florestais com o intuito de evidenciar a amplitude entre as potencialidades e fragilidades sobrepostas ao modelo de unidades de conservação no Brasil.

##### *4.4.1 Conservação e Preservação*

Em grande parte dos estudos direcionados às Ciências Ambientais, os conceitos de preservação e conservação ambiental advêm como critérios fundamentais para uma relação igualitária entre os componentes da sociedade e a natureza. Entretanto há uma diferenciação clara entre ambas as terminologias no que diz respeito a semântica envolta á conservação e a preservação de fragmentos florestais.

Acerca do componente prático e funcional, tais termos apresentam classificações distintas no que diz respeito às relações conceituais diante da dialética; sociedade e natureza. A aplicação dos termos Conservação e Preservação são palavras comumente utilizadas enquanto sinônimos, uma vez que recorte de estudo possa ser designado enquanto o mesmo em ambos os casos. Neste sentido, faz-se necessário inicialmente compreender a diferenciação entre tais categorias de análise e suas respectivas amplitudes no campo da práxis sob a perspectiva da ambiental.

##### 4.4.1.1 Conservação

Atendo-se ao conceito de conservação ambiental em sua designação, é possível apoiar-se nos apontamentos de ART (2001, p.122) afirmando que a conservação pode ser compreendida enquanto “[...] a administração dos recursos naturais para fornecer o benefício máximo por um período de tempo estável.”. Ou seja, a conservação se designa pela administração e o manejo dos recursos e dos ambientes naturais a modo que os parâmetros que envolvem o entendimento do desenvolvimento sustentável sejam ressaltados.

Ante a mesma premissa do conceito de Conservação Ambiental, Guerra *et al.* (2009, p.100) destaca que a Conservação Ambiental se dá pelo uso dos recursos naturais de forma no intuito de manter a qualidade ambiental sob o aspecto de um Equilíbrio Dinâmico em alusão a um sistema ambiental, no qual as alterações ocasionadas no ambiente, não modifiquem a estrutura funcional dos fluxos de matéria e energia que propiciam a Biodiversidade e os Ecossistemas coevos à um sistema ambiental.

Tais apontamentos fomentam a perspectiva geral da conservação ambiental uma vez que centralidade do conceito se embasa na perspectiva do manejo ambiental, proporcionando meios que estimulem a renovação e a regulação dos fragmentos florestais. É importante ressaltar que a ideologia que permeia tal conceito é estritamente atrelada aos critérios fundamentados do desenvolvimento sustentável onde é possível atender as necessidades da população dos agentes antrópicos e das gerações futuras.

Logo, a conservação ambiental em seu conceito, se pauta em uma postura ambientalista com base antropocentrismo, uma vez que se empenha em desenvolver meios objetivos e jurídicos que permitam a conservação de ecossistemas comprometidos ou ameaçados pelas práticas antrópicas de exploração ou expansão inadequadas.

No Brasil, grande parte das práticas e funcionalidade dos parâmetros conservacionistas se dá pela instituição das Unidades de Conservação (UC), onde busca-se desenvolver elementos de atuação que permitam tanto o manejo natural da Biodiversidade e do Ecossistema propiciando uma melhor qualidade de vida para a sociedade implícita a tais relações, promovendo assim o que já fora definido por equilíbrio dinâmico sistêmico.

#### 4.4.1.2 Preservação

A Preservação Ambiental diferencia-se em níveis objetivos e conceituais da Conservação Ambiental no que circunda a relação entre sociedade e ambiente. As ideias que permeiam o conceito de Preservação estipulam-se na manutenção dos fluxos ambientais extinguindo qualquer intervenção voltada para o favorecimento ou exploração de agentes antrópicos. “Essa preservação radical, algumas vezes chamada de preservação ética, é um conceito quase exclusivamente americano, seus defensores são chamados de preservacionistas” (ART. 200, p.122)

Apontando como principal artifício que elenca a diferenciação entre preservação e conservação, estipula-se a ideologia do ambiente íntegro, livre de perturbações. No contexto funcionalista, a preservação se pauta em um conjunto de normas e métodos que formulam o escopo de proteção dos ambientes naturais em suas formas, assegurando a área uma proteção integral diante dos elementos externos que possam fragilizar a dinâmica ambiental inerente ao ecossistema em diversas escalas topológicas.

Tal prática ambiental visa à proteção integral de ambientes naturais, conservados ou fragilizados, formulando possibilidades que elenquem um impacto benéfico no segmento de preservação de espécies e fragmentos ambientais vulneráveis.

A designação de medidas preservacionistas é comumente adotada quando o ambiente apresenta um alto grau de vulnerabilidade ou fragilidade. Um exemplo prático vem sendo atrelado pelo avanço das ações antrópicas expressando-se em distintas formas como os desflorestamentos, atividades exploratórias ou mesmo impelir culturas e espécies invasoras desarticulando a dinâmica natural do ambiente acarretando relações desarmônicas para com as espécies autóctones. Nestes casos aplicam-se medidas preservacionistas buscando a regulação e a recuperação do ambiente a modo que este possa se restaurar através dos critérios de restauração ecológica.

No Brasil, o meio de assegurar a expressão de medidas preservacionistas se dá através da classificação de Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPI) podendo ser expressa, como exemplo, na delimitação de categorias de Áreas de Preservação Permanente (APP), designadas por função como:

As Áreas de Preservação Permanente foram instituídas pelo Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) e consistem em

espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa. (BRASIL, 2013)

Tal preceito político-administrativo fomenta as diretrizes da preservação integral do ambiente. O Código Florestal advém como artifício jurídico que exprime a regularização das áreas sujeitas à fragilidade e vulnerabilidade ambiental, bem como expressam meios de fiscalização, designando distintos órgãos deliberativos municipais, estaduais e federais tendo como representante o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos renováveis (IBAMA), atrelado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Compreende-se que a distinção entre os conceitos de Conservação e Preservação ambiental são planos categóricos bem delimitados ainda que por vezes considerados sinônimos, o objeto de estudo e o desígnio é o mesmo; propiciar uma acuidade ambiental no que tange sistemas fragilizados ou vulneráveis às condições exploratórias.

#### **4.5 As Unidades de Conservação**

A aplicabilidade das unidades de conservação se imbuem pela fundamentação teórica, prática e funcional dos parâmetros de delimitação geográfica e espacial dos fragmentos categorizados tanto no que diz respeito à conservação quanto a preservação, aderindo ambas as categorias funcionais no mesmo preceito político-institucional.

Dirigindo à síntese da definição das unidades de conservação em sua expressão, é passível uma arguição qualitativa na qual:

[...] consideram, portanto que a natureza é intocada, e é impensável que uma unidade de conservação (parques nacionais e reservas ecológicas) possa proteger, além da diversidade biológica, a diversidade cultural (DIEGUES, 1994 p.113)

Acerca deste apontamento, fomenta-se que as unidades de conservação se atêm substancialmente à etimologia da palavra conservação, garantindo não só o desenvolvimento dos ambientes naturais, mas também a sustentabilidade dos agentes humanos que constituem diretamente a interação sociedade e ambiente.

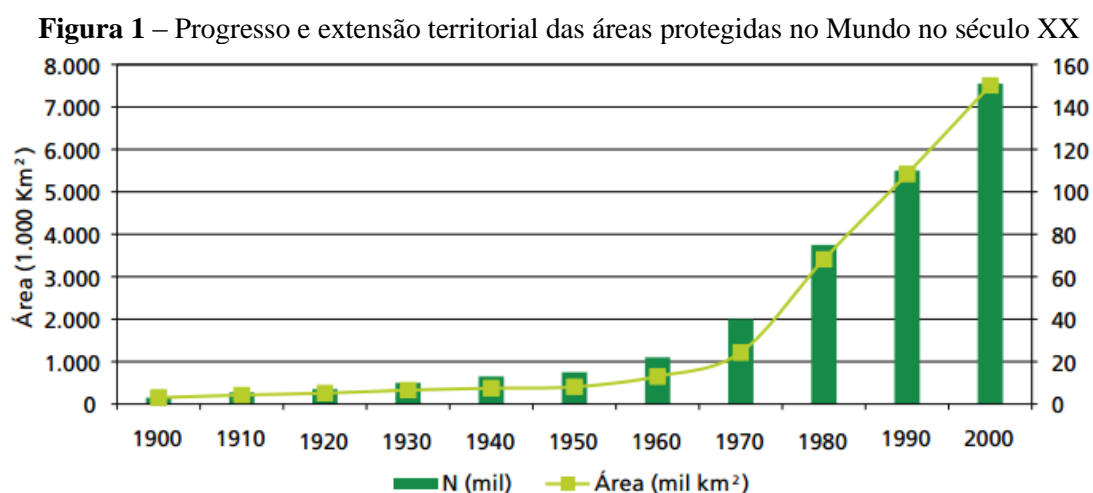
Todavia tal terminologia fora complementada à elementos substanciais que permitem uma melhor distinção entre os conceitos de Preservação e Conservação. No

que circunda os segmentos da preservação estas designadas são Unidades de Conservação e Proteção Integral (UCIP). Já sobre os elementos da Conservação institui-se o título Unidade de Conservação de Uso Sustentável (UCUS).

O contínuo avanço das ações antrópicas sobre o meio natural com finalidades exploratórias ou mesmo para o uso e ocupação, conduziu e ainda conduz uma extenuação do ambiente natural, ocasionando a significativa perda da Biodiversidade e a fragilidade dos ecossistemas.

Com a propagação dos princípios oriundos do Ambientalismo, ampliaram-se a sensibilização conscientização ambiental, e em paralelo, surgimento e aplicação medidas político-administrativa que detém como intuito salvaguardar os ambientes naturais remanescentes desta expansão sob o meio natural. A práxis deste intuito do manejo dos ambientes naturais pode ser compreendida pela delimitação das Unidades e áreas de Conservação ambiental. Sendo que mote basilar ideológico e funcional das Unidades de Conservação é a sustentação da biodiversidade e dos recursos naturais e culturais no que circunda a intersecção entre os elementos sustentáveis da sociedade (IUCN, 1994).

Ao compreender o progresso das áreas de Conservação no Mundo com o passar das décadas, é passível listar o quão significativas foram às conferências sobre o meio ambiente realizadas no século XX, sobretudo na década de 1970, expresso pelo gráfico abaixo:



Fonte: UNEP (2004) APUD IPEA (2010, p.361)

Elencando a referência do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2010) o manejo das Unidades de Conservação estrutura-se através de meios para que os

demais segmentos de ordem natural, biótica ou abiótica como o clima, o solo e o arranjo dos organismos no ambiente possam se estabelecer os regimes de equilíbrio ecossistêmico.

A designação das Unidades de Conservação como artifício do manejo dos ecossistemas de fragmentos florestais, advém da aplicabilidade de medidas que proporcionem o equilíbrio entre os fluxos de matéria e energia de um sistema, sendo assim aplicável medidas de intervenções ecológicas sustentáveis aos fragmentos ambientais delimitadas no sistema conservacionista.

Outro elemento bem estruturado no que tange a investigação e o delineamento das Unidades de Conservação permeia o fomento de práticas que auxiliam a qualificação da vulnerabilidade e fragilidade ambiental das áreas de conservação, tornando possível às diferenciar entre áreas a serem preservadas integralmente, e às áreas de Conservação de uso sustentável. Os objetivos que delimitam a categoria ambiental e os objetivos dos fragmentos florestais podem ser compreendidos por meio da observação do seguinte quadro (Quadro 4):

**Quadro 4** – Categorias de Manejos das UC's

Classe	Categoria	Objetivos
Unidades de conservação de proteção integral	Estação ecológica	Preservar a natureza e realizar pesquisas
	Reserva biológica	Preservar a biota e demais atributos naturais
	Parque nacional	Preservar ecossistemas naturais, realizar pesquisas, atividades de educação ambiental e promover a recreação e o turismo
	Monumento natural	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza
	Refúgio da vida silvestre	Proteger ambientes naturais, assegurar condições de sobrevivência e reprodução de espécies migratórias ou não
Unidades de conservação de uso sustentável	Área de proteção ambiental	Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais
	Área de relevante interesse ecológico	Manter ecossistemas de relevância regional ou local e regular o uso dos recursos naturais
	Floresta nacional	Promover o uso sustentável dos recursos naturais e realizar pesquisas focadas no uso sustentável de recursos florestais
	Reserva extrativista	Proteger os meios de vida e a cultura das populações extrativistas e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais
	Reserva de fauna	Realização de estudos técnico-científicos sobre manejo sustentável da fauna
	Reserva de desenvolvimento sustentável	Abrigar as populações tradicionais e promover o uso sustentável dos recursos naturais
	Reserva particular do patrimônio natural	Conservar a diversidade biológica, realizar pesquisas e promover a recreação e o turismo

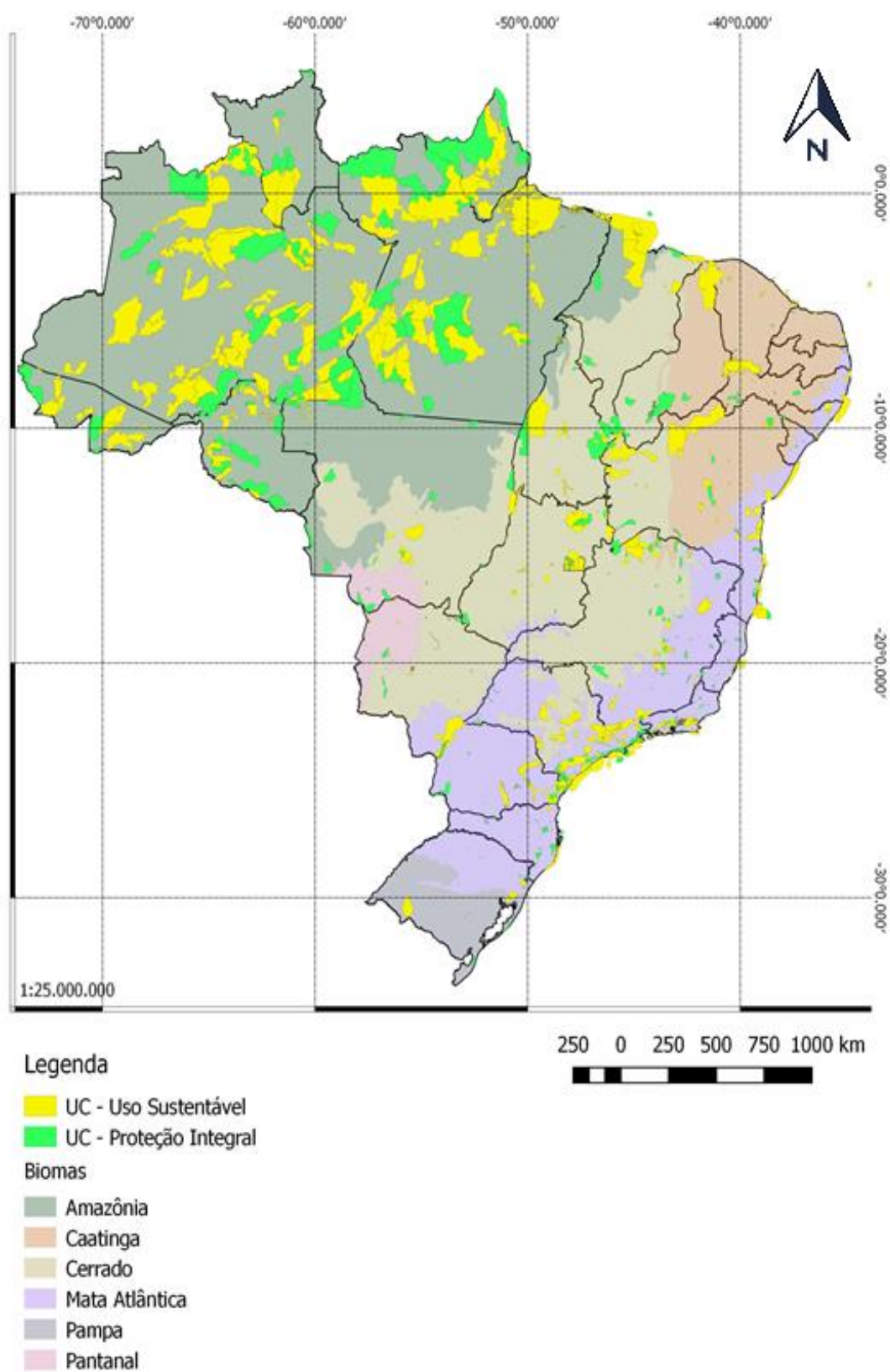
Fonte: Lei n. 9.985/2000 apud IPEA (2010, p.367)

As especificações dos objetivos de cada categoria dos recortes das Unidades traduzem amplitude da preservação ou conservação ambiental em que cada um destes fragmentos encontra-se, por exemplo, enquanto um parque nacional se atém aos critérios de Preservação ambiental visando uma proteção, resiliência e o desenvolvimento estrutural do ecossistema, uma reserva de desenvolvimento sustentável se incube em conservar o ecossistema presente, abrigando populações autóctones (sociais e naturais) de modo que as alterações do sistema sejam somente voltados ao uso sustentável do ambiente.

Tal paridade denota certa caracterização sobre a fragilidade de cada ambiente uma vez que quanto mais afetado ou vulnerável o ambiente se encontra, as políticas preservacionistas tornam-se concernentes.

No Brasil a expressão das Unidades de Conservação está substancialmente voltada para a conservação dos fragmentos naturais dentre os seis biomas locais, sendo a floresta Amazônica o bioma que mais possui áreas de Preservação e Conservação ambiental no que corresponde à quantificação e extensão espacial diante aos demais biomas. Entretanto, a progressiva difusão e designação de novas áreas de Unidades de Conservação trás uma problemática acerca da integração destas áreas, uma vez que estas se apresentam por vezes sob a lógica de fragmentos naturais isolados e paralelamente não contemplam a amplitude total dos biomas brasileiros, sendo assim visto como uma má estruturação do planejamento ambiental.

Com o escopo de tornar visualmente compreensível a difusão das Unidades de Conservação em território nacional, fora elaborado um mapa com base nos dados de *shapes* disponibilizados em meados de 2017 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) com parceria ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

**Figura 2** - Distribuição das Unidades de Conservação Integradas ao SNUC

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira, 2018.

Um problema de ordem gráfica se atém à escala gerada para o mapa, uma vez que por se tratar de uma escala que contemple o território nacional em sua amplitude, pequenos fragmentos de UC's tornam-se inexpressivos, sobretudo àqueles que fazem alusão a pequenas APP's ou mesmo parques municipais. Sendo assim deve-se ressaltar que o mapa têm como intuito denotar as áreas das unidades integradas ao SNUC, não contemplando áreas totais de florestamento ou florestamento agrícola.

A espacialização das UC's evidenciadas pelo mapa reforça a problemática dos “vazios de unidades” ou mesmo a ausência de Unidades dentre alguns dos biomas brasileiros. Dentre os principais fatores que ocasionam esta problemática enquadram-se a ausência de planejamento e manejo dessas áreas, paralelo a distúrbios gerados pelo avanço antrópico alterando completamente a dinâmica de algumas áreas, mesmo aquelas já delimitadas como unidades de cunho conservacionista ou preservacionista.

De antemão, a ocorrência da fragmentação e recuo das áreas das UC's está diretamente relacionada com os avanços exploratórios, sejam eles de ordem privada como no caso do avanço de sistemas agropastoris ou outras explorações produtivistas, ou da iniciativa pública como no caso da inserção de usinas hidroelétricas, novas delimitações de áreas florestadas ou outros meios de exploração dos recursos naturais que têm como réplica a perda da biodiversidade e do regime dos ecossistemas como intuito de proporcionar um crescimento econômico (Diegues, 1994).

Dentre os objetivos indicados pelo SNUC, o que melhor proporciona uma entropia ambiental e o manejo da biodiversidade e ecossistemas, pode ser entendido enquanto aquele que detém como escopo; “promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento” (BRASIL, 2000). Tal conjectura traduz a relevância de práticas conservacionistas no cotidiano, e possui como pressuposto um manejo sustentável dos ambientes e fragmentos naturais, idealizando assim uma melhor relação entre a sociedade e o ambiente, resultando em um arrolamento mais harmônico entre os agentes envolvidos.

#### **4.6 A Biogeografia e a Ótica dos Fragmentos Naturais**

Ainda que a delimitação de uma área ou um ambiente geográfico sob as aplicações destes conceitos possuam uma forte propensão ao desenvolvimento potencial

e progressivo dos sistemas e dinâmicas ambientais, a mesma restrição espacial ocasiona fragilidades aos sistemas naturais, e neste segmento interpretações de ordem biogeográfica auxiliam a compreensão do espaço ecogeográfico, analisando os critérios e elementos que permeiam os potenciais e fragilidades destas formas de manejo ambiental.

Para galgar a compreensão de tais dinâmicas e seus resultados, busca-se realizar uma análise no que tange uma interpretação categórica de vertentes e estudos biogeográficos capazes de ambientar as relações funcionais de sistemas ambientais isolados como é o caso dos fragmentos de Preservação e Conservação em suas respectivas escalas geográficas, compreendendo suas respectivas dinâmicas funcionais e revelando um breve levantamento histórico da fitogeografia que corroborou para o modelado atual da centralidade do eixo, Londrina-São José dos Campos, ao qual esta tese busca discorrer.

#### *4.6.1 O Passado dos Fragmentos*

Com o intuito de compreender a espacialização dos fragmentos referidos ao estudo, busca-se desenvolver um breve histórico de eventos e fenômenos que corroboraram para o atual modelado geo-espacial dos fragmentos de florestas semidecíduais. Partindo dos parâmetros que fornecem informações basilares de evidências fitogeográficas dos ambientes, tem-se a apresentação de certas minúcias que compõe a Teoria dos Refúgios.

Discutida em níveis específicos com determinado pioneirismo por Moreau (1933) na obra “*Plaiocene climatic change and their distribution of life in East Africa*” onde é defendida a hipótese correlativa das dispersões e limites biogeográficos de espécies vegetais e animais tendo como principal fator limitante as mudanças climáticas oriundas do período Pleistoceno.

Em função da viabilidade e amplitude correlata das hipóteses acerca da distribuição biogeográfica ante as mudanças climáticas, diversos pesquisadores fomentaram e viabilizaram aplicações teórico-metodológicas em múltiplos estudos, destacando Ab’Sáber e Tricart (1966) em trabalho conjunto, deliberaram as trilhas para o fomento da teoria no cenário brasileiro.

Uma das principais vertentes que corroborou para um desenvolvimento sólido da Teoria dos Refúgios Florestais no Brasil foi a análise das linhas de seixos ou *stone lines* distribuídas no Estado de São Paulo. Acerca do emprego das linhas de seixos, cabe aqui uma breve definição destas em sua forma em ocorrência por meio da seguinte atribuição:

Quando dizemos "stone lines" estamos nos referindo e pensando na forma de ocorrência de tais depósitos subsuperficiais num recorte qualquer de terreno.. Não se trata de apenas observar "linhas de pedra" em secções geológicas subsuperficiais, mas sim de avaliar a possível extensão das cascalheiras situadas abaixo dos depósitos de cobertura. (AB'SÁBER, 1969, p.15)

Compreende-se então que as ocorrências das linhas de seixo estão diretamente atreladas com um registro categórico capaz de evidenciar a ocorrência local destas áreas enquanto um ambiente sujeito à reformulação fisiográfica da paisagem.

Destaca-se neste ponto a ocorrência do fenômeno próximo a um dos recortes de estudo da pesquisa. O município de São José dos Campos localiza-se na região do Vale do Paraíba do Sul em São Paulo, tal região foi um dos campos de estudo onde Ab'Sáber (1969) correlacionou como uma área de refúgios florestais pelo registro das linhas de seixos, como mencionado em:

No médio vale do Paraíba, os baixos terraços mantidos por cascalheiros, espriam-se, de modo mais pronunciado, a partir de Jacareí. O núcleo central da cidade e uma boa parte do organismo urbano estão situados no aludio nível de terraços. Nesse sentido há um verdadeiro nível de terraços em Jacareí, localmente situado entre 554-560 metros. Para jusante reaparecem terraços do mesmo nível, à altura de Limoeiro, pequena estação da Estrada de Ferro Central do Brasil, estendendo-se daí para diante, em tratos descontínuos, até a fazenda Nova América, ao sul de São José dos Campos. (AB'SÁBER, 1969, p. 26)

Ante a esta ocorrência, é possível realizar um transecto da seção mencionada ao sul de São José dos Campos em direção ao fragmento florestal ao norte do município nomeado Parque Natural Municipal Augusto Ruschi. Nas proximidades do fragmento observa-se nos taludes e cortes da estrada a ocorrência das linhas de seixos novamente.

**Figura 3** - Linha de Seixos nas Proximidades do PNMAR.



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (20/03/2018)

A incidência e registro das linhas de seixos possibilitaram não só uma atribuição da dinâmica morfológica dos ambientes, mas também, uma compleição dos critérios e fatores que sejam passíveis à interpretação de uma reestruturação da paisagem, e conseqüentemente a ampliação e restrição de determinados fragmentos florestais.

Os direcionamentos da compreensão das dinâmicas ocorridas no Cenozóico trazem em pauta uma dissociação entre o viés exclusivo geológico para uma análise fisiográfica dos componentes que integram a paisagem enquanto um ambiente em evolução contínua. Um dos elementos abalizadores que estipulam essa alternância da dinâmica do Pleistoceno se até aos fundamentos da Biostasia e Resistasia aplicados ao

estudo fisiográfico, onde há um indício de equilíbrio harmônico entre os processos pedogênicos, morfogênicos e ecológicos (Biostasia) em uma contínua interpolação entre a retração da biomassa, atuações morfoesculturantes constantes que deliberam um desequilíbrio geoecológico (Resistasia). Constituindo assim os critérios evidentes de uma evolução da paisagem como um todo (ERHART, 1966).

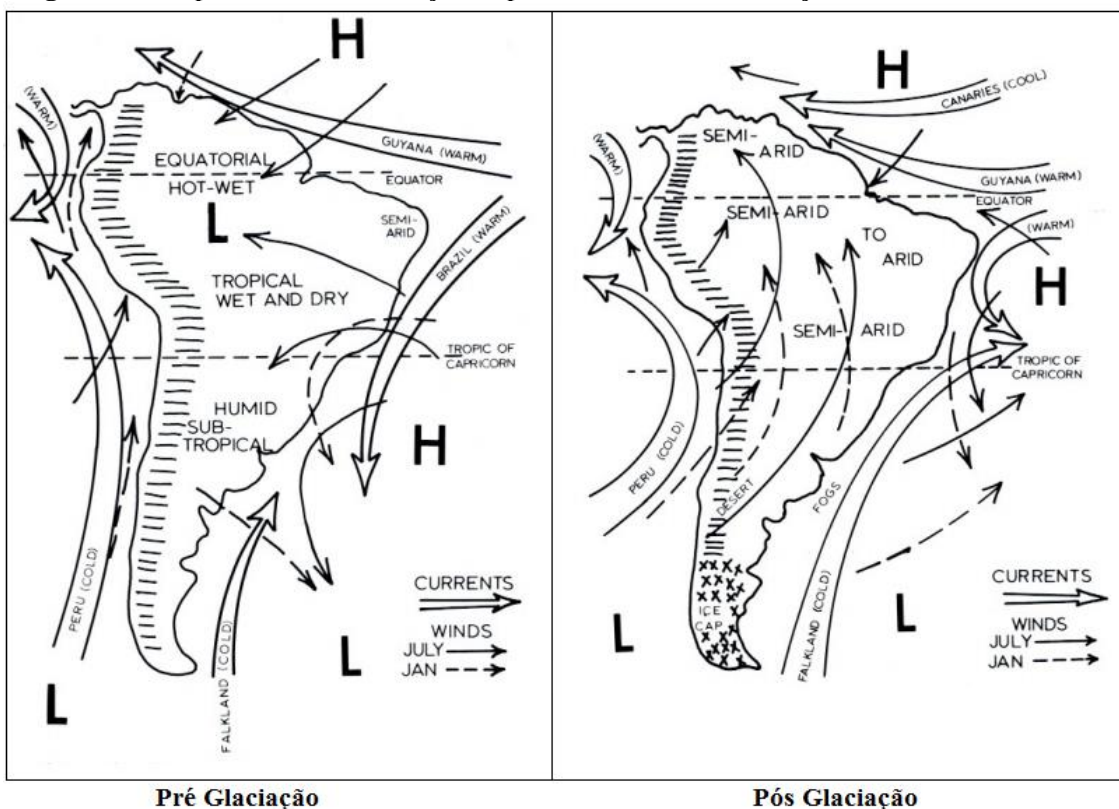
Na tentativa de esboçar as condições que delimitaram as amplitudes diligentes da Teoria dos Refúgios, faz-se uma análise dos macro-compartimentos fisiográficos atrelados às evoluções dos domínios morfo-climáticos com o apoio de dados palinológicos do recorte temporal que compreende as glaciações *Würm* e *Wisconsin* datados no principal momento de evolução da paisagem entre os períodos do Pleistoceno ao Holoceno, culminando assim em representações possíveis que potencializam a dinâmica dos refúgios.

Para a realização de ensaios acerca deste modelado paleoecológico, conta-se com a pesquisa de diversos autores, destacando sobretudo, as análises e representações gráficas de Troppmair (1969), Damuth e Fairbridge (1970), Ab'Sáber (1977) e Viadana (2002) que auxiliam a compleição dos fenômenos no Estado de São Paulo que por vez, acabam sendo relacionados com especializações aplicadas ao norte do Estado do Paraná.

Acerca das representações gráficas, cabe aqui ressaltar a pesquisa de Damuth e Fairbridge(1970) acerca das generalizações das correntes marítimas na América do Sul expostas no artigo “Equatorial Atlantic Deep-Sea Arkosic Sands and Ice-Age Aridity in Tropical South America”. Tal pesquisa aponta as principais dinâmicas correlatas ao período geológico nas quais as derivações paisagísticas interpretativas culminam na Teoria dos refúgios.

A generalização representativa das correntes marítimas auxilia as análises acerca das possíveis conjecturas que formularam uma nova configuração paisagística acerca dos refúgios florestais e as ações dos agentes morfoesculturantes bem como ilustra a figura abaixo (Figura 4);

**Figura 4** – Proposta de Generalização Representativa da Modificação de Correntes Oceânicas



Legenda	
$\Rightarrow$	- Correntes Marítimas
<b>H</b>	- Correntes Marítimas Quentes
<b>L</b>	- Correntes Marítimas Frias
$\rightarrow$	- Ventos em Julho
$\dashrightarrow$	- Ventos em Janeiro
x	- Área coberta por Gelo
≡	- Cordilheira dos Andes

Fonte: Damuth e Fairbridge (1970)

Organização: OLIVEIRA, G.A. (2018)

Fonte: DAMUTH, J. E.; FAIRBRIDGE, R. J. 1970

De modo a correlacionar as alterações do Pleistoceno representadas pelos autores destaca-se o seguinte apontamento:

A floresta alcançou sua expansão máxima, e a cobertura de vegetação limitou a erosão do córrego, levando ao desenvolvimento de características mamilares na paisagem. Em uma floresta tropical que só é um modesto alívio, uma pequena erosão seria possível durante um tempo geológico tão curto quanto uma única fase interglacial. (DAMUTH; FAIRBRIDGE, 1970, p. 201)

Estudos que sucederam as análises de Damuth e Fairbridge (1970) utilizam a mesma prerrogativa analítica das modificações das correntes marítimas, sobretudo destacando-as como um dos fundamentais fatores que limitaram ou favoreceram a

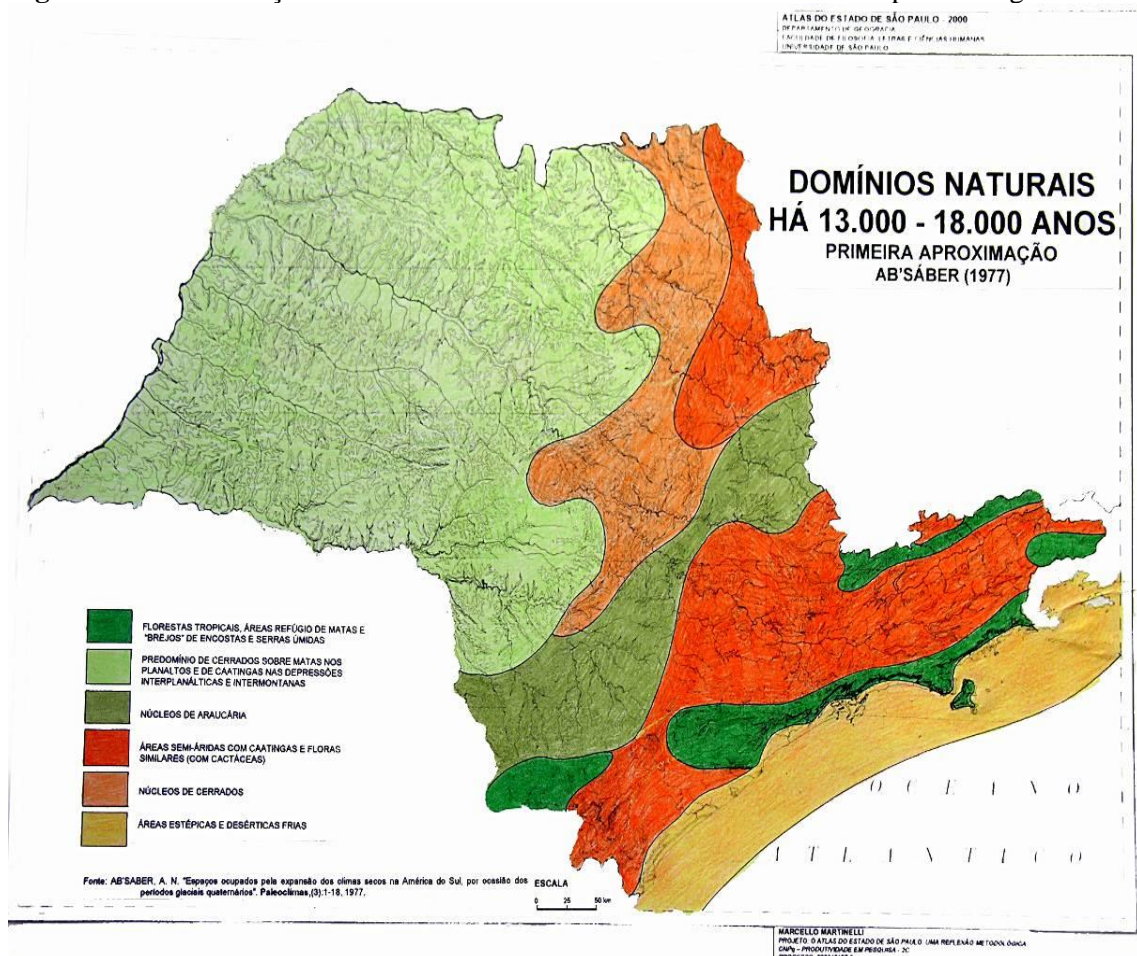
distribuição de diversas espécies vegetais, e conseqüentemente uma nova configuração da paisagem.

O recorte bibliográfico de registros e materiais é extremamente criterioso no levantamento de dados coesos para um ensaio das prerrogativas da Teoria dos Refúgios. Todavia como elemento restritivo, a base explicativa capaz de melhor exprimir elementos da teoria, elenca o estudo dirigido ao Estado de São Paulo. Utilizando-se deste parâmetro argumentativo é passível uma assimilação da compreensão geral da fisiografia da paisagem arcaica do recorte de estudo.

Fazendo-se uso do material cartográfico de Martinelli (2009) em “O Atlas do Estado de São Paulo” onde estão compilados com uma qualidade gráfica e ilustrativa as representações de Ab’Sáber(1977), Viadana (2002)e Troppmair (1969) é possível traçar um histórico geológico que traduz os derivativos fisiográficos da ocorrência das modificações das correntes marítimas no Pleistoceno.

A primeira representação aplicada detém como potencial a análise da fitogeografia aplicada aos domínios naturais. Pautando-se na expansão de determinados complexos vegetativos que se instituíram pelas mudanças climáticas oriunda da amplitude da corrente das Malvinas sobre o litoral brasileiro, originando assim uma nova configuração da paisagem no aspecto vegetativo e em paralelo uma estruturação de novas condições morfogênicas em decorrência da modificação dos agentes intempéricos.

**Figura 5** – Reformulação dos Domínios Naturais sob a Dinâmica dos Complexos Vegetativos.



Fonte: Martinelli (2009)

Com base na representação proposta por Ab'Sáber (1977) torna-se passível o apontamento de três análises fisiográficas da compartimentação estrutural da paisagem cenozóica em decorrência dos refúgios florestais.

A primeira diz respeito à disseminação anemofílica e hidrofílica, sobretudo, dos organismos vegetais tropófilos e em menor número as latifoliadas nos segmentos que compreendem a atual compartimentação da Serra do Mar e na Serra da Mantiqueira. Compreende-se que a retração das florestas tropicais esta diretamente atrelada à restrição de umidade, dirigindo assim uma especiação deste tipo de complexo vegetativo.

Em segundo plano destaca-se a predominância e expansão dos núcleos de cerrado e das áreas áridas com o predomínio de vegetação xerófila. Em mesma concomitância ao fator que restringiu o complexo de florestas tropicais, o refreamento da disponibilidade de umidade permitiu a ampliação destes domínios.

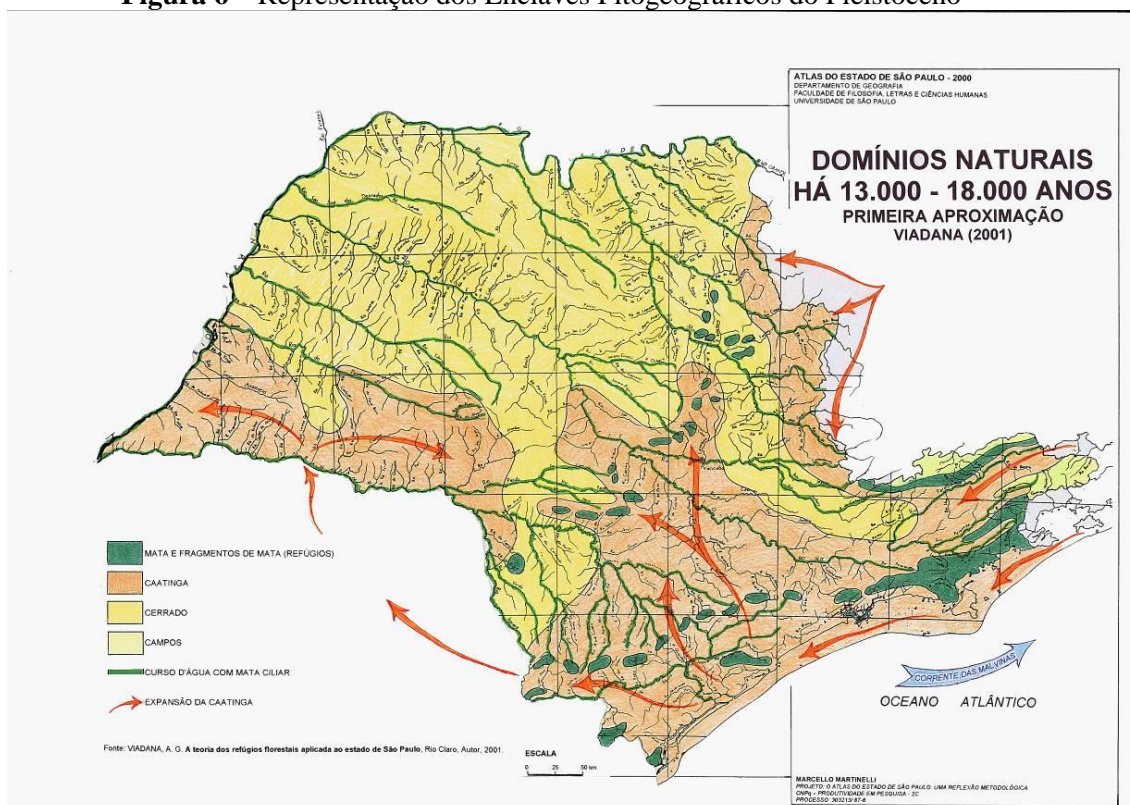
A imagem espacial que se pode fazer em relação à área core dos cerrados retraídos é a de um macroenclave de cerrados, em pleno núcleo alto dos chapadões, tendo por entorno uma complexa rede de paisagens representada por caatingas e estepes entremeio das quais eram raríssimos os refúgios de tipo orográfico (AB'SÁBER, 1977 p.10)

O terceiro apontamento diz respeito ao progressivo avanço dos enclaves das matas de araucárias para o Estado de São Paulo, em decorrência de um clima mais seco e frio decorrente da atuação da corrente das Malvinas. A fisiologia dos organismos da família *Araucariaceae* permitiu uma adaptação a ambientes correspondentes a estas dinâmicas climáticas, justificando assim sua expansão ao interior do Estado de São Paulo e o estabelecimento de seus refúgios em locais termoestáveis de altitude. Passado a dinâmica do Pleistoceno, observam-se hoje remanescentes deste período, sobretudo nas vertentes da serra da Mantiqueira.

O delineamento representativo proposto por Ab'Sáber (1977) advém como um esboço acerca da fisiografia da paisagem, amplamente modificada com as alterações do recorte geológico-temporal. Por meio de análises dos fragmentos e elementos que compõem sistemas transicionais das matas atuais a formulação proposta é destacada como um dos principais caminhos para a compreensão do passado da morfologia atual da cobertura vegetal.

De modo correlato, a representação de Viadana (2002) organizada por Martinelli (2009) trás a tona uma morfologia dos domínios do Pleistoceno em um recorte mais restrito as configurações apresentadas à priori.

**Figura 6** – Representação dos Enclaves Fitogeográficos do Pleistoceno



Fonte: Martinelli (2009)

Nesta representação de Viadana (2002) observa-se um delineamento diferenciado, sobretudo no que se refere aos fragmentos das matas em meio à contínua expansão das áreas núcleos do cerrado e da caatinga. À questão da correlação da concomitante nucleação dos domínios mais secos e a restrição em enclaves de domínios vegetativos mais úmidos, fez com que não só houvesse uma nova configuração da paisagem, mas sim, uma especiação dos organismos e o próprio endemismo destes uma vez que:

[...] as flutuações climáticas da passagem para uma fase mais seca e fria durante o Pleistoceno terminal, a biota de florestas tropicais ficou retraída às exíguas áreas de permanência da umidade, a constituir os refúgios e sofrer, portanto, diferenciação resultante deste isolamento. A expansão destas manchas florestadas tropicais, em consequência da retomada da umidade do tipo climático que se impôs ao final do período seco e mais frio, deixou setores de maior diversidade e endemismos como evidência dos refúgios que atuaram no Pleistoceno terminal. (VIADANA, 2002 p. 20)

Compreende-se então que este modelo do recorte analítico de Estado de São Paulo, detém as mesmas delimitações do apresentado à priori por Ab'Sáber (1977), destacando porém o pronunciamento dos enclaves de matas, representadas pro

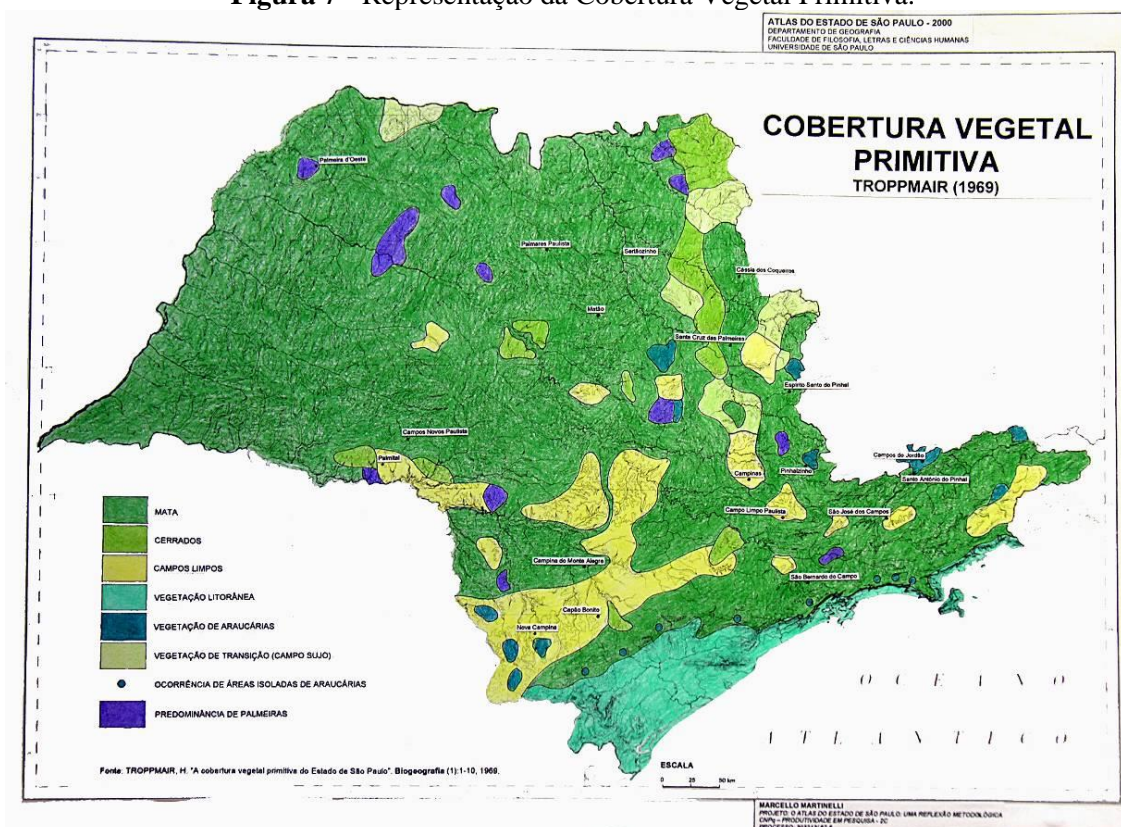
contornos ciliares aos corpos d'água em conjunto com os fragmentos à partir da depressão periférica paulista se estendendo à Serra do Mar e em pontos mais à leste do Estado.

Tal elemento representativo pode ser avaliado nos dias atuais devido à presença dos testemunhos das vegetações relictas como bromélias, cactos e enclaves de fragmentos bem estabelecidos de vegetação xerófila e tropófilas no decorrer da compartimentação do Estado de São Paulo.

Em um escalonamento temporal, aproximando-se do tempo histórico ao qual se refere a passados vividos por ascendentes. Tem-se uma configuração da paisagem em um recorte primitivo ao quais as dinâmicas decorrentes das alterações do ciclo de Milankovitch e das variações das correntes marítimas do Pleistoceno não atuam da mesma maneira, fazendo-se crer que as dinâmicas e a própria estrutura dos componentes condicionantes da paisagem se assemelhem mais aos elementos atuais como, por exemplo; o recuo da Corrente fria das Malvinas, cedendo espaço para a atuação da Corrente quente do Brasil e mudanças pronunciáveis na particularidade climática dos ambientes, antes frio e seco para o atual comportamento quente e úmido.

As representações de Troppmair (1969) na obra “A cobertura vegetal primitiva do Estado de São Paulo” permite uma aproximação da concepção dos critérios de refúgios uma vez que a dinâmica de sobreposição fisiográficas dos componentes naturais no recorte de estudo fomenta a concepção dos fragmentos ambientais nos enclaves anteriormente designados como área core.

**Figura 7 - Representação da Cobertura Vegetal Primitiva.**



Fonte: Martelli (2009)

Tal reprodução conota um direcionamento para a evidência dos fragmentos vegetativos que antes compunham uma gradativa amplitude dos componentes fitogeográficos do recorte. Um elemento interessante que reforça tal correlação está pautado na análise dos recortes de Araucárias, A *Araucaria angustifolia* espécie que designa o domínio vegetal, é um organismo que possui diversos elementos restritivos como a temperatura média de 20 °C, disponibilidade hídrica anual de 1250 à 2000 mm, além dos fatores referentes à proporção de alumínio e à granulometria dos solos.

Esta análise parâmetros das Araucárias, traduz de maneira clara a reviravolta das condições do Pleistoceno e fomenta a Teoria dos refúgios principalmente ao analisar o mapa elaborado Troppmair (1969) onde vê-se a presença dos fragmentos de araucárias em localidades onde os componentes que constituem o Geótopo não atuam como condicionantes restritivos para os componentes vegetais.

O cerne do desenvolvimento da discussão acerca da teoria dos refúgios visa compreender características que possibilitam a aproximação fitogeográfica e fisiográficas da paisagem dos recortes de estudo analisados nesta pesquisa, fomentando e fazendo-se destes componentes, estruturas basilares para a correlação dos

condicionantes geomorfológicos de fragmentos naturais em Londrina – PR e São José dos Campos – SP. De maneira correlata, às dinâmicas oriundas da modificação dos fatores geocológicos supramencionados pela Teoria dos Refúgios, esta advém como um caráter elucidante no que circunda a atual fisiografia dos recortes de estudo, estipulando características similares no que tange a paisagem em um perfil longitudinal entre os fragmentos de florestas semidecíduais nos referentes municípios mencionados.

#### *4.6.2 Os Fragmentos Florestais e a Biogeografia de Ilhas*

A vertente da Biogeografia de Ilhas foi cunhada na década de 1960, através dos estudos dos ecólogos MacArthur e Wilson (1967) com a publicação da obra intitulada “Teoria da Biogeografia de Ilhas”. Tal obra apresenta uma concepção teórica e prática de análises biogeográficas de um ambiente natural insular oceânico fazendo uso de intermédios qualitativos e quantitativos, possibilitando o ensaio das dinâmicas naturais analisadas em uma ilha.

Entretanto, devido ao processo de desmatamento os mesmos fundamentos aplicados a ambientes insulares tornam-se viáveis na perspectiva dos fragmentos florestais uma vez que estes passam a ser denominados enquanto conjuntos alterados e descontínuos de uma mesma morfologia florestal.

De modo a reforçar tais critérios, Harris (1984) relata a subdivisão do estudo em dois tipos de ilhas;

Ilhas oceânicas iniciam-se com um substrato improdutivo e uma comunidade animal formada por pequenas comunidades que progridem a uma rica diversificação em altos níveis de complexidade. [...] Em contraste, ilhas formadas à partir de massas continentais, possuem comunidades vegetais e animais que decrescem de altos níveis de complexidade, reduzindo o número de espécies características da ilha em seu estado original. Mesmo quando padronizada pelo tamanho e grau de isolamento, as ilhas oceânicas geralmente não desenvolverão os mesmos níveis de diversificação de espécies como as ilhas continentais. (HARRIS, 1984 p. 71, tradução nossa).

A diversificação desses parâmetros é consolidada não pela etimologia da palavra, mas sim, pelo seu critério funcional. Instituído a aplicabilidade das análises oriundas da Biogeografia de Ilhas em ambientes fragmentados e com determinado índice de isolamento florestal. As diretrizes fundamentais que fomentam a aplicação e

comprovam a dinâmica natural da Biogeografia de Ilhas pautam-se na dispersão dos seres vivos e na dinâmica ecológica em função do segmento espacial.

Tratando da diretriz de dispersão dos seres vivos, a compreensão desta proposta da Teoria é formulada através dos elementos oriundos da Biogeografia Histórica e Ecológica, avaliando os possíveis fatores que contribuíram para o arranjo ecológico em determinada região, assim como os fatores limitantes que os restringem a determinado ambiente (MacArthur & Wilson, 1976).

Um exemplo claro e funcional faz correlação com as dinâmicas anteriormente mencionadas, que, no Pleistoceno, em função das mudanças no ciclo de Milankovitch que alteraram o fluxo da corrente marítima das Malvinas, permitindo assim o avanço de determinados complexos ecológicos em certas regiões e a alternância deste ciclo com a corrente marítima do Brasil, restringe estes complexos, fomentando assim à Teoria dos Refúgios supramencionada.

Já os parâmetros basilares da diretriz de dinâmica ecológica em função do segmento espacial, apresentam-se em vertentes que detém como demonstração, elementos qualitativos e quantitativos que corroboram as relações de processos ambientais do recorte geográfico analisado. (MacArthur & Wilson, 1967). As acepções qualitativas e quantitativas indicadas pela Teoria da Biogeografia de Ilhas baseiam-se nas taxas de extinção das espécies e nas taxas de imigração das espécies.

A compreensão destas taxas de imigração das espécies é respaldada por meio de um procedimento matemático que exprime como coeficiente a distância do local de origem ( $d$ ), a população ponderada no ambiente ( $P$ ), o total de espécies na fração espacial estudada ( $R$ ) e a variação populacional entre comunidades ( $k$ ). Tal expressão defende uma explanação quantitativa das taxas de imigração de determinada espécie, vegetal ou animal, em comparativo com outras em um mesmo recorte ambiental, sendo estas representadas pela seguinte fórmula:

**Figura 8** – Expressão das Taxas de Imigração das Espécies

$$I = d(P-R)^k$$

**d = Distância do Local de origem**  
**P = População no Ambiente**  
**R = Total de espécies na Ilha**  
**k = Variação populacional entre comunidades**  
**I = Taxa de Imigração das espécies**

Fonte: MacArthur & Wilson (1967)

Tal formulação quantitativa permite a correlação de diversos fatores analisado no ambiente, de modo a exprimi-los nos moldes de dados empregados para a realização de devidas comparações entre espécies em um mesmo recorte geográfico, a ilha ou fragmento no caso, abrindo um precedente comparativo dos dados com outros recortes espaciais, atingindo assim o emprego de uma metodologia quantitativa capaz de avaliar as taxas de imigração de espécies.

De modo análogo, as taxas de extinção das espécies detém a mesma perspectiva quantitativa onde se procura avaliar em equivalência o número de espécies que se encontram em estado de extinção no recorte geográfico analisado tendo como principais critérios expostos através de coeficientes; a dimensão do recorte espacial (S), o número de espécies (n) e o número de espécies em extinção (m). Estes elementos são evidenciados através da seguinte expressão:

**Figura 9** – Expressão das Taxas de Extinção

$$E = nS^m$$

**n = Total de espécies**  
**S = Tamanho da área**  
**m = numero da espécie em extinção**  
**E = Taxa de extinção**

Fonte: MacArthur & Wilson (1967)

Diante deste critério, esta análise quantitativa abre margem para um parâmetro interpretativo ante a uma relação proporcional das espécies possíveis em extinção no

determinado recorte geográfico em relação às demais espécies, conotando assim os possíveis elementos que possam justificar a causa das taxas de extinção.

Como critério interpretativo tal método referencia que as taxas de extinção devem ser consideradas como um dos principais fatores que diferenciam a proporção e os tipos de espécies entre uma ilha e um continente, salientando que a extinção de determinado grupo ecológico está relacionado com o acréscimo da população de outra espécie por um processo ativo intitulado “Compensação de Densidade” (MacArthur & Wilson, 1967)

Tais ensaios teóricos e metodológicos são fundamentais para embasar e explicitar a teoria da Biogeografia de Ilhas enquanto um forte elemento para a análise de ambientes isolados. Todavia, atualmente este modelo quantitativo, apesar de funcional não exprime de modo categórico, as relações ecológicas inter e intraespecífica como um dos fatores de análise. A teoria da Biogeografia de Ilhas é extremamente aplicável e funcional no que circunda os segmentos interpretativos das espécies em ambientes isolados, sobretudo a ilhas como propriamente sugere o nome da teoria.

Ao analisar o cerne deste campo de pesquisa, busca-se compreender a Biodiversidade e as dinâmicas ecológicas de fragmentos naturais isolados. No que tange este objeto de estudo, é possível uma associação das áreas de Preservação ou Conservação ambiental enquanto fragmentos ambientais nestes mesmos parâmetros, interpretando-as enquanto fragmentos ou remanescentes florestais isolados e sujeitos a uma dinâmica própria, sendo vistos assim como “ilhas” devido ao isolamento biogeográfico referentes aos recortes geográficos e espaciais.

No decorrer das últimas décadas, com a forte propagação da ideologia do Ambientalismo e dos fundamentos de Preservação e Conservação ambiental, diante da progressiva interferência antrópica nos ambientes naturais, as considerações decorrentes da teoria da Biogeografia de Ilhas fomentam o estudo destes ambientes fragmentados e das áreas de preservação e conservação no intuito de compreender as potencialidades e fragilidades da fragmentação destes ambientes naturais.

O discernimento conceitual da fragmentação e o isolamento dos ambientes naturais estão intrinsecamente pautados no estudo crítico da Biogeografia de Ilhas, atentando-se a determinados segmentos que detêm como fatores críticos que possibilitam ou limitam a dinâmica ecológica e a adequada Biodiversidade nestes ambientes, tal qual ressalta Viana e Pinheiro (1988) em:

A fragmentação introduz uma série de novos fatores na história evolutiva de populações naturais de plantas e animais. Essas mudanças afetam de forma diferenciada os parâmetros demográficos de mortalidade e natalidade de diferentes espécies e, portanto, a estrutura e dinâmica de ecossistemas. No caso de espécies arbóreas, a alteração na abundância de polinizadores, dispersores, predadores e patógenos alteram as taxas de recrutamento de plântulas; e os incêndios e mudanças microclimáticas, que atingem de forma mais intensa as bordas dos fragmentos, alteram as taxas de mortalidade de árvores. As evidências científicas sobre esses processos têm se avolumado nos últimos anos (VIANA ; PINHEIRO, p.26, 1998).

Ante tais destaques sobre as decorrências das fragmentações, atribui-se os parâmetros analíticos da Biogeografia de ilhas no que circunda o campo de ações sobre as relações ecológicas nos fragmentos, destacado os parâmetros demográficos, e as taxas de extinção denotadas pela relação entre a natalidade e mortalidade de espécies presentes no fragmento ambiental.

Sobre os preceitos que influenciam na dinâmica dos fragmentos ambientais, compreende-se a análise da dinâmica e inferência dos componentes que permeiam os fundamentos diagnósticos capazes de evidenciar a potencialidade ou a fragilidade do fragmento ambiental, seja este uma área de Conservação ou Preservação. Nesta prerrogativa pode-se conotar que “Os principais fatores que afetam a dinâmica de fragmentos florestais são: tamanho, forma, grau de isolamento, tipo de vizinhança e histórico de perturbações” (VIANA; PINHEIRO, p.27, 1998). Listando abaixo de maneira categórica como cada um destes fatores pode influenciar na dinâmica ecológica ambiental sobre a perspectiva da Biogeografia de Ilhas enquanto fundamento analítico para o diagnóstico do manejo ambiental destes fragmentos.

O tamanho espacial dos fragmentos diz respeito à extensão territorial do fragmento ambiental seja ele instituído por uma área de Preservação ou de Conservação ambiental. Assim como nos cabeços da formulação da teoria da Biogeografia de Ilhas, este critério tem como parâmetro a dimensão geográfica da área de estudo avaliando relações funcionais, sendo passível uma interpretação de que quanto menor é o fragmento ambiental mais suscetível este estará a fragilidades no ecossistema e na perda de Biodiversidade.

As bases que desenvolvem os parâmetros da Biogeografia Histórica e Ecológica fomentam que a baixa interação da dinâmica ambiental corresponde aos fragmentos com porção territorial restrita. Uma vez que para desenvolver uma complexidade das relações ecológicas intra e interespecíficas é preciso uma alta

diversidade de seres vivos no ambiente, um fragmento de porção territorial incipiente é incapaz de suportar a complexidade ecológica de muitas espécies por conta das relações desarmônicas impostas a estas condições, levando assim a extinção ou fluxo migratório das espécies limitadas a este ambiente.

Um exemplo claro da influencia do Tamanho dos Fragmentos pode ser indicado em um cenário, como em maior parte dos parques em território brasileiro, onde há uma área que foi reduzida e posteriormente delimitada como um ambiente de Preservação ou Conservação. As espécies inseridas neste ambiente limitado são induzidas a uma competição por recursos, alimentos e até mesmo reprodutivas, levando assim a um cenário que ocasiona uma seleção das espécies de modo totalmente artificial, induzida pelo novo modelado imposto as populações nestes fragmentos ambientais (QUAMMEN, 2008).

Um modo de contornar este caso para proporcionar o Manejo do Ecossistema e da Biodiversidade se baseia no planejamento para a determinação e integração das áreas de Preservação e Conservação ambiental a modo que seja recomendada uma porção territorial que segure bases como à auto-regulação e sustentabilidade dos fragmentos ambientais, sendo assim um plano estritamente sujeito à manutenção e manejo destes ecossistemas tendo o planejamento ambiental como ferramenta.

A morfologia é um fator que considera a forma da área do fragmento ambiental em relação ao seu perímetro. O objeto de análise deste fator é desenvolver um estudo que busque a compreensão do Efeito de Borda, derivados pela intervenção antrópica as margens do limite da área do fragmento ambiental. Uma vez que este efeito proporciona uma maior fragilidade ecológica dos que se encontram as margens do fragmento ambiental devido à exposição a fatores externos (VIANA, 1998). Paralelamente, a morfologia enquanto fator de análise ambiental está diretamente relacionada aos mesmos atributos de nucleação do tamanho do fragmento enquanto fator.

O isolamento se baseia em uma análise que condiciona o distanciamento de um fragmento ambiental dos demais. As medidas de manejo ambientais buscam a redução do grau de isolamento, podendo ser aplicadas a áreas de Conservação, mas essencialmente estão vinculadas aos ambientes de Preservação. O isolamento dos fragmentos muitas vezes tem como principal fragilidade a indução de relações desarmônicas no ambiente, proporcionando uma redução da Biodiversidade devido ao aumento progressivo das taxas de extinção.

Um dos modelos de manejo do ecossistema que busca o decréscimo do Grau de Isolamento são os Corredores Ecológicos, que se pautam em conectar os fragmentos com o intuito de evitar uma queda na Biodiversidade e o acréscimo de relações desarmônicas nos fragmentos. A decorrência desta metodologia de manejo proporciona a auto-regulação dos ambientes e um acréscimo da Biodiversidade por meio da comunicação dos fragmentos anteriormente isolados.

O tipo de vizinhança influi diretamente na dinâmica processual ambiental dos fragmentos por direcionar e fomentar os Efeitos de Bordas. As atividades antrópicas ou mesmo as condições ambientais desenvolvidas no perímetro do fragmento (ilha), acarretam substancialmente no aumento da fragilidade. Em áreas de Preservação, a prática desenvolvida para mitigar os efeitos ocasionados pela vizinha se baseia em atividades de reflorestamento com a finalidade de ajustar a sustentabilidade no *core* da área de Preservação. No que concerne às áreas de Conservação, além das práticas de reflorestamento, outras metodologias tem como escopo o melhor incremento da área como no caso do plantio de Bordadura, o cultivo agroflorestal em vizinhas de produção agropecuária e o isolamento da área de conservação em meios urbanos com o intuito de restringir o avanço antrópico sobre o fragmento ambiental.

O histórico de perturbações das áreas trabalha na análise das dinâmicas externas ao fragmento ambiental que proporcionaram alterações que impactaram diretamente ou indiretamente nas condições ambientais dos fragmentos. Nesta conjuntura a intervenção antrópica nos ambientes naturais se sobressai como uma das fundamentais causas que ampliam o histórico de perturbações. Para o manejo deste fator, cabe um levantamento por meio de um registro histórico que evidencie tais perturbações com a finalidade de criar critérios metodológicos que busquem a mitigação dos agentes que induzem estas perturbações.

As análises dos fatores mencionados anteriormente são aplicadas para o desenvolvimento da Biodiversidade e manejo dos ecossistemas em diversas Unidades de Conservação ambiental no Brasil e em outras nações.

A corrente teórica e metodológica da Biogeografia de Ilhas busca então, compreender as causas que proporcionam a fragilidade dos fragmentos naturais nas áreas de Preservação e Conservação ambiental com escopo de instituir meios que fomentem à auto-regulação destes fragmentos naturais, baseando-se na análise integrada das dinâmicas oriundas dos fatores anteriormente listados, dirigindo ao

desenvolvimento e sustentabilidade dos ecossistemas. Considera-se que a Biogeografia de Ilhas é um componente fundamental para a conservação dos fragmentos naturais uma vez que esta busca trilhas e percorrer caminhos que integram a prosperidade da Biodiversidade e do Ecossistema destes ambientes.



## **5. GEOMORFOLOGIA: CONDIÇÕES E CONDICIONANTES**

### **5.1 Introdução**

Este segmento da pesquisa busca apresentar os processos e bases epistemológicas aos quais as abordagens dos condicionantes geomorfológicos do trabalho se estruturam. Pautando-se primeiramente em uma exposição dos principais atributos oriundos das correntes escolásticas anglo-saxônicas e germânicas, apresentando de forma sintetizada as principais contribuições para o pensamento geomorfológico, destacando fundamentos basilares presentes na interpretação dos relevos, bem como na fundamentação da Geomorfologia. Discorre-se também sobre os caminhos e escopo desta Ciência apresentados no Brasil com o intuito de destacar o objeto de estudo e suas respectivas dinâmicas.

Em um segundo momento, desenvolve-se uma distinção e categorização de ordem prática dos condicionantes geomorfológicos de erodibilidade em detrimento da compreensão dos fenômenos, suas ocorrências e os derivativos destes processos. Reforça-se também a prerrogativa da influência dos segmentos da Geomorfologia Ambiental como corrente que abrange os principais delimitativos desta pesquisa, pautado na perspectiva conservacionista elencando-a como um correspondente avaliativo sistêmico para a interpretação do objeto de estudo.

### **5.2 Processos e Bases Teórico-metodológicas**

A Geomorfologia estruturada como ramo científico autóctone da Geografia, busca compreender os processos morfoesculturantes em sua respectiva dinâmica no tempo histórico e geológico, derivando assim a tipologia do nome em grego; *geos* (Terra), *morfe* (forma) e *logos* (estudo). Abrangendo então alterações da crosta terrestre direcionadas às formas, dirigindo assim ao relevo enquanto objeto de estudo desta especialização científica das Ciências da Terra.

A interpretação do relevo como objeto de estudo advém da interação de forças endógenas (morfoestruturantes) apresentando a dinâmica geológica como principal prerrogativa, que, atrelado às forças exógenas (morfoescultura), conduz às transformações das estruturas geológicas, derivando assim processos que elaboram feições e morfologias no decorrer do tempo. Compreende-se então que o relevo terrestre é estritamente dinâmico, devido às ações destas forças, e que sempre permanecerá em

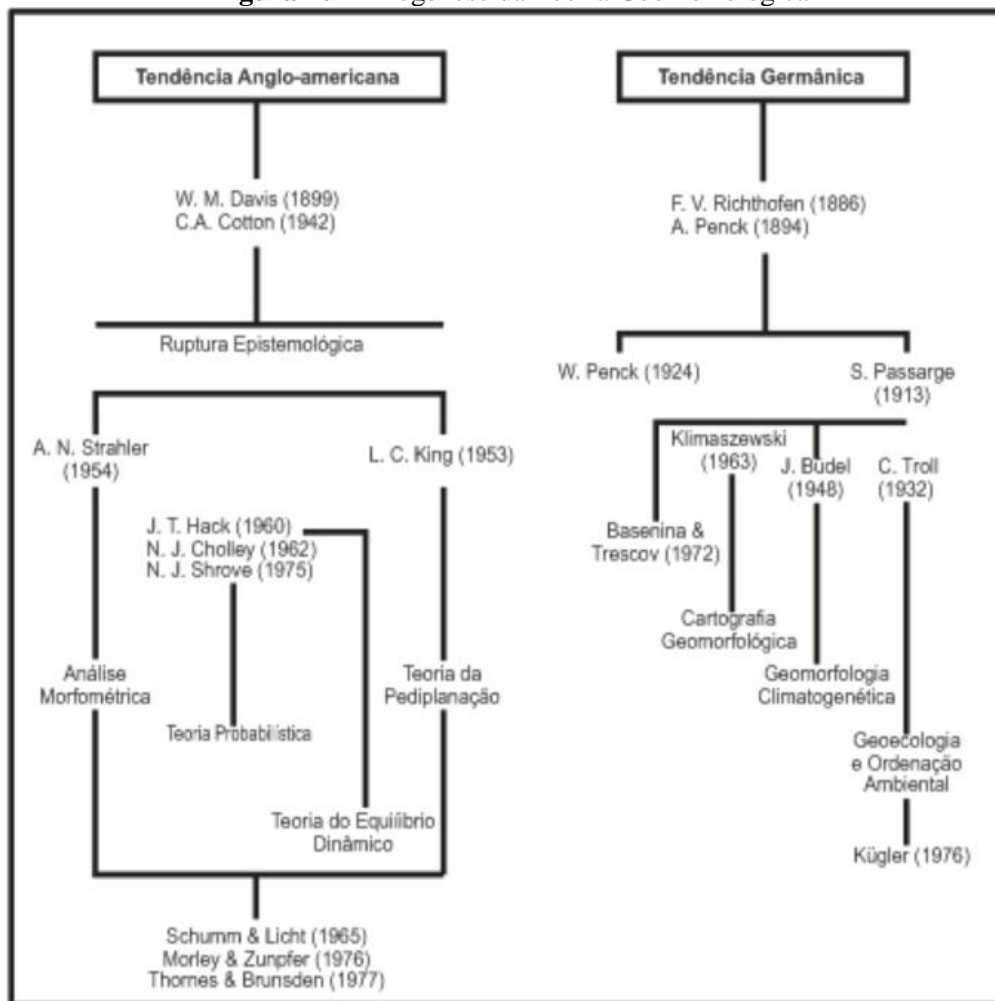
um ciclo evolutivo, corroborando à complexidades em suas respectivas interpretações e modelos.

Compreender tais feições vem sido apresentado então como algo inerente à Ciência, condigno à ocupação do espaço geográfico enquanto detentor do suporte ou centro de recurso para a humanidade. Tal conjuntura atribula as interações entre os aspectos físicos e sociais como agentes responsáveis pelos modelados das feições e da paisagem no tempo histórico como um todo. Assimilar as relações dialéticas entre as dinâmicas de ordem natural e de ordem social na cronologia da Terra traduz então uma das principais atribuições da Geomorfologia.

O anseio por tais concepções dirigiu ao final do século XIX, a designação de vertentes vistas como escolásticas, destacando os discernimentos epistemológicos, concebe-se os postulados anglo-saxónico e o germânico, apresentando como principais bastiões das escolas William Morris Davis (1899) e Albrecht Penck (1894). Reforça-se que, apesar da Geomorfologia ser estritamente vinculada enquanto vertente investigativa pós tais segmentos escolásticos, houveram trabalhos e investigações de mesma ordem precedentes reconhecidos como embriões do pensamento geomorfológico como reforça Chorley *et al.* (1964).

Acerca dos postulados escolásticos há um ordenamento pautado nas interpretações dos processos morfológicos, constituindo assim um padrão teórico como reflexo das correntes positivistas, críticas, de modelos matemáticos dentre outras. Segue-se então uma tentativa do ordenamento histórico de tais postulados tal qual apresentado por Casseti (2005) através da filogênese da teoria geomorfológica (Figura 10);

**Figura 10** – Filogênese da Teoria Geomorfológica

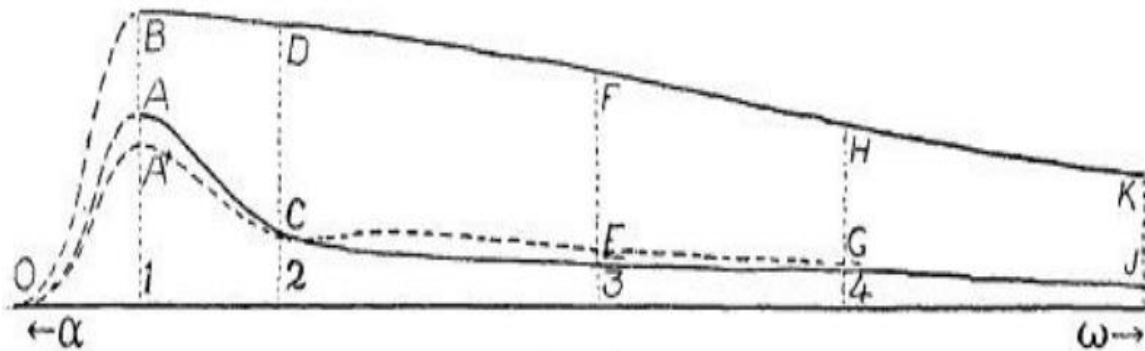


Fonte: Valter Casseti (2005)

Com o escopo de realizar um breve histórico dos postulados, pretende-se realizar uma síntese dos principais preceitos que possibilitaram a evolução do pensamento geomorfológico a modo egresso da discussão detalhada dos conceitos geomorfológicos apresentados em cada postulado, possibilitando assim uma visão geral voltada à Geomorfologia atual estruturada por tais fundamentos.

Partindo dos fundamentos escolásticos anglo-saxônicos, Davis (1889) apresenta determinados discernimentos sobre a evolução das feições geomorfológicas pautado em processos dinâmicos de intemperismo, idealizando assim o Ciclo Geográfico (The Geographical Cycle). Tal elaboração estrutura-se pela ideia de uma sequência evolutiva das feições do relevo pautado por um rápido soerguimento e um longo período de estabilidade tectônica ao qual a dinâmicas exógenas produziram a dissecação e redução da topografia, formulando assim um peneplano (Figura 11);

**Figura 11** – As linhas de Base.



Fonte: Davis (1989)

As concepções centrais pautam-se em uma dinâmica cíclica onde há uma soerguimento oriundo de fatores endógenos, seguido por uma estabilidade tectônica em função cronológica a modo que não ocorra novos soerguimentos e conseqüentemente uma ação de fatores exógenos alterando a morfologia do relevo sendo estas destacadas como juventude, maturidade e senilidade que, ao atingir o período de senilidade o ambiente esta sujeito a um novo soerguimento fechando assim um ciclo;

Um ciclo geográfico pode ser subdividido em partes de duração desigual, cada uma das quais será caracterizada pela força e variedade do relevo, e pela taxa de mudança, bem como pela quantidade de mudança que foi efetuada desde o início. O ciclo. Haverá uma breve juventude de crescentes formas de relevo, a maturidade com um relevo mais acentuado e variedade de grandeza de forma, o período de transição do relevo mais rapidamente ainda lentamente decrescente, e indefinidamente um longo período de senilidade com fracas feições, no qual mudanças adicionais são excessivamente lentas. Naturalmente, não há intervalos entre essas subdivisões ou etapas; cada um funde-se em seu sucessor, mas cada um está na rede caracterizada por características encontradas em nenhum outro momento (DAVIS, 1889 p. 486, **tradução nossa**).

Ainda que a formulação de Davis sobre o Ciclo Geográfico tenha sido bastante criticadas, principalmente pela exclusão de fatores como a dinâmica geológica e a designação do depauperamento do relevo impostos somente a climas temperados, ainda hoje utilizam-se as terminologias referente ao processo de maturação e ao estágio dinâmico da evolução da paisagem com o intuito de diagnosticar períodos de transição.

Destaca-se também a ruptura na própria escola anglo-saxã dos pensamentos davisianos sobre a evolução do relevo de modo cíclico e em paralelo há uma estagnação do pensamento fomentado pelo período da Segunda Guerra Mundial. Já no pós-guerra

há uma retomada da escola com Strahler (1954) e os métodos de análises morfométricas em bacias hidrográficas aplicando os preceitos de ordem quantitativa e matemática. De forma contemporânea King (1953) aplica uma perspectiva de estudos sobre a evolução do relevo atrelado aos precedentes davisianos e também da escola germânica.

A hipótese do processo de formação de pediplanos e a comprovação em recortes de estudo fomentou a Teoria da Pediplanação proposta por Lester King em 1953 na obra “Canons of Landscapes Evolution”. Tal critério epistemológico está diretamente atrelado a compensação isostática de vertentes (*wearing-back*) às dinâmicas erosivas. Os pediplanos seriam então morfologias decorrentes destas dinâmicas, sujeitos a deposição do material da compensação isostática e o avanço dos processos ocasiona a morfologia de relevos residuais denominados Inselbergs ou Pediplanos.(KING, 1953).

Os autores sucessores da escola anglo-saxônica abriram desdobraram cursos para uma melhor compreensão da Geomorfologia como, por exemplo, as relações probabilísticas de Shorve (1975), as difusões dinâmicas da Teoria Geral do Geossistema por Chorley(1962) e a interpretações de conceitos de bases da Teoria do Equilíbrio Ecodinâmico de Hack (1960), fundamentaram segmentos epistemológicos em uma forma unificada cujo qual investigadores modernos os aplicam em simples interpretações das feições da crosta.

Não Obstante, a escola Germânica (agregando investigadores eslavos) possui um curso similar em complexidade, mas distintos nas abordagens de estudos. Albrecht Penck e seu filho Walther Penck são vistos como principais percursos da escola Germânica em contraponto das perspectivas geomorfológicas davisianas.

Em 1894, A. Penck formula uma proposta interpretativa do desenvolvimento e evolução do relevo embasado nas funções dialéticas entre os fatores endógenos e exógenos, atribuindo os princípios evolutivos ao soerguimento crustal e a ação exógena das taxas de drenagem favorecendo as superfícies primárias (*primär rumpf*).W. Penck em 1924 pautado na dialética dos fatores de seu predecessor, complementa a dinâmica de interpretação do modelado com a correlação de uma lenta acenssão de um complexo geológico ao qual é dado como uma base geomórfica para a decorrência de fatores geográficos em toda a superfície (CHRISTOFOLETTI, 2002). Logo, o compartimento da morfologia dependeria de três coeficientes; “1. Os processos exogenéticos. 2. Os processos endogenéticos. 3.A interação de ambos os processos sendo concebidas como características morfológicas reais.” (PENCK, 1953 p.3 **tradução nossa**).

Um conceito oriundo da corrente germânica de W. Penck (1924) que se apresenta em trabalhos e pesquisas atuais são as propostas de categorização do relevo em vertentes côncavas, convexas e retilíneas em função da declividade e da ação de processos exógenos.

Destaques da escola germânica atribuem-se também a autores como Klimaszewski (1963) e Basenina (1972) com abordagens pautadas no mapeamento e nos atributos cartográficos em Geomorfologia, Budel (1948) com estudos instituídos na dinâmica climática para processos atrelados a gênese e morfologia do relevo e Troll (1932) aplicando estudos acerca das compartimentações Geoecológicas e o ordenamento ambiental.

Elencando os autores supracitados, o alemão Carl Troll (1932) possui uma grande influência sobretudo pelos estudos pautados no conceito de paisagem ecológica e no uso de fotografias aéreas para o mapeamento de complexos definidos como Unidades de Paisagem. Tal influência possibilitou um encaminhamento interpretativo mais definido para a Geomorfologia Ambiental e Climática. Diversas fontes utilizadas nesta pesquisa como Ab'Saber (1969), Tricart (1977), Sotchava (1977) dentre outros, apresentam segmentos categóricos que fazem alusão aos trabalhos e perspectivas de Troll (1932) sobre o ambiente e a Geomorfologia enquanto objeto de estudo.

Ainda no que tange a escolástica germânica, apresenta-se as prerrogativas analíticas de Kügler (1976) com o escopo dirigido às interações Geoecológicas enquanto subsídios para as interações de ordem social, elencadas como elementos sócio-reprodutores. Kügler (1976) realiza uma aproximação do meio físico com as expressões da sociedade em seu âmbito cultural e econômico, conceituando a interpretação pela terminologia Escola Paisagística (Landschaftschülle). A concepção do georrelevo sem imbuí em um resgate histórico dos pensamentos geomorfológicos clássicos da escola germânica, fazendo uso de parâmetros sistêmicos de processos endógenos e exógenos, correlacionando-os com os modos de uso dos elementos sócio-reprodutores. (Cassetti, 2005).

Com o intuito de sintetizar os pensamentos geomorfológicos, Cassetti (2005) desenvolve um quadro (Quadro 5) que detém os principais parâmetros vistos como referências epistemológicas abordadas por distintos autores das escolas anglo-saxã e germânica;

**Quadro 5 – Referências Espistemológicas por Autores**

CARACTERÍSTICAS	W.M. Davis (1899)	W. Penck (1924)	L.C.King (1955)	J.T. Haek (1960)
CARACTERÍSTICA GERAL DO SISTEMA	Rápido soerguimento com posterior estabilidade tectônica e eustática	Ascensão de massa com intensidade e duração diferentes	Longos períodos de estabilidade tectônica, separados por períodos rápidos e intermitentes de soerguimento da crosta.	Toda alternância de energia interna ou externa gera alteração no sistema através da matéria
RELAÇÃO SOERGUIMENTO/DENUDAÇÃO	Início da denudação (comandada pela incisão fluvial) após estabilidade ascensional	Intensidade de denudação associada ao comportamento da crosta	Denudação concomitante ao soerguimento	Reação do sistema com alteração do fornecimento de energia (oscilações climáticas)
ESTÁGIO FINAL OU PARCIAL DA MORFOLOGIA	Evolução morfológica de cima para baixo ( <i>wearing-down</i> )	Evolução por recuo paralelo das vertentes ( <i>wearing back</i> )	Evolução morfológica por recuo paralelo ( <i>wearing back</i> )	Todos os elementos da topografia estão mutuamente ajustados. Modificam-se na mesma proporção
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	Fases antropomórficas: juventude, maturidade e senilidade (peneplano)	Processos de declividade laterais das vertentes: convexas, retilíneas e côncavas (relação incisão/denudação por ação crustal)	Nível de pedimentação (coalescência de pedimentos: pediplano)	As formas não são estáticas e imutáveis. Íntima relação com a estrutura geológica
ESTÁGIO FINAL OU PARCIAL DA MORFOLOGIA	Peneplanização (formas residuais: <i>monadnocks</i> )	Superfície primária (lenta ascensão compensada pela denudação). Não haveria produção de elevação geral da superfície	Pediplanação (formas residuais: <i>inselbergs</i> )	Não evolui necessariamente para aplainamento (equifinalização). O equilíbrio pode ocorrer sob os mais variados "panoramas topográficos"
NOÇÃO DE NÍVEL DE BASE	Processo evolutivo comandado pelo nível de base geral	Vertente evolui em função do nível de base local	Pressupõe a generalização de níveis de base (qualquer ponto de um rio é considerado NB para os demais à montante)	Ajustamento sequencial.
VARIÁVEIS QUE COMPÕEM OS SISTEMAS	Temporal/estrutural com subordinação da processual	Processos tectônicos e tempo	Processo/forma, considerando o fator temporal, admitindo implicações isostáticas	Relação formas/processos independentes do tempo (processo morfogenético-resistência das rochas - influências diastróficas).

Fonte: Cassetti (2005)

As trajetórias de ambas as escolas do pensamento geomorfológico, apresentam-se nos estudos geomorfológicos modernos como uma matéria unificada, visto que de modo geral, diversos conceitos e categorias fazem-se presentes em abordagens teóricas

e funcionais na Geomorfologia aplicada enquanto parâmetro de interpretação do espaço geográfico.

Um dos principais dilemas enfrentados acerca desta integralização epistemológica diz respeito às dinâmicas exógenas, pois, em grande parte dos estudos as considerações morfogênicas foram discernidas para climas e ambientes extratropicais e temperados. Não obstante o cenário brasileiro passa a ser um campo bem distinto pelas interações complexas entre o clima, vegetação e a própria gênese do relevo em seu histórico de modificações geológicas.

O trabalho de ordem clássica para a Geomorfologia brasileira busca então uma categorização que exprima os condicionantes tendo em vista os agentes determinantes da modificação do relevo em âmbito nacional. Fomentado por aplicações pretéritas, em 1969 o geógrafo Aziz Nacib Ab'Sáber apresenta uma proposta de interpretação pautada em três níveis de abordagens na ordem de interação geomorfológica.

O primeiro nível diz respeito às unidades de compartimentação geomorfológica tendo em vista a compreensão do relevo na perspectiva topográfica, elencando elementos como a topografia em função dos parâmetros de estabilidade física e fragilidade do relevo em derivação dos tipos de uso do solo.

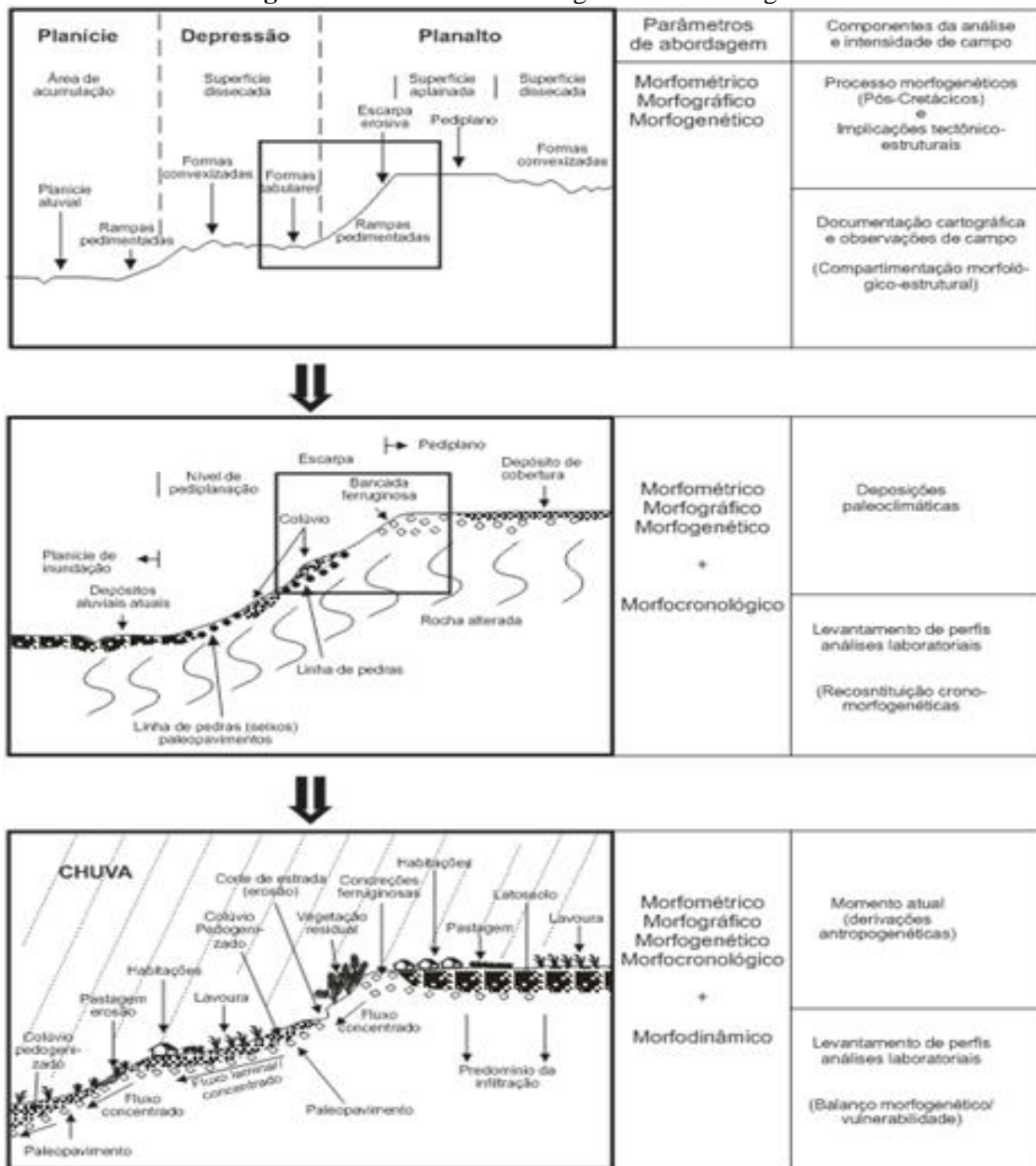
A segunda perspectiva de abordagem está atrelada à estrutura superficial, evidenciando a ocorrência de depósitos em função das variações climáticas (paleopavimentos) que, atribuídos ao contexto de evolução histórica, fornecem parâmetros sobre a fragilidade do relevo sendo estes vinculados ou não aos fatores endógenos.

O terceiro e último nível de abordagem proposto por Ab'Sáber (1969) relativiza a fisiologia da paisagem como critério analítico que abrange as transformações do tempo histórico, com uma vertente inclinada à morfogênese e suas implicações evolutivas desenvolvidas ante a dialética de fatores antrópicos e naturais, com o delineamento de ocorrências os processos erosivos de ordem natural ou catalisados pela sociedade.

Observa-se uma forte inclinação dos níveis de abordagens geomorfológica a um amálgama de componentes epistemológicos das escolas supracitadas com nítidos direcionamentos à Teoria do Equilíbrio Ecodinâmico e as interpretações Geoecológicas. A correspondência orgânica de fundamentos do pensamento geomorfológico no Brasil advém como algo basilar para as interpretações aplicadas ao ambiente nacional, por isso

vista enquanto correspondência orgânica, avaliando as complexidades morfoestruturais e morfoesculturais, bem quanto aos seus correspondentes aplicados aos trópicos. Concebe-se então um sistema organizacional (Figura 12) nestes três níveis;

**Figura 12 – Níveis de Abordagens Geomorfológicas**



Fonte: Ab'Sáber (1969) adaptado por Cassetti (2005)

Em decorrência da evolução paralela do entendimento da superfície terrestre elencando a geomorfologia enquanto Ciência representante da coletividade de métodos e concepções apresenta-se a Proposta Taxonômica desenvolvida por Ross (1992) com o

intuito de categorizar os sistemas de interpretação dos processos morfogênicos tal qual exemplificado ao afirmar que;

É importante ressaltar que tal proposição de classificação ou de taxonomia apoia-se fundamentalmente no aspecto fisionômico ou seja no formato das formas de relevo de diferentes tamanhos. Entretanto, deve-se frisar também que o aspecto fisionômico é reflexo de determinada influência de ordem genética e ao mesmo tempo indicador de uma determinada idade. Assim, a taxonomia proposta baseada na fisionomia das formas é antes de tudo uma proposta que tem por base a gênese e a idade destas. (ROSS, 1992 p.23)

Compreende-se então que no que circunda a incidência morfoestrutural, Táxons de menores classes numéricas apresentam uma maior idade, de modo crescente. A fisiografia das morfologias apresenta-se em relação às escalas de análise referidas aos táxons que em ordem decrescente apresentarão maior influência de atividades antrópicas. Para a melhor compreensão, elabora-se um quadro (Quadro x) que sintetize os componentes taxonômicos da proposta de Ross(1992 p. 18-24);

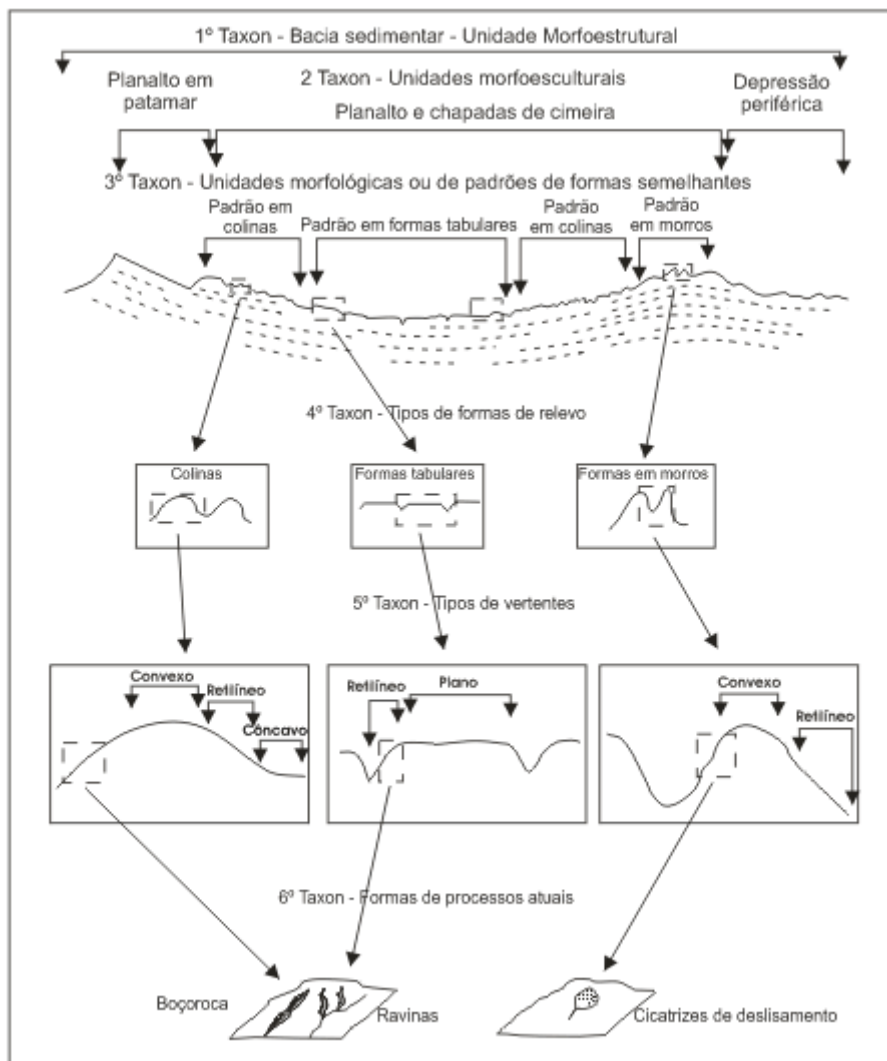
**Quadro 6 - Síntese das Classes Taxonômicas.**

<b>Nomenclatura</b>	<b>Táxon</b>	<b>Características</b>
Unidade Morfoestrutural	1º	Organização dos processos morfológicos em função dos componentes geológicos com base na Litologia e Litostratificação do ambiente. (Ex: Bacias Sedimentares, Escudos Cristalinos e Maciços derivados)
Unidade Morfoescultural	2º	Compartimentações originárias do Paleoclima atreladas às alterações da morfologia em função da variação climática no tempo geológico. (Ex: Planaltos, Depressões, Chapadas e demais morfologias)
Unidade Morfológica	3º	Acentuação dos processos morfoclimáticos singulares dirigindo a rugosidades no relevo sem desconsiderar os padrões apresentados no 1º e 2º Táxon, sendo caracterizados por distinções fisionômicas e morfológicas. (Ex: Padrão em Formas Tabulares, Serras, Padrão em colinas e derivados.)
Tipos de Formas	4º	Estão embasadas na orientação morfológica singular da composição do 3º táxon (Ex: Morro, Colina e etc)
Tipos de Vertentes	5º	Corresponde a Morfologia das Vertentes da composição singular do táxon anterior em função da declividade e variação topográfica (Ex: Vertentes côncavas, Convexas e Retilíneas)
Processos Atuais	6º	São processos vinculados aos condicionantes geomorfológicos de ordem natural ou antrópica que alteram a morfologia da vertente através de processos de deslocamento de material (Ravinas, Voçorocas e Movimentos de massa)

Fonte: ROSS (1992) adaptado

Avalia-se então a classificação do relevo através de compartimentações que traduzem singularidades em função da escala e da especificação do recorte de estudo. O aspecto visual dos Táxons detém um potencial de compreensão eficiente uma vez que os princípios das classes são previamente estabelecidos, para tal apresenta-se o esquema original (Figura 13) acerca do ordenamento e delimitações dos Táxons;

**Figura 13** – Esquema de Representação dos Complexos Taxonômicos.



Fonte: Ross (1992)

A concomitância interpretativa das análises taxonômicas traduz então a integração de vertentes epistemológicas capazes de constituir uma visão e completeza abrangendo o Equilíbrio Dinâmico, a Geomorfologia Cartográfica, Geomorfologia Climatogênica e os componentes da Geocologia. Formulando assim uma vertente

analítica orgânica que detém os preceitos endógenos e exógenos independentes do recorte de estudo, podendo assim ser aplicados em distintas porções geográficas.

Considerações acerca dos direcionamentos críticos inerentes à Geografia trilham à integração de linhas teórico-metodológicas para a evolução dos segmentos das perspectivas dinâmicas geomorfológicas. Tal complementação pode ser observada quando fomenta-se a relação de análises de sistemas integrados em seus respectivos recortes críticos (Quadro 7).

**Quadro 7** – Escalas de Análises Geomorfológicas e Sistêmicas.

<b>ROSS (1992)</b>	<b>SOTCHAVA (1978)</b>	<b>BERTRAND (1971)</b>
<b>Unidades Taxonômicas</b>	<b>Geômeros</b>	<b>Taxonomia Sistêmica</b>
1º Táxon	Classes de Geomas	Domínio
2º Táxon	Subclasses de Geomas	Domínio/ Região
3º Táxon	Grupos de Geomas	Região/ Geossistema
4º Táxon	Subgrupos de Geomas	Geossistema
5º Táxon	Geoma / Grupos Fáceis	Geofáceis
6º Táxon	Fáceis / Áreas Elementares	Geótopo

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

A ocasionalidade e presença da Teoria Geral dos Sistemas e o Geossistema em estudos geomorfológicos, apesar de não ser considerado algo inovador, vem sido cada vez mais explorada devido ao seu cunho metodológico para a compleição das transformações do ambiente e da paisagem, integrando os fatores morfoesculturantes e morfoestruturantes. Destacam-se então autores como Christofolletti (1979), Surtegaray (2000), Casseti (2005) e Guerra & Marçal (2015) na qualidade de exemplificações desta exploração de distintos fundamentos para a compreensão do objeto de estudo da Geomorfologia.

Compreende-se então que assim como o relevo, a Geomorfologia possui uma evolução no âmbito científico, agregando distintas abordagens para o entendimento da complexidade dinâmica que permeia a gênese e os processos geomorfológicos. Nesta prerrogativa, pretende-se então abordar nesta pesquisa discernimentos que circundam a “Geomorfologia Moderna”, ou no caso, a Geomorfologia Ambiental em detrimento dos elementos que a permeia, fazendo valer de certa forma, todo o caminho epistemológico

e metodológico traçado até o momento e quiçá, auxiliando futuros caminhos para o entendimento desta Ciência tão vasta e complexa.

### 5.2.1 Abordagens e Concepções

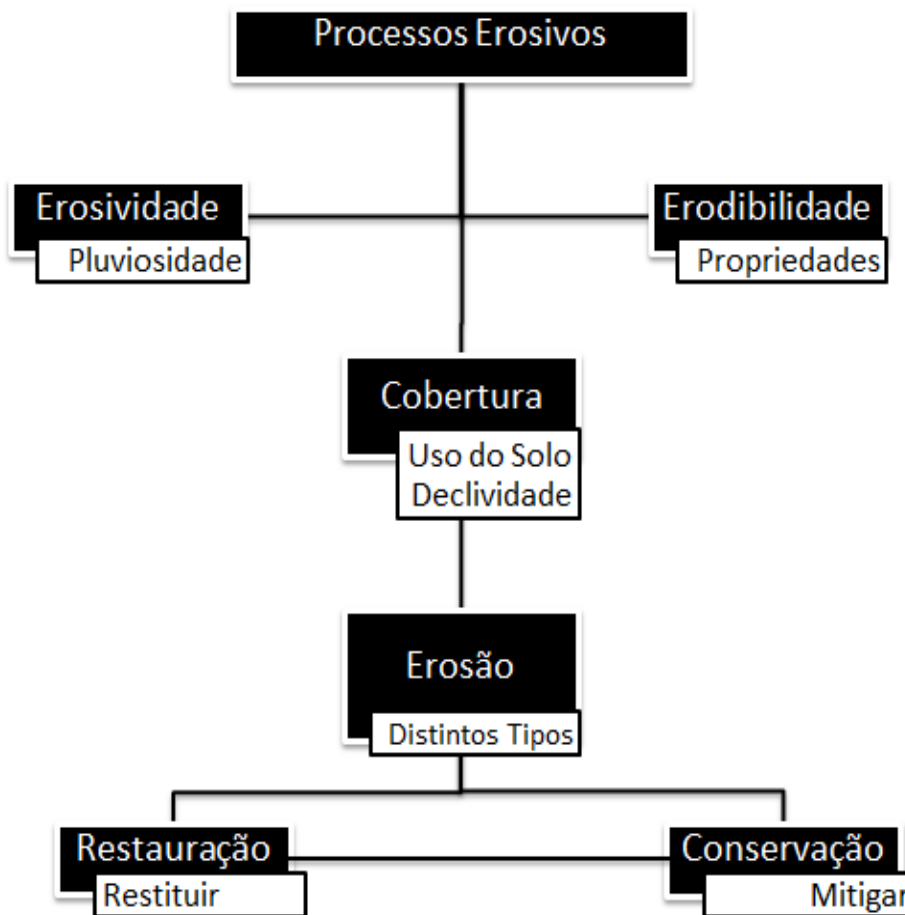
A abordagem dos condicionantes geomorfológicos detém uma interpretação complexa, sobretudo pela terminologia “condicionante” que advém como um substantivo designando aquilo que estabelece uma dinâmica para que algo se desenvolva. Ante a esta definição, deve-se delimitar qual condicionante busca-se compreender uma vez que como visto de modo dissertativo anteriormente a Geomorfologia possui diversos níveis categóricos e cada um com seu respectivo condicionante. Sendo assim, define-se nesse momento o direcionamento da análise de condicionantes voltados aos postulados de erodibilidade em fragmentos remanescentes florestais.

Há então uma necessidade em distinguir duas categorias, a erosividade e a erodibilidade. De modo a diferenciar a aplicação dos termos em suas respectivas abordagens, Wischmeier e Smith (1978) aferem que;

O significado do termo "erodibilidade" é distintamente diferente do termo "erosividade". A taxa de erosão do solo. Na erosividade, a perda de solo, esta mais influenciada pela declividade do relevo e o fluxo superficial pluviométrico do que por propriedades inerentes do solo. Contudo, alguns solos são mais prontamente suscetíveis à erosão do que outros quando todos os outros fatores são os mesmos. Essa diferença, causada por propriedades do próprio solo, é referido como a erodibilidade do solo. [...] Um solo com alto fator de erodibilidade apresenta pouca evidência real de erosão sob suaves chuvas e leves encostas, entretanto possui um forte fator de erosão quando ocorre uma saturação do solo por água expressando-se em tombamentos e deslocamentos de massa em encostas mais íngremes. (WISCHMEIER; SMITH, 1978 p. 8-9 **tradução nossa**)

Ante os dados apontamentos, concebe-se então que a há um nítido distanciamento no âmbito conceitual das terminologias, ainda que as mesmas culminem em um mesmo fenômeno, a erosão. Com o intuito de sintetizar tais formulações, reforça-se que a erosividade está atrelada a capacidade de chuva em formar erosões, enquanto a erodibilidade esta pautada no potencial dos componentes físicos do solo susceptíveis à mobilidade. Desenvolve-se então um fluxograma (Figura 14) para facilitar a expressão e divergência dos segmentos apresentados

**Figura 14** - Fluxograma de Terminologia



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Destacam-se no fluxograma dois elementos que estão atrelados aos processos decorrentes da erosão, sendo estes indicados pela restauração e pela conservação. Em âmbitos singulares ambas as práticas envolvem o discernimento das dinâmicas erosivas, destacando a Restauração como prática que visa recompor o ambiente aproximando-se de seu estágio primário, e a Conservação buscando mitigar as causas dos processos que dirigem à erosão prevenindo progressões.

A designação de ocorrência dos processos erosivos são essencialmente naturais nas prerrogativas dinâmicas da modelagem do relevo e da paisagem como decorrência. Todavia, destacam-se as inferências antrópicas como agentes condicionantes, uma vez que estas se expressam como elementos de forças incongruentes de alteração desordenada nos fluxos sistêmicos de energia no sistema.

A correlação entre os fatores antrópicos e a incidência de processos erosivos se desenvolvem de maneira contínua, visto que ambos estão atrelados à encadeamentos triviais constituídos por processos desordenados de alteração do relevo organizando complexos de ações de causa e efeito no tempo histórico destas relações, apoiando-se na perspectiva de Christofolletti (1979,p.1) “Qualquer conjunto de objetos que possa ser relacionado, no tempo e no espaço, constitui um sistema.” E nesta prerrogativa, cabe o baseamento e o postulado epistemológico das teorias sistêmicas para compreender de forma contígua os condicionantes dos processos erosivos.

As trocas de energias e matérias entre os sistemas tornam-se cada vez mais evidentes quando se propõe uma análise dos condicionantes que compõem as dinâmicas dos processos erosivos. Sendo assim para a interpretação destas dinâmicas, é necessário se embasar nos sistemas de processos-respostas, tendo este como funcionalidade a consideração dos processos através do ajustamento do sistema perante o fluxo de energia sequencial dos demais subsistemas combinados com os sistemas morfológicos.

A aplicabilidade desta teoria se institui nos fatores controladores dos processos erosivos abordados em antemão na distinção e descrição dos processos erosivos. Foi fundamentado que fatores como a cobertura vegetal, o uso e propriedades do solo, as dinâmicas pluviométricas e as relações antrópicas promulgam os processos erosivos em diferentes feições. Todos estes fatores estão correlacionados com a energia empregada e armazenada nos subsistemas, desde uma gota de chuva que armazena energia cinética à cobertura vegetal que atenua tal energia precavendo a erosão por salpicamento, como as propriedades físicas texturais do solo que dirigem ao comprometimento de sua estabilidade proporcionando ou desfavorecendo o deslocamento de material e consequentemente a erosão.

A viabilidade que o sistema processos-respostas auxilia na compreensão dos condicionantes de Erodibilidade está fundamentada na inter-relação entre os subsistemas do recorte de estudo, propondo um equilíbrio e uma nova feição morfoescultural, uma vez que:

Pode-se estabelecer um equilíbrio entre o processo e a forma, de modo que qualquer alteração no sistema em sequência será refletida por alteração na estrutura do sistema morfológico, através de reajustamento das variáveis, em vista a alcançar um novo equilíbrio estabelecendo uma nova forma. Por outro lado, as alterações ocorridas nas formas podem alterar a maneira pela qual o processo se realiza, produzindo modificações na qualidade dos inputs fornecidos ao sistema morfológico. (CHRISTOFOLLETTI, 1979, p.17)

Destacam-se as relações antrópicas como um dos subsistemas, ou condicionantes, fundamentais na compleição dos processos erosivos, frisando que “o homem não é somente um animal político, mas é antes e acima de tudo um indivíduo” (BERTALANFFY, 1975, p 80) E tais individualidades que tornam a análise dos processos erosivos tão únicos, pois dado indivíduo possui uma vivência e conseqüentemente uma interpretação singular das respostas de suas ações perante o meio, aproximando-se da prerrogativa dos postulados da Geomorfologia Ecodinâmica.

### **5.3 Condicionantes Geomorfológicos**

Mantendo a aplicabilidade do uso dos sistemas processo-resposta (Gregory, 1992) como uma fundamentação teórico-metodológica, abre-se margem para a interpretação dos fenômenos intrínsecos e extrínsecos dos condicionantes, sendo assim passível uma delimitação de um sistema de análises processuais da Geomorfologia Ambiental encarando uma dinâmica de condicionantes variáveis aplicados aos subsistemas.

Faz-se apropriado ressaltar antes da apresentação dos condicionantes que o ajuste dos sistemas, existem processos com uma baixa amplitude de variação levando assim a absorção das alterações nos fluxos de energia, assim como em fenômenos de grande amplitude há uma ultrapassagem na absorção, de modo que supere a resiliência do ambiente, produzindo alterações intensas do subsistema e conseqüentemente do próprio sistema. Christofolletti (1979, p.58) aponta que: “Cada evento fornece determinada quantidade de matéria ou energia ao sistema, o valor desta quantidade

representa a sua magnitude (intensidade ou grandeza), Entretanto, os eventos apresentam variabilidade muito grande no fornecimento.”.

Na prerrogativa dos fluxos de energia, tem-se os fatores antrópicos como um agente potencial e efetivo a todo o sistema, visto que possui poder de catalise sobre a ultrapassagem de entradas e saídas de outros sistemas e, em sua dinâmica está submetido às alterações destes sistemas no âmbito da modificação de todos os condicionantes, uma vez que:

O homem se faz presente nesse sistema geral de relações, exercendo grande pressão sobre o meio geográfico e influenciando o movimento circular de substâncias da terra. Isso pode responder por alterações dos fenômenos rítmicos (disritmias), os quais, ampliando a escala de abrangência, poderão influenciar na dinâmica zonal, e em última instância, ter implicações na manutenção do equilíbrio dinâmico e conseqüentemente na continuidade da evolução da paisagem. (CASSETI 1995, p. 32)

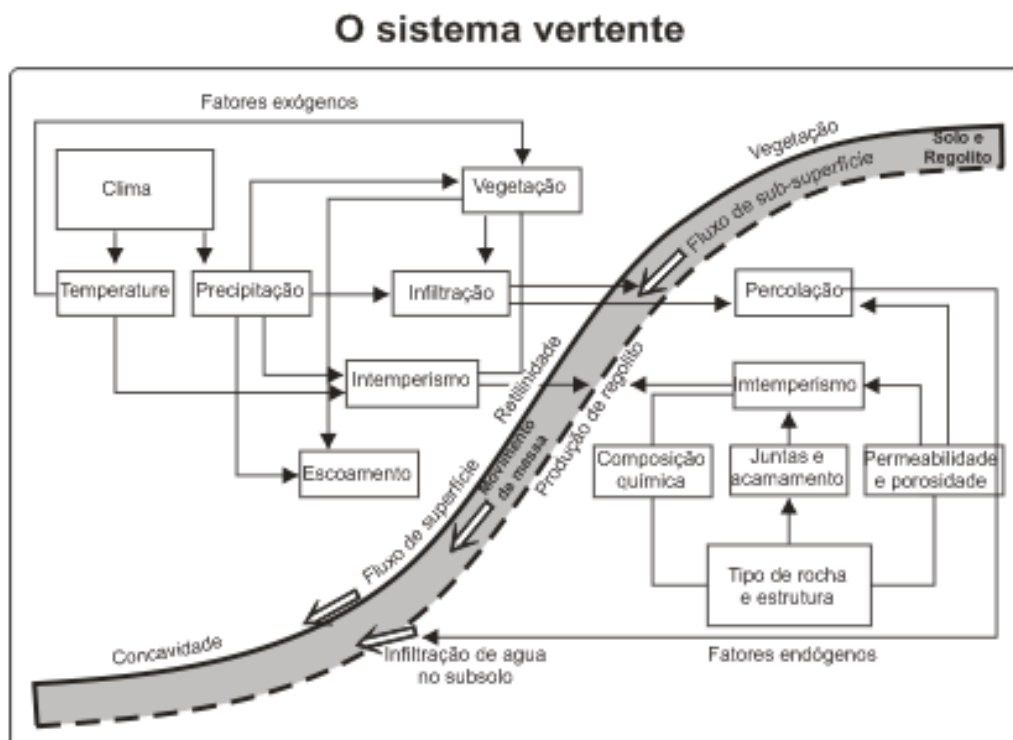
Compreendendo então que a proposta de análise dos sistemas em condicionantes é, dentre os demais métodos de análise em Geomorfologia, uma prática que auxilia a compreensão da composição dos organismos que compõe a vertente de maneira geossistêmica, elencando as discussões das atividades antrópicas e como estas se desenvolvem dentro do sistema, ampliando a pesquisa por um viés da dinâmica de causa e efeito.

Um ponto a ser frisado perante as entradas e saídas de energia no sistema, é a incongruência em relação às somas das partes, uma vez que para a compreensão dos processos é necessário o discernimento das interações e interconexões entre estes, estruturados de segundo ao viés de análise, e em grande parte dos estudos que fazem uso desta prática, conota-se a máxima de que a soma das partes não é equivalente ao todo.

A apresentação dos fatores condicionantes, abrange os fundamentos propostos por Clark e Small (1982) acerca dos componentes diagnósticos interpretativos de uma

vertente. Caseti (2005) elabora então um correspondente gráfico (Figura 15) que expõe os condicionantes de erosividade e erodibilidade do relevo;

**Figura 15 – Sistema Vertente**



Fonte: Caseti (2005)

A designação dos fatores apresentados corresponde a todos os condicionantes, visto como diagnósticos na interpretação dos processos erosivos. Elenca-se então que grande porção dos componentes vistos como fatores por Clark e Small (1982) fomenta princípios “endógenos” vinculados à erosividade em função da demanda contínua de água no fluxo de energia.

Propõem-se então um direcionamento do estudo acerca da avaliação dos condicionantes de Erodibilidade pautado na compleição dos sistemas e em trabalhos anteriores, tendo como parâmetro analítico os fatores exógenos em concomitância com a relação de saturação de água no sistema, compreendendo assim uma visão integrada dos fluxos de energia dispostas no *input* e *output* de vertentes.

Dentre os condicionantes avaliados para a proposta, destacam-se a morfologia do relevo, as propriedades texturais e os limites de plasticidade e liquidez dos solos, o tipo de uso do solo e o acumulado pluviométrico tempo-espacial. Correspondendo assim a quatro condicionantes que evidenciam os processos morfoesculturantes do relevo, e dirigindo então à descrição dos fatores que afetam de modo significativo os condicionantes de Erodibilidade.

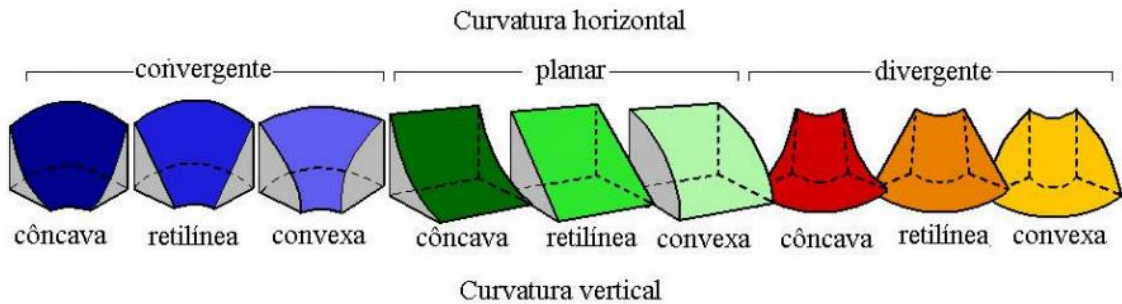
### 5.3.1 As Feições Morfológicas, Declividade e Litologia

O primeiro condicionante a ser avaliado são as morfologias do relevo. Como apresentado anteriormente, Ross (1992) propõe uma segmentação de análise Geomorfológica pautada em Táxon e, de modo correspondente à avaliação do 5º Táxon possui um papel concomitante no âmbito proposto. Há uma designação proposta para uma categorização de três tipos de morfologias de vertente; Retilíneas, Côncavas e Convexas. Cada uma destas classes possui uma característica *sui generi* que corresponde a determinadas propensões à variação dos condicionantes de Erodibilidade.

A morfologia das vertentes corresponde então ao seu parâmetro geométrico em função do topo à base tendo em vista a curvatura vertical, baseado nas formulações dos modelos geométricos propostos por Troeh (1965). Tais feições expressam-se em: Retilíneas quando não há variância da curvatura vertical, Convexas quando há uma curvatura vertical positiva ou protuberante, e por fim, Côncavas em decorrência de uma curvatura vertical negativa ou depressiva.

Proposições para uma subclasse das morfologias são aplicadas com o intuito de aproximação de um modelo geométrico que detenha uma aproximação com a realidade evidenciada acerca das morfologias de vertentes. Baseado nas propostas de Bloom (1970), Valeriano (2008) categoriza três subclasses (Figura 16) para exprimir tais modelados em função da curvatura horizontal sendo elas; Convergentes quando há uma captação central de cabeceiras de drenagem, Planar em decorrência da conformidade do plano horizontal e Divergente em alusão às vertentes distribuidoras de água.

**Figura 16** – Morfologias de Classe e Subclasse de Vertentes



Fonte: Valeriano (2008)

Aplicações acerca da formulação de índices são conflitantes uma vez que aspectos de parâmetros qualitativos detêm determinadas particularidades que dificultam a categorização específica de um valor quantitativo, ordenando assim determinadas generalizações para a elaboração da determinação de números que expressem as particularidades morfológicas apresentadas em função da erodibilidade.

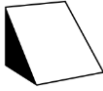


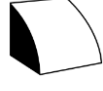





A categorização dos valores coeficientes estão pautadas em trabalhos como Sanchez *et al* (2009), Daniels (1987) e Isaak *et al* (1989) acerca da incidência de erodibilidade em função das morfologias. De modo a categorizar as nove morfologias propostas compreendem-se que as vertentes do plano vertical côncavas são as mais susceptíveis aos processos de erodibilidade, sobretudo por apresentarem maiores padrões de drenagem e material disposto a isostasia. Em contrapartida as feições retilíneas estão menos susceptíveis à Erodibilidade, facilitando os condicionantes de erosividade como a circulação hídrica, na perspectiva do escoamento superficial. Por fim destacam-se as vertentes convexas como intermediárias em relação à ocorrência de processos de erosividade e erodibilidade sendo segmentadas em compartimentações como o topo (erodibilidade) e a base (erosividade). (DANIELS, 1987).

Segmentações das curvaturas do plano horizontal são categorizadas em função da superfície de contato e de distribuição ou coleta de água. (SANCHEZ *et al*, 2009). Destacam-se então a morfologia convergente como a que detém o maior potencial de erodibilidade por induzir à uma segmentação concêntrica dos fluxos sub-superficiais de água. A subclasse de ordem planar são as que menos apresentam índices de

erodibilidade, sendo elencadas como zonas de depósitos de materiais alocados do topo e média encosta, entretanto possibilitam a ação de erosão hídrica por solapamento quando estritamente próximas a corpos hídricos. As feições divergentes elencam-se como áreas de maior amplitude de superfície de contato, porém a mesma amplitude a coloca em uma categorização intermediária frente aos parâmetros de erodibilidade por apresentarem uma amplitude na distribuição de água superficial. (ISAAC *et al*, 1989).

Relativizando as apresentações de susceptibilidade aos processos de Erodibilidade propõe-se então uma relação aos índices em modelo escalonar de acordo com o crescimento aritméticos dos valores (3-5) em função da morfologia conforme apresentado no quadro (Quadro 8);

**Quadro 8** – Designação dos Coeficientes de Erodibilidade em Morfologias

Tipologia Morfológica	Coeficiente de Erodibilidade	Morfologia Aparente
Retilíneas-Planares	3	
Retilíneas-Divergente	3,25	
Retilíneas-Convergente	3,5	
Convexas- Planares	3,75	
Convexas-Divergentes	4	
Convexas-Convergentes	4,25	
Côncavas-Planares	4,5	
Côncavas-Divergentes	4,75	
Côncavas-Convergentes	5	

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

De modo concomitante, a declividade advém como parâmetro fundamental para a designação da morfologia. A sugestão para obtenção dos índices de declividade faz alusão dos parâmetros metodológicos de obtenção da diferença de nível (DN) em topossequência utilizando como equipamentos o nível ótico e uma régua altimétrica. Apresentam-se também uma diversificação de métodos para a obtenção de declividade, porém como a análise corresponde a áreas elementares de 6º nível taxonômico, sugere-se a implicação de práticas empíricas para a determinação da declividade.

Atendo-se à critérios metodológicos propostos por Ross (1994), compreende-se as variações da determinação da declividade em função dos processos morfoesculturais de vertentes, salientando que :

Quando a análise é de maior detalhe, utiliza-se as formas de vertentes e as classes de declividade. Nestes casos deve-se utilizar os intervalos de classes já consagrados nos estudos de capacidade de Uso/Aptidão Agrícola associados com aqueles conhecidos como valores limites críticos da geotecnia, indicativos respectivamente do vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamentos/deslizamentos e inundações frequentes. (ROSS, 1994 p. 66)

Ante a afirmação e o enquadramento de recortes de estudos voltados a interpretação de condicionantes de erodibilidade em vertentes, apresentam-se as classes de declividade (quadro 9) em função hierárquica de limites críticos, aplicando uma quantificação variável de coeficientes (1-5) de acordo com a expressão de declividade (Muito Fraca – Muito forte).

**Quadro 9 – Classes e Coeficientes de Declividade**

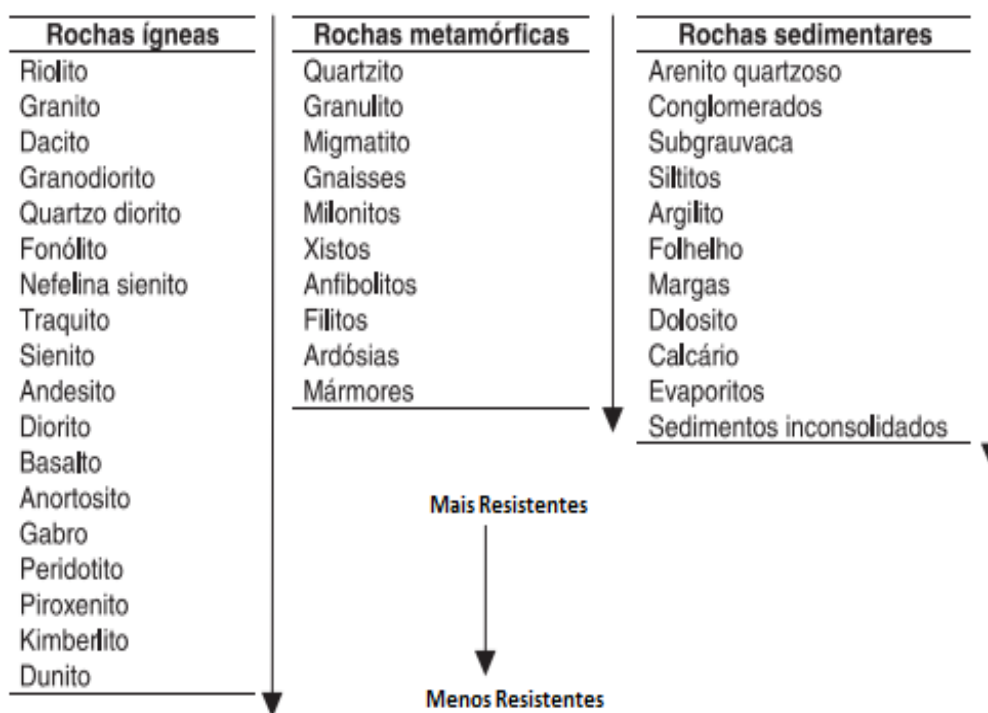
<b>Expressão de Declividade</b>	<b>% de Declividade</b>	<b>Coeficiente de Declividade</b>
Muito Fraca	< 6%	<b>1</b>
Fraca	6% – 12%	<b>2</b>
Média	12% - 20%	<b>3</b>
Forte	20% - 30%	<b>4</b>
Muito Forte	> 30%	<b>5</b>

Fonte: Ross (1994) adaptado.

Elencando tais atributos ao formato de coeficientes, espera-se que os mesmos corroborem para a formulação do grupo morfológico enquanto correspondentes representativos dos parâmetros de erodibilidade, possibilitando assim um campo categórico mais complexo, porém exprimindo uma aproximação da realidade evidenciada.

Por fim o último grupo categórico a ser abordado sobre as feições morfológicas enquanto correspondente o material de origem, ou, a litologia do recorte de estudo. Destacam-se os estudos do INPE (1999) sobre a friabilidade de rochas em relação ao intemperismo (Figura 17), elencando os três gêneros de rochas, dispostos em ordem crescente do menos friável para o mais friável.

**Figura 17** – Friabilidade de Rochas em escala Crescente



Fonte : INPE (1999)

A resistência dos materiais litológicos à denudação compreende a função que corresponde ao complexo morfodinâmico. Ross (2017) atribui as características litológicas como um parâmetro constituinte de unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial. As considerações acerca do material de origem em função do intemperismo dirigem os artifícios de intensidade de dissecação do relevo, onde quanto mais friável, maiores serão as capacidades erosivas ou de promoção de morfogênese. Elabora-se

então um quadro que detém como parâmetro as aplicações dos trabalhos referidos compondo um coeficiente escalonar crescente de friabilidade (Quadro 10).

**Quadro 10** – Apresentação dos componentes litológicos em função das Classes de Friabilidade.

<b>Rochas por Nomenclatura</b>	<b>Coefficiente de Friabilidade</b>
Quartzitos, Metaquartzitos, Riolito, Granito, Dacito, Granodiorito, Quartzito diorito.	<b>1</b>
Migmatitos, Gnaisses, Fonolitos, Sienitos, Adensito, Diorito, Basaltos, Anfibolito e Clorita Xisto.	<b>2</b>
Xistos Granatíferos, Migmatitos xistosos, Filito Metasiltito, Estraulita xisto, Micaxistos, Tremolitas e Kimberlitos.	<b>3</b>
Arenitos Quartzosos, Oroquartzitos, Subgrauvacas, Mármore, Ardósias e Metargilitos.	<b>4</b>
Calcários, Dolomitos, Evaporitos, Folhelhos, Siltitos, Argilitos, Grauvacas, Arcósios e Sedimentos Incoolidados	<b>5</b>

Fonte : Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Encerra-se a compleição acerca dos parâmetros conotados do grupo condicionantes referente à morfologia, elencando os três segmentos de análise da proposta de interpretação dos condicionantes de erodibilidade em vertentes. Cabe ainda o discernimento que será apresentado para outros três grupos de condicionantes.

### *5.3.2 Propriedades Estruturais e Limites Físicos dos Solos*

As complexidades das classes de solo estão diretamente atreladas às variáveis dos processos pedogênicos ao qual o Brasil, em seu vasto território detém uma dinâmica condizente às multiplicidades dos fatores de formação dos solos.

Acerca dos solos enquanto condicionantes, estes se apresentam em diversas pesquisas destacando as respectivas categorizações em função da classificação dos solos e sua nomenclatura terminológica. A análise dos solos elencando-os de acordo com suas texturas é vista como um bom referencial metodológico para estudos de susceptibilidade aos processos erosivos e aos movimentos de massa. Entretanto, detém certos parâmetros generalizadores no que circunda as reais propriedades físicas do solo em sua amplitude.

Um claro exemplo desta condição baseia-se no estudo de argissolos, que, por sua vez compartilham características pedogênicas comum como o ordenamento dos horizontes e as porções granulométrica destes no que circunda processos de eluviação, desenvolvimento e transporte de argila e outras frações entre os horizontes. Todavia, as classes texturais dos argissolos são amplas, abrangendo variações significativas que os elencam de texturas médias à argilosas em função da variedade e atuação de distintos processos pedogênicos.

Com o escopo de representar as características físicas dos solos, desenvolve-se então uma proposta de categorização dos correspondentes de limites de plasticidade e liquidez dos solos, bem como sua expressão em índices para uma possível correlação e designação de coeficientes de erodibilidade.

As explicações acerca desta prerrogativa fazem alusão a um trabalho estritamente empírico que envolve coleta e ensaios de laboratório pautados nos procedimentos metodológicos descritos nos segmentos específicos desta pesquisa. A principal concomitância desta proposta metodológica aborda a mudança de estado físico do solo de acordo com variações do teor de umidade, tal critério geotécnico corrobora para a interpretação da mobilidade do material pedogênico e conseqüentemente, para a compleição dos fenômenos erosivos.

A obtenção dos valores apresentados faz alusão a categorizações propostas por Caputo (1996), sendo estas derivativas de cálculos pautados na metodologia dos limites físicos de Atterberg. A proposta analítica dos condicionantes nesta pesquisa visa elencar tais referências de categorizações à coeficientes indicativos para a determinação da erodibilidade em função das particularidades dos solos amostrados. Apresenta-se então

um quadro (Quadro 11) que detém como condições os índices físicos dos solos e a consideração dos coeficientes condicionantes de erodibilidade;

**Quadro 11** – Determinação dos Coeficientes de Erodibilidade em Função dos Índices.

<b>Índice de Liquidez</b>	<b>Valores do Índice</b>	<b>Coeficiente de Erodibilidade</b>
Argilas Muito Adensadas	< 0	<b>1</b>
Argilas Pré-Adensadas	0 – 0,99	<b>2</b>
Argilas Normalmente Adensadas	1	<b>3</b>
Argilas Sensíveis	1 - 1,5	<b>4</b>
Argilas Extra-sensíveis	>1,5	<b>5</b>
<b>Índice de Plasticidade</b>	<b>Valores do Índice</b>	<b>Coeficiente de Erodibilidade</b>
Muito Pouco Plásticos	1-3	<b>1</b>
Pouco Plásticos	3-6	<b>2</b>
Medianamente Plásticos	6-9	<b>3</b>
Bem Plásticos	9-12	<b>4</b>
Altamente Plásticos	12-15 ou 15>	<b>5</b>
<b>Índice de Consistência</b>	<b>Valores do Índice</b>	<b>Coeficiente de Erodibilidade</b>
Muito Duros	>1	<b>1</b>
Rijos	0,75-1	<b>2</b>
Médios	0,50 - 075	<b>3</b>
Moles	0 – 0,50	<b>4</b>
Muito Moles	<0	<b>5</b>

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

A aplicabilidade dos coeficientes condiz com a transposição dos valores amostrados, apresentando determinantes qualitativos representados por valores acerca da erodibilidade. Vale a pena ressaltar que os parâmetros avaliados condizem à erodibilidade, e em determinadas concepções os valores refletem inversamente condicionantes de erosividade, por exemplo; amostras de solos que apresentam o índice de liquidez com o coeficiente 1 conforme o quadro 11, possuem uma baixa mobilidade das propriedades físicas do solo, todavia, fomentam o processo de escoamento superficial e conseqüentemente processos de erosividade.

Determinações dos condicionantes de erodibilidade através da representação dos condicionantes, não excluem as classificações de classes texturais e níveis categóricos dos solos, fazendo assim desta proposta um parâmetro complementar as mais considerações acerca da interpretação pedogênica dos solos em vertentes, galgando

assim um caminho metodológico para o entendimento dos condicionantes de erodibilidade.

### *5.3.3 O Uso do Solo*

O uso do solo compete então um condicionante fundamental para a interpretação dos processos erosivos, uma vez que as alterações e a própria estrutura da paisagem em reciprocidade dos complexos da geobiocenose, competem a padrões sistêmicos de processo-reposta na prerrogativa da morfoescultura e na ocorrência de erosões.

Atrelado aos elementos da Geomorfologia Ecodinâmica e os segmentos Geoecológicos, compreende-se que o uso do solo é determinado por um reflexo das ações de entradas e saídas de energias no sistema, corroborando assim para os apontamentos de Tricart (1977) que fomenta que as paisagens estão em constantes evolutivas em detrimento das alterações de ordem antrópica e natural.

Ante a esta perspectiva evolutiva da paisagem, deve-se então formular uma compleição do histórico da área estudada e dispô-la como coeficiente avaliativo uma vez que os critérios atuais da ocorrência de processos erosivos, correspondem a uma relação intrínseca do uso histórico com o uso vigente do recorte espacial. Baseado nas categorias de instrumentos de gestão do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018), propõe-se uma categorização do histórico do uso do solo (Quadro 12) na perspectiva de considerar os maiores períodos em recorte temporal dos mesmos;

**Quadro 12** – Determinação do Histórico de Uso do Solo.

Histórico de Uso do Solo	Tipo de Uso	Coefficiente de Erodibilidade
Floresta Nativa	Compreende o histórico de pouquíssimas ou nenhuma alteração na unidade florestal, comum a Unidades de Preservação, Patrimônios Ambientais e etc	1
Zona de Restauração	São ambientes aos quais foram moderadamente explorados, mas encontra-se em processo de restauração ecológica aproximando-se da condição nativa. Comum á Unidades de Conservação, Refúgios de Vida Silvestre, Florestas Nacionais e derivados.	2
Antropismo Baixo	Áreas de Reserva Extrativista e de desenvolvimento Sustentável, Parques Ecológicos com acesso Livre à População.	3
Antropismo Moderado	Zonas que contiveram estradas de terra, Leves Edificações, Pequenas zonas Agropecuárias, Módico desflorestamento e etc.	4
Antropismo Intenso	Agropecuária Intensiva e Extensiva, Estradas Pavimentadas, Aglutinação de edificações, períodos de exposição do solo, áreas de extrativismos intensos e etc	5

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Preceitos metodológicos de Guerra (2001) e Ross (1992;2017) concebem o cenário atual de uso do solo como elemento concomitante de fragilidade e susceptibilidade aos processos erosivos em função paralela da cobertura vegetal. Pautado neste parâmetro interpretativo do uso do solo moderno, desenvolve-se uma hierarquização e discriminação do enquadramento espacial das vertentes a serem analisadas, formulando o seguinte quadro de competências (Quadro 13);

**Quadro 13** – Uso do Solo em Função da Cobertura Vegetal Atual

<b>Uso do Solo/ Cobertura Vegetal</b>	<b>Tipo de Uso</b>	<b>Coefficiente de Erodibilidade</b>
Florestas Naturais	Área Florestada com variedades de espécies em diferentes estratos de desenvolvimento de predominância Nativa e de densidade Moderada a Alta.	<b>1</b>
Zonas de Recuperação	Área de Reflorestamento ou em estágio de recuperação, com cobertura vegetal de capoeiras e organismos que caracterizem uma densidade baixa a Moderada.	<b>2</b>
Pastagens	Áreas destinadas a pastagens, sujeito ao pisoteio de animais e compressão do solo.	<b>3</b>
Culturas Temporárias.	Áreas com ciclos sazonais de culturas agrícolas, marcadas pelo intenso manejo do solo. Áreas de Florestamento com finalidades econômica enquadram-se nesta categoria de uso e ocupação do solo	<b>4</b>
Urbanas	Áreas de intensa interação com o meio urbano, sujeitas a desordenamentos nos fluxos de impermeabilização e drenagem.	<b>5</b>

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

A qualificação dos condicionantes de erodibilidade em função do uso do solo na concepção do recorte histórico e da atualidade corroboram para um segmento interpretativo dos processos erosivos associados aos demais sub-sistemas que compõe a vertente, advém como uma proposta integrativa para o estudo dos fenômenos e as expressões das feições erosivas.

### 5.3.4 A Pluviosidade em Detrimento dos Condicionantes Geomorfológicos

Muitas vezes sendo aplicada como componente estrito dos condicionantes de erosividade, a pluviosidade detêm como fundamento sob a perspectiva interpretativa da Geomorfologia e aos estudos de processos erosivos em vertentes, parâmetros basilares que fomentam as relações de entrada (input) dos fluxos de energia, sendo assim vista como um condicionante comum tanto aos processos de erosividade quanto os de erodibilidade.

Acerca de dada correlação, Tatizana *et al* (1987) descreve critérios de mobilidade vinculados à pluviosidade nos segmentos de aumento do peso específico do material da vertentes, saturação dos maciços através de poropressões positivas e alteração da resistência dos materiais. Tais apontamentos corroboram para os parâmetros de erodibilidade quando associados aos condicionantes dos índices físicos apresentados como condição física do solo.

De modo a determinar parâmetros coeficientes, segue-se uma tabulação (quadro 14) pautada nos dados do INMET e MMA acerca dos índices pluviométricos referidos à ambientes de Mata Atlântica. Reforça-se neste ponto que a compleição da tabulação é dirigida ao bioma uma vez que os recortes de estudo da pesquisa se inserem em dada zona fisiográficas, outras possíveis aplicações devem então compreender os históricos pluviométricos da região amostrada podendo assim corresponder de modo significativo para o recorte de estudo amostral.

**Quadro 14** – Coeficientes de Pluviosidade Anual Acumulada em Mata Atlântica

Pluviosidade Anual Acumulada (mm/ano)	Coefficiente de Erodibilidade
< 800 mm/ano	<b>1</b>
800 – 1100 mm/ano	<b>2</b>
1100 – 1400 mm/ano	<b>3</b>
1400 – 1800 mm/ano	<b>4</b>
>1800 mm/ano	<b>5</b>

Dados: INMET (2018)

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Corroborando assim para um cenário analítico ao qual a pluviosidade detém uma significativa expressão enquanto condicionante de erodibilidade, fomentando a pressão processos de saturação do solo e da poropressão, com evidências quantitativas de mudança de estados físico determinadas pela variação dos índices físicos em função dos limites de plasticidade e liquidez. Definindo assim, os coeficientes de erodibilidade em função do precipitado acumulado dos recortes de estudo em uma decorrência amostral de um ano de pesquisa e monitoramento dos processos erosivos de erodibilidade.

#### 5.4 Determinação dos Condicionantes

Com os parâmetros derivados dos condicionantes apresentados, aplica-se então uma função aritmética que corresponde à representação associada dos elementos que compõe o recorte analítico avaliado e quantificada em função da determinação categórica dos coeficientes. A determinação das quatro classes de coeficientes, em concomitância total da valoração das nove subclasses, contribui então para a expressão quantificada correspondendo a seguinte função;

$$C. Ero. = \frac{R(m + d + l) + S(il + ic + ip) + U(h + a) + P(paa)}{9}$$

Onde:

**C.Ero.** : Condicionante de Erodibilidade  
**R**: Classe do Relevo  
**m**: Morfologia da vertente  
**d**: Declividade  
**l**: Litologia  
**S**: Classe de Parâmetros Físicos do Solo  
**il**: índice de Liquidez  
**Ic**: índice de Consistência  
**ip**: índice de Plasticidade  
**U**: Classe de Uso do Solo  
**h**: Histórico do Uso do solo  
**a**: Uso do solo e Cobertura vegetal atual  
**P**: Classe de Pluviosidade  
**paa**: Pluviosidade Anual Acumulada

Com a determinação da função matemática, observa-se que não há uma determinação de pesos para as classes e subclasses, ordenando a uma decomposição dos coeficientes aplicados em função dos números abordados, elencando assim a divisão aplicada na expressão pelo número nove.

Tal proposta apresenta que o resultado final da expressão (C.Ero.) deva ser categorizado com a finalidade de evidenciar a representação dos condicionantes de erodibilidade do recorte de estudo. A determinação dos valores do coeficiente se refere à uma média aritmética simples elencando a valoração máxima para as sete classes condicionantes.

**Quadro 15** – Classificação do Condicionante de Erodibilidade

Valor do Coeficiente	Classe Condicionante de Erodibilidade
1 - 1,57	Muito Baixa
1,58 - 2,14	Baixa
2,15 - 2,71	Média Baixa
2,72 - 3,28	Média
3,29 - 3,85	Média Alta
3,86 - 4,42	Alta
>4,43	Muito Alta

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Compreender então os fenômenos Geomorfológicos em vertentes compete então a uma série de metodologias e análises de cunho científico para que os processos erosivos em função dos condicionantes de erodibilidade possam ser estudados em sua amplitude. O procedimento interpretativo apresentado, detém como proposta um meio de depuramento de informações na escala local, capazes de abranger e correlacionar tais dinâmicas das classes e subclasses dos condicionantes, exprimindo-as através de coeficientes categóricos, hierarquizados de acordo com o seu comportamento dinâmico na paisagem.

## 5.4 Expressões Erosivas

Apresenta-se nesta abordagem determinadas expressões erosivas correlacionando-as com a dinâmica da morfogênese e distinguindo-as em função dos processos atrelados em sua complexidade de formação. Discorre-se então acerca do escoamento superficial, ravinamento, voçorocamento e movimentos como as corridas de massa, escorregamentos e rastejos.

### 5.4.1 Escoamento Superficial

O Escoamento Superficial ocorre durante um evento pluviométrico e sua dinâmica esta relacionada com o fluxo laminar da água sobre o solo, de maneira que frações constituintes do solo que apresentem alta mobilidade sejam transportadas nas camadas superficiais, levando a ocorrência de sulcos.

A ocorrência esta atrelada ao solo apresentando altos níveis de saturação de água (erodibilidade) ou uma elevada compactação (erosividade), em ambas as passagens há um desarranjo na infiltração que é excedida, criando um fluxo de percolação de água externamente sobre a morfologia do relevo, submetendo as encostas a tais processos. Segundo Horton (1945 apud GUERRA, 2001, p.170) “[...] o topo da encosta é uma zona sem fluxo, que forma uma área sem erosão; a uma distância crítica do topo, ocorre um acúmulo suficiente de água, onde o fluxo começa; um pouco mais abaixo na encosta, a profundidade do fluxo aumenta e ele se torna canalizado formando ravinas.”,

Fomenta-se que o escoamento superficial é acentuado não somente em vertentes, haja vista que recortes espaciais voltados à agropecuária apresentam altos níveis de incidência devido ao remanejo da compactação do solo e ausência de matéria orgânica que fora cambiada por insumos, dirigindo à incidência de ravinas também neste meio, como um reflexo evolutivo dos processos erosivos atrelados ao manejo inadequado do uso do solo.

### 5.4.2 Erosão em Ravinas e Voçorocas

Ao elencar as dinâmicas destes processos, deve-se primeiramente distinguir a Erosão em Voçoroca do processo de Ravinamento, Guerra (2001, p.188) contribui na definição que distingue os conceitos; “As ravinas são incisões com mais de 50

centímetros de largura e profundidade. Acima desses valores, as incisões erosivas seriam denominadas de voçorocas.”, esta definição determina um parâmetro qualitativo de distinção entre uma ravina e uma voçoroca, ressalta-se a existência de várias classificações em relação ao objeto, ainda que semelhantes quanto o processo de gênese, os processos apresentam distinções perante a escala dimensional: “A erosão por ravinas e voçorocas é causada por vários mecanismos que atuam em diferentes escalas temporais e espaciais. Todos derivam de rotas tomadas pelos fluxos e saturação de água, que podem ocorrer na superfície ou em subsuperfície” (NETTO apud OLIVEIRA, 1999 p. 60.). Ravinas estão diretamente atreladas com a velocidade do fluxo d’água e a saturação de água no solo, sendo derivativas da formação de sulcos conforme o escoamento superficial do material depreendido, não tendo necessariamente algum atrelamento com sistemas fluviais.

Pode-se explicar que o processo de erosão em voçoroca detém uma morfogênese através de consecutivos processos erosivos que acabam por aprofundar e alargar uma ravina, possuindo também propriedades que possibilitam a escavação do substrato até os níveis do lençol freático, caracterizando assim um caso peculiar tanto na gênese quanto no controle do processo erosivo, fundamentado pela erodibilidade.

As atribuições dos fenômenos são de ordem natural, correspondendo aos parâmetros da pediplanação e da isostasia ecodinâmica do ambiente, porém pode ser catalisado conforme diversas ações antrópicas, como:

O desmatamento, o uso agrícola da terra, o superpastoreio e as queimadas, quase sempre, são responsáveis diretos pelo surgimento das voçorocas, associados com o tipo de chuva e as propriedades do solo e podem ter origem variada.[...] a área ocupada por uma voçoroca, em uma determinada região, raramente ultrapassa 15% da área total. “No entanto, onde elas ocorrem, podem destruir completamente a paisagem.” (GUERRA, 2001, p.184)

E nesta prerrogativa, encara-se a compleição do fenômeno como um objeto de estudo da Geomorfologia, com ênfase em seus diagnósticos através de parâmetros de erodibilidade e erosividade, bem como práticas de restauração e mitigação dos processos erosivos com ênfase no controle quando estes afetam diretamente a dinâmica de um sistema.

### 5.4.3 Rastejo (Creep)

Os processos erosivos de ordem morfogênica de grande mobilidade de material são categorizados nos segmentos de movimentos de massa. Tais fenômenos possuem grande abrangência em diversos postulados epistemológicos e metodológicos, pelo seu caráter perceptivo e pela velocidade de alteração das vertentes na perspectiva das paisagens. Pontua-se elementos conceituais da Geomorfologia brasileira que auxiliam na classificação destes processos como se observar no quadro de classificação de processos abaixo. (Quadro 16)

**Quadro 16-** Proposta Brasileira de Classificação dos Movimentos de Massa

Freire (1965)	Guidicini e Nieble (1984)	IPT (1991)
Rastejo e corridas	Rastejo e corridas	Rastejo
Escorregamentos: Rotacionais e Translacionais	Escorregamentos: Rotacionais, Translacionais, Quedas de Blocos e Quedas de Detritos	Corridas de massa
Subsidências e Desabamentos	Subsidências: Recalques e desabamentos	Escorregamentos
	Formas de transição: Movimentos complexos	Quedas e tombamentos

Fonte: GUERRA; CUNHA .1998

Com o intuito de avaliar as peculiaridades das categorias de movimentos para compreendê-los referente à ocorrência da proposta metodológica da pesquisa, recorre-se a uma fundamentação teórico-prática estruturada na intersecção das categorias analíticas propostas por Guidicini (1976) com o sistema de classificação do IPT (1991), estabelecendo segmentos analíticos acerca da definição conceitual dos processos, tal como as formulações que corroboram o discernimento dos rastejos, afirmando que;

Rastejos são movimentos lentos e contínuos de material de encostas com limites, via de regra, indefinidos. Podem envolver grandes massas de solo, como por exemplo, os taludes de uma região inteira, sem que haja, na interessada, diferenciação entre o material em movimento e o material estacionário. A movimentação é provocada pela ação da gravidade, intervindo, porém, os efeitos devido as a variação de temperatura e umidade. (GUIDICINI. 1976, p.18-19)

O Rastejo ou Creep, está diretamente relacionado com as variações da temperatura e umidade presentes no solo, que quando atrelados com a ação da gravidade e a energia empregada por empuxo no próprio substrato, levam a uma lenta e continua movimentação, se assemelhando a um sólido amorfo.

Os processos de rastejo possuem uma perceptível concomitância em sua expressividade em vertentes, dentre os diagnósticos da presença de rastejos compreendem-se o deslocamento de postes, cercas ou alinhamentos verticais na paisagem, além da forte inferência do geotropismo dos organismos vegetais, fazendo com que árvores se inclinem e tornando os troncos recurvados no plano horizontal de uma vertente.

De modo singular, dentre as consequências do mau uso e ocupação do solo que fomentam a ocorrência do rastejo, apontando a resiliência do meio físico ao responder às influências das atividades antrópicas como, por exemplo, a concentração de águas pluviais, o uso de fossas sépticas, cortes irregulares no relevo e outras condições que alteram de forma progressiva as vertentes por trabalhos antrópicos.

#### *5.4.4 Corrida de Massa*

A ocorrência deste tipo de processo morfogênico se baseia essencialmente na associação da hidrodinâmica do relevo e do material pedogênico, fazendo com que ocorra uma saturação no fluxo d'água superficial da encosta aumentando o potencial de fluidez, levando à ruptura e deslizamento do material, devendo ser devidamente aqui colocado que este potencial de fluidez corresponde à densidade do material a ser deslocado.

Deve-se frisar então as implicações deste processo, sobretudo em regiões com grandes índices pluviométricos, caracterizando a velocidade e a passagem do fenômeno. As ocorrências de corridas de massa abrangem de modo indiscrepante o meio urbano,

rural e natural, em função aos altos índices pluviométricos sobretudo entre as estações verão-outono.

Correlaciona-se então o enquadramento destas dinâmicas geomorfológicas em função das ocorrências dos condicionantes de erodibilidade em vertentes, visto que há de ser devidamente explicitada a relação antrópica como um agente catalisador na influência deste processo, pois:

A combinação dos efeitos decorrentes de uma série de atuações antrópicas, tais como: construção de residências nas margens dos canais, desvio e bloqueio parcial dos canais naturais para arruamentos, existência de grandes quantidades de materiais inconsolidados na superfície, decorrentes das atividades de saibreiras, contribuem para que o poder de destruição de uma corrida atinja enormes proporções. (GUERRA; CUNHA 2000, p.134)

Com base no prévio levantamento das ações antrópicas, pode-se delimitar uma análise comparativa entre os apontamentos e a realidade histórica de recortes geográficos, consolidando cada vez mais a necessidade de uma pesquisa integrada no diagnóstico e na tomada de decisões acerca da ocorrência destes tipos de processos.

#### *5.4.5 Escorregamento*

Acerca das abordagens categóricas destes processos, há um direcionamento da análise tendo os escorregamentos enquanto objeto de estudo de vertentes. Cada obra acrescenta ou realiza a análise do processo exaltando diferentes elementos processuais, mas sem exceções, se referem aos Escorregamentos como um movimento rápido, de curta duração e de grande impacto na paisagem.

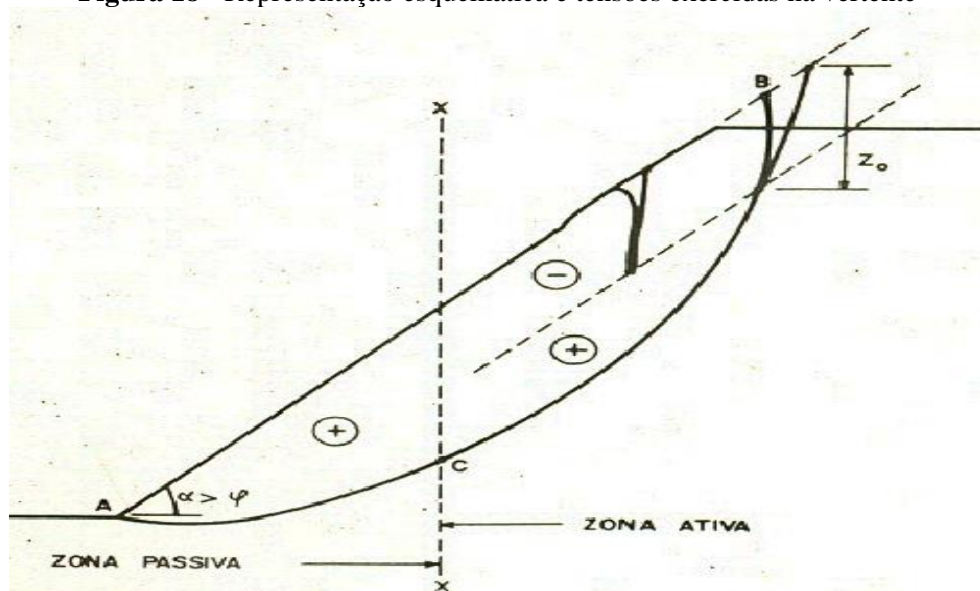
Ao longo dos últimos anos, tal processo vem apresentando uma ocorrência crescente, sobretudo em meio urbano, abrindo margem para atribuir a decorrência dos fenômenos às atividades antrópicas e às políticas públicas, que apresentam nítidas desarmonias no âmbito da determinação do uso do solo, resultando na réplica do meio físico através deste tipo de processo erosivo. No âmbito descritivo e categórico, define-se a dinâmica deste processo através de sua gênese ao relatar a dinâmica do processo em si;

Para que ocorra um escorregamento é necessário que a relação entre a resistência média ao cisalhamento do solo ou da rocha e as tensões médias de cisalhamento na superfície potencial de movimentação

tenha decrescido, de um valor inicial maior que até a unidade, no instante do escorregamento. Esse decréscimo nesta relação é, de via de regra, gradual, envolvendo uma deformação progressiva do corpo de material situado acima da superfície potencial de escorregamento e movimento em declive de todos os pontos situados na superfície daquele corpo. (GUIDICINI, 1976, p.28)

Atrelado a tal asseveração, a compreensão do esquema abaixo (Figura 18) torna-se mais compreensível, onde o sinal positivo (+) se refere a zona a ser comprimida, e o sinal negativo (-) faz alusão a zona que será submetida a deformação e possuirá um potencial de escorregamento.

**Figura 18** - Representação esquemática e tensões exercidas na vertente



Fonte: Guidicini (1976)

A quantidade de material passível de escorregamento tem como principal variável, o aumento de energia acumulada na zona ativa, levando assim a diferentes padrões de rupturas e deslizamentos. As diferenças destes padrões estão relacionadas em diversas bibliografias do gênero como Escorregamentos Rotacionais e Escorregamentos Translacionais, sendo estes extremamente bem explanados na obra de Guidicini (1976). Como síntese, o primeiro Gênero de escorregamentos se define por apresentar um plano de ruptura côncava para cima e curva, já os Translacionais apresentam uma ruptura plana que acompanha as discontinuidades do fluxo do movimento.

Tratando-se das causas que levam ao tipo de processo erosivo, é plausível uma gama de fenômenos estritamente naturais como a inclinação da vertente; o clima; as águas subsuperficiais, além da cobertura vegetal. Mas ainda assim, apresenta-se como agente catalisador as relações antrópicas de uso e ocupação da vertente, fundamentado em Guerra (2001,p.46): “A ação humana muitas vezes pode acelerar os deslizamentos, através da utilização irracional das áreas acidentadas.” Demonstrando essencialmente que também é papel do Geógrafo buscar meios de informar e sensibilizar a população, invertendo os valores de irracionalidade na relação entre o antrópico e o natural, e que a proposta de análise através dos condicionantes de erodibilidade pode auxiliar a compreensão da ocorrência dos processos em sua magnitude.



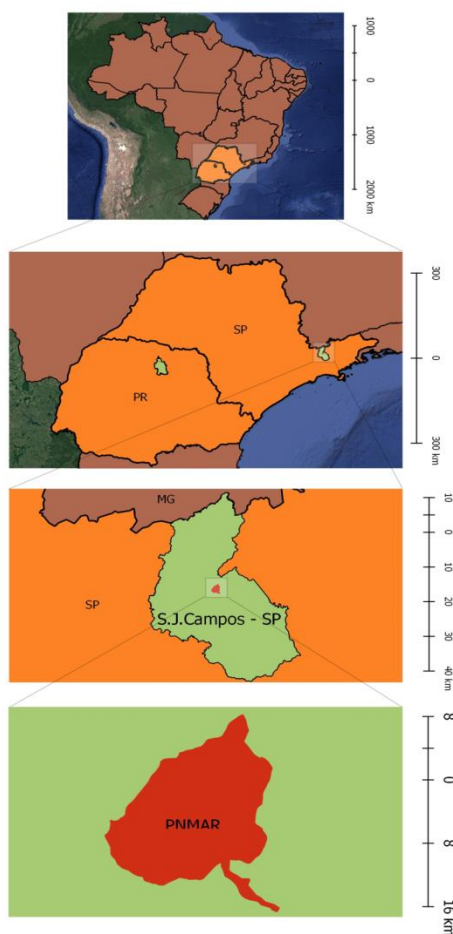
## 6. PARQUE NATURAL MUNICIPAL AUGUSTO RUSCHI

### 6.1 Introdução

Busca-se nesta etapa espacializar um dos recortes de estudo da pesquisa destacando relações fundamentais para o discernimento das características do meio físico e a historicidade com o intuito de elencar os antecedentes do Parque Natural Municipal Augusto Ruschi para o município de São José dos Campos e sua respectiva relevância enquanto fragmento florestal a ser preservado.

Para tal faz-se uma análise do plano de manejo do fragmento e de órgãos como o Ministério do Meio Ambiente, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Prefeitura Municipal de São José dos Campos, Agência Nacional de Águas dentre outras instituições que detém dados basilares para a compreensão e o registro histórico do recorte de estudo (Figura 19).

**Figura 19** – Localização Geográfica do PNMAR



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira(2020)

## **6.2 Um Breve Segmento Histórico**

Localizado ao norte do município, o atual fragmento florestal no passado era denominado como Fazenda Boa Vista com área total de 152 hectares. A designação do uso do solo da área era principalmente voltada para o plantio de café, embora o documento da planta da fazenda (FCCR) designe áreas para o cultivo de espécies como abacaxi, milho e abóbora, bem como uma área para pastagem, suinocultura e um segmento designado como floresta.

Em detrimento da relevância da Fazenda Boa Vista para o Estado, destacam-se o início dos desmembramentos da propriedade em 1902 com o anseio da prefeitura municipal de São José dos Campos em realizar a captação de água em reservatórios para o abastecimento da cidade. Como previamente a fazenda era segmentada em diversos possuintes, a prefeitura foi progressivamente adquirindo os fragmentos da propriedade, perdurando assim até 1932 (MORELLI, 2005).

Em 1911 foi finalizada a construção do reservatório de abastecimento de água no recorte, todavia, devido a alarques de contaminação da água por coliformes e o respectivo crescimento da demanda do município, o mesmo foi encerrado em meados da década de 1930, sendo assim substituído pela captação e tratamento de água do rio Paraíba do Sul.

A área permaneceu como propriedade do município até 1979 quando foi instituída a Lei Municipal nº 2163 que a designava como área de preservação, proibindo o desflorestamento e a extração de vida nativa. Também na mesma data foi determinada á área a inauguração do horto florestal que possui um banco genético de espécies nativas e produções de mudas que atua de forma funcional até os dias atuais.

A designação da área enquanto Reserva Boa Vista, se manteve até 1986 quando houve a deliberação da área pelo Decreto Municipal nº5573 para “Reserva Ecológica Augusto Ruschi”. A reserva atuou como um espaço de educação ambiental até 1990, data na qual a prefeitura municipal decidiu encerrar os programas de visitas, permitindo somente o acesso voltado para pesquisas e atividades paralelas.

No ano de 2010 a Reserva Florestal Augusto Ruschi foi enquadrada na categoria de Unidade de Conservação de Proteção Integral (UCIP) sendo assim denominado como Parque Natural Municipal Augusto Ruschi tal qual sugere a lei municipal;

O PNMAR passa a ter como principal objetivo a preservação do seu ecossistema natural permitindo somente o uso indireto, como a realização de pesquisas científicas, o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico (Lei Municipal nº 8.195/2010).

A designação das atividades abrangidas para desenvolvimento nas dependências do PNMAR permanece de forma estritamente restritiva uma vez que um dos principais segmentos de pressão na área diz respeito à caça, extração ilegal de palmito e desmatamento, conforme Morelli (2005). Sendo assim para a deliberação e autorização de atividades no fragmento florestal faz-se necessária a requisição junto à secretaria do meio ambiente do município com a finalidade de identificar as atividades e o acesso às dependências do Parque.

### 6.2.1 Meio Físico

Os seguintes conceitos aqui mencionados fazem alusão aos atributos categóricos de ordem física ou abiótica que corroboram para o estudo do geótopo enquanto constituinte da geobiocenose local. Tais elementos passam a ser considerados fundamentais como fatores basilares tanto na designação do ambiente quanto para os alicerces aos quais os desdobramentos dos resultados e o entendimento das dinâmicas geomorfológicas se basearão, sendo assim tomam-se os seguintes levantamentos acerca do meio físico.

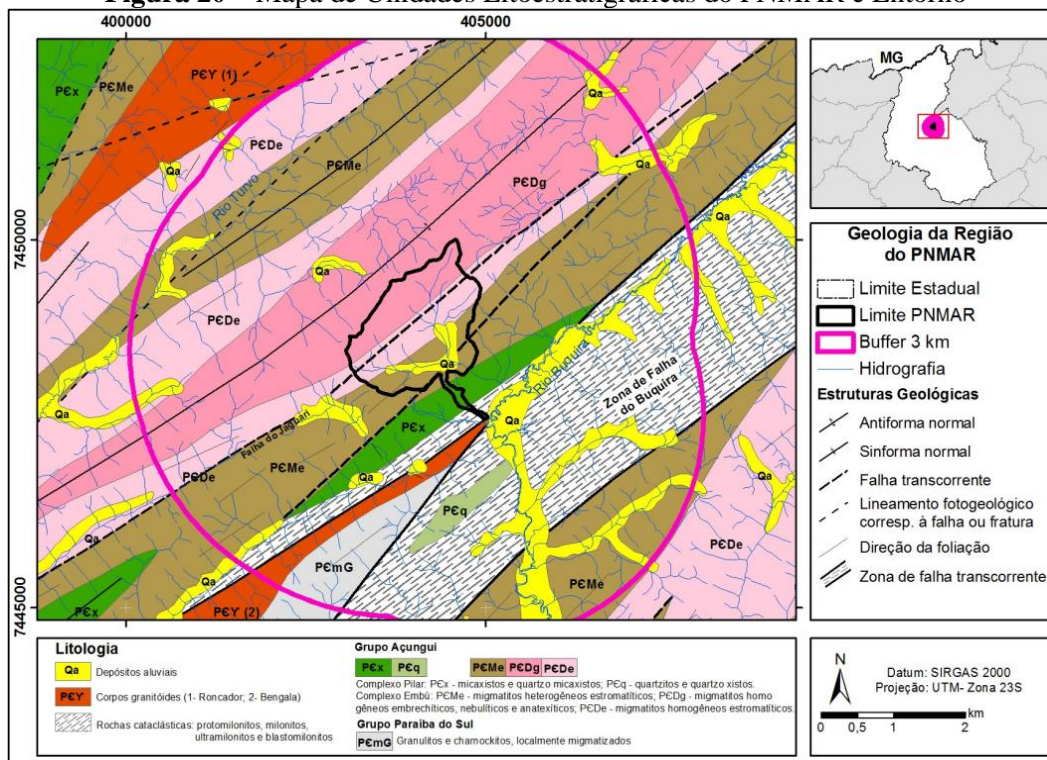
#### 6.2.1.1 Geologia

A designação da estrutura geológica ao qual insere-se o PNMAR em sua amplitude está relacionada com o Complexo do Médio Vale do Paraíba, pertencente ao complexo de macrounidade geotectônica da Faixa do Ribeira. As evoluções que deliberaram tais condições geológicas datam o terciário médio a superior, tendo como forte expressão a elevação dos *horsts* da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira e o decesso mecânico do *graben* ao qual o complexo do Médio Vale do Paraíba pertence. O acréscimo de sedimentos sobre o *graben* é contemporâneo, datando as principais atribuições intempéricas oriundas do período Neogênico. (ALMEIDA, 1969).

O fragmento florestal se encontra em uma zona de cisalhamento com o sentido NE-SW associado ao direcionamento das falhas do Buquira e do Jaguari conforme

Hasui (1975, p.52). O ordenamento do falhamento permite então uma variedade da justaposição de distintas litologias do grupo Açungui e Paraíba do Sul tal qual sugere o mapa abaixo (Figura 20);

**Figura 20 – Mapa de Unidades Litoestratigráficas do PNMAR e Entorno**



Fonte: PNMAR- Plano de Manejo Diagnóstico (2014)

Acerca da Litologia apresentada, destacam-se a descrição de seus constituintes em uma subdivisão dos grupos que permeiam a delimitação espacial do PNMAR, sendo estes atribuídos substancialmente ao grupo Açungui do complexo Embu e aos depósitos aluviais inseridos no recorte espacial.

O grupo Açungui (MPNPac) faz alusão a um grupo Litoestratigráfico que se estende de forma descontínua devido aos falhamentos e sobreposições tectônicas transcorrentes, conforme apontam Bigarela e Salamuni (1958). Sua disposição, situa-se nos segmentos à oeste da Serra do Mar, abrangendo desde Estados como o Espírito Santo até o sul do Paraná. A composição do material litológico consiste sumariamente em Micaxistos, Migmatitos, Gnaisses, Calcários, Dolomitos, Filitos e podem haver incidências de Quartzitos, Calcoxistos e Xistos calcários em sua designação (HASUI *et al*, 1984).

O Complexo Embu, pertencente ao Grupo Açungui, compõe cerca de 80% da área do PNMAR, sendo este designado como PCMe referente aos Migmatitos, PCDg aos Migmatitos Homogêneos embrechíticos e ao PCDe em alusão aos Migmatitos Homogênicos estromalíticos. De modo geral o complexo Embu e sua profusão no PNMAR se pauta na presença dos Migmatitos e suas respectivas variações taxonômicas, são rochas metamórficas oriundas de uma fusão parcial de um material granítico ou granitoide. A variação entre a nomenclatura dos Migmatitos PCDg e PCDe se baseia na mineralogia componente, respectivamente a presença de Feldspato e Anfibólio-Biotita, levando às terminologias taxonômicas.

O segundo Complexo constituinte na delimitação do PNMAR se baseia na incidência do Complexo Pilar (PCx) tendo como representantes litológicos os Micaxistos e os Quartzo Micaxistos. Os respectivos constituintes também se encontram no gênero das rochas de ordem metamórfica, sendo estas diferenciadas pela proporção de Mica e quartzo em sua mineralogia.

O terceiro componente considerado alóctone ao Grupo Açungui, são os Depósitos Aluviais (Qa) e se referem ao material de ordem sedimentar de depósitos clásticos derivado do transporte fluvial do material intemperizado oriundo das cabeceiras de drenagem do recorte de estudo.

Aponta-se que os atributos geológicos do recorte de estudo formulam-se pela predominância de complexos de origem metamórfica cuja orientação dos maciços se baseia no ordenamento estratigráfico NE-SW do Grupo Açungui. As feições litológicas auxiliam demais apreensões de elementos funcionais do meio físico como os processos dinâmicos pedogênicos e geomorfológicos, sendo assim fundamental a apresentação do eixo para com o desenvolvimento da pesquisa.

#### 6.2.1.2 Clima

No sentido das dinâmicas atmosféricas, o município de São José dos Campos - SP apresenta atributos históricos que denotam a influência climática da região, uma vez que nos séculos 18 e 19 a cidade era destino para pessoas em tratamento de tuberculose ou demais moléstias de ordem respiratória pela região apresentar um clima ameno e um ar considerado puro.

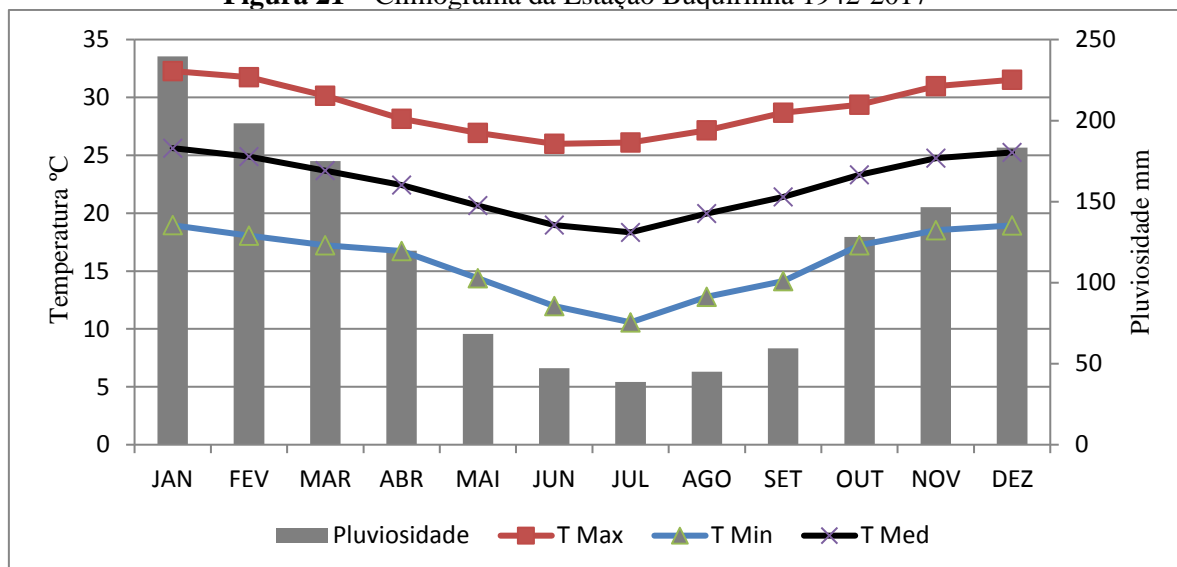
Acerca dos parâmetros climáticos funcionais, a área em que se localiza o PNMAR recebe a terminologia de “Clima Tropical de Altitude”, com a definição

baseada no sistema de classificação de Köppen-Geiger em “Cwa”, referente a climas mesotérmicos, com estações verão-inverno bem definidas e com chuvas em um verão quente.

A disposição geográfica do Vale do Paraíba advém como um atributo quali-quantitativo nos elementos meteorológicos uma vez que a disposição latitudinal proporciona uma maior incidência de radiação e conseqüentemente um incremento na evaporação, dispondo assim uma umidade relativa elevada entre 80% a 85%. Há também o favorecimento do influxo pluviométrico devido às condições topográficas, levando a uma pluviosidade de 1300 mm/ano e com temperatura média anual em torno de 22°C. (INMET, 2012).

Utilizando os dados da estação Buquirinha (02345064) localizada a 6 km da sede do parque, na latitude 23°06' e longitude 45°31' e na altitude de 594m, torna-se possível realizar uma amostragem de dados que refletem a variação da pluviosidade e das temperaturas num período amostral que parte de 1942 até 2017 com o intuito de estruturar e compreender o climograma do recorte de estudo (Figura 20) com base nas coletas de dados históricos disponíveis pela Agência Nacional de Águas (ANA) e do Centro Nacional de Monitoramento de Desastres Naturais (CEMADEN).

**Figura 21** – Climograma da Estação Buquirinha 1942-2017



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Reforça-se então o discernimento da categorização do clima do PNMAR como clima tropical de altitude uma vez que pela interpretação do climograma na faixa

cronológica apresentada os dados relativos à temperatura e pluviosidade compreendem tal categorização. Sobre o albedo, infere-se pelos estudos da empresa GEOCONSULT (2008) supracitados no Plano de Manejo do PNMAR (2014) que a variação do albedo em relação ao município é de 20% nas áreas florestadas e de 13% nas áreas de pastagens, o que influencia diretamente na evapotranspiração potencial e no armazenamento de água no solo.

Entende-se então que a designação do clima, atrelado aos fatores geográficos e do meio físico advém como um atributo basilar para o desenvolvimento da geobiocenose local e detém parâmetros que norteiam a dinâmica do meio físico como a intensificação do intemperismo e a potencialização processos erosivos atrelados a pluviosidade, pedologia e geomorfologia. Compreendendo assim o clima enquanto fator complementar para o entendimento das demais dinâmicas.

#### 6.2.1.3 Geomorfologia

A Geomorfologia do PNMAR se estrutura pela compartimentação referente ao Planalto Atlântico nas segmentações do Médio Vale do Paraíba e Serra da Mantiqueira Ocidental conforme IPT (1981). A região é também designada como domínio dos “Mares de Morro” tal qual explicita Ab’Sáber (2003) ao afirmar que esta região é uma;

Extensão espacial de segunda ordem, com aproximadamente 650 mil quilômetros quadrados de área, ao longo do Brasil Tropical Atlântico. Distribuição geográfica marcadamente azonal. Área de mamelonização extensiva, afetando todos os níveis da topografia (de 10-20m a 1100-1300m de altitude no Brasil de Sudeste), mascarando superfícies aplainadas de cimeira ou intermontanas, patamares de pedimentação e eventuais terraços. Região do protótipo das áreas de vertentes policonvexas (Libault, 1971). Grau mais aperfeiçoado dos processos de mamelonização, conhecidos ao longo do cinturão das terras intertropicais do mundo. Presença de mais forte decomposição de rochas cristalinas e de processo de convexização em níveis intermontanos, fato que faz suspeitar uma alternância entre pedimentação e a mamelonização nesses compartimentos. (AB’SÁBER, 2003, p.16)

Assim definem-se os principais condicionantes fisiográficos acerca dos parâmetros morfológicos gerais da compartimentação eletiva do recorte de estudo. Ressalta-se também alguns fatores mencionados em capítulos precedentes acerca das circulações do Pleistoceno que proporcionaram determinadas pediplanações e os

processos de convexização das escarpas do Vale do Paraíba. Em função dos critérios morfoestruturantes há uma relação direta entre os *grabens* e os *horsts* do Vale do Paraíba em função dos movimentos epirogênicos ocorridos entre o Pré-Cretáceo e o Terciário Médio, dirigindo a morfologia das escarpas das serras do Mar e da Mantiqueira (*horsts*) e reativando falhamentos que ocasionaram a subsidência e a criação das bacias sedimentares (*grabens*) sustentando os aportes de drenagem fluvial como o Rio Paraíba do Sul (Ross e Moroz, 1997).

Integrado a tais elementos morfoestruturais e morfoesculturais, o PNMAR apresenta compartimentações definidas como Serras Alongadas em cerca de 90% da área, Morros Paralelos entorno de 10% e a apresentação de esparsos compartimentos de Planícies Aluviais que subsidiam o decorrer dos corpos hídricos do recorte. No Plano de Manejo do PNMAR é disposto o seguinte quadro (Quadro 17) com as estruturações das Unidades morfológicas em função da Litologia e Pedologias encontradas;

**Quadro 17 – Unidades Morfológicas e Litologia**

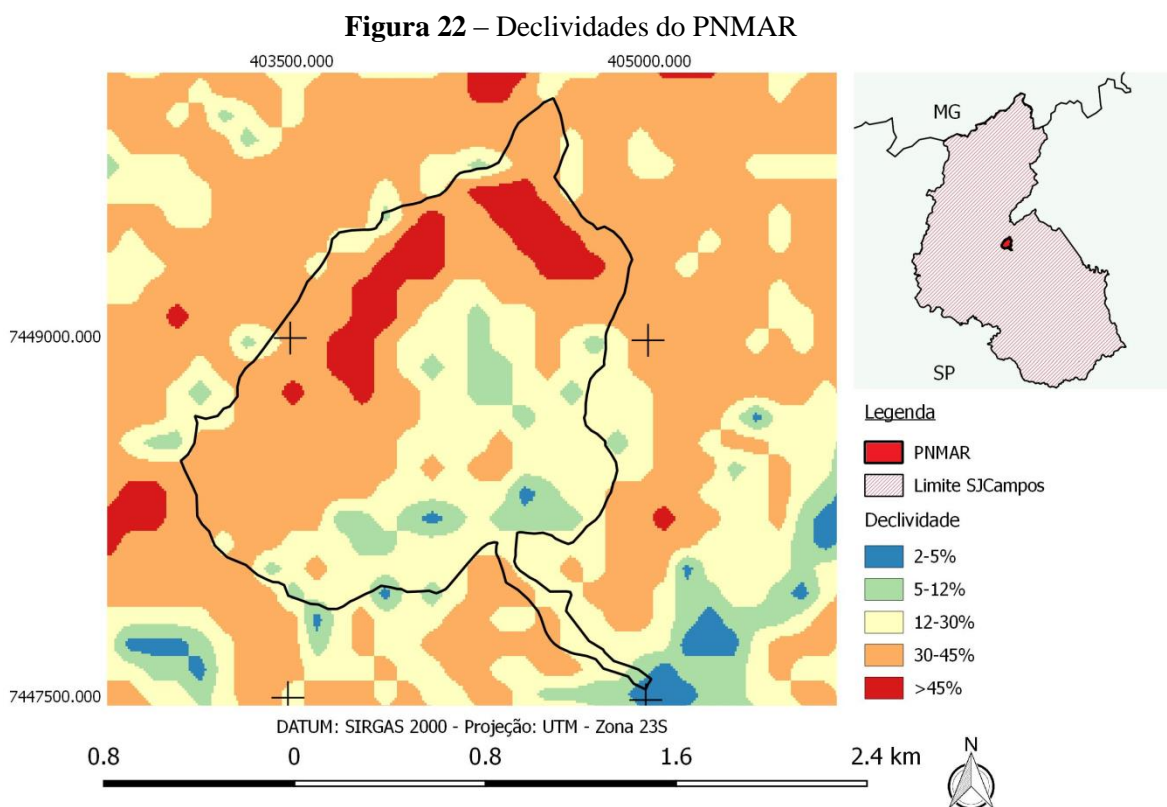
UNIDADES MORFOLÓGICAS	LITOLOGIA/SOLOS
<p><b>Serras Alongadas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Declividades de acima de 15% e amplitudes maiores que 250 m.</li> <li>- Cristas alinhadas segundo a direção NE-SW.</li> <li>- Formas com topos angulosos; vertentes com perfil retilíneo.</li> <li>- Drenagem de alta densidade em padrão pinulado.</li> <li>- Vales fechados e planícies aluviais muito restritas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Migmatitos diversos, rochas graníticas e metassedimentos (xistos e quartzitos)</li> </ul>
<p><b>Morros Paralelos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Declividades entre 15 e 45% e amplitudes entre 100 e 200m.</li> <li>- Cristas alinhadas segundo a direção NE-SW.</li> <li>- Formas com topos arredondados; vertentes com perfil retilíneo a convexo.</li> <li>- Drenagem de alta densidade em padrão treliça a sub-dendrítico.</li> <li>- Vales abertos a fechados e planícies aluviais restritas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Latossolos e Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos</li> <li>- Ocorrência de solos rasos e afloramentos rochosos</li> </ul>
<p><b>Planícies Aluviais*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas descontínuas e de pequena dimensão espacial, caracterizadas por relevo plano posicionado nas margens de cursos d'água e em diferentes níveis altimétricos.</li> <li>- Área sujeita a inundação periódica, sendo comum a ocorrência lençol freático elevado e inundações torrenciais.</li> <li>- Gerada por sedimentação aluvial holocênica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sedimentos arenosos e argilosos inconsolidados.</li> <li>- Solos do tipo Gleissolo e Neossolo Flúvico</li> </ul>

\* Unidades não cartografadas pelo mapa geomorfológico do IPT (1981) e apresentadas por esse estudo no mapa de unidades de terreno.

Fonte: Plano de Manejo Diagnóstico (2014)

Um dos condicionantes Geomorfológicos de representatividade para a compreensão das feições apresentadas diz respeito aos parâmetros de declividade

apresentados na delimitação do PNMAR. Em sua totalidade, cerca de 87% do fragmento florestal possui declividade superior a 20% tal qual indica o mapeamento abaixo (Figura 22), o que leva a uma forte espacialização de processos erosivos e de movimentos de massa nas dependências do fragmento florestal estudado.



A ocorrência destes processos geomorfológicos esta atrelada substancialmente a declividades médio-alta (20% a 45%) uma vez que locais com declives superiores a 45% comumente não possuem um manto de intemperização profundo o suficiente para que ocorram tais processos (GUERRA,2015).

Os derivativos dos processos erosivos como os ravinamento, voçorocas e movimentos de massa diagnosticados no PNMAR, vão ao curso dos segmentos apresentados acerca da convexização do relevo, proporcionando assim um encadeamento natural da morfologia em direção à senilidade tal qual Davis (1989) sugere.

Todavia faz-se necessário ressaltar a inferência antrópica no ambiente que por muitas vezes, conduz a uma acentuação deste fluxo de ordem natural rompendo os

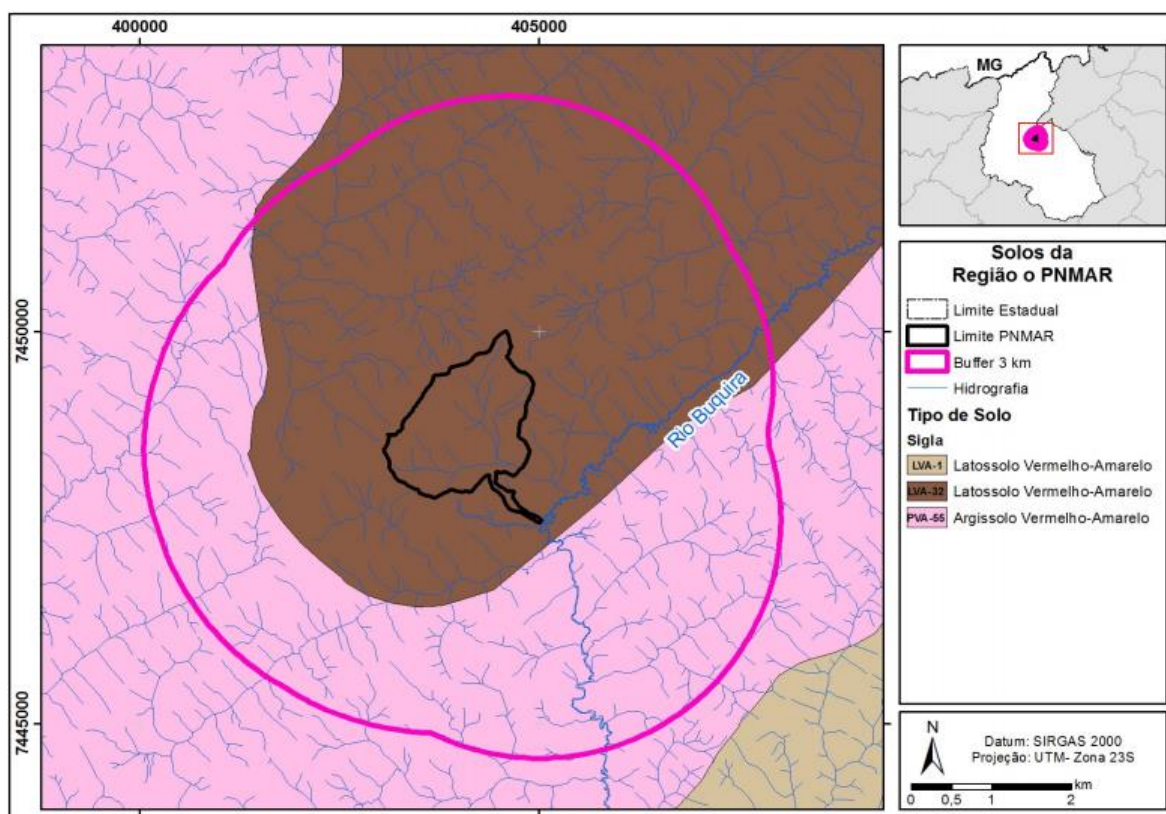
limites do processo orgânico das morfoescultura, que, pelo fato do histórico de perturbações do PNMAR e determinadas condições atuais, esta acentuação se mantém.

Elenca-se então que os parâmetros Geomorfológicos diagnosticados e referidos em materiais bibliográficos conduzem a uma interpretação das dinâmicas erosivas, no que tange o recorte espacial do PNMAR, visto como componente *core* da pesquisa na perspectiva de diagnósticos, monitoramento e controle dos condicionantes avaliados no recorte de estudo da tese.

#### 6.2.1.4 Pedologia

No segmento pedológico do PNMAR destacam-se em mapeamento realizado por Oliveira *et al.* (1999) no “Mapa Pedológico do Estado de São Paulo”, a presença de duas classes de solos, respectivas aos Latossolos Vermelho-Amarelo (LV-32) que compreendem o recorte em sua totalidade, e ao Argissolos Vermelho-Amarelo(PVA-55) que permeiam os limites do fragmento analisado tal qual sugere o mapeamento abaixo (Figura - 23)

**Figura 23** – Carta Pedológica do PNMAR



Fonte: OLIVEIRA et al. (1999) Adaptado

Os Latossolos Vermelho-Amarelo do mapeamento são classificados como distróficos pela baixa soma das bases, o que exclui também o caráter álico deste solo em questão. A formação pedogenética está diretamente atrelada ao intemperismo das rochas do Complexo Embu, principalmente aos Migmatitos e suas respectivas variações taxonômicas. Acerca da definição desta classe de solo apresentam-se os seguintes apontamentos:

Latossolos são muito intemperizados, com pequena diferenciação de horizontes, na sua maior parte, sem macroagregados nítidos no horizonte B. Segundo o SiBCS, eles são definidos pelo horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer horizonte diagnóstico superficial e desenvolvem-se em marcantes e prolongadas condições de ambientes tropicais quentes e úmidos[...]A estrutura é composta de agregados granulares, por vezes denominados “pseudoareias” ou “pó de café” porque os grãos são muito pequenos (1 a 3mm de diâmetro), soltos e bem definidos. Esses agregados estão arranjados de modo que deixam entre si um grande espaço poroso, o que proporciona uma alta permeabilidade, mesmo quando são muito argilosos. (LEPSCH,2002 p. 96)

Diante da prévia descrição dos Latossolos, a releitura do Plano de Manejo do PNMAR e o desenvolvimento dos trabalhos de campo, constatou-se uma generalização nos mapeamento de Oliveira et. al (1999) uma vez que a apresentação de determinado solo na delimitação do recorte de estudo se restringe à porção leste do Parque, onde as declividades são mais brandas (entre 3% a 15%), fato este que corrobora a incidência comum de Latossolos em feições de relevo com declividade mais suavizadas (até 20%).

Os Argissolos Vermelho-Amarelo que se encontram no mapeamento ao entorno da área do PNMAR também estão listados na ordem dos distróficos por partilharem a mesma incidência dos materiais de origem do Complexo Embu e Pilar e possuem uma variação textural de argilosa à média. Atributos que auxiliam a determinação desta classe de solos são reforçados com as seguintes tipologias:

Argissolos normalmente são também bastante intemperizados, mas, ao contrário dos Latossolos, apresentam marcante diferenciação de horizontes, com um B de acúmulo de argila. Segundo o SiBCS, eles são definidos por um horizonte B textural imediatamente abaixo de um horizonte A ou E. [...]O relevo também é muito variável, montanhoso a suave ondulado. Quando associados aos Latossolos, costumam se situar em relevo mais declivoso. Se situados em áreas montanhosas, com fortes declives, nessas condições, estão muito sujeitos à erosão. Esta suscetibilidade à erosão é maior quando o horizonte A é arenoso,

com o aumento abrupto de argila em profundidade. (LEPSCH,2002 p.101-102).

Em função da generalização acometida no mapeamento dos Latossolos, a contrapartida advém da predominância dos Argissolos em diversos recortes do fragmento florestal. A citação supramencionada reforça ainda o critério de apontamentos, mesmo em relevos mais acidentados com declividade variável de 30% a 40%. A concomitância dos Argissolos em relevo acidentado com os processos erosivos advém como uma evidência a distintos setores do PNMAR que apresentam processos erosivos que variam desde sulcos a ravinas e voçorocas.

Há uma determinada variedade de solos que não permeiam os mapeamentos, tal qual ressalta o Plano de Manejo. Em setores onde o relevo é extremamente acidentado com declividades superiores a 45%, há a predominância de Cambissolos Haplicos bem rasos, bem como nas áreas de próximos aos cursos d'água, apresentam-se Gleissolos com acúmulo de matéria orgânica.

Compreende-se então que a apresentação dos fatores pedológicos gerais do fragmento são derivativos dos tópicos anteriores, mas, fundamentais para o entendimento dos processos erosivos em sua dinâmica. Reforça-se também a importância dos trabalhos empíricos uma vez que os mapeamentos realizados por generalização não exprimem a realidade das dinâmicas diagnósticas, no caso desta pesquisa através dos trabalhos de campo e da leitura minuciosa do Plano de Manejo como um todo.

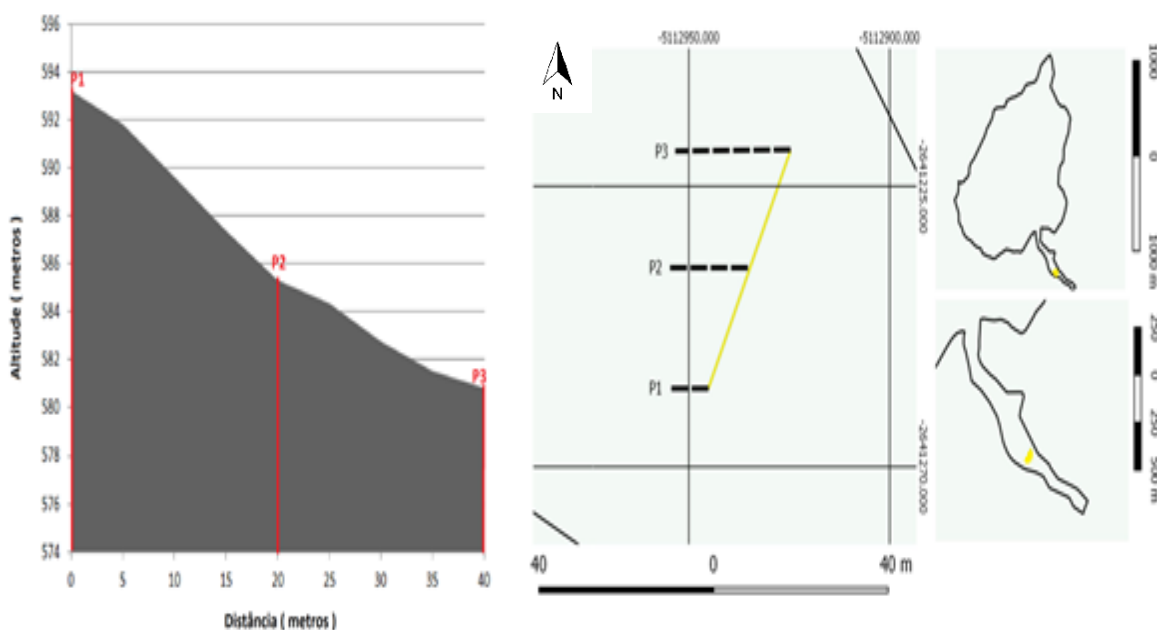
### *6.2.2 O Recorte de Estudo Joseense*

A designação da área a qual os procedimentos aplicados pela pesquisa foi determinada pelo contato com a secretaria de meio ambiente do município em paralelo com a leitura do Plano de Manejo designando fragmentos do parque que se encontram em estados de fragilidade no que tange os parâmetros Geomorfológicos e Biogeográficos.

O fator que deliberou a escolha do recorte de estudo foi a determinação de uma área nas dependências do PNMAR na qual há uma voçoroca que se desenvolveu por meio de um processo de ravinamento intenso, agravado pelo escoamento desordenado de água fluvial oriundo da estrada de acesso que recorta o parque.

Em alusão aos parâmetros metodológicos, designa-se uma topossequência de 40 metros em paralelo ao processo geomorfológico de voçorocamento para avaliação, bem como o emprego de um nível ótico com o intuito de elaborar um perfil topográfico do recorte (Figura 24). Destacam-se também três pontos para a análise dos condicionantes superficiais referentes às coordenadas; P1: S 26°41.257' W 51°12.945', P2: S 26°41.236' W 51°12.934' e P3: S 26°41.219' W 51°12.924'.

**Figura 24** – Topossequência e Perfil Topográfico do Recorte de Estudo



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Há uma diferença de 12,37 metros entre a designação dos pontos P1 a P3, avaliando parâmetros como a distância entre os pontos da topossequência (40m) e as diferenças altimétricas entre os pontos de amostragem, obtém-se uma declividade de 30,925%, ao qual é atribuída a categoria de declividade média-forte conforme Ross (1994).

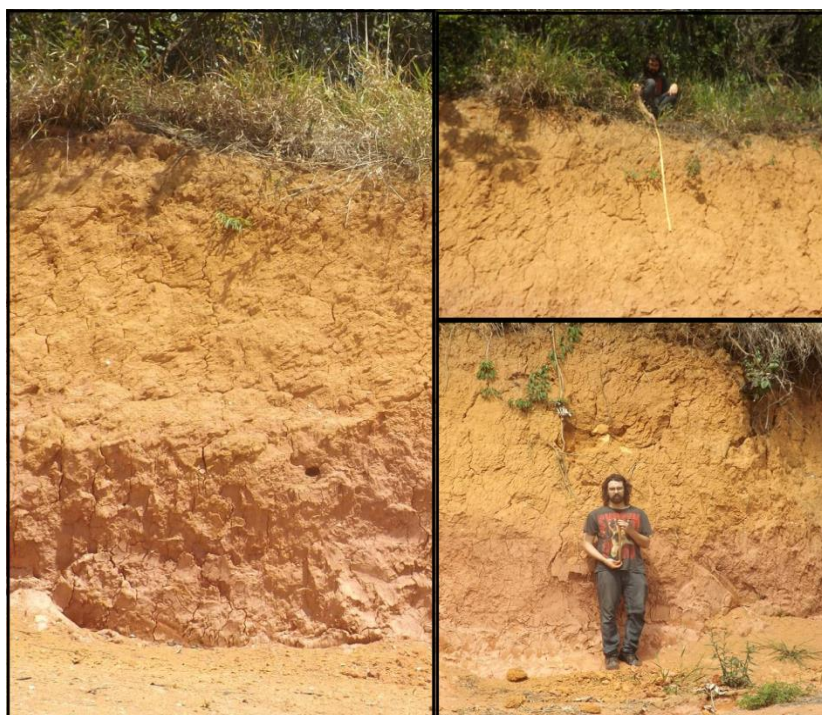
Os atributos Geológicos gerais do PNMAR em alusão ao complexo do Médio Vale do Paraíba atrelam-se a litologia do recorte de estudo em uma composição decorrente de depósitos aluviais, rochas cataclásticas e elementos do grupo Açungui, com expressões do Complexo Pilar e Complexo Embú. No segmento aplicado onde fora realizado o levantamento dos dados a principal composição se atém aos Micaxistos do complexo pilar deliberando-os como:

As rochas do Complexo Pilar ocorrem estratigraficamente acima do Complexo Embu, e sua gênese e metamorfismo estão também associados ao Ciclo Brasileiro. Na área de interesse, esta unidade apresenta contatos tectônicos por falhamentos com as rochas do Complexo Embu.[...] O Complexo Pilar é constituído por litotipos essencialmente metassedimentares, predominando muscovita Micaxistos, Quartzo Micaxistos e quartzitos. Da mesma forma que os migmatitos do Complexo Embu, as rochas do Complexo Pilar ocorrem como corpos alongados de direção NE-SW (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2014 p.193)

Estruturando-se pela classe litológica PCx, o Complexo Pilar fomenta uma pedogênese à partir dos fatores oriundos do clima tropical (Cwa), a declividade e a dinâmica das florestas semidecíduais de Mata Atlântica. Atribuindo uma gênese propícia aos Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) por possuir um amálgama dos óxidos de ferro de Hematita e Goethita atrelados ao material de origem e ao processo pedogenético.

Aplicando os fundamentos descritivos iniciais e a classificação do solo no recorte de estudo da pesquisa, faz-se uso de um perfil exposto à margem da estrada de acesso ao parque e a 4 metros de distância ao início da topossequência, sendo assim aplicado como um perfil diagnóstico com ênfase na descrição do Argissolo.

**Figura 25** – Perfil Descritivo de Argissolo vermelho-Amarelo (PVA)

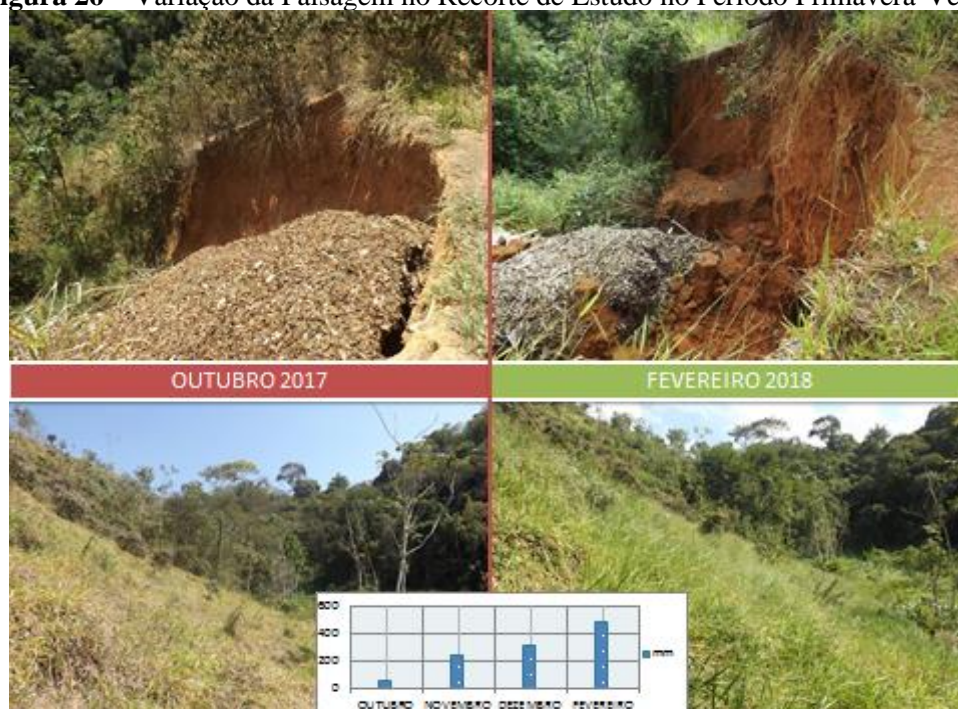


Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

As estruturas dos solos amostrados se apresentam em blocos, o gradiente textural por ensaios manuais atinge uma relação média à argilosa com teores de argilas concentrados no horizonte B. O solo encontra-se em estado de maturação avançado uma vez que os horizontes apresentam dimensões maiores que 30 cm. A classificação do perfil diagnóstico utilizando a carta de cores de Munsell atribuí-se às variáveis de acordo com a profundidade 0-20 cm (7.5YR 5/6) 20-145cm (7.5YR 6/8) e de 145-287cm (5YR 7/8).

Em decorrência da acidez oriunda dos Argissolos derivados de Micaxistos, há um processo de seleção dos organismos vegetais, e um nítido predomínio de *brachiarias* alóctones semeadas tomando a sucessão ecológica das espécies forrageiras. Outro segmento de destaque para os estudos da pesquisa diz respeito às condições de erodibilidade ao quais estes solos se enquadram. O escopo da pesquisa pauta-se em na dinâmica erosiva e não obstante, o monitoramento do voçoracamento no segmento do PNMAR apresentam os parâmetros representativos de erodibilidade dos Argissolos. Apresenta-se também uma estimativa do potencial pluviométrico acumulado entre as visitas ao recorte em Outubro, Novembro, Dezembro e Fevereiro totalizando 1126,1 mm entre as estações de Primavera e Verão no período amostral (Figura 26).

**Figura 26** – Variação da Paisagem no Recorte de Estudo no Período Primavera-Verão



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

As principais alterações da Paisagem estruturam-se pelo maior correspondente hídrico pluviométrico, onde em Outubro 2017 após um período de um inverno seco tanto o solo como organismos vegetais apresentam uma nítida aparência ressequida, que, em Fevereiro 2018 foi alterada devido as fortes chuvas da estação, ocasionando assim uma paisagem mais característica das florestas semidecíduais, todavia, fomentando o processo de voçorocamento como se apresenta na figura anterior.

Compreende-se então que o recorte de estudo detém atributos do meio físico estritamente correlato com os descritos sobre o PNMAR em sua totalidade, todavia, elementos como os padrões de erodibilidade e componentes da geobiocenose, fazem alusão a este recorte de estudo que se insere em uma área de ZR (Zona de Recuperação) sendo assim um reflexo do geótopo local. A descrição dos elementos é fundamental para a compreensão da dinâmica do recorte, possibilitando assim meios e técnicas para promover a restauração da área no âmbito geomorfológico, controlando a voçoroca, e no âmbito ecológico, promovendo a restauração da área por meio de técnicas oriundas da ecologia da restauração.

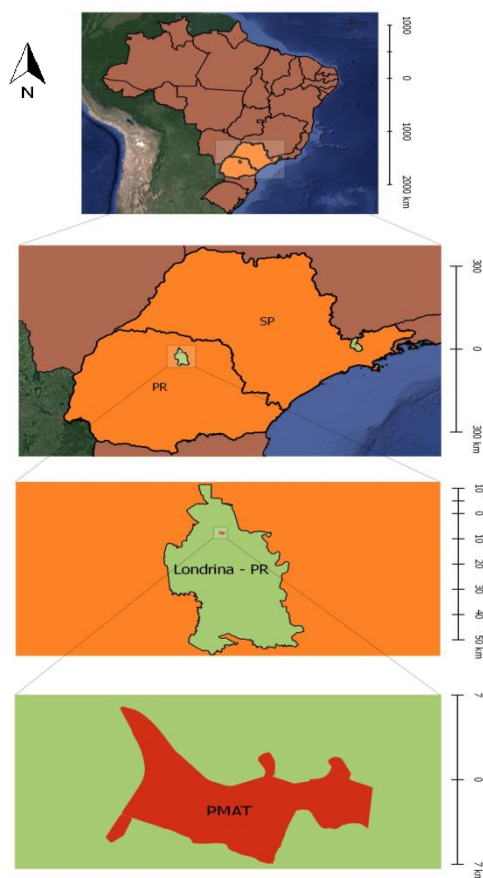
## 7. PARQUE MUNICIPAL ARTHUR THOMAS

### 7.1 Introdução

Apresentam-se neste segmento, análises acerca dos parâmetros físicos e históricos referentes ao Parque Municipal Arthur Thomas em Londrina – PR (Figura 27). Elencando os parâmetros do meio físico em função da compreensão do recorte do tempo histórico do fragmento florestal, evidenciando assim critérios basilares para a compreensão sistêmica dos elementos que compõem o recorte de estudo.

Por meio de uma revisão documental do Plano de Manejo do fragmento florestal, arquivos da Prefeitura Municipal de Londrina em paralelo à órgãos como Sistema de Informações Geográfica de Londrina (SIGLON), Ministério do Meio Ambiente e entidades que contemplem os parâmetros de descrição física do município, pretende-se então efetivar os critérios de descrição do meio por meio da exposição destes elementos.

**Figura 27** – Localização Geográfica do PMAT



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

## 7.2 Um Breve Segmento Histórico do PMAT

O Município de Londrina, apesar de sua representatividade para o Estado do Paraná e ao cenário local, é relativamente jovem com o marco de sua fundação em 1934. Em decorrência da cronologia do município, os registros históricos são estritamente recentes veiculando assim uma dinâmica intimamente recíproca com o cenário moderno.

Localizado ao sul do município, o fragmento florestal possui atualmente 82 hectares, o recorte histórico de uso e ocupação do solo remete a um ambiente de conflito em função do progressivo avanço da cidade da década de 1930, fomentada pela propaganda desenvolvimentista da Companhia de Terra do Norte do Paraná (CNTN). Loteamentos foram progressivamente comercializados ao redor do fragmento florestal, sobretudo com finalidades econômicas destinadas ao plantio de culturas como o café e aos setores de serviços direcionados à cidade em corrente expansão.

As dissensões que circundam o fragmento ambiental em função do progressivo avanço agrícola e urbano, podem ser expressas diante da produção do capitalismo como agente da formulação de um novo espaço geográfico, compelindo que “é o espaço onde se retalha a terra, etiquetando-a com valores, transformando-a em mercadoria pelo potencial produtivo que carrega. É o espaço onde árvores e animais também tem o seu preço, também são mercadorias. (MOTA, 1994 p.15).

Um reflexo presente à apropriação progressiva do espaço natural remete-se à fundação da Usina Hidrelétrica Cambé em 1939, uma das primeiras usinas de geração de energia hidrelétrica do município com epíteto em alusão ao curso d'água que corta o fragmento. A usina permaneceu em atividade até 1967, devido à baixa produtividade energética em função da demanda do município. Reforça-se então que nas delimitações do fragmento florestal há uma área de forte antropização com o intuito de fornecer meios para a produção de energia hidrelétrica e, em paralelo, há uma forte expressão de áreas de vegetação nativa que permeiam a localidade da usina.

Em decorrência da desativação da usina, deu-se início a um processo burocrático de redesignação da área por parte do poder público como supracitado;

A Prefeitura de Londrina tinha interesse de que a Usina e áreas adjacentes lhe fossem doadas, a Companhia Melhoramentos, atendeu a esse interesse com a condição de preservação da área coberta de

matas. A municipalidade tinha ainda, a obrigação de recuperar a Usina, mantendo as características originais. Foi estabelecido ainda, que o poder público se obrigaria a transformar o local em parque municipal. O legislativo do município aprovou as sugestões do Dr. Gastão Mesquita e também a denominação de Parque Mr. Thomas. Aceita pela Prefeitura a ideia da criação do parque, foi autorizado pela diretoria da Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, a efetuar a doação de uma área aproximada de 650.000 m<sup>2</sup>, que abrangeria o Parque Mr. Thomas. Na área restante, de cerca de 300.000 m<sup>2</sup>, seria executado um loteamento residencial, denominado Parque Residencial Vale do Cambezinho, combinando com a mata do Parque. (PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA, 2018)

Diante destas condições, em 1975 a prefeitura municipal designa a área pelo decreto de lei 4061/88 como área destinada à ambiente de lazer ecológico preservado pela gestão municipal. No início da década de 80, por meio de processos de desapropriação dos referidos loteamentos vizinhos, foi incorporado à área cerca de 25 hectares, totalizando os 85 hectares destinados atualmente ao PMAT.

Em 1988 o Parque Mr. Thomas é renomeado para Parque Municipal Arthur Thomas (PMAT) e é aberto ao público com enfoques destinados ao turismo ecológico bem como à visita em patrimônios históricos como a Usina Hidrelétrica. A partir de 1994 o parque foi integrado à Unidade de Conservação por meio de solicitação ao Instituto Ambiental do Paraná, abrigando nas dependências do fragmento órgãos como a própria Secretaria de Meio Ambiente Municipal.

O PMAT encontra-se então submetido a uma forte pressão antrópica derivada do efeito de borda uma vez que este encontra-se encrustado e majoritariamente cercado por componentes urbanos que variam desde edificações à loteamentos. Como segmento natural reforça-se que a incidência dos componentes de Mata Atlântica de floresta semi-decíduais faz-se presente em toda a delimitação do PMAT, sobretudo em áreas de difícil acesso e em ambientes de entrada restrita.

O desenvolvimento de pesquisas no parque compete à autorização da secretaria de meio ambiente municipal. Todavia por parâmetros legislativos a entrada ao fragmento é aberta para a sociedade, dirigindo assim a algumas diversidades enfrentadas em relação a deturpação do uso do espaço, que aumentam progressivamente a fragilidade ambiental do fragmento em função externa dos condicionantes oriundos do meio urbano e interna em função de pressões sociais como pescas e demais atividades de cunho extrativista divergindo das práticas concomitantes das Unidades de Conservação.

### *7.2.1 Meio Físico*

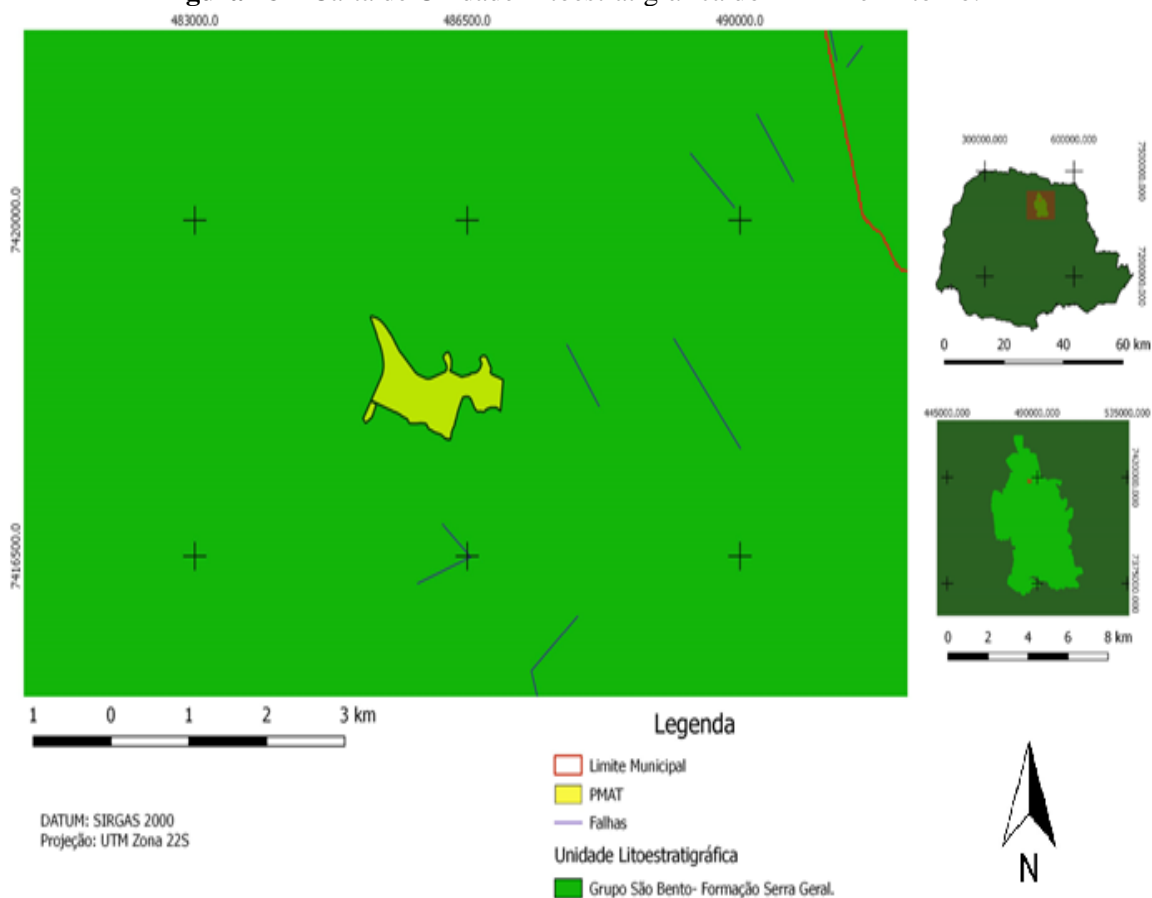
Os seguintes conceitos aqui mencionados fazem alusão aos atributos categóricos de ordem física ou abiótica que corroboram para o estudo do geótopo enquanto constituinte da geobiocenose local. Tais elementos passam a ser considerados fundamentais como fatores basilares tanto na designação do ambiente quanto para os alicerces aos quais os desdobramentos dos resultados e o entendimento das dinâmicas geomorfológicas se basearão, sendo assim tomam-se os seguintes levantamentos acerca do meio físico.

#### 7.2.1.1 Geologia

A determinação geológica ao qual se insere o PMAT e o município de Londrina – PR como um todo, remete-se ao Grupo São Bento da Formação Serra Geral no complexo sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná. A referência desta formação em sua totalidade corresponde à designação de rochas magmáticas de ordem intrusiva, expressando-se em diques e soleiras, mas há uma clara dominância de rochas extrusivas como Basaltos, Riolitos e Adensitos em decorrência do derramamento magmático do período jurássico-cretáceo (LEINZ, 1963).

Compreende-se também uma presença pouca expressiva de falhamentos, que quando evidenciados pronunciam-se predominantemente na orientação NW-SE. Há uma determinada homogeneidade do subgrupo da Formação Serra Geral no recorte estipulado, destacando o fato de que as unidades estratigráficas apresentam uma sucessão de derrames em formas discordantes.

**Figura 28** – Carta de Unidade Litoestratigráfica do PMAT e Entorno.



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Acerca da homogeneidade litoestratigráfica apresentada, compreende-se à Formação Serra Geral (JKsg) uma variação de componentes rochosos oriundo das rochas extrusivas básicas expressando-se em Basaltos maciços e amiglóides, afaníticos e com variações de coloração de cinza a preto, elencando as condições paralelas do derramamento da fissura continental da era Mesozóica.

Aponta-se então que os atributos geológicos do recorte de estudo paranaense, restringem-se às rochas magmáticas extrusivas, tendo o Basalto com principal expoente de análise. O ordenamento e identificação da unidade estratigráfica da região auxilia a compreensão das dinâmicas do meio físico, sobretudo quanto atrelado aos princípios de pedogênese e das compartimentações geomorfológicas que estruturam elementos destacados como basilares para o entendimento do respectivo recorte de estudo.

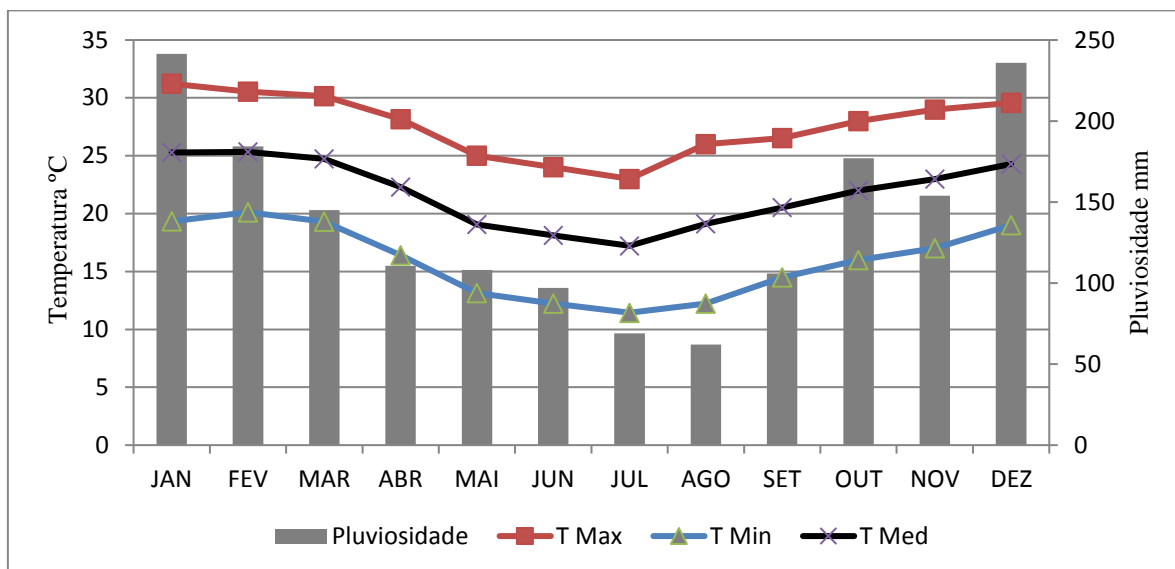
### 7.1.1.2 Clima

O município de Londrina-PR detém uma íntima relação com o clima referente ao epíteto da cidade em função do segmento histórico. Por apresentar no alvorecer uma branda névoa que remetia às condições climáticas de Londres, o município foi batizado com uma designação semântica de “pequena Londres” em função desta característica.

Entretanto, os parâmetros climáticos funcionais que auxiliam na determinação dos componentes apresentam elementos aos quais distanciam-se da concepções que dirigiram à nomenclatura do município. Tanto Londrina quanto o PMAT podem ser designados como uma área de abrangência Subtropical, apresentando uma variação mesotérmica, com clima úmido decorrente de precipitações significativas em todas as estações do ano e um verão quente indicando temperaturas superiores à 22 °C. A classificação empregada para determinar o clima do recorte de estudo compreende-se então em “Cfa” baseando-se nos parâmetros indicados na proposta de ordenamento de Köppen-Geiger.

De modo geral, a atuação das dinâmicas climáticas que designam baixas temperaturas e mesmo a contínua incidência pluviométrica, esta diretamente atrelada aos avanços de atuação da Massa Polar Atlântica em contraponto com as Massas quentes que atuam sazonalmente na região. A baixa incidência topográfica do terceiro planalto paranaense corrobora para a atuação frontal e ininterrupta advinda de grandes sistemas atmosféricos.

Fazendo uso dos dados dispostos pela estação meteorológica mais próxima do PNMAT, recorre-se à estação do Aeroporto de Londrina (83768) localizada a 1,5 km de distância da sede do parque, na latitude 23°20' e longitude 51°08'W e com 586m de altitude. É possível então obter uma variação das temperaturas e pluviosidades mensais em um recorte temporal que compreende os anos de 1976 a 2017 desenvolvendo um climograma (Figura 29) que exprima tais condições climáticas com bases nos dados disponibilizados pelo Instituto de Águas do Paraná (ÁGUAS PARANÁ) e da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET);

**Figura 29** – Climograma da Estação do Aeroporto 1976-2017

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Destaca-se enquanto fator concomitante às designações do clima do município a interação com a dinâmica urbana e a formação de ilhas de calor. Por se dispor enquanto enclave natural no meio urbano, o PMAT advém como um relicto florestal que esta susceptível a variações térmicas higrométricas pronunciáveis ao entorno do fragmento tal qual apresentado na pesquisa de Mendonça e Amorim (2014), determinando uma variação de 10°C de temperatura entre o ambiente urbano e o rural, bem como variações na umidade relativa do ar atingindo diferenciações de 20% em relação ao ambiente rural.

Ademais a tais apontamentos, destaca-se que a maior parte da drenagem decorrente dos fenômenos pluviométricos converge diretamente para o Ribeirão Cambé que se dispõe em um transecto latitudinal no PMAT. Tais fenômenos corroboram para uma maior incidência dos índices de saturação do solo em decorrência das galerias de drenagem e a dinâmica natural das vertentes do município, destacando assim os índices pluviométricos como elementos significativos para a compreensão do meio físico em função do incremento pronunciado pela sazonalidade entre as estações climáticas do ano.

A caracterização climática apresentada pelos dados da estação detém como parâmetro fundamental os condicionantes de temperatura e pluviosidade que corroboram para o discernimento das dinâmicas da pedogênese, influência do

intemperismo sob os materiais rochosos e da própria variação dos agentes que fomentam os índices de erodibilidade. Atribuído a tais fatos expressos em dados, cabe à distinção e caracterização do clima enquanto uma importante dinâmica para a caracterização do meio físico do recorte de estudo.

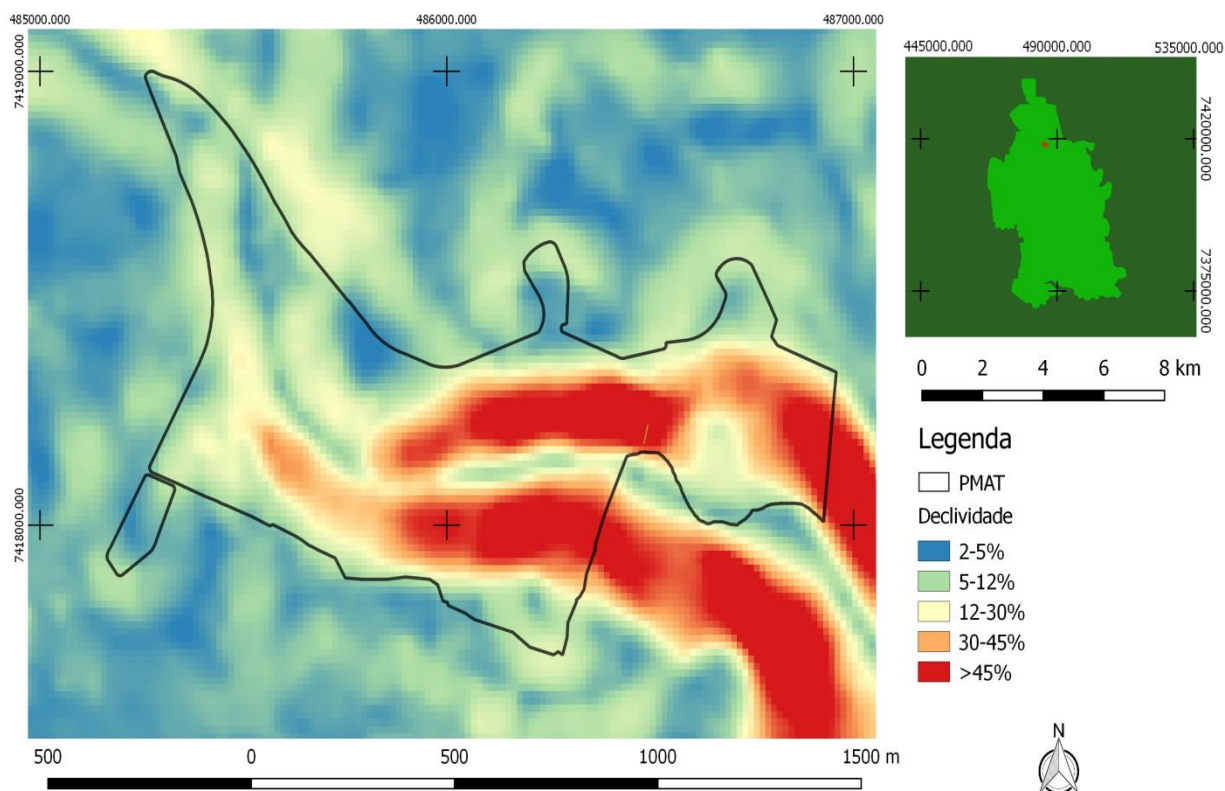
### 7.2.1.3 Geomorfologia

Os parâmetros geomorfológicos referidos ao recorte de estudo se remetem as denominações de Maack (1947) ao Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava. Por apresentar como constituinte rochoso Basaltos básicos, há uma menor resistência destes constituintes ao intemperismo físico e químico, fomentando assim os processos morfoesculturantes da região.

As formas encontradas no recorte espacial dizem respeito à sub-unidade morfoescultura denominada Planalto de Londrina e possui uma declividade predominante de 12%, todavia existem feições residuais cujo a declividade possui gradiente superiores à 45%, sobretudo nos flancos à Leste do recorte. Há uma generalização das vertentes com morfologias convexas, com topos alongados, dissecadas e apresentando um encaixe de drenagem em “V”. (MINEROPAR, 2006).

Para exemplificar as declividades apresentadas no PMAT e ao redor, elabora-se um mapa (Figura 30) com a apresentação dos declives em modo escalonar;

**Figura 30 – Declividades do PMAT**



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Avalia-se que de fato há uma progressão da declividade ao sentido sudeste do mapeamento, destacando também o entalhamento da morfologia de encaixe uma vez que o reflexo interior do mapa acima representa o Ribeirão Cambé, e as coordenadas referentes á proximidade do marcador em 486000 e 7418000 conotam uma disjunção da declividade orientada pela barragem interna que estava ligada à usina hidrelétrica presente no PMAT.

A caracterização da morfologia se estrutura em uma condição onde “a região é marcada por chapadões maciços e vales que se irradiam para o norte, o oeste e sul” (AB’SÁBER, 2012, p.103). Corroboram assim para a análise da declividade em função da morfoescultura do recorte da pesquisa.

Em decorrência da abrupta variação de declividade apresentada no PMAT, atribui-se a tal condição a propensão para os movimentos de massa e a formação de fenômenos erosivos como o deslizamento ocorrido em 2005 e em 2015 na vertente investigada nesta pesquisa. Há uma concepção apresentada por trabalhos empíricos e

estudos realizados à priori que grande parte do fragmento florestal apresentam vertentes convexas com plano horizontal convergente, designando-se enquanto cabeceiras de drenagem dispostas ao flanco superior e inferior do Ribeirão Cambé.

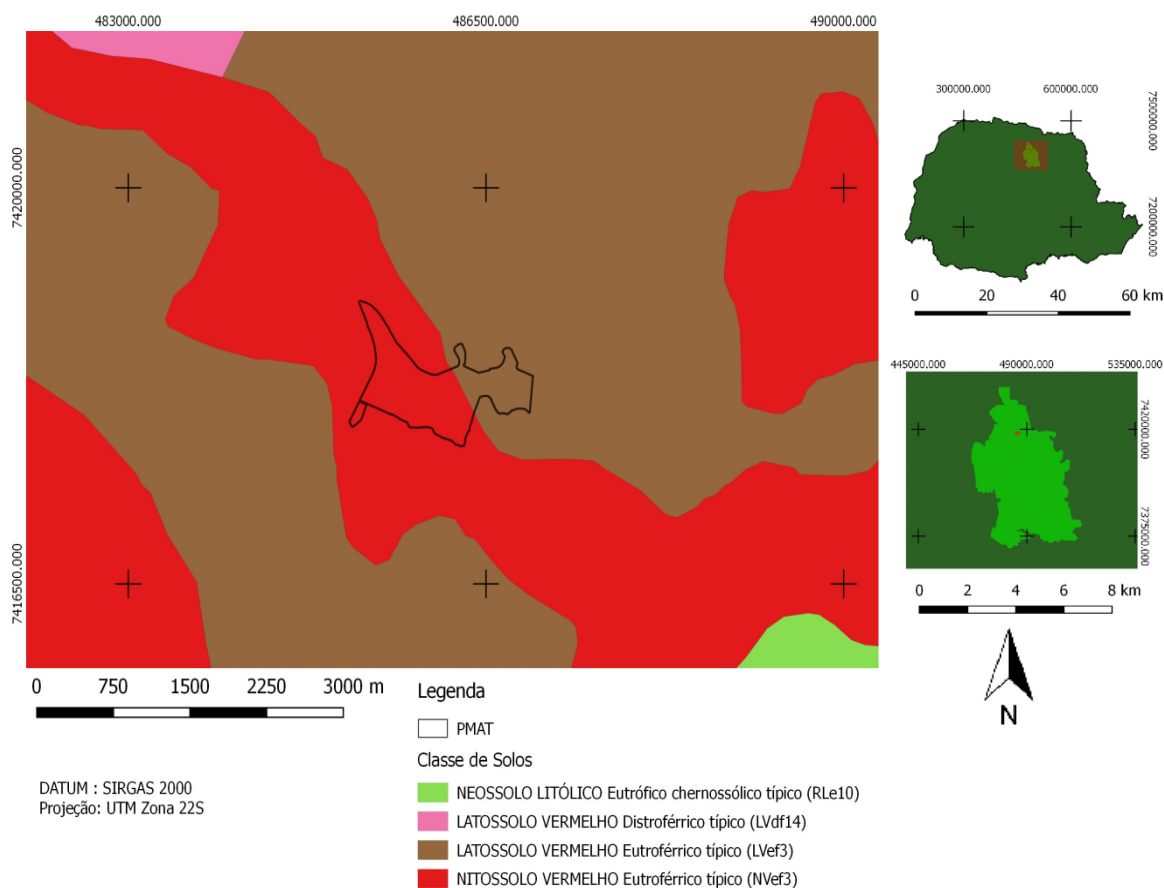
Outro fator de grande decorrência das feições articula-se com o conflito antrópico, uma vez que toda área do fragmento, com exceção à jusante do corpo d'água, é cercada por enclaves urbanos, o que fomenta o destino das galerias pluviais em direção ao recorte de estudo.

Constata-se então que a apresentação dos condicionantes e feições geomorfológicas em função do aspecto da declividade característica do PMAT advém como um forte atributo investigativo para a compleição das dinâmicas erosivas, pautando-se na gênese e nos condicionantes dos processos morfoesculturantes nas vertentes. Fomenta assim os processos de diagnósticos, monitoramento e controle dos processos erosivos concebidos no recorte de estudo com o intuito de estruturar um plano de manejo adequado por meio da Geomorfologia Ambiental como delimitado na proposta *core* da pesquisa.

#### 7.2.1.4 Pedologia

A expressividade dos solos londrinenses compete à uma questão norteadora acerca dos princípios da pedogênese em função dos fatores de formação do solo. Compreende-se de modo geral uma estrutura de rocha matriz comum a toda a formação do terceiro planalto, com enclaves de depósitos aluvionares em pontos onde as drenagens tornam-se mais significativas. Sob esta perspectiva encara-se os fatores de formação enquanto principais componentes responsáveis pela diversificação das classes pedogênicas apresentadas no município representadas pelo mapa (Figura 31) tendo como as bases referenciadas os levantamentos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em 2014. Possibilitando assim a seguinte expressão das classes de solos ao entorno do recorte de estudo;

**Figura 31** – Carta Pedológica do PMAT e entorno



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Avalia-se então a disposição de quatro classes de solos que permeiam o PMAT sendo estas os Neossolos Lítólicos, os Latossolos Vermelhos típicos com variâncias entre distroféricos e eutroféricos e os Nitossolos eutroféricos típicos. Deve-se ressaltar que como em todo mapeamento determinadas classes sofrem certa generalização devido à escala, um dos critérios que evidenciam tal fato pauta-se na disposição de Cambissolos na topossequência de amostragem e também a ocorrência de Neossolos quartzarênicos derivados da deposição de materiais aluvionares de alta saturação.

Acerca dos Latossolos, estes compartilham de determinadas características como a designação vermelha oriunda do processo de intemperismo dos basaltos e da abundância de óxidos de ferro derivados de hematita. A caracterização típica esta atrelada a homogeneidade entre os horizontes, com agregados granulares e bem intemperizados. As distinções entre os Latossolos apresentados no mapeamento

referem-se aos condicionantes eutroféricos e distroféricos, em função da quantidade dos óxidos de ferro dispostos no solo e os potenciais de fertilidade onde os eutroféricos (ef) designam solos com alta fertilidade e teores de ferro e os distroféricos (df) apresentam uma baixa fertilidade e baixas concentrações de ferro, caracterizando as nomenclaturas de classes de terceiro nível (BENJAMIN et al, 2003).

Os Neossolos são relativizados pela sua tipologia decorrente da baixa maturidade e níveis de intemperização, podendo ser descritos pela seguinte formulação definindo que;

São solos com pouca ou nenhuma evidencia de horizontes pedogenéticos subsuperficiais, são definidos pelo material mineral ou orgânico que os constitui com menos de 20 cm de espessura, sem qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Eles se formam em materiais praticamente inertes, sem argilas, e são extremamente resistentes ao intemperismo (como areias de quartzo) ou estão tão pouco e recentemente expostos aos processos pedológicos em que os típicos horizontes diagnósticos estão ausentes (LEPSCH, 2010, p. 114)

A classificação Litológica aplicada ao Neossolo diz respeito à incidência de fragmentos rochosos inconsolidados designando assim a sua gênese tipológica. Caracterizações de terceiro nível como a chernossólica diz respeito à deposição e acúmulo de matéria orgânica caracterizando um horizonte chernossólico escuro de textura argilosa típica.

Os Nitossolos são classes de solo de grande expressividade no Estado do Paraná no município de Londrina como um todo. Os Nitossolos podem ser definidos seguindo a seguinte explanação;

São medianamente profundos, bastante intemperizados e com fraca diferenciação de horizontes, mas com macroagregados nítidos e reluzentes no horizonte B. Eles são definidos por um horizonte B nítico imediatamente abaixo do horizonte A. Além disso, o B nítico tem argila de atividade baixa ou caráter alítico (atividade alta com saturação por alumínio também alta). Formam uma classe que tem em comum a textura argilosa ou muito argilosa, sem aumento significativo de argila em profundidade, transição gradual difusa do horizonte A para o B, que apresenta estrutura com agregados em formas de blocos com nítidas e brilhantes superfícies, comumente descritas como cerosidade. (LEPSCH, 2010, p. 100)

Seguindo então a disposição eutroférica, compreende-se sobretudo o acúmulo de óxidos de ferro e o caráter de fertilidade também aplicado aos Latossolos. Destacam-

se os parâmetros apontados por Kuri *et al* (2017) que atribulam a formação deste tipo de solo à relevos ondulados ou fortemente ondulados com declividades superiores à 10%.

Compreende-se então que a apresentação e o discernimento das características pedogênicas apresentadas através da classificação do mosaico dos solos, corrobora para a análise dos parâmetros de erodibilidade apresentados pela incidência e fatores físicos de estabilidade aos quais estes solos se dispõem, fomentando assim a necessidade do estudo pautado na designação amostral das características físicas na vertente de estudo do recorte londrinense.

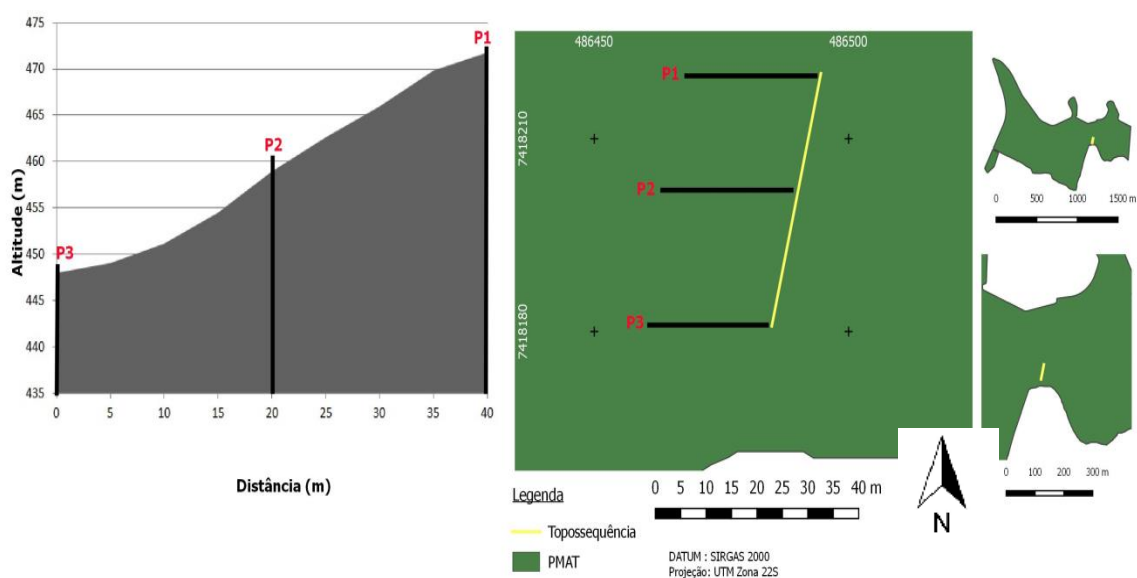
### *7.2.2 O Recorte de Estudo Londrinense*

A estipulação do recorte de estudo em Londrina – PR foi determinada pela designação e susceptibilidade de fenômenos erosivos, Houve a possibilidade de dois recortes de estudo de fragmentos de florestas semi-decíduais sendo eles a Mata dos Godoy e o Parque Municipal Arthur Thomas. Em contato com a secretaria municipal de meio ambiente e com a leitura dos planos de manejo de ambos os parques, optou-se pelo desenvolvimento da pesquisa no PMAT pelo histórico de perturbações no fragmento florestal e pela prévia incidência de movimentos de massa nos anos de 2005 e 2015, concitando a investigação aplicada à vertente em que tais processos ocorreram. .

Sendo considerado maior o grau de fragilidade Geomorfológica e Biogeográfica no PMAT, sobretudo pelo o contraste urbano que circunda o fragmento florestal, o mesmo foi designado como área pretendida para o desenvolvimento da pesquisa pode deter condicionantes distintos do apresentado ao recorte do município de São Jose dos Campos-SP, fomentando assim uma análise complementar aos condicionantes de erodibilidade em fragmentos de Mata Atlântica de Floresta Estacional semi-decidual.

Desenvolve-se conforme a proposta metodológica, uma topossequência de 40 metros na vertente em que os processos ocorreram e com o uso de um nível óptico é possível desenvolver um perfil topográfico do recorte de estudo. Na topossequência foram dispostos três pontos de coleta à 20 metros de distância nas seguintes coordenadas; P1 23°20'440S 51°07'556W, P2 23°20'447S 51°07'558W e P3 23°20'453S 5°07'559W.

**Figura 32** – Topossequência e Perfil Topográfico - PMAT



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Com uma diferença de nível de 27,78 metros entre o ponto superior (P1) e o ponto inferior (P3) é possível determinar uma declividade de 59,45 %, sendo esta classificada por Ross (1994) enquanto Forte. Reforça-se também a feição morfológica aparente da vertente, categorizada como uma vertente moderadamente convexa pela saliência do perfil no ponto de amostragem médio (P2).

Acerca do parâmetro litológico, a presença de Basaltos maciços da formação Serra geral (JKsg) se faz presente em grande parte do fragmento e no recorte de estudo. Nos pontos amostrais é possível identifica-los na condição de rocha inconsolidada com um acentuado processo de intemperização, encontrando alguns fragmentos suscetíveis aos esfoliamento esferoidal ou “acebolamento” que, atrelados aos incrementos do intemperismo químico ocasionam a baixa resistência física do material.

Nas amostragens realizadas na vertente, o escopo central visa observar os condicionantes superficiais de erodibilidade com tradagens realizadas a 20 e a 60 centímetros de profundidade, entretanto nos pontos de média e baixa encosta (P2 e P3 respectivamente) foi possível alcançar o substrato rochoso à aproximadamente 1,7 metros na base (P3) e a 1,4 metros na média encosta (P2). Pressupõe-se que as diferenças encontradas entre os pontos conota a deposição dos materiais alocados do

topo para a base, proporcionando assim o aumento substancial do substrato na porção inferior da vertente.

Com a mobilidade de horizontes superficiais oriundo dos movimentos de massa, a classificação do material pedogênico se mostrou complexa, demandando análises da estrutura constituinte das amostras. Conforme as bases utilizadas para o mapeamento, a área de estudo encontra-se como ambiente de predominância dos Latossolos Vermelhos eutróficos (LVef3), todavia por meio do trabalho empírico foi constatado que a única porção da vertente a qual esta classe de solo se institui diz respeito ao topo (P1). Os pontos de média a baixa encosta (P2 e P3) correspondem a categorização oriunda dos Nitossolos eutroféricos (NVef3).

A distinção entre as variações de classes de solos apresentadas se embasou na relação da declividade apresentada à 5 metros de raio dos pontos de coleta, tendo como exemplo os pontos amostrais empregados para o delineamento do perfil topográfico, em adição à 5 metros superior ao ponto 1 (P1-5). Tal parâmetro possibilitou a classificação de declividade expressa no quadro abaixo (Quadro 18);

**Quadro 18** - Declividade Amostral com 5m de Raio na Topossequência

Ponto de Coleta	Declividade (%) de 10 metros
P1	6,3
P2	48,4
P3	40,5

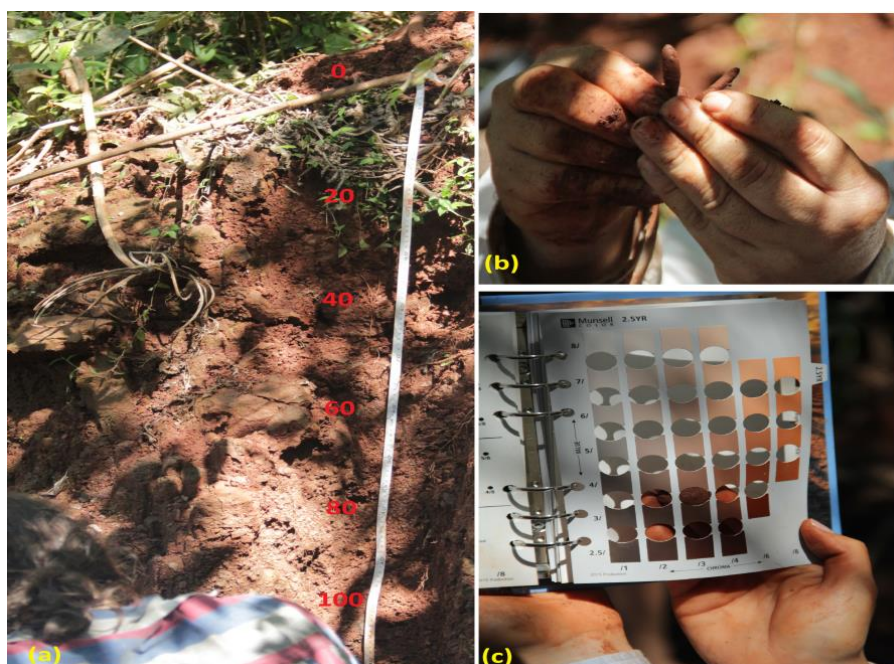
Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Conforme as caracterizações apontadas por Vieira *et al* (1983) acerca da incidência categórica de solos em função da declividade e das variações estruturais pronunciadas entre o topo e a média-baixa vertente, concebe-se a incidência dos Latossolos ao topo (P1) por apresentarem um parâmetro relativo que se enquadra à declividade da classe pedológica, bem como uma estrutura granular dos constituintes dos horizontes A e B. Nos critérios morfológicos das amostras de média-baixa encosta (P2 e P3) enfatiza-se as condições de um relevo fortemente ondulado e a estrutura dos horizontes em blocos, elencando assim os Nitossolos como classe análoga às condições apresentadas.

Com o escopo de avaliar o perfil do solo, foi escolhido como diagnóstico um perfil encontrado no distanciamento 30 – 40 metros da topossequência, onde há a

formação progressiva de uma Ravina. O perfil diagnóstico (Figura - 33a ) do Nitossolo detém 1,2 metros de profundidade, apresenta um horizonte A (0 – 34 cm) com horizonte B(35-76 cm) horizonte C(77-110 cm) e o afloramento do Basalto (1,11 - 1,2 cm). Apresenta uma transição abrupta entre os horizontes, tanto na variação do matiz na carta de Munsell (Figura –33 b) quanto aos parâmetros texturais (Figura – 33 c). Fazendo-se uso da Carta de Munsell foram elencadas as respectivas classificações para os horizontes; A (2.5 YR 3/3), B (2.5 YR 2.5/3) e C (2.5YR 3/4).

**Figura 33** – Mosaico dos Procedimentos de Identificação



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Um dos principais processos decorrente do movimento de massa de 2015 é a formação de Ravinas e sulcos diversificados pela vertente. Em um dos pontos há uma convergência do escoamento superficial, concomitando à formação de uma Ravina em estágio de evolução maduro. As variações pluviométricas atreladas às propriedades físicas do solo e à declividade promulgam um avanço diagnosticado da evolução do processo tendo estacas às bordas da Ravina como parâmetro comparativo da progressão.

Em função das Estações do ano e a sazonalidade Pluviométrica, podem ser observadas certas modificações da cobertura vegetal que mascaram discretamente a progressão do processo erosivo em posto da composição visual da Paisagem, tal qual exprime a figura comparativa (Figura 34) relativa às estações de Primavera e Verão;

**Figura 34** – Variação da Paisagem no PMAR no Período Primavera - Verão

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Concebe-se que o recorte de estudo da vertente detém atributos do meio físico análogos aos demais descritos sobre o PMAT em sua totalidade, entretanto, fomenta-se que elementos como os padrões de erodibilidade e componentes da geobiocenose, estão atrelados a uma área de ZP (Zona de Preservação) distanciando-se da realidade diagnosticada e indicando uma progressiva fragilidade do meio. A descrição dos componentes do meio físico são essenciais para a compreensão da dinâmica do recorte, possibilitando assim a formulação de métodos e técnicas com o intuito de promover a restauração da área no âmbito geomorfológico, controlando o ravinamento, e no âmbito ecológico, promovendo a resiliência ambiental através de fundamentos e técnicas da ecologia da restauração.



## 8. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 8.1 Introdução

O presente segmento da pesquisa busca apresentar os caminhos tomados como parâmetros metodológicos para a obtenção e interpretação de dados e conjunturas que contemplem as hipóteses e a própria justificativa do estudo dos condicionantes geomorfológicos em fragmentos florestais.

Com a finalidade de apresentar fundamentos essenciais à pesquisa, divide-se a apresentação em dois parâmetros analíticos referente aos procedimentos adotados de modo empíricos e os laboratoriais com o intento de proporcionar uma aproximação dos métodos analíticos com os recortes de estudo.

As metodologias adotadas em campo possuem similaridades em ambos os recortes de estudo, porém são adaptadas devido à necessidade e as especificidades das dinâmicas geomorfológicas analisadas em cada um dos campos de estudo. Abre-se a discussão acerca dos componentes perceptivos dos fragmentos florestais pautando-se nas leituras dos planos de manejo dos parques e nas percepções evidenciadas *in loco*. Discorre-se também acerca dos meios e métodos de análise em topossequência no qual se complementam práticas de coleta e classificação das amostras. Aponta-se por fim neste eixo descritivo os métodos de acompanhamento dos processos erosivos nos sítios de estudo considerados em situações crítica pelas gestões dos parques.

No que circundas as metodologias de ordem laboratorial e de gabinete, há um determinado padrão dos processos ao qual se baseia nas normas brasileiras laboratoriais da ABNT. Elenca-se a determinação de planos metodológicos com o intuito de obter os padrões granulométricos das amostras em primeira coleta, em paralelo estes dados servirão como elementos fundamentais para a classificação e inserção da categorização do solo no balanço hídrico que, aliado aos meios de obtenção do teor de umidade das amostras fornecem dados de ordem quali-quantitativas acerca dos módulos sem grandes alterações pluviométricas dos teores de umidade do solo. Com o aporte quantitativo dos teores de umidade, emprega-se a determinação dos limites físicos de coesão dos solos, listados pela inferência substancial dos limites de plasticidade e liquidez, fornecendo a prerrogativa dos condicionantes percentuais de coesão em função do teor de umidade, tendo como principal decorrência a mobilidade do solo em estado plástico ou líquido.

Ainda no que tange os segmentos de ordem laboratorial e de gabinete, apresentam-se os métodos adotados para a produção de mapas de fragilidade e nucleação dos recortes, relativizando uma produção técnica e funcional que está intrinsecamente correlacionada aos padrões de influência e estabilidade das vertentes para o qual os moldes possam ser integrados à gestão e manutenção dos fragmentos florestais estudados nesta pesquisa.

Os ensaios e procedimentos laboratoriais foram realizados no Laboratório de Solos do Departamento de Ciências da Universidade Estadual de Londrina e no Laboratório de Solos e Geotecnia da Faculdade Pitágoras de Londrina. Com o apoio técnico dos dois laboratórios foi possível diversificar a metodologia e a acessibilidade a equipamentos e reagentes para contemplar os procedimentos em sua amplitude.

A apresentação das metodologias faz-se como um roteiro utilizado para a demanda dos fragmentos estudados, não sendo considerada um arquétipo à ser adotado em diferentes realidades, todavia acredita-se que o agrupamento dos procedimentos metodológicos podem ser trasladados em outros fragmentos florestais. Para elucidar a apresentação dos processos recorre-se ao uso de dados primários à modo indicar um processo prático, então reforça-se que a apresentação dos dados em resultados irá compor a unidade referente desta pesquisa.

## **8.2 Metodologias de Campo**

O trabalho de campo advém como um elemento crucial para o desenvolvimento da pesquisa, pois o desenvolver das atividades proporciona uma aproximação real do objeto de estudo, bem como as potencialidades e limites de determinadas técnicas que muitas vezes em segmentos já escritos aparentam-se ser de simples execução ou mesmo mais efetivos, todavia quando se aplica em outra realidade, concebe-se que não há um modelo pré-estruturado que contemple todas as configurações de objetos de estudos similares, mas sim, caminhos já trilhados capazes de fornecer uma amplitude de métodos.

Devido a tal circunstância, faz-se necessário a prerrogativa empírica, visto que por meio desta prática concebe-se a viabilidade de meios e métodos aplicados aos condicionantes geomorfológicos em fragmentos florestais de composição similar, mas de realidades e históricos díspares para os respectivos municípios o que delibera uma

demanda real da visita pautado na aproximação do conhecimento e funcionamento destes sistemas.

Conforme a hipótese da pesquisa buscou-se um acompanhamento anual com o escopo de compreender as alterações ocasionadas no decorrer de doze meses, avaliando o estado de variação natural da paisagem dos fragmentos florestais, bem como a realização de oito coletas de solo em topossequência em ambos os recortes de estudo com o interesse na avaliação das variâncias dos limites de plasticidade e liquidez das amostras em relação ao monitoramento dos processos erosivos no ambiente.

Tal função processual metodológica detém como fatores basilares a dinâmica dos condicionantes geomorfológicos do sistema vertente como o solo, a disponibilidade de água no sistema e o desenvolvimento da vegetação local. Concebendo por meio destas coletas a realização dos fatores que dirigem às variações dos limites de Atterberg no início e fim de cada estação do ano, possibilitando a compreensão dos períodos críticos que ocasionam a difusão dos processos erosivos em função dos condicionantes geomorfológicos.

### *8.2.1 Análises Perceptivas da Paisagem dos Fragmentos*

A primeira etapa de ambos os sítios de estudo se pautou em uma observação da paisagem em sua singularidade. A leitura dos planos de manejo dos Parques foi dada como obrigatória, ainda que houvesse uma compleição oriunda da vivência de certas realidades dos objetos de estudo.

Com a leitura dos Planos de Manejo dos Parques foi possível desenvolver uma aproximação das bases legislativas que instituíram o recorte geográfico dos ambientes, bem como os precedentes históricos e ambientais que deliberaram mudanças graduais na paisagem. Podendo assim conceber aspectos fundamentais que ordenam a fragilidade destes sistemas.

O apoio dos gestores dos parques responsáveis pela administração da Secretaria de Meio Ambiente de Londrina-PR e São José dos Campos-SP foi listado como fundamental para o direcionamento das paisagens mais afetadas e fragilizadas no sentido das dinâmicas de alteração geomorfológicas. Ambas as zonas de maior comprometimento são categorizadas como Zonas de Recuperação (ZR) sendo definidas como:

Zona provisória que contém áreas alteradas. Uma vez recuperada será incorporada novamente a uma das zonas permanentes. A recuperação poderá ser natural ou induzida, preferencialmente por espécies nativas. As espécies exóticas, quando utilizadas, deverão ser objeto de manejo específico. Seu objetivo é deter a degradação dos recursos e recuperar a área, podendo incluir, ainda, atividades de pesquisa, educação ambiental e interpretação. (IBAMA, 2003 p.36)

Observa-se de fato que há um nível de alteração em ambos os casos referentes ao antropismo deliberado por distintas particularidades. Substancialmente, no Parque Augusto Ruschi em São José dos Campos – SP a principal causa da fragilização da paisagem natural está relacionada com a estrada de livre acesso que recorta o parque em um transecto de Norte ao Sul. No caso do Parque Arthur Thomas em Londrina – PR as causas que potencializam a sua fragilidade se pautam na presença de uma pequena e inativa usina hidrelétrica as margens do Ribeirão Cambé. A antiga limpeza para a instalação da usina deliberou o desflorestamento da área que com o passar dos anos e baixa resiliência dos organismos vegetais, o solo permaneceu em estado seminu, deliberando assim o movimento de massa.

Ressaltando os padrões Geomorfológicos em campo e as cartas dos municípios, há uma disparidade *sui generis* no que diz respeito às morfologias côncavas e convexas conforme os modelos geométricos propostos por Troeh (1965). A principal similaridade das morfologias evidenciadas em ambos os fragmentos florestais foi a declividade, sendo esta superior a 45%, parâmetro no qual se evidencia determinada disposição à mobilidade de materiais.

No âmbito fitológico os componentes que compõem ambas as áreas se pautam em fragmentos de mata atlântica de ordem Estacionária semidecidual, todavia apresentam componentes heterogêneos em sua composição, podendo assim ser considerada uma área de tensão ecológica, sobretudo o Parque Augusto Ruschi, que apresenta componentes evidentes de florestas ombrófilas como o palmito-juçara (*Euterpe edulis*) e o pau sangue (*Croton macrobothrys*) ambos os organismos são endêmicos a disionomia das florestas ombrófilas.

Entretanto, em ambos os recortes de estudo destaca-se a vasta presença de organismos vegetais do gênero *Brachiaria*, destacando a *Brachiaria decumbens* Stapf. A presença deste organismo vegetal no âmbito ecológico advém como prejudicial ao sistema ecológico local uma vez que a braquiária toma o pioneirismo de espécies forrageiras e impossibilita o desenvolvimento de espécies secundárias, comprometendo a Biocenose e impossibilitando a vegetação de atingir um clímax ecológico.

No caso observado no Parque Arthur Thomas, há uma relação proporcional menor das braquiárias nas vertentes, o que permite um melhor desenvolvimento ecológico, fomentando também os processos de Bioturbação do material pedogênico. Tal processo fora evidenciado em campo onde observa-se a presença de pequenos gastrópodes como caracóis de jardim (*Helix aspersa*), Insetos como saúvas (*Atta cephalotes*), Crustáceos como tatuzinhos de jardim (*Armadillidium vulgare*) e anelídeos como as minhocas da família *Glossoscolecidae*. Há ainda espécimes de aranhas e outros invertebrados que compõe a macrofauna do solo que não foram identificados.

A presença destes animais no solo advém como um parâmetro de bioindicadores positivo para as análises gerais ecológicas uma vez que os mesmos representam um ecossistema ativo e correspondente com a Geobiocenose local. Deve-se ressaltar que devido à presença de organismos vegetais como as braquiárias no recorte de estudo do Parque Augusto Ruschi dificulta a evidenciação com a macrofauna dos solos no local, mas não é listada como um fator estritamente limitante com a presença destes seres vivos.

Acerca de outro parâmetro norteador da pesquisa tem-se a distinção dos tipos de solos observados nos fragmentos, sobretudo sua coloração e textura aos quais indica um processo de pedogênico diferenciado tanto pelo material de origem quanto pela pedogênese.

O primeiro destaque perceptivo é a coloração dos solos dos fragmentos. No caso do PNMAR em São José dos Campos – SP evidencia-se uma coloração que varia entre tons de ocre e amarelo nos horizontes superficiais e observando perfis abertos na estrada de acesso ao Parque próximo ao ponto de análise de fragilidade, é possível observar uma variação abrupta da coloração de amarela para tons vermelho terracota.

No PMAT em Londrina – PR constata-se no recorte de estudo uma uniformidade no que diz respeito à coloração dos solos. Há uma homogeneidade no tom carmin com substanciais variações de matiz mais escuras nos horizontes superficiais e mais claras nos horizontes subsuperficiais. Devido ao escorregamento e mobilidade de massa que precederam as visitas ao recorte de estudo, evidencia-se também a presença de fragmentos de rocha alterada próximo à superfície, o que de certa maneira acaba dirigindo à confusões sobre a classificação e categorização do solo em questão.

A percepção da paisagem no segmento analítico advém como uma metodologia estritamente empírica, visto que o amálgama entre a vivência do ambiente e a leitura de

materiais descritivos, auxiliam a compreensão das complexidades e os diagnósticos ambientais do objeto de estudo possibilitando o emprego de determinados procedimentos capazes de correlacionar os parâmetros avaliativos dos condicionantes geomorfológicos de erodibilidade em prol da guisa de meios eficazes de mensurar e operar práticas que aperfeiçoem o controle dos processos erosivos e a manutenção da biodiversidade de maneira regressiva frente aos avanços antrópicos.

### 8.2.2 Topossequência, Coleta e Classificação de Amostras de Solos

Busca-se apresentar nesta subseção os procedimentos que envolvem a determinação da metodologia de topossequência, os métodos de coleta e as classificações amostrais realizadas nos fragmentos de estudo da pesquisa. Discorre-se então de modo argumentativo tais procedimentos com o intuito de conceber a realização das técnicas de forma contínua, desde a delimitação da topossequência até as classificações das amostras.

Acerca da topossequência elencada enquanto metodologia, pauta-se nos critérios apresentados por Boulet *et al.* (1982) no qual define que;

O método utilizado consiste em examinar, no transecto escolhido três pontos, no topo, meia e baixa vertente e , em seguida realizar análises com intuito de avaliar as sucessivas variações verticais, minimizando a quantidade de generalização do relevo entre os pontos. As variações da organização da passagem lateral podem ser rápidas de um ponto a outro, sobretudo quando as transições são progressivas ou fortemente oblíquas, fornecendo atributos para a análise nos distintos pontos de avaliação (BOULET *et al.* 1982, p.310 **tradução nossa**).

Ante a tais concepções, emprega-se a metodologia com o escopo de conceber progressivas avaliações no âmbito da pedomorfologia apresentada nas vertentes de estudo. A determinação do transecto compreendendo 40 metros de distância base em ambos os recortes de estudo, está pautada em uma designação referente ao prognóstico da área com o intuito de conceber as possíveis variações granulométricas superficiais dos pontos que corroboram para a incidência de processos erosivos como Ravinas e Voçorocas na prerrogativa avaliativa da erodibilidade.

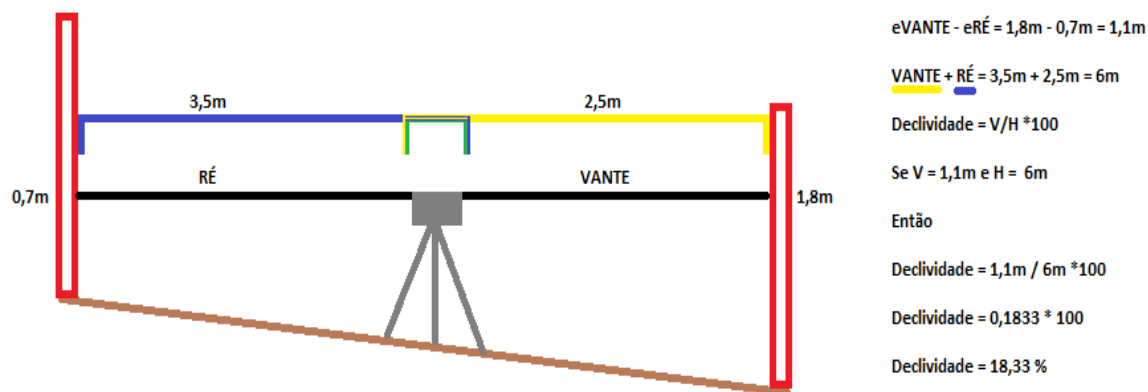
A demarcação dos pontos da topossequência foi realizada com o uso de um GPS Garmin eTrex summit HC, permitindo a exportação dos pontos delimitados em arquivo de extensão “.gpx” compatível com o software de mapeamento Quantum Gis.

Como apoio metodológico foi utilizado uma trena de 30 metros com o intuito de mensurar o comprimento da rampa e a distância entre os pontos.

Um segundo ponto ao qual a escolha da análise em topossequência colabora, diz respeito ao desenvolvimento de um perfil topográfico competente aos pontos de análises. Para tal, faz-se necessária o uso de um nível óptico de mira estadimétrica, régua estadimétrica e uma trena. O emprego destes materiais atrela-se ao fato de que “O nível óptico utilizado no nivelamento fornece com bastante precisão o plano horizontal. Para ser horizontal, uma linha de visada deve ser perpendicular a direção do vetor gravidade no centro óptico do instrumento.” (BARBOSA, 1996. p.13)

Pautado neste entendimento, a aplicação desta metodologia permite a determinação de dados basilares para o delineamento do perfil topográfico, bem como a aplicação dos dados amostrais auxilia na deliberação da declividade amostrada no terreno através da distância vertical (V) e da distância horizontal (H), tal qual exemplificado na figura abaixo (Figura 35) ;

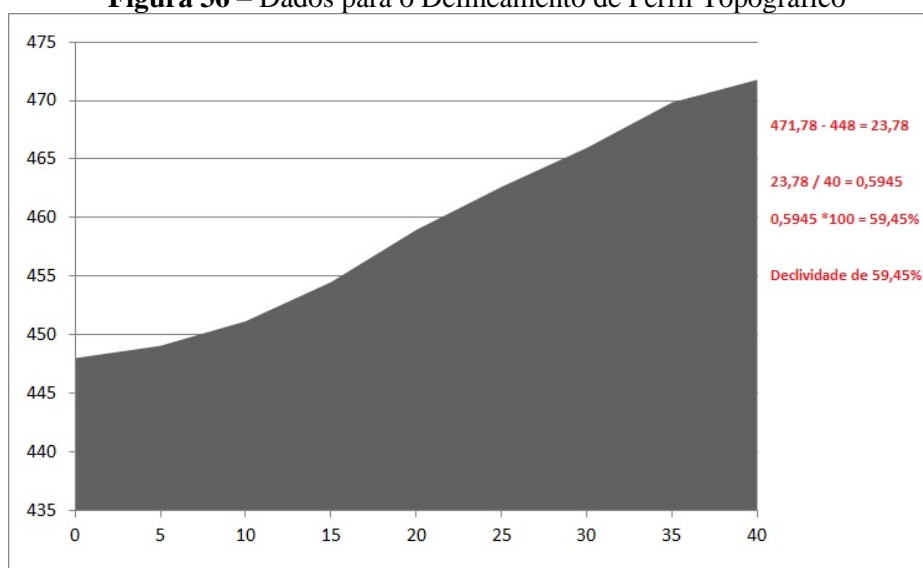
**Figura 35** – Determinação das variáveis V e H pelo Nível Óptico



Fonte: Barbosa (1996) adaptado

Realizando as medições no decorrer dos 40 metros de rampa nos recortes de estudo, obtém-se a determinação das cotas provisórias relativas aos cálculos do “eVANTE – eRé” que, somadas à altitude apresentada pelo GPS, possibilitam o delineamento do perfil topográfico da vertente amostrada, tendo como exemplo funcional os parâmetros utilizados para a caracterização do perfil da vertente no Parque Municipal Arthur Thomas em Londrina – PR (Figura 36);

**Figura 36** – Dados para o Delineamento de Perfil Topográfico



Pontos (H)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Cota Provisória(V)	0	1,05	2,1	3,34	4,46	3,68	3,33	3,88	1,94
Altitude + Cota	448	449,05	451,15	454,49	458,95	462,63	465,96	469,84	471,78

Fonte : Guilherme Alves de Oliveira (2018)

No que circunda a coleta das amostras de solo na topossequência, fez-se uso de um trado helicoidal de 3/4 com 1,10 metros de comprimento considerando a rosca da extremidade. A utilização do procedimento de tradagem permitiu a coleta de amostras deformadas superficiais de 20 cm e 60 cm de profundidade, às quais foram dispostas com o auxílio de uma pá de jardinagem em sacos de areia de 15 litros, etiquetados e lacrados com o intuito de preservar a umidade e facilitar o transporte para o laboratório (Figura 37).

**Figura 37** – Materiais Utilizados no Procedimento de Tradagem

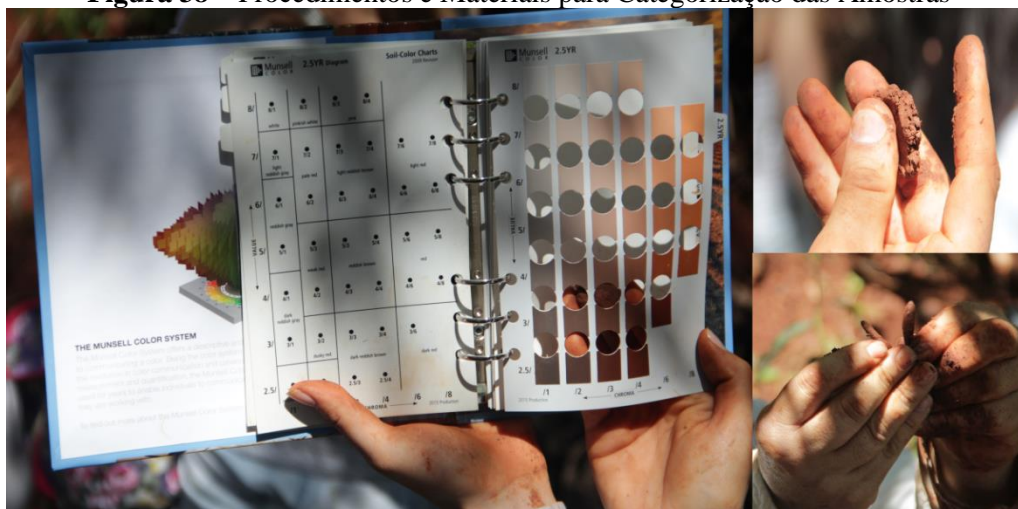


Fonte: (Guilherme Alves de Oliveira (2017))

A designação das referidas profundidades, corresponde na avaliação das características superficiais das amostras, relacionando-as com os parâmetros de investigação dos condicionantes de erodibilidade superficial de vertentes em fragmentos florestais, permitindo assim uma caracterização dos parâmetros pedogênicos.

Como eixo metodológico para a classificação dos solos amostrados, apresentam-se critérios processuais de classificação em campo, pautados na compleição da coloração, categorização da consistência e plasticidade e da análise das unidades estruturais que compõe o perfil, possibilitando uma categorização prévia dos horizontes diagnosticados.

**Figura 38** – Procedimentos e Materiais para Categorização das Amostras



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Para a análise da classificação da coloração, fez-se uso da carta de Munsell (Munsell Soil-Color Chart) ao qual é possível categorizar determinados correspondentes mineralógicos do solo por meio da variação do matiz e do croma, bem como avaliar as condições das unidades estruturais, distinguindo-as em blocos, granulares, prismáticas e laminares.

No caso das determinações de consistência e plasticidade, recorre-se aos procedimentos indicados por Santos *et al* (2005, p.31) acerca da friabilidade, conformidade e modelagem das amostras em campo, utilizando um borrifador com a finalidade de avaliar as condições apresentada pelas provas seca e úmida. Tais procedimentos demonstram eficácia;

[...] para designar as manifestações das forças físicas de coesão e adesão entre as partículas do solo, conforme variação dos graus de umidade. Observações de campo e investigações experimentais mostram que essa consistência varia primordialmente com o conteúdo de umidade, bem como a textura, matéria orgânica, a quantidade e natureza do material coloidal e o tipo de cátion adsorvido (LEMOS *et al*, 1996 p.30)

Compreende-se que a utilização dos métodos e procedimentos brevemente dissertados nesta subseção colabora para a efetividade das análises no campo amostral, fornecendo categorizações críveis das amostras em campo e apresentando condições satisfatórias para os procedimentos laboratoriais e de gabinete. Destacando assim a compleição dos processos para a obtenção de dados que se estenderão aos resultados da pesquisa e na proposta de análise dos condicionantes de erodibilidade de vertentes em fragmentos florestais.

### 8.2.3 Acompanhamento de Processos Geomorfológicos

Destacando as evidências dos processos geomorfológicos em ambos os fragmentos, inicia-se um processo discriminativo de cada uma das ocorrências em sua respectiva dinâmica com a finalidade de avaliar o comportamento destes em função do processo evolutivo de ocorrência e resiliência dos segmentos.

As singularidades quanto aos processos geomorfológicos apontados, compreendem a ocorrência de uma voçoroca em progressão no PNMAR em São José dos Campos-SP em função da intervenção antrópica deliberada por uma canaleta de

drenagem da estrada de acesso interno do fragmento, caracterizando uma avaliação de um processo de dinâmica primária uma vez que a voçoroca é considerada a principal dinâmica a ser avaliada. Enquanto no caso do PMAT em Londrina-PR, as principais evidências são os elementos decorrentes do processo de escorregamento rotacional em arco, as evidências elencadas neste fragmento atribuem-se às dinâmicas de ordem secundária como sulcos e ravinas em contínua progressão deliberada pela exposição do solo pós-escorregamento.

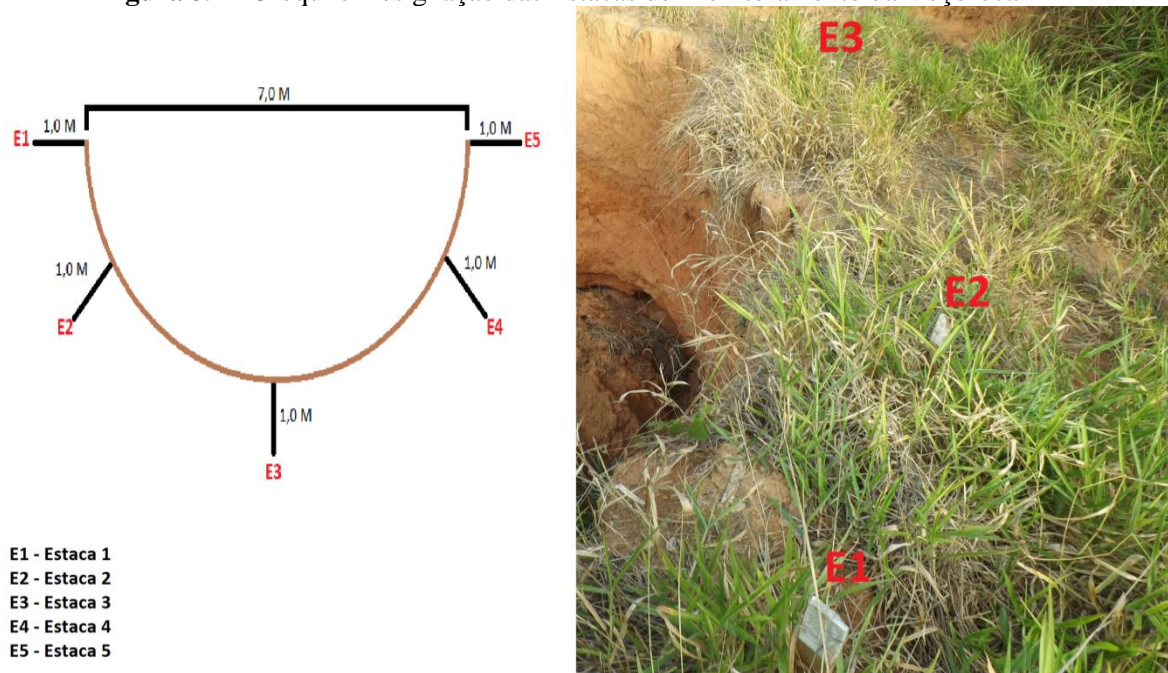
Diante destas dinâmicas geomorfológicas, tem-se o encaminhamento de metodologias de análise com o intuito de efetivar o monitoramento dos processos com a finalidade de avaliar a progressão ou a estagnação dos fatores em decorrência dos fatores ambientais de resiliência dos fragmentos florestais.

#### 8.2.3.1 Monitoramento de Voçoroca

Pautado nos parâmetros dirigidos por Guerra (1996) são instaladas estacas a uma determinada distância do rebordo da voçoroca que servem como marcos aos quais se efetua a medição periódica do objeto de estudo. Orienta-se que tais estacas podem ser feitas de madeira e devem ser cravados no solo com profundidade suficiente para que não haja uma possível remoção ou movimentação, expondo ao menos 10 centímetros externos para uma possível mensuração de perda progressiva de solo superficial. A disposição das estacas, e suas respectivas distâncias variam em função da morfologia do contorno da área afetada. Com as estacas alocadas, desenvolve-se um croqui da distribuição espacial destas e em seguida realiza-se à medição sistemática da distância entre estas e a borda da forma erosiva, repetindo a mensuração em função do período de análise do objeto de estudo.

Busca-se então compreender a dinâmica de progressão do topo da vertente seguindo este parâmetro metodológico. Foram dispostas cinco estacas de madeira à margem da voçoroca, designadas de E1 a E5. As estacas foram desenvolvidas e cravadas com 1 metro de distância da borda respeitando a proposta metodológica. O desenvolvimento do croqui sucedeu o procedimento e abriu margem para o encaminhamento de monitoria bimestral do objeto de estudo tal qual sugere a figura abaixo (Figura 39);

**Figura 39** – Croqui e Designação das Estacas de Monitoramento da Voçoroca



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

O monitoramento por estacas advém como uma metodologia fundamental para a compreensão dos processos de evolução da dinâmica erosiva por evidenciar possíveis progressos unilaterais da morfologia da voçoroca no decorrer do espaço de tempo analítico de um ano. A apresentação dos pontos evidenciados de progressão ou estagnação da borda será representada nos resultados uma vez que os mesmos corroboram de modo paralelo à demais análises como a variação dos limites físicos e a diversidade dos organismos vegetais em topossequência, podendo assim propor uma possível correlação entre os fatores e o decorrer das dinâmicas erosivas.

#### 8.2.3.2 Monitoramento de Ravinas

A concomitância desta ordem de monitoramento se imbuí em avaliar a dinâmica de ravinamento pós-escorregamento superficial de massa no PMAT. Tal metodologia se assemelha à proposta para interpretação dos voçorocamentos onde são dispostas estacas a 1,0 metro da borda das ravinas. Todavia, como critério analítico realiza-se o monitoramento das estacas em paralelo com o intuito de mensurar os dois flancos da ravina presentes em topossequência, E1-E3e e E1-E3d respectivamente para

a estaca à esquerda e à direita na vertente. Dispõe-se então um conjunto paralelo em 3 pontos totalizando 6 estacas e desenvolve-se um croqui analítico das mesmas.

**Figura 40** – Croqui e Designação das Estacas de Monitoramento da Ravina



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Realiza-se também uma aferição das bordas dos pontos em relação ao ponto encovado da ravina com o intuito de estimar a progressão de profundidade e possíveis perdas de solo oriundas do escoamento. Tal método se advém como experimental no que circunda a mensuração do aprofundamento de incisões em ravinas, porém o procedimento de fixação de estacas em bordas promove uma relação funcional dos segmentos de erodibilidade e progressão de ravinas.

Tais metodologias corroboram para uma interpretação analítica e funcional atrelada às demais metodologias adotadas para pesquisa com o escopo de conceber as dinâmicas de erodibilidade nos fragmentos florestais listados como objeto de estudo da pesquisa a ponto que torne possível a correlação dos fatores retratados pelos índices e limites físicos com a dinâmica de progressão ou resiliência do ambiente aplicada às feições erosivas estudadas.

### 8.3 Metodologias Laboratoriais e de Gabinete

O escopo desta etapa metodológica visa compreender e analisar os condicionantes físicos de estabilidade das vertentes do recorte de estudo, pautado sumariamente nas normas da ABNT NBR 11682/2009, que elenca procedimentos

metodológicos de estudos e análises de estabilidade em vertentes. Aliado a tais procedimentos, aplica-se também o método analítico dos limites físicos de Atterberg acerca dos limites de plasticidade e liquidez dos solos, presentes nas normas técnicas brasileiras de ensaios de caracterização (ABNT-NBR 6459 e 7180). Tal base metodológica permite uma compleição de fatores funcionais que designam situações onde o solo atinge um limite passível de deslocamento na vertente, fomentando assim a incidência dos processos erosivos.

Pretende-se também contextualizar os procedimentos aplicados para a obtenção das frações granulométricas das amostras baseado nas metodologias presentes no “Manual de Métodos de Análise do Solo” da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A realização dos ensaios visa a obtenção de dados das frações granulométricas que compõe as amostras coletadas em campo, para a determinação das frações de areia e argila tendo como correspondente ao complemento de 100% o silte, possibilitando assim a análise da variação granulométrica das amostras em suas respectivas profundidades e locações na topossequência.

### *8.3.1 Ensaios Granulométricos*

A princípio destaca-se o processo de composição da solução dispersante ao qual será aplicada nas amostras em suas respectivas proporções. O reagente indicado pela metodologia é o hidróxido de sódio 1N (NaOH 1N) ao qual foram pesadas 40 gramas de reagente e disposto em um Erlenmeyer 1 litro de água deionizada, agitando a solução com um bastão de vidro com o intuito de dissolver por total o reagente, produzindo a solução dispersante. O emprego do reagente junto à água deionizada detém como parâmetro funcional a dispersão dos íons dos coloides da argila, fornecendo assim a respectiva suspensão desta fração granulométrica.

O preparo das amostras consiste no destorroamento dos materiais utilizando-se de um rolo de madeira com a finalidade de desfazer os torrões maiores tendo cautela para não fragmentar concreções ou fragmentos de rocha inconsolidados. Após o destorroamento dos grãos, realiza-se o peneiramento das amostras utilizando uma malha superior com 20mm e uma inferior com 2mm com o intuito de reter materiais grosseiros. No caso específico das amostras de ambos os fragmentos de estudo, os materiais não apresentaram concreções as quais ficariam retidas nas peneiras facilitando assim o procedimento de preparo das amostras.

Em conformidade com as normativas das metodologias dirigidas aos ensaios de limites de plasticidade e liquidez, as amostras destorroadas foram previamente pesadas em uma balança de precisão de 3 dígitos com a finalidade de alocar 20 gramas de amostra e dispô-las em uma estufa à 105 °C por 12 horas, que, após o término de secagem foram novamente pesadas obtendo assim os valores específicos da terra seca em estufa (TSE).

Partindo para o início dos procedimentos de ensaio, foram alocadas 12 amostras TSE referentes às coletas dos fragmentos de estudo de São José dos Campos – SP e Londrina –PR aos 3 pontos de topossequência nas profundidades de 20 e 60 centímetros. Tais amostras foram dispostas em um frasco de vidro, somadas à 100ml de água deionizada e 10ml da solução normal dispersante de hidróxido de sódio. Foi também realizado o preparo de uma prova em branco correspondente à 13ª amostra com as mesmas proporções, com exceção do material TSE. Os frascos então foram dispostos em um agitador rotativo do tipo Wagner por 20 horas com o intuito de proporcionar a dispersão dos coloides.

Decorrente do período de agitação das amostras, deu-se início ao procedimento de lavagem do material, ao qual faz-se necessário a passagem das amostras do frascos por uma peneira de malha 0,053 mm (nº 270) colocada acima de um funil tendo logo abaixo uma proveta milimetrada à 1 litro. Para a lavagem do material sobre a peneira foram aplicados jatos de água deionizada até o material de passagem não apresentar turbidez, por fim com o uso de uma pisseta foi complementado à proveta água deionizada até atingir o volume aferido de 1 litro.

O material retido no processo de lavagem sob a peneira de 0,053mm diz respeito à fração de areia contida nas amostras. Tais materiais foram dispostos em cápsulas de metal com peso já conhecido e dispostos para a estufa a 105°C por tempo suficiente para a secagem de todas as amostras. Uma vez que as amostras apresentem-se completamente dessecadas, o material é pesado novamente, obtendo assim o correspondente da fração granulométrica da areia em função da massa de TSE total da amostra.

Com o preparo das 12 provetas com as amostras, somado à prova em branco, utilizou-se de um agitador para o material em suspensão por 20 segundos, anotando o horário final de cada processo de agitação realizado nas provetas. Após este procedimento, foi inserido um termômetro na proveta com a prova em branco, ao qual

foi mensurada a temperatura de 21°C às 11 horas e 24 minutos. Seguindo os parâmetros apresentados na “Tabela 2” na página 31 do “Manual de Métodos de Análise de Solo”, o tempo compreendido para a sedimentação da argila em ambiente de temperatura controlada à 21°C é de 3 horas e 24 minutos, determinando assim o início da pipetagem nas provetas às 15 horas e 18 minutos.

Passado o período determinado para a sedimentação, deu-se início ao processo de pipetagem, ao qual foi utilizado uma pipeta de 50ml com um marcador à 5cm de sua extremidade buscando assim à coleta do material que possa corresponder à fração da argila. O fluido coletado foi então disposto em placas petri com peso determinado e alocados para a estufa à 105°C com tempo indeterminado visando à secagem total do material. Com os materiais previamente dessecados por completo, realiza-se a pesagem, obtendo o peso representativo da fração de argila em função do peso total de TSE de cada amostra.

Com a obtenção de dados como o peso total da amostra (TSE) e as proporções das frações granulométricas areia e argila obtidos através dos procedimentos realizados (Figura 41) é possível deliberar o correspondente da fração de silte compreendendo a soma do valor restante para a proporção de 100% do peso total das amostras.

**Figura 41** – Mosaico dos Procedimentos de Obtenção da Granulometria

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

A determinação da granulometria das amostras auxilia no discernimento da variação das frações no decorrer da topossequência e da profundidade do material coletado. Tais atributos corroboram para a compreensão dos correspondentes de erodibilidade das vertentes estudadas na pesquisa, fomentando os princípios de caracterização do solo e auxiliando a investigação dos fenômenos atrelados à ocorrência dos processos erosivos expressos na formulação dos resultados da pesquisa.

### 8.3.2 Ensaio de Limites de Plasticidade e Liquidez

Pautado na designação dos procedimentos, normas e aparelhagem abalizados pelas seguintes normas; ABNT-NBR 6457 de preparação de ensaios de caracterização, ABNT-NBR 6459 para determinação do limite de liquidez e ABNT-NBR 7180 para a determinação do limite de plasticidade.

Tais fundamentos são aplicados no intuito de expressar um significado quantitativo para as amostras no que tange os estados físicos do solo em relação à proporção de água ao qual apresentam-se através dos ensaios os determinantes

indicados como limites entre os estados físicos do solo expressos em percentual relativo de umidade.

Para o desenvolvimento comparativo das amostras em seu respectivo ciclo de coletas em campo. As mesmas são submetidas a ensaios laboratoriais e a uma expressão algébrica capaz de determinar o teor de umidade da amostra em estado natural em função da média do correspondente pluviométrico estimado entre as coletas em campo. Tal processo corresponde à formulação de um parâmetro nos quais a estimativa dos limites de plasticidade e liquidez se instituirão em relação ao percentual dado como parâmetro do teor de umidade estipulado para a coleta.

A determinação dos valores competentes aos limites de liquidez, plasticidade e os índices derivativos destes, foi desenvolvido por meio da transposição dos cálculos a uma planilha com execução de um programa em segundo plano no software Excel. Tal procedimento é comum no trabalho com dados tabulados, sendo assim, descrevem-se somente as formulas instituída pela norma e aplicam-se os cálculos no programa através de linhas de códigos determinadas pelas funções do software.

Tendo como finalidade a exemplificação do procedimento metodológico, apresentam-se os dados das amostras coletas em topossequência realizada no PMAT em Londrina – PR realizado em 25/11/2017 a 20 cm de profundidade, referente a última coleta da estação do outono. A apresentação dos demais dados irá compor o segmento de resultados e discussões da pesquisa em seu correspondente crítico e analítico, sendo que a apresentação destes visa estritamente exemplificar os procedimentos metodológicos adotados.

#### 8.3.2.1 Procedimentos de Estimativa do Teor de Umidade

O teor de umidade corresponde à relação entre as massas da amostra. Pauta-se em uma simples correlação entre o peso da amostra em seu estado natural e o peso desta após a secagem e seu valor é expresso em percentual (CAPUTO, 1977).

Concebe-se que o teor de umidade é relativizado pelo peso das amostras, conforme indicam as normas da ABNT-NBR 16097/2012. Foram pesadas três frações referentes aos pontos de coleta de topossequência com 30 gramas de solo pesados em uma balança de precisão de 0,01 gramas, desprezando o peso das cápsulas previamente mensuradas.

As cápsulas com as amostras foram então submetidas ao método de secagem em estufa à 100°C por 24 horas. Tal método é considerado eficaz por preservar os componentes químicos do solo e os componentes orgânicos, evitando assim a sua desagregação.

Após o período de secagem, as amostras foram novamente pesadas viabilizando assim a estimativa do peso das amostras secas.

**Figura 42** – Peso das amostras Pré e Pós Secagem



Fonte Guilherme Alves de Oliveira (2017)

Para estimar o teor de umidade das amostras é aplicada a seguinte expressão:

$$W = 100 \cdot \frac{P_w}{P_s}$$

Onde:

- W é o teor de umidade.
- Pw é o peso da amostra úmida.
- Ps é o peso da amostra seca.

Os resultados obtidos para as três amostras em topossequência seguem uma segmentação lógica da topografia da vertente sendo topo (p1), média encosta (p2) e base (p3), com a profundidade relativa da coleta em sequência (20 cm e 60 cm). Seguindo

então a expressão apresentada, têm-se os valores em percentuais dos teores tal qual expressa o quadro;

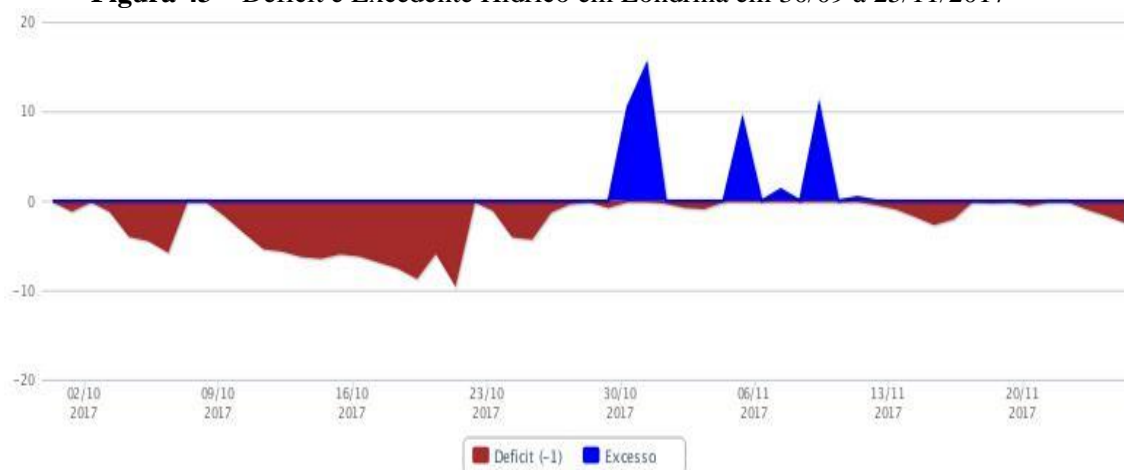
**Quadro 19** – Teor de Umidade Natural das Amostras

Amostras	PW	PS	PW-PS	Umidade Natural (%)	Média da Umidade Natural
P120-1	3,27	2,21	1,06	47,9638009	39,65331507
P120-2	4,08	3,01	1,07	35,54817276	
P120-3	3,54	2,59	0,95	36,67953668	
P120-4	2,89	2,07	0,82	39,61352657	
P120-5	3,78	2,73	1,05	38,46153846	
P220-1	5,04	4,12	0,92	22,33009709	29,77118708
P220-2	3,36	2,61	0,75	28,73563218	
P220-3	4,28	3,43	0,85	24,78134111	
P220-4	2,99	2,32	0,67	28,87931034	
P220-5	3,56	2,47	1,09	44,12955466	
P320-1	4,41	3,48	0,93	26,72413793	40,44564708
P320-2	3,78	2,61	1,17	44,82758621	
P320-3	4,77	3,19	1,58	49,52978056	
P320-4	2,81	1,94	0,87	44,84536082	
P320-5	3,98	2,92	1,06	36,30136986	

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2017)

Tais cálculos permitem uma aproximação quantitativa dos atributos do teor de umidade que podem ser correlacionados diretamente com o acumulado pluviométrico explícito através do balanço hídrico no qual se refere aos dados meteorológicos do período entre as coletas. Os dados foram obtidos por meio de requisição ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para os municípios dentro do período relativo de cada amostragem, correspondendo o interm de 30/09/2017 à 25/11/2017 como no caso em exemplificação.

Recorre-se ao procedimento do balanço hídrico proposto por Thornthwaite e Mather (1955), onde é possível determinar o excedente e déficit hídrico em função de condicionantes de pluviosidade, temperatura, evapotranspiração potencial e real destacando também parâmetros de armazenagem oriundos da caracterização granulométrica dos solos do recorte de estudo. Demonstrando a aplicação e categorização do balanço hídrico através da figura abaixo;

**Figura 43** – Déficit e Excedente Hídrico em Londrina em 30/09 à 25/11/2017

Fonte: INMET (2017)

As aplicações dos déficits e excedentes hídricos auxilia a correlação com os teores de umidade apresentados pelas amostras. No recorte temporal exemplificado, há um pico de excedente hídrico no solo no final de outubro e início de novembro correspondendo aos altos índices pluviométricos, a principal decorrência destes eventos se expressa no baixo déficit nos períodos de coletas, apresentando assim o teor de umidade o mais próximo possível do padrão natural.

A necessidade de estimar o teor de umidade faz parte do contexto analítico que será posto em evidência ao avaliar os limites físicos de plasticidade e liquidez das amostras, uma vez que as mesmas serão também expressas em percentual possibilitando uma relação direta com o teor de umidade obtido e os limites de umidade que alterem a morfologia dos limites físicos de plástica à líquida.

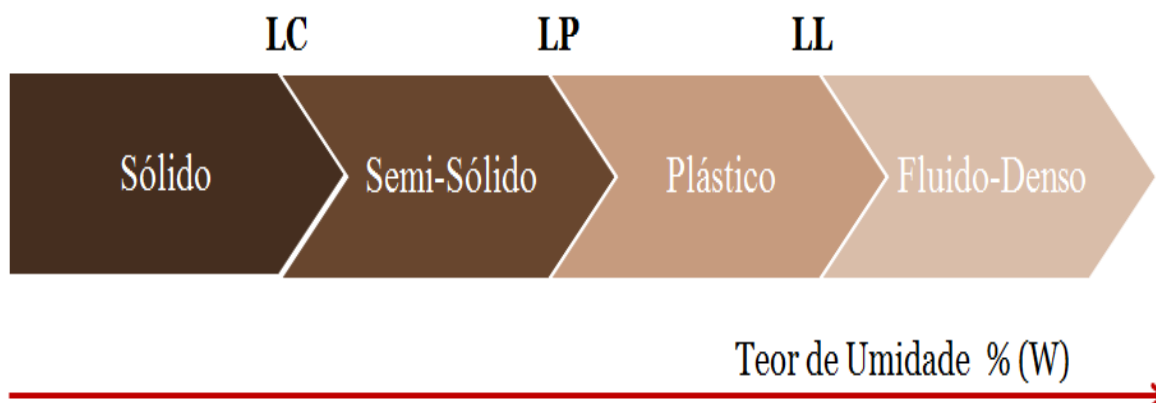
### 8.3.2.2 Procedimentos de Obtenção dos Limites Físicos

Tal metodologia foi proposta em 1896 por Albert Muritz Atterberg, com o intuito de compreender os estados de transição física dos solos em função da presença de água. Com o decorrer dos anos e considerando o método como um baldrame funcional, houveram adaptações com o intuito de padronizar a metodologia tornando-a um procedimento normativo adotado em distintos países.

A concepção central das estimativas dos limites físicos se atém à mudança de estado físico do solo em função do teor de umidade ao qual a amostra é submetida. A

determinação dos procedimentos que indicam a alteração do estado físico é distinta na estimativa dos limites. Com o escopo em demonstrar a variação dos estados, tem-se a seguinte relação:

**Figura 44** – Limites Físicos em Função do Teor de Umidade



LC – Limite de Consistência

LP – Limite de Plasticidade

LL – Limite de Liquidez

Fonte: Caputo (1977) adaptado

Aponta-se que para a mobilidade do solo capaz de ratificar a incidência de processos erosivos considera-se que o Limite de Plasticidade (LP) e o Limite de Liquidez (LL) são os principais agentes morfogênicos à serem representados para evidenciar o progressivo padrão de deslocamentos de massa em uma relação com as amostras e o período de coletas da pesquisa.

Os procedimentos descritos para a obtenção dos limites físicos foram aplicados às 48 amostragens em ambos os recortes de estudo no decorrer de Setembro de 2017 à Setembro de 2018. Fornecendo assim o acompanhamento anual da variação dos limites físicos em função dos regimes pluviométricos de cada estação climática. Reforça-se que os atributos exemplificados com a finalidade de demonstrar os procedimentos compreendem-se ao recorte temporal do trabalho de campo realizado em Novembro de 2017, viabilizando assim uma perspectiva prática e funcional dos processos metodológicos e a obtenção dos dados.

#### 8.3.2.2.1 LIMITE DE LIQUIDEZ

Os ensaios de limite de liquidez auxiliam a determinação da passagem do estado plástico para o estado fluído por meio da acessão do teor de umidade na amostra. Para tal segue-se as normativas indicadas pela ABNT-NBR 6459/2017 acerca do preparo das amostras e métodos de estimativa dos limites.

Em primeira instância há um quarteamento da amostra que é destorroada com o uso de um pistilo e um almofariz de cerâmica, com o intuito de reduzir os grânulos preservando suas estruturas. Após o procedimento o material destorroado é transpassado em uma peneira de malha 40 com 0,425mm de vazão.

O segundo procedimento listado faz alusão à passagem de 70g da amostra peneirada que é disposta em uma cápsula de cerâmica onde é adicionado entre 15 a 20 cm<sup>3</sup> de água destilada. A variação entre as proporções da adição de água destilada faz alusão ao processo de mistura, onde se busca obter uma amostra uniforme e plástica.

A terceira aplicação processual atém-se a transposição da massa para o aparelho de Casagrande previamente calibrado com o uso do cinzel. A concha do aparelho é preenchida em dois terços até que seja evidenciado uma espessura de 1cm ao centro da concha. Com o emprego do cinzel característico para cada classe de solo, faz-se uma ranhura perpendicular ao eixo de rotação da concha, no caso das amostragens emprega-se o cinzel para solos argilosos.

Ao rotacionar a manivela, dá-se início ao golpeamento da amostra em um intervalo de dois golpes por segundo até que as bordas da ranhura se emendem em uma extensão de 1,3 cm registrando o número de golpes aplicados até a união das bordas.

O quarto procedimento tomado refere-se à coleta na área ao quais as bordas se uniram. Em seguida o material é disposto em uma capsula metálica previamente pesada e é novamente pesado em uma balança de 0,01 gramas de precisão anotando seus respectivos valores. Em seguida a capsula sem tampa é colocada em uma estufa com temperatura de 110°C por 24 horas. Após o procedimento listado, pesa-se a cápsula e obtém-se o valor relativo da massa seca, prosseguindo assim para os parâmetros percentuais do teor de umidade encontrado na amostra.

**Figura 45-** Mosaico de Procedimentos de Determinação do Limite de Liquidez



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2017)

Conforme as normas há dois procedimentos indicados para a obtenção do limite de liquidez. O primeiro se institui pela elaboração de um gráfico que possui como eixos em função dos números de golpes aplicados e as umidades relativas a cada uma das amostras. Por instituição da norma considera-se que o limite de liquidez é indicado ao correspondente percentual de umidade ao atingir de 25 golpes.

A segunda determinação do limite de liquidez instituída pela norma faz alusão à aplicação de cálculos abarcando a relação de golpes e a umidade correspondente ao número de golpes. A expressão adotada para a estipulação quantitativa dos valores de limite de liquidez é a seguinte;

$$LL = \frac{nW}{(1,419 - 0,3 \log n)}$$

Onde:

nW – Umidade correspondente ao número de golpes.

Com o intuito de fornecer uma melhor aptidão dos dados em sua representação quantitativa, emprega-se a segunda metodologia com a realização das funções executadas em tabelas criadas no programa Excel do pacote básico do Windows.

Realizou-se então um procedimento que utiliza as funções matemáticas do programa Excel com o escopo de apresentar valores relativos dos procedimentos laboratoriais como o peso das amostras úmidas e secas e a quantidade de golpes aplicados à cada uma destas, executando assim as funções matemáticas em segundo plano e fornecendo os valores reais dos limites de plasticidade de forma imediata para cada uma das 5 amostragens.

**Quadro 20** – Atribuição do Limite de Liquidez por execução no programa.

Amostras	PW	PS	PW-PS	Umidade (%)	N Golpes	Limite de Liquidez (%)
P120-1	3,62	2,28	1,34	58,7719298	13	46,43172098
P120-2	3,55	2,54	1,01	39,7637795	33	
P120-3	3,11	2,01	1,1	54,7263682	16	
P120-4	3,18	2,22	0,96	43,2432432	26	
P120-5	1,92	1,34	0,58	43,2835821	29	
P220-1	4,78	3,02	1,76	58,2781457	12	34,03228314
P220-2	4,95	4,28	0,67	15,6542056	33	
P220-3	5,39	3,73	1,66	44,5040214	19	
P220-4	3,58	2,89	0,69	23,8754325	27	
P220-5	4,48	2,97	1,51	50,8417508	23	
P320-1	4,83	3,29	1,54	46,8085106	20	39,22930392
P320-2	4,68	3,45	1,23	35,6521739	24	
P320-3	4,28	2,71	1,57	57,9335793	18	
P320-4	5,33	3,89	1,44	37,0179949	26	
P320-5	5,9	5,13	0,77	15,0097466	39	

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Avalia-se que a execução do programa atende as necessidades apresentadas para a estipulação quantitativa dos limites de liquidez apresentados. Considerando as cinco amostragens correspondentes a cada um dos três pontos de coleta, atrelado aos procedimentos elencados pela norma, tem-se a atribuição dos valores indicados desprezando o peso da cápsula como; peso da amostra úmida (PW), peso da amostra seca (PS), relação entre o peso úmido e o peso seco (PW-PS), percentual de umidade contida na amostra seca (Umidade %), a quantidade de golpes aplicados no aparelho de Casagrande (N Golpes) e a estipulação do Limite de Liquidez compreendendo a formulação apresentada à priori.

A estipulação dos limites de liquidez fornece uma aproximação do parâmetro comportamental do solo em função dos teores de umidade indicados pela metodologia. Todavia, para correlacionar diretamente as hipóteses de mobilidade de massa, faz-se

necessária a estipulação dos índices de liquidez, plasticidade e consistência. Valores estes obtidos através do processo metodológico aos quais as estipulações dos limites de liquidez e dos limites de plasticidade fazem-se indispensáveis.

#### 8.3.2.2 LIMITE DE PLASTICIDADE

Para a estipulação dos limites de plasticidade, tem-se como apoio as normas da ABNT-NBR 7180/2016 a qual indica os procedimentos e os cálculos aplicados para a determinação dos valores relativos aos limites de plasticidade. O parâmetro fundamental da concepção da plasticidade do material visa indicar a transição do estado semi-sólido para o plástico em função dos teores de umidade contidos nas amostras.

O primeiro procedimento aplicado compete ao uso de entre 50 a 60g da amostra previamente passadas pela peneira de malha 40 com 0,425 mm de vazão. Em seguida esta proporção é disposta em uma cápsula metálica com peso definido e pesada em uma balança de sensível a 0,001g, obtendo a fração do peso da amostra.

Em segunda instância aloca-se o material em uma cápsula de porcelana e adiciona-se água destilada a modo que a amostra fique homogênea e com consistência plástica. Por meio de uma determinação tátil, molda-se o material cerca de 10g do material em esfera, caso o mesmo não obtenha a morfologia adequada adiciona-se água gradualmente e repete-se o processo.

O terceiro procedimento indicado atribui-se a disposição da esfera em uma placa de vidro esmerilhado e por meio de pressão manual, molda-se o material até que o mesmo obtenha a morfologia de um cilindro com 10cm de comprimento e 3mm de diâmetro. Utiliza-se uma haste metálica com as métricas estipuladas como guia, todavia na ausência da haste metálica é recomendado o uso de uma carga de caneta esferográfica como guia. Ao atingir a morfologia da guia, amassa-se o cilindro, molda-se uma nova esfera e repete-se o procedimento anterior até que o cilindro se fragmente ao atingir a métrica estipulada pela guia.

O quarto e último procedimento é decorrente da fragmentação do cilindro que, ao se fragmentar é disposto em uma cápsula metálica com peso já definido e os fragmentos na cápsula são pesados em balança e encaminhados para uma estufa de 100 a 110°C por 24 horas. Em seguida, retira-se a cápsula da estufa e o material é novamente pesado estipulando o peso da amostragem seca.

É indicado que o procedimento seja realizado em 3 amostras. Para a realização dos estudos desta pesquisa foram utilizadas 5 amostras para cada amostragem, sendo estas relativas a 3 coletas com profundidade de 20 e 60 cm de profundidade somando-se 6 coletas. O parâmetro da pesquisa utiliza os ensaios em 2 amostragens por estação climática, totalizando assim 240 ensaios aplicados para obter os limites físicos no decorrer de um ano.

**Figura 46** – Mosaico de Procedimentos para Obtenção do Limite de Plasticidade.



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

A estimação numérica dos limites de plasticidade está relacionada com a função dos teores de umidade evidenciados na proporção da amostra úmida e da amostra seca. Realiza-se uma média aritmética dos valores de umidade estipulados e cria-se um conjunto com +5% e -5% para o valor da média aritmética. Se uma ou mais unidade for inferior ou superior ao conjunto estipulado, ignora-se o seu valor e realiza-se novamente a média aritmética dos valores considerados no conjunto.

Obtem-se por fim o valor estimado expresso em percentual para o limite de plasticidade ao qual indica a transição do estado semi-sólido para o plástico. Assim como realizado nos limites de liquidez, recorre-se a tabulação dos dados no software Excel e a execução dos critérios matemáticos aplicados em uma linha de códigos no programa capaz de prover os dados percentuais das amostras por meio da condição dos conjuntos em função aritmética no programa. Fornecendo assim os seguintes dados para as amostras;

**Quadro 21** - Atribuição do Limite de Plasticidade por execução no programa

Amostras	PW	PS	PW-PS	Umidade (%)	Limite de Plasticidade (%)
P120-1	4,25	2,97	1,28	43,0976431	35,51128328
P120-2	3,22	2,76	0,46	16,66666667	
P120-3	3,54	2,48	1,06	42,74193548	
P120-4	2,83	1,97	0,86	43,65482234	
P120-5	3,39	2,58	0,81	31,39534884	
P220-1	3,22	2,54	0,68	26,77165354	24,31715469
P220-2	4,08	3,42	0,66	19,29824561	
P220-3	3,36	2,65	0,71	26,79245283	
P220-4	2,74	2,17	0,57	26,26728111	
P220-5	3,49	2,85	0,64	22,45614035	
P320-1	4,09	3,31	0,78	23,56495468	32,65958625
P320-2	3,78	2,78	1	35,97122302	
P320-3	4,24	3,33	0,91	27,32732733	
P320-4	2,97	2,16	0,81	37,5	
P320-5	3,39	2,44	0,95	38,93442623	

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira(2018)

Com a atribuição dos valores compreende-se que a estipulação dos limites apresentados fornece uma compleição em função do teor de umidade necessário para que as amostras nos referidos pontos transacionem do estado semi-sólido para o estado plástico, relacionando assim um critério de análise capaz de apontar o princípio para a ocorrência de mobilidade de massa.

### 8.3.2.3 Índices Físicos

A atribuição dos parâmetros de limites de liquidez e plasticidade possibilita uma estipulação dos índices físicos que o categorizam estipulando um critério qualitativo aos valores obtidos através da metodologia proposta nas normas da NBR.

Após a obtenção dos limites de liquidez (LL) e dos limites de plasticidade (LP) são estipulados valores necessários para a formulação dos correspondentes de índices. Todavia para obter todos os índices, faz-se necessário impetrar os valores correspondentes das amostras em estado natural, ou seja, aquelas as quais não há adição de água destilada nos ensaios.

Com a designação de 15 amostras, realiza-se o procedimento referente à estipulação do teor de umidade natural das amostras, por meio da pesagem e disposição das amostras em cápsula por 24 horas em uma estufa à 100°C, tal qual estruturado pela norma da ABNT-NBR 16097/2012. Realiza-se então os cálculos para a obtenção dos índices de liquidez (IL), plasticidade (IP) e consistência (IC) e a classificação correspondente destes índices.

O índice de liquidez (IL) pode ser interpretado como a relação do histórico de atividade geológica e pedológica ao qual o ponto amostrado foi submetido ao decorrer do tempo. A determinação do índice é realizada através da seguinte expressão:

$$IL = \frac{W - LP}{LL - LP}$$

Onde;

W – Umidade Natural da amostra (%).

LP – Limite de Plasticidade.

LL – Limite de Liquidez.

Com os valores estipulados é possível categorizar o parâmetro qualitativo por meio da adequação do índice ao quadro:

**Quadro 22 – Classificação do IL**

Valor do índice	Categoria
< 0	Argilas excessivamente pré-adensadas
0 – 0,99	Argilas pré-adensadas
1	Normalmente adensadas
>1	Argilas extra-sensíveis

Fonte: Caputo (1977)

O índice de plasticidade (IP) representa o potencial plástico da amostra ao qual a adição de água altere o estado físico do material denotando a possível mobilidade do solo. A expressão que designa os valores do índice compreende a seguinte função;

$$IP = LL - LP$$

Onde;

LL – Limite de Liquidez

LP – Limite de Plasticidade

Em função da obtenção do índice é passível a categorização deste à seguinte estipulação:

**Quadro 23 – Classificação do IP**

<b>Valor do índice</b>	<b>Categoria</b>
$1 < IP \leq 7$	Fracamente Plástico
$7 < IP \leq 15$	Medianamente Plástico
$IP > 15$	Altamente Plástico

Fonte: Caputo (1977)

Por fim, o índice de consistência (IC) traduz a maior trabalhabilidade do solo em função de sua resistência mecânica e a respectiva variabilidade do estado físico do material sólido. Para a determinação deste índice faz-se necessário a realização dos ensaios anteriormente estipulados aplicando-os na seguinte expressão:

$$IC = \frac{(LL - W)}{IP}$$

Onde;

W – Umidade natural da Amostra (%).

LL – Limite de Liquidez.

IP – índice de Plasticidade.

Seguindo o mesmo critério metodológico, os valores concebidos à partir da expressão devem ser categorizados na seguinte estipulação;

**Quadro 24** – Classes do IC

Valor do índice	Categoria
IC < 0	Muito Moles
0 < IC < 0,50	Moles
0,50 < IC < 0,75	Médias
0,75 < IC < 1	Rijas
IC > 1	Duras

Fonte: Caputo (1977)

Correspondendo aos cálculos aplicados e à classificação das categorias, transpõem-se os condicionantes à uma tabela do *software* excel com a execução de um programa desenvolvido em segundo plano que estipula os valores de maneira automática proporcionando os índices. Com o escopo de exemplificar o procedimento metodológico utilizou-se os dados das coletas realizadas no PMAT em Londrina – PR no período de 30 de setembro à 25 de novembro.

**Quadro 25** - Estipulação dos índices em função dos dados amostrais

Amostras	PW	PS	PW-PS	Umidade Natural (%)	Média da Umidade Natural	Índice de Plasticidade	Índice de Liquidez	Índice de Consistência
P120-1	3,27	2,21		1,06	47,9638009			
P120-2	4,08	3,01		1,07	35,54817276			
P120-3	3,54	2,59		0,95	36,67953668	39,65331507	10,9204377	0,379291738
P120-4	2,89	2,07		0,82	39,61352657			
P120-5	3,78	2,73		1,05	38,46153846			
P220-1	5,04	4,12		0,92	22,33009709			
P220-2	3,36	2,61		0,75	28,73563218			
P220-3	4,28	3,43		0,85	24,78134111	29,77118708	9,715128448	0,561395808
P220-4	2,99	2,32		0,67	28,87931034			
P220-5	3,56	2,47		1,09	44,12955466			
P320-1	4,41	3,48		0,93	26,72413793			
P320-2	3,78	2,61		1,17	44,82758621			
P320-3	4,77	3,19		1,58	49,52978056	40,44564708	6,569717672	1,1851439
P320-4	2,81	1,94		0,87	44,84536082			
P320-5	3,98	2,92		1,06	36,30136986			-0,1851439

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2018)

Com a obtenção dos dados compreende-se que a amostra P120 é considerada medianamente plástica, com argila pré-adensada e de consistência média. A amostra P220 é designada como medianamente plástica, com argila pré-adensada e de consistência mole. Já a amostra P320 é estipulada como fracamente plástico, com argila extrassensível e de consistência muito mole.

Tal concepção sintetiza a realidade evidenciada conotando o comportamento pedológico da topossequência. Destaca-se como atributo interpretativo a variação da amostra P320 que se encontra à base da vertente próximo às margens do Ribeirão Cambé. Tal amostra apresenta baixos parâmetros de plasticidade devido à alta fração granulométrica de areia, o indicativo de argila extrassensível demonstra o contínuo acúmulo de água da topossequência e a consistência estipulada como muito mole faz alusão à baixa propriedade morfológica do material, passível à deslocamento por meio de solapamento ou processos erosivos de vertente como os movimentos de massa.

Como uma última proposta atendo-se aos dados apresentados, torna-se possível uma apresentação rítmica dos dados coletados no decorrer de um ano de trabalhos empíricos e laboratoriais com o intuito de analisar a variabilidade dos índices através de uma representação gráfica e compreender a representatividade dos dados ante aos parâmetros de erodibilidade em fragmentos florestais.

## **9. Resultados e Discussões**

### **9.1 Introdução**

O presente segmento da tese busca expor de forma correlata, a apresentação dos dados obtidos por meio das metodologias empregadas, bem como avaliar criticamente os atributos que configuram a aplicabilidade das análises dos condicionantes geomorfológicos de estabilidade física visando uma aproximação aos métodos de restauração ambiental de ambientes fragilizados.

A primeira abordagem visa expor os parâmetros geotécnicos e geomorfológicos de ambos os recortes de estudo advindos das análises laboratoriais e da tabulação de dados. Faz-se necessária a compreensão dos dados tabulados expressos no modelo de gráficos com o escopo de avaliar as variações diagnosticadas no decorrer do período de amostragem, tendo como cerne o desenvolvimento de um “ritmo geomorfológico” para as vertentes e uma aplicação da expressão dos condicionantes geomorfológicos aplicado aos fragmentos florestais estudados.

Em segunda instância busca-se apresentar a progressão dos processos erosivos das vertentes evidenciadas por meio do monitoramento manual realizado através das estacas dispostas no sítio de estudo. Tal apresentação é vista de forma correlata à exposição dos dados rítmicos expostos, uma vez que fornecem uma interpretação pautada no reflexo funcional das variações dos condicionantes geomorfológicos das vertentes analisadas.

O terceiro abalroamento tem como finalidade a apresentação dos processos estruturais e não estruturais envolvidos a restauração dos condicionantes físicos das vertentes, bem como a exposição fotográfica do desenvolvimento evolutivo paisagístico oriundo deste. As avaliações dos fatores de restauração podem ser vistos como uma etapa final do processo da pesquisa uma vez que as progressões das práticas de restauração dos condicionantes geomorfológicos estão diretamente relacionadas com os parâmetros de análise, monitoramento e execução dos processos estruturais e não estruturais aplicados aos recortes de estudo.

## 9.2 O Fragmento Florestal em Dados: PNMAR

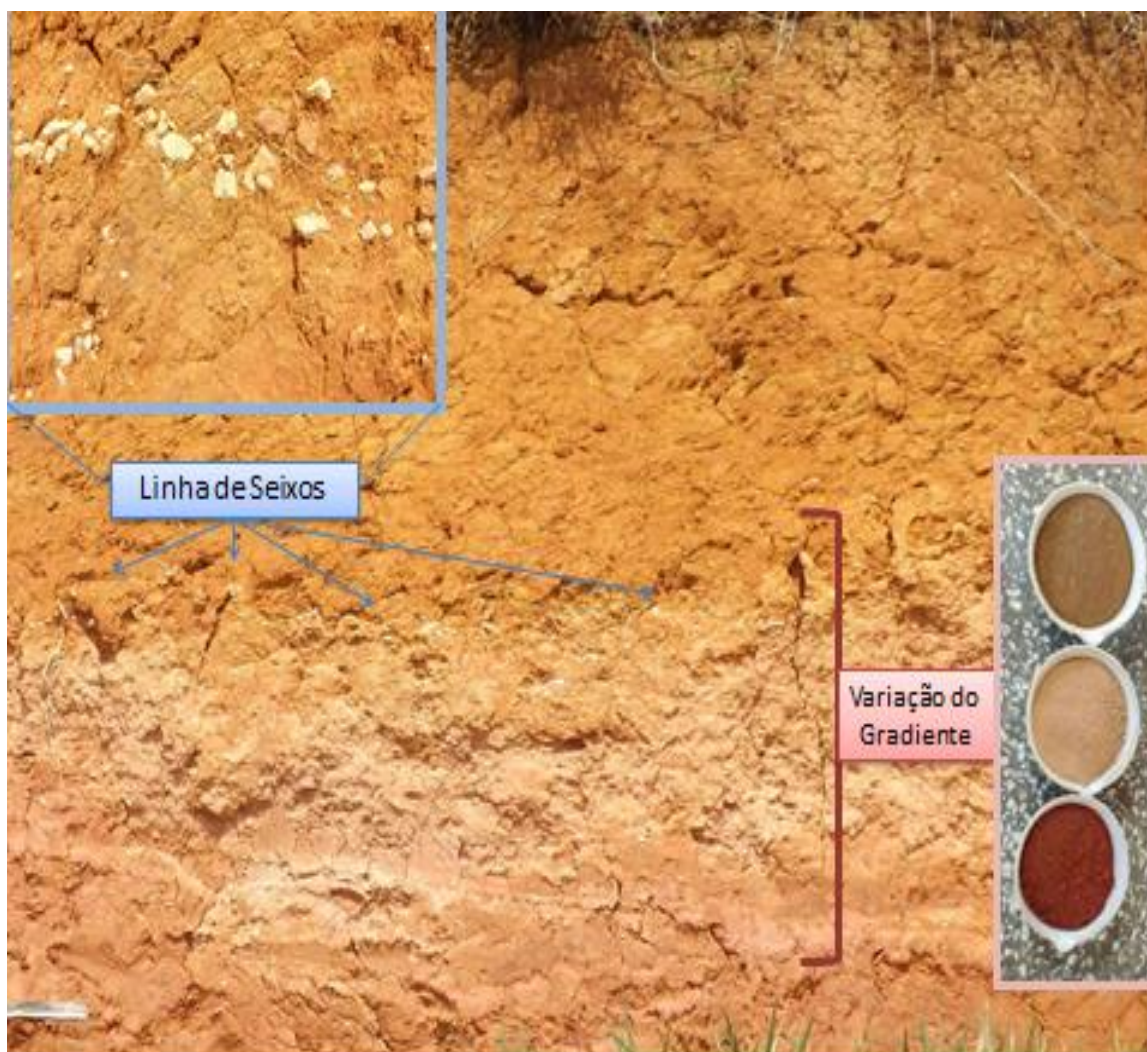
Apresentam-se nessa seção os dados referentes aos ensaios realizados em laboratório e em campo com a finalidade de avaliar a atuação dos condicionantes geomorfológicos, desenvolvendo uma exposição dos resultados do respectivo fragmento florestal, explorando discussões acerca da granulometria, da elaboração de um ritmo geomorfológico e a variação dos limites físicos, do monitoramento de margem de voçoroca e das práticas de restauração ambiental aplicada ao PNMAR em São José dos Campos – SP.

### 9.2.1 O Solo e a Granulometria

Acerca das condições pedológicas do recorte de estudo, reforça-se que o solo do PNMAR é listado pelo mapeamento do fragmento como um Argissolo vermelho-amarelo (PVA-55). De fato com os ensaios realizados em campo, a análise da variação textural e sua respectiva ocorrência, o mesmo se elenca enquanto Argissolo.

Entretanto, a principal questão que permeia sua classificação circunscreve o horizonte diagnóstico B, uma vez que as variações das tonalidades mais avermelhadas se encontram no horizonte C na faixa de profundidade de 145 cm à 247 cm listado como 5YR 7/8, enquanto o horizonte diagnóstico B na faixa de 20 cm à 145 cm possui tons mais ocres em 7.5YR 6/8 conforme a tabela de cores de Munsell.

Em primeira instância, a apresentação da classificação em função das tonalidades, remete a uma especificação mais próxima dos Argissolos amarelos devido às condições apresentadas pelo horizonte diagnóstico B. Porém, entende-se que a classificação presente no mapeamento considera a relação da transição gradual entre os horizontes B e C, devido ao fato da apresentação de variação do gradiente e da linha de seixos (*stone lines*) ainda que tímida e com componentes bem angulares, compreende-se então que de fato o solo do recorte de estudo se remete a um Argissolo vermelho-amarelo (Figura 47).

**Figura 47** – Linha de Seixos e Variação do Gradiente

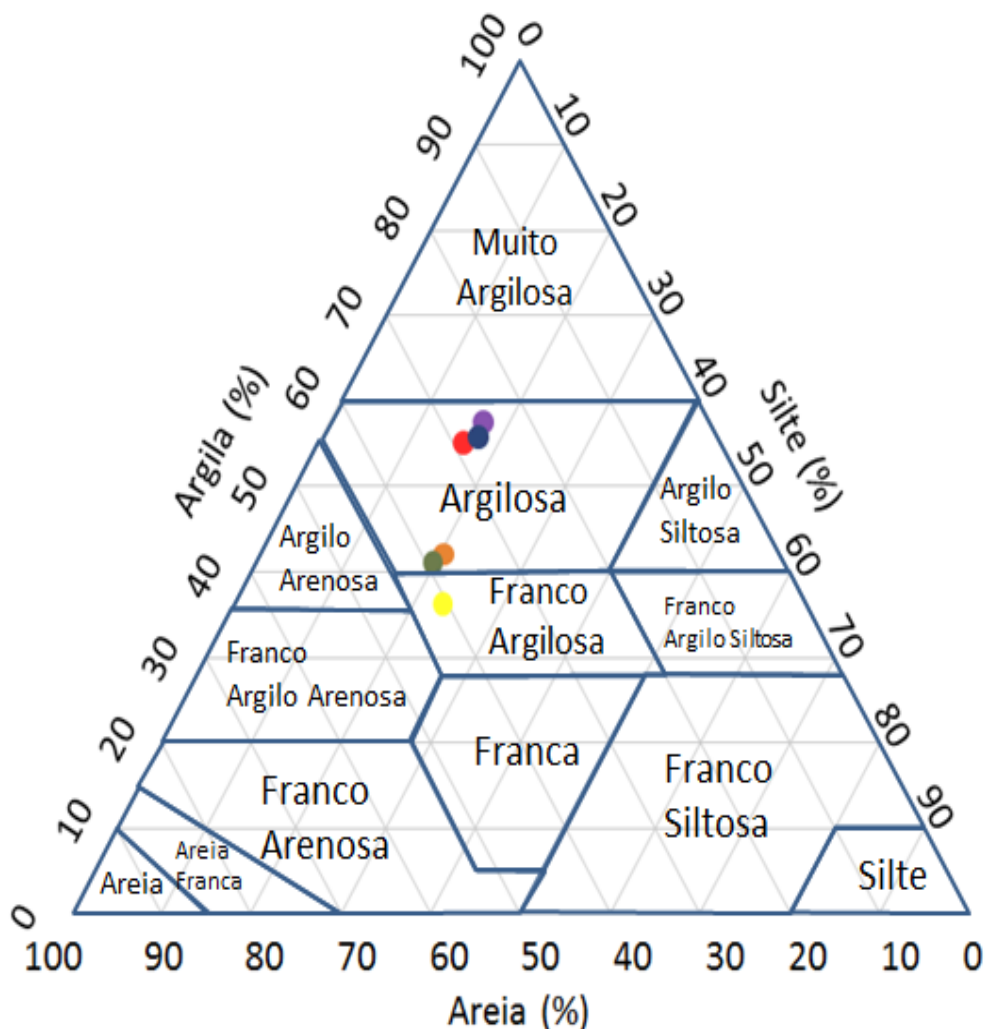
Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2019)

Para a apresentação da distribuição proporcional da granulometria, fez-se necessário a realização do procedimento competente de pipetagem como ressaltado na metodologia. Com a atribuição dos valores proporcionais granulométricos de areia, silte e argila realizou-se a distribuição dos mesmos em um triângulo textural com o escopo de fornecer um parâmetro gráfico de interpretação para cada um dos pontos amostrados na topossequência da área de estudo (Figura 48).

Deve-se ressaltar previamente que a aplicação do triângulo textural compete aos fundamentos propostos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SBCS), tendo como base a concepção estrutural de Santos et al. (2013), destacando 13 classes texturais em função da proporção das frações granulométricas. Diferindo dos parâmetros adotados pelo departamento de agricultura dos Estados Unidos (USDA) e da

organização de agricultura e alimentos das Nações Unidas (FAO), sobretudo na segmentação do grupo das argilas, distinguindo-as entre muito argilosas e argilosas.

**Figura 48** – Triângulo Textural das Amostras em Topossequência do PNMAR



	P120	P160	P220	P260	P320	P360
Areia	28,76651	25,30739	37,49782	26,76672	40,54199	39,11665
Silte	16,05104	17,08134	20,37242	17,4545	23,20675	19,71401
Argila	55,18245	57,61127	42,12976	55,77878	36,25126	41,16935
Textura	Argilosa	Argilosa	Argilosa	Argilosa	Média-Argilosa	Argilosa

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Com a apresentação da distribuição das amostras no triângulo textural e as proporções das frações abaixo do mesmo, pode-se afirmar que grande parte das amostras compete à categoria argilosa e somente uma delas foi atribuída como franco

argilosa. Todavia, devem-se avaliar as amostras de acordo com sua localidade e profundidade na topossequência.

As amostras P1 se remetem ao topo da vertente avaliada e o número seguinte diz respeito à profundidade em centímetros no qual a amostra foi coletada. Acerca das amostras de topo nota-se um leve acúmulo de argila na amostra de maior profundidade (P160) em função da amostra mais superficial (P120). Tal fator vem a se repetir nas demais amostragens como esperado pelo fator eluvional (LEPSCH, 2002) inversamente proporcional, há um aumento da fração de areia em função do tamanho dos grânulos e à baixa mobilidade vertical das mesmas. Sendo assim a tendência é de que as amostras em maior profundidade possuam uma maior expressão de argila comparada à superficial, que, por sua vez detém mais areia que a porção à de profundidade. Nota-se também uma pequena variação do silte, cerca de 1% entre a amostra P120 e P160.

O segundo ponto amostra P220 e P260 situam-se na média encosta, área esta bem afetada pelo processo erosivo no recorte de estudo. Em parâmetros comparativos, a amostra superficial (P220) indica um salto proporcional de cerca de 9% da fração de areia em relação à amostra superficial de topo (P120). Tal evento pode ser atribuído à forte tendência de deslocamento horizontal das areias em vertente como também a contínua mobilidade agravada pela incidência erosiva do recorte. Já a amostra de profundidade (P260) não sofreu exponenciais alterações em sua proporção quando comparada à amostra de profundidade do topo (P160).

Neste ponto é possível correlacionar uma ocorrência natural aos argissolos e aos processos erosivos nestes uma vez que “Os Argissolos são mais suscetíveis à erosão quando na presença de um horizonte B menos permeável, com acumulação de argila” (LEPSCH, 2002, p.195). Evidencia-se como diagnóstico neste ponto a possível perda de estabilidade física, pois, a maior incidência de areia representa uma maior permeabilidade e quando está água infiltrada se depara com um horizonte inferior com um teor de argila mais acentuado como no caso, há uma saturação do material subjacente, dirigindo à uma alteração dos limites físicos de plasticidade e consequentemente induzindo à mobilidade de massa do solo.

Reforça-se este parâmetro analítico uma vez que se conhece por vias empíricas condicionantes como a declividade superior a 30%, considerada forte, a morfologia côncava-convergente e a geologia com micaxistos do complexo pilar com moderada

intemperização. Ademais condicionantes á serem analisados posteriormente, estes listados apresentam forte influência na decorrência das mobilidades evidenciadas.

Sabe-se que paralelo aos pontos de coleta se dispõe uma voçoroca em contínua evolução. Visto tal realidade, os fatores apresentados pela granulometria fornecem uma correlação direta com a ocorrência do fenômeno porém, outros pontos da mesma vertente podem possuir a mesma granulometria ou até frações maiores de areia em média encosta. Logo, atribui-se à ocorrência da voçoroca no ponto específico a mais condicionante como; a retirada da cobertura vegetal nativa e até mesmo o fluxo de água superficial derivado do escoamento presente na estrada de terra ao topo da voçoroca.

O terceiro ponto da topossequência faz alusão à base da vertente, tendo como representantes amostrais de ordem superficial o P320 e de ordem subsuperficial, a amostra P360. O principal critério de destaque neste ponto acomete-se pela forte expressão de areia em ambas as amostras. As concentrações de areia nos pontos reforçam a hipótese da mobilidade horizontal dos sedimentos do topo em direção à base da vertente, onde deposita-se em função do decréscimo da declividade.

As frações granulométricas neste ponto da topossequência estão diretamente relacionadas com a baixa declividade, sendo assim conferida enquanto uma zona de depósito. Ainda que em ambas as amostras, sobretudo a de subsuperfície (P360) apresentem uma quantidade superior à 35% de argila, o que as elenca á uma textura mais argilosa. O mesmo fenômeno descrito anteriormente sobre a infiltração e a permeabilidade como correlação aos processos de mobilidade de massa não se aplica, devido à baixa declividade, elencando um solo mal drenado e menos permeável em profundidade, porém, mais estável no que circunda a estabilidade física e a suscetibilidade aos movimentos de massa.

A amostra superficial (P320) fora elencada como uma textura de média para argilosa (média-argilosa), especialmente por exceder apenas 1,25% da fração de argila superior ao estimado para a classificação textural de argilosa. Nota-se também que esta amostra por situar-se na zona de depósito detém as maiores proporções de areia e silte de toda a topossequência.

Enfatiza-se então a importância das análises granulométricas por três vias principais para a pesquisa, uma vez que tal resultado auxilia na interpretação diagnóstica do comportamento do solo em vertente, proporciona dados fundamentais às

análises dos índices físicos e é um importante condicionante geomorfológico para a concepção da suscetibilidade e fragilidade de ambientes frente aos processos erosivos.

### 9.2.2 Ritmo PNMAR : Condicionantes Geomorfológicos

A proposta da apresentação dos resultados geotécnicos levantados e a respectiva interpretação destes em uma ótica geomorfológica advêm da mesma concepção empregada para a análise dos ritmos climáticos.

Ainda que a metodologia empregada por Carlos Augusto Figueiredo de Monteiro esteja pautada em uma análise dos condicionantes meteorológicos e climáticos e respeitem uma variação diária. Há um critério de convergência no qual se interpreta de modo contínuo as sucessões de fenômenos em uma escala cronológica.

Nesta perspectiva, busca-se realizar uma análise das variações dos limites e índices físicos em uma vertente, aplicado a sucessões cronológicas que respeitem um intervalo na faixa de 40 dias. Apresentam-se então 8 coletas amostrais que serão utilizadas como elementos chave para assimilar as modificações ocorridas na vertente nesta escala temporal.

Para a análise dos resultados optou-se em produzir dois gráficos tendo em mente dois critérios básicos; o primeiro diz respeito à interpretação visual, uma vez que o acúmulo de diferentes gráficos em uma mesma folha ocasionaria a uma poluição visual, o segundo fundamento está atrelado a uma segmentação de leitura, voltada primeiramente aos limites físicos e posteriormente aos índices físicos do solo.

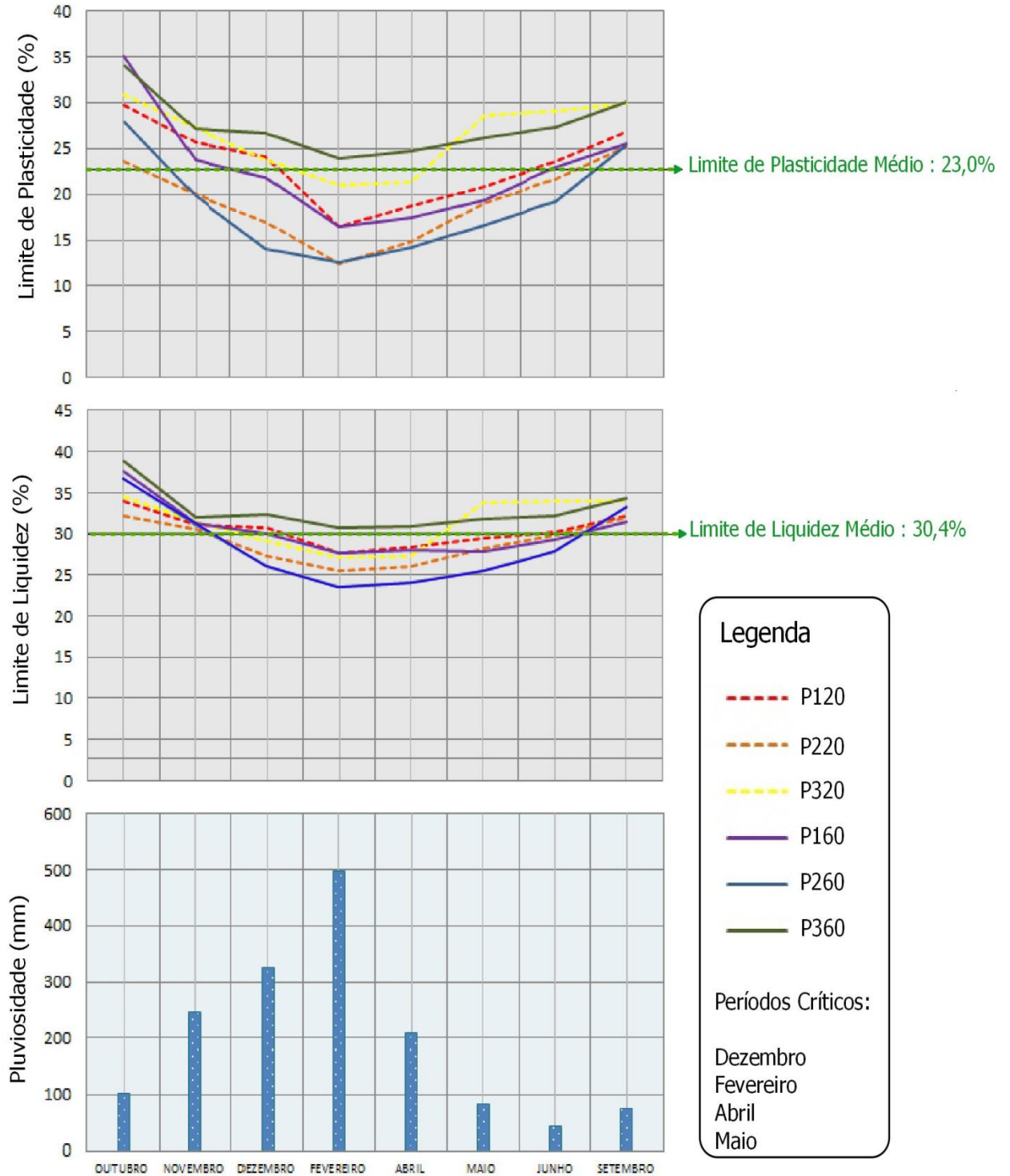
Acerca das abordagens, fora adotada uma interpretação crítica das variáveis diagnosticadas nas amostras em função do tempo cronológico. Tal medida tem como finalidade uma melhor concepção estrutural dos fenômenos em tautocronia com os índices de pluviosidade média acumulada.

De antemão, justifica-se o uso do parâmetro de pluviosidade média acumulada por deter como referência o total pluviométrico acumulado entre as coletas. Uma vez que as amostragens foram obtidas em intervalos de aproximadamente 40 dias, fez-se necessária a tomada desta decisão pelo destaque que a pluviosidade possui frente aos teores de umidade e às transições tanto nos limites quanto nos índices físicos do solo.

Apresenta-se então o que se denomina como “Análise Rítmica dos Limites e Índices Físicos do Solo em Topossequência”, iniciando a interpretação pelo aspecto dos Limites de liquidez e plasticidade como presente na figura abaixo (Figura 49);

**Figura 49** – Análise Rítmica dos Limites Físicos do Solo em Topossequência PNMAR

### Análise Rítmica dos Limites Físicos do Solo em Topossequência PNMAR - São José dos Campos - SP



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

### 9.2.2.1 Outubro de 2017

A primeira data de coleta no qual se inicia às sucessivas análises, remete-se à data de 06/10/2017. A pluviosidade amostrada para a primeira data tem como referência a precipitação acumulada entre as datas de 06/09/2017 até a data da primeira coleta, totalizando 99,3 mm. Como não há referências antecedentes à primeira amostragem, parte-se do princípio que tanto o limite de liquidez quanto o de plasticidade encontram-se em parâmetros estáveis na data da primeira amostragem.

A amostra de profundidade no topo (P160) juntamente com a amostra de profundidade da base (P360), situam-se com um limite de plasticidade em torno de 35%, o que remete uma situação no qual o limite somente será atingido, mudando o comportamento de sólido para plástico, caso o teor de umidade destas amostras ultrapassem o valor estimado. Com as tabulações dos teores de umidade natural disponíveis no apêndice, observa-se uma tímida aproximação dos teores de umidade à faixa dos 35% o que referencia o princípio de um estado de transição do comportamento das amostras em questão.

Em paralelo, as mesmas prerrogativas dos pontos de topo e base superficiais (P120 e P320) apresentam um teor de umidade natural com cerca de 33%, entretanto o limite de plasticidade destas amostras giram em torno de 30% o que demonstra que as amostras superficiais já apresentam um comportamento ligeiramente plástico, podendo ser facilmente moldadas à mão.

As amostras de média encosta de superfície e subsuperfície (P220 e P260), área paralela ao centro da voçoroca, apresentam uma condição de teor de umidade natural em 29% e o limite de plasticidade obtido para tais amostras é de 23% para P220 e de 28% para P260. Demonstrando assim um comportamento plástico, sobretudo da amostra superficial.

Acerca dos limites de liquidez, todas as amostras durante esta primeira coleta apresentam-se estáveis, ainda que próximo aos parâmetros médios, compreendendo que grande parte das amostras estão até o momento se aproximando do limite de plasticidade, adotando assim um comportamento plástico que difere daqueles vinculados à extrema mobilidade de quando se ultrapassa o limite de liquidez onde a amostra se comporta como um fluido denso.

#### 9.2.2.2 Novembro de 2017

Passados 43 dias, em 18/11/2017 fez-se a segunda amostragem e o encaminhamento destas ao laboratório. Houve um expressivo aumento da pluviosidade no período com 243,8 mm de precipitação. Neste ponto, faz-se necessária a observação das linhas destacadas no gráfico referente às médias do limite de plasticidade e liquidez. Tais linhas serão utilizadas como parâmetros aos quais os valores que se dispuserem abaixo das linhas de limites apresentarão cenários passíveis de instabilidade física na vertente.

As amostras de topo (P1) e base (P3) apresentam-se em conformidades claras de transição do limite de plasticidade, ainda que apresentem uma queda vertiginosa em comparação com o mês anterior. Cabe aqui ressaltar o forte desvio apresentado pela amostra de profundidade do topo (P160), este fenômeno está diretamente condicionado ao aumento da pluviosidade e à percolação de água advinda da superfície que, ao se deparar com uma maior fração granulométrica de argila, reduz a drenagem e altera o comportamento da amostra.

As amostras de média encosta (P2) apresentam-se abaixo do limite médio de plasticidade. Devido ao incremento da pluviosidade, tais amostras indicam uma queda das taxas de plasticidade onde a amostra se superfície (P220) situa-se com 20% e a de profundidade (P260) com 19%. Apesar desta queda, as umidades naturais das respectivas amostras encontraram-se na faixa de 26% excluindo o caráter de plasticidade no momento da coleta, porém, conforme o monitoramento da progressão da voçoroca compreende-se que tal queda reflete um determinado momento de instabilidade física no qual o ponto de média vertente atingiu a modificação do comportamento sólido para plástico.

Os limites de liquidez por mais uma vez apresentam-se dentro da faixa que não atinge cenários de grande expressividade. Todavia, aponta-se que as amostra de média encosta (P220) demonstra-se com uma tímida aproximação entre o limite de plasticidade em 20% com o limite de liquidez em 30%. O estreitamento em 10% da transição de comportamento da amostra atesta um cenário de precaução uma vez que com progressivos acúmulos de pluviosidade, é possível afirmar que haverá modificações comportamentais da vertente podendo dirigir a fenômenos de erodibilidade para além das erosões superficiais.

### 9.2.2.3 Dezembro de 2017

As amostragens de 28/12/2017 marcam o início do que fora nomeado como período crítico de estabilidade, uma vez que neste período fora diagnosticado uma maior progressão da voçoroca e em que no gráfico os limites de liquidez e plasticidade se apresentaram abaixo da média. Reforça-se também a concomitância do início de uma estação chuvosa, onde no mês de amostragem a pluviosidade alcançou a marca de 326,1 mm entre coletas.

No mesmo período as amostras da base da vertente (P3) situaram-se acima da média de plasticidade. É interessante notar neste ponto que a estabilidade das amostras está relacionada com uma maior percolação de água advinda da cabeceira da vertente, sobretudo da amostra de profundidade da base (P360) que apresentou um singela queda no limite de plasticidade. Em paralelo às amostras de estabilidade, destaca-se a amostra de superfície do topo (P120) que devido á uma maior fração de areia e uma maior drenagem por sua disposição na vertente, não veio a ser diretamente afetada no período crítico presente.

Porém, a amostra de profundidade do topo (P160) demonstra uma saturação de água devido às porções granulométricas de argila na amostra, situando-se abaixo da média de plasticidade com valores de 21,8% e com a umidade natural durante a coleta em 25,52% podendo ser facilmente moldada à mão.

As amostras de média encosta (P2) foram as mais afetadas no que circunda o limite de plasticidade onde a amostra de superfície (P220) expressou um limite de plasticidade em 17,03% e a amostra de profundidade (P260) demonstrou uma vertiginosa queda, atingindo os 14,02%.

A significância destes valores, se expressa pela concepção de que ao atingir um teor de umidade de apenas 14%, o solo passa a ter um comportamento plástico o que possibilita uma instabilidade de seus parâmetros físicos e, conforme o monitoramento da voçoroca notou-se uma leve progressão da mesma.

Atrelado aos altos índices pluviométricos da estação climática, concebe-se que facilmente a média encosta da vertente atingiu tais valores de teor de umidade, o que elenca o período como crítico no que se refere aos fenômenos de erodibilidade.

Tal situação agrava-se ainda mais quando se avalia a exponencial queda destas três amostras listadas no que se refere aos limites de liquidez. Uma vez que a ambas as amostras de média encosta (P2) encontram-se com os limites de liquidez com aa

amostra de superfície (P220) em 27,22% e a de profundidade (P260) em 25,98%. Tendo em vista que as umidades naturais das amostras durante a coleta em campo apresentaram-se extremamente plásticas, comprovou-se por meio da determinação dos teores de umidade que seus valores estavam na faixa de 26,33 % para a amostra de superfície (P220) e de 25,26% para a de profundidade. Confirmando assim uma forte aproximação da amostra ao comportamento fluído-denso, fator este crucial para a mobilidade de massa e progressão de deslocamentos.

É notável também a relevância da amostra de superfície da base (P320) que se encontra abaixo da média do limite de liquidez. Este fator pode ser interpretado como situacional uma vez que grande parte da água de origem pluviométrica escoou pela superfície e atinge diretamente a zona amostral.

#### 9.2.2.4 Fevereiro de 2018

Com a coleta realizada em 14/20/2018 marcando o período mais crítico da série de dados, as amostras apresentam pronunciáveis alterações, inclusive no caráter da paisagem, uma vez que os fenômenos geomorfológicos de erodibilidade tornam-se mais expressivos. Ainda na estação chuvosa, com um intervalo de 48 dias entre a coleta anterior, houve um acúmulo de precipitação na marca de 497,7 mm o que é um parâmetro indicativo de fortes alterações do comportamento do solo haja vista os acompanhamentos anteriores.

Neste período, todas as amostras com exceção da de profundidade da base (P360) apresentaram manifestações abaixo do limite de plasticidade médio. A ocorrência desta situação se dá pela disposição do ponto amostral e do adensamento das frações granulométricas, excluindo-a assim das maiores alterações tanto no que se diz respeito ao limite de plasticidade quanto ao limite de liquidez.

O caráter superficial da amostra P320 também representa uma forte exemplificação das atuações erosivas em argissolos uma vez que com a queda do limite de liquidez, a suscetibilidade à erosão no ponto amostral é maior. Entretanto, devido a sua disposição e a baixa declividade no ponto em questão, não foi diagnosticado quaisquer tipo de manifestação de ordem erosiva ou de mobilidade de massa.

No topo da vertente (P1) as amostras de superfície (P120) e profundidade (P160) apresentaram uma convergência do limite de plasticidade em 16,5% e do limite de liquidez em 27,7%. Haja vista que a umidade natural da amostra encontrava-se na

faixa dos 34%, ambas as amostras estavam em um nível de ductilidade típico ao comportamento fluido-denso.

As amostras de média encosta (P2) apresentam uma condição ainda mais agravante quando se observa a convergência da amostra de superfície (P220) e de profundidade (P260) apresentando uma faixa de 12% de limite de plasticidade, diferindo somente no limite de liquidez designado em 25,43% para P220 e 23,54% para P260. Ainda que o intervalo entre o limite de plasticidade e liquidez de ambas as amostras apresentem-se distantes, a adversidade surge quando se realiza que os teores de umidade competentes para a alteração do estado físico estão em baixíssimas valorações.

A principal ocorrência diagnosticada acerca desta situação fora apresentada em campo quando notou-se o tombamento de uma das bordas da voçoroca e a alta ductilidade ao manusear as amostras. Em laboratório foi apontado que as amostras de média encosta apresentavam um teor de umidade natural na faixa de 29%, excedendo assim o limite de liquidez.

Neste cenário reforçou-se a hipótese da tese sobre a correlação da variabilidade dos limites físicos com a incidência de processos erosivos em vertente haja vista que a concomitância dos dados acerca dos limites físicos convergiu com a incidência dos elementos evolutivos do fenômeno de erodibilidade avaliado durante a pesquisa.

#### 9.2.2.5 Abril de 2018

Passado o período da estação chuvosa, a coleta realizada em 01/04/2018 marca o início de um momento de transição de estações climáticas e das variáveis físicas do solo. A pluviosidade para a amostragem em questão atingiu a marca de 208,2 mm no intervalo de coletas, cerca de metade da faixa pluviométrica estimada na saída de campo anterior. Observa-se nesta amostragem um determinado acréscimo percentual em todos os pontos amostrais. Porém, as amostras que apresentaram um decaimento da faixa média dos limites em fevereiro se mantiveram abaixo também em abril.

Elenca-se este período ainda como crítico pois compreende-se que a vertente encontra-se em um processo de resistasia, ou seja, em desconformidade com o equilíbrio dos condicionantes de estabilidade vinculados à dinâmica do solo.

É interessante observar que as amostras superficiais de topo (P120) e média vertente (P220) encontram-se menos plásticas do que as amostras de profundidade dos

dois pontos. Uma correlação plausível é a redução dos índices pluviométricos, dirigindo à uma maior evaporação da água armazenada nas amostras superiores e uma percolação padrão, fazendo com que as amostras inferiores (P160 e P260) apresentem índice de plasticidade menor.

Sobre os parâmetros de liquidez, observação uma estagnação em grande parte das amostras de profundidade. Isto deve-se ao potencial de umidade armazenado presente ainda em tais amostras. Nota-se também que as amostras superiores nos três pontos de análise apresentam um peioso incremento da liquidez percentual.

#### 9.2.2.6 Maio de 2018

A coleta de 26/05/2018 é marcada por fortes mudanças em alguns condicionantes, por exemplo; a primeira baixa incidência pluviométrica do histórico, com 81,6 mm e o forte acríve percentual de algumas amostras. De fato, a principal escusa para o tal aumento está atrelado á baixa pluviosidade e ao início do período de déficit hídrico do solo.

A principal variação amostral que salta aos olhos é a amostra de superfície da base (P320). Na coleta anterior tal amostra situava-se com o limite de plasticidade em 21,32% e o limite de liquidez em 27,24%, já no presente momento a amostra passa a se encontrar com a plasticidade em 28,77% e a liquidez em 33,82%.

Concebe-se que a variação tão drástica destes valores decorre pelo posicionamento superficial em baixa vertente, atrelado à fatores como a maior fração de areia entre todas as amostras e a baixa incidência pluviométrica no período.

É interessante também listar neste ponto que ocorre certo equilíbrio dos limites da amostra em maio que se estende até o final do histórico amostral em setembro de 2018, chegando à marca de 30% de plasticidade e 34% de liquidez. É interessante observar determinado ciclo das variações desta e das demais amostras uma vez que grande parte dos valores do final da série histórica se aproximam dos valores iniciais da mesma.

O período é listado como crítico mais uma vez pelo cenário da resistasia, ainda que seja possível observar a recomposição espontânea dos limites físicos em diferentes amostras. As amostras de profundidade do topo (P1) e média vertente (P2) apresentam-se ainda com um comportamento plástico, porém, distante da ductilidade fluido-densa exibida na amostragem precedente.

#### 9.2.2.7 Junho de 2018

Marcando o início da estação seca, as amostragens realizadas em 23/06/2018 registram a menor faixa de pluviosidade de toda série histórica com apenas 40,3 mm de registro pluviométrico. O período mostra um aspecto bem favorável na perspectiva paisagística com registros mínimos de progressão da voçoroca e com um aspecto menos úmido no solo.

É observado que a as amostras de profundidade e superfície referente ao topo (P1) já se encontram na faixa média do limite de plasticidade de 23% e bem próximas ao limite médio de liquidez com a amostra de superfície (P120) registrada em 30,22% e a de profundidade (P220) em 29,25%. O aspecto tátil das amostras se apresenta como medianamente plástico e com certa resistência quando comparada à amostragens anteriores.

Amostras de média vertente (P2) ainda se situam abaixo do limite médio de plasticidade e liquidez, ainda que a amostra de superfície (P220) expresse uma singela aproximação com valores percentuais de 21,61% para plasticidade e de 29,86% para liquidez. Em decorrência da saturação e da expressividade da argila em vertente, a amostra de profundidade (P260) se mantém com um caráter plástico, apresentando um limite de plasticidade de 19,29%, próximo o registrado em novembro de 2017 de 19,85%.

É pertinente constatar que o desencadeamento registrado em fevereiro de 2018 gerou uma instabilidade física no qual fora necessário quatro meses com precipitações moderadas para retornar às condições pré-instabilidade. Demonstrando também a vulnerabilidade do ambiente enquanto sistema em se regular frente ao antropismo.

Vale ressaltar que as amostras da base (P3) se encontram estáveis e não apresentam alterações significativas no que circunda o comportamento dos materiais e a suscetibilidade a deslocamentos. A umidade natural de ambas as amostras encontra-se na faixa de 29% com aspecto tátil pouco plástico e com consistência rija.

#### 9.2.2.8 Setembro de 2018

Referencia o último registro da série histórica com a coleta das amostras em 01/08/2018, marcado como o final da estação seca, a pluviosidade registrada na estação foi de 72,6 mm e é determinada como etapa de estabilização das amostras.

Observa-se a confluência de todas as amostras novamente acima das médias dos limites físicos. Há um encadeamento bem similar aos dados percentuais obtidos na primeira amostragem da série histórica em outubro de 2017, porém algumas alterações auxiliam na interpretação do fenômeno cíclico.

As amostras de profundidade nos três pontos da topossequência encontram-se estáveis e com o comportamento natural (medianamente plástico) e a consistência atrelada à granulometria. Todavia, não se pode falar em um retorno as condições anteriormente apresentadas.

O evento de instabilidade registrado em fevereiro de 2018 fez com que houvesse uma progressiva queda dos limites de plasticidade comparada ao período similar do ano anterior, o quadro abaixo (Quadro 26) demonstra tais pronunciáveis alterações;

**Quadro 26** – Registro do Ciclo de Alterações dos Limites PNMAR

<b>Limite de Plasticidade</b>			
<b>Amostragem</b>	<b>P160</b>	<b>P260</b>	<b>P360</b>
Outubro de 2017	35,11%	28,03%	34,16%
Setembro de 2018	25,53%	25,41%	30,11%
<b>Limite de Liquidez</b>			
<b>Amostragem</b>	<b>P160</b>	<b>P260</b>	<b>P360</b>
Outubro de 2017	37,53%	36,67%	38,88%
Setembro de 2018	31,38%	33,21%	34,26%

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

As alterações constatadas reforçam o critério de desvios de estabilidade física em vertentes suscetíveis a fenômenos erosivos. A heterostase apresenta-se aqui como um elemento validado pela circunstância na qual o ambiente busca um modo de se aproximar das condições naturais, entretanto pelo caráter sistêmico a entropia atua como fenômeno ao qual pós-alterações o ambiente não alcançará seu equilíbrio nativo (BERTALANFY, 1975)

Sobre está conjectura, é possível afirmar que mesmo com as amostragens apresentando valorações acima das faixas médias, o desencadeamento da instabilidade na vertente originou uma situação onde os limites de plasticidade e liquidez decaíram, favorecendo assim a ocorrência de futuros processos erosivos na vertente.

### 9.2.3 Os Índices Físicos do PNMAR

Paralelo à interpretação dos limites físicos, aplicam-se as designações dos índices físicos como elemento qualitativo aos dados amostrais. A obtenção dos índices físicos do solo respeita as metodologias propostas pelas normas da ABNT – NBR 6459/17 e ABNT – NBR 71/80/16.

O caráter qualitativo dos índices físicos deriva da aplicação dos cálculos dispostos em forma de índices, tais valores passam a ser interpretados com ênfase no comportamento do solo no que tange a consistência, a plasticidade e a liquidez.

O intervalo do índice de consistência pauta-se numa variação qualitativa de muito duros a muito moles, um exemplo de verificação manual desta condição pode ser realizado pela resistência dos torrões em ser esmagados. Todavia, a qualificação aplicada à consistência independe do exame manual e está essencialmente atrelada à valoração quantitativa do índice.

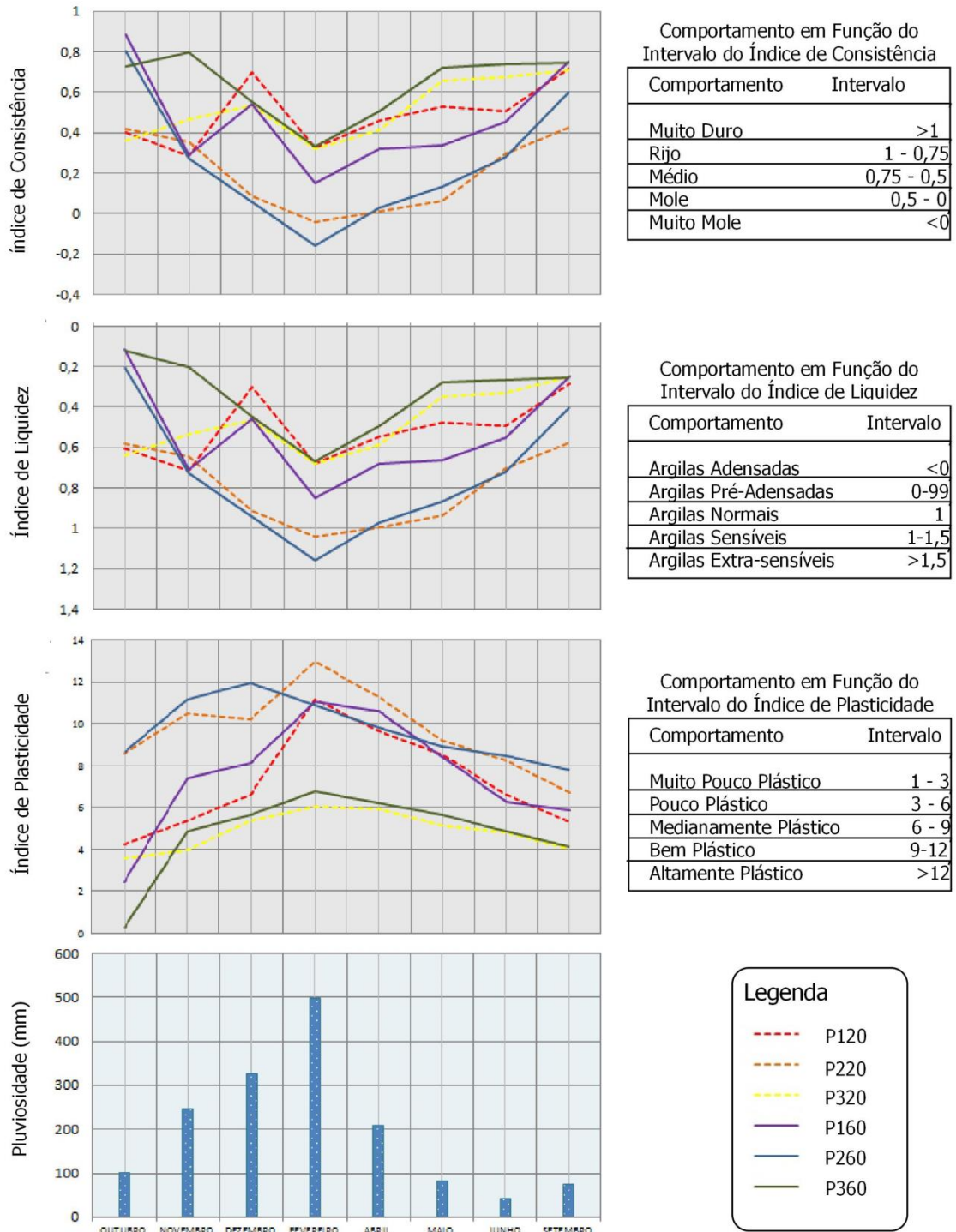
Sobre os parâmetros da liquidez, o índice pauta-se no comportamento da fração granulométrica de argila, elencando-as entre argilas adensadas e argilas extra-sensíveis. As variações entre os extremos da qualificação se atém ao critério de adensamento, quando a porosidade da amostra é considerada baixa e ao elemento de sensibilidade quando a porosidade da amostra é considerada alta, fator este que corrobora para a difusão de água no solo.

Por fim a plasticidade enquanto índice é elencada como uma análise que as classifica entre muito pouco plástico a muito plástico. Tais variações estão atreladas à resistência do material em ser moldado e consequentemente seu comportamento nativo.

Apresenta-se então uma análise rítmica dos índices físicos da mesma série histórica (Figura 50) com o intuito de avaliar os resultados quali-quantitativos das amostras coletadas no fragmento florestal do PNMAR.

**Figura 50** – Análise Rítmica dos Índices Físicos do Solo em Topossequência PNMAR

**Análise Rítmica dos Índices Físicos do Solo em Topossequência PNMAR - São José dos Campos - SP**



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Diferentemente da apresentação dos resultados dos limites físicos, optou-se por apresentar as análises dos índices tendo como perspectiva o atributo comportamental dos mesmos e destacando as variações destas com o decorrer do período amostral. Tal escolha busca um dinamismo crítico dos resultados em função de seus ordenamentos qualitativos que foram previamente mencionados.

Para a análise do gráfico rítmico dos índices utiliza-se então da exposição do quadro de dados no qual, expõe-se as amostras, seu posicionamento na vertente e insere-se uma legenda para apurar a visualização das classes referente ao comportamento das amostras em função dos índices.

### 9.2.3.1 Classe de Consistência PNMAR

Para a classe de consistência expõe-se os dados seguintes apresentados no quadro abaixo (Quadro 27);

**Quadro 27** – Classificação de índice de Consistência PNMAR

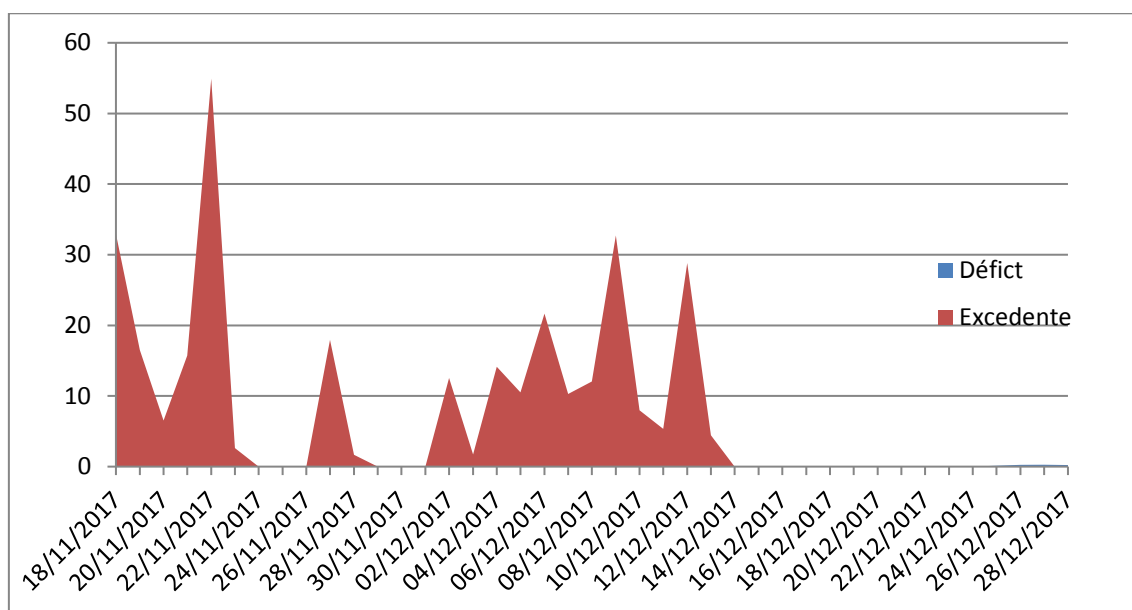
<b>Classificação de Índice de Consistêntica da Topossequência</b>						
	Topo		Meio		Base	
	P120	P160	P220	P260	P320	P360
<b>OUTUBRO</b>	0,3977	0,8849	0,4198	0,8001	0,3589	0,7293
<b>NOVEMBRO</b>	0,2853	0,2919	0,3532	0,2724	0,4643	0,7986
<b>DEZEMBRO</b>	0,6971	0,5417	0,0868	0,0598	0,5347	0,5504
<b>FEVEREIRO</b>	0,3224	0,1523	-0,0431	-0,1595	0,3205	0,3285
<b>ABRIL</b>	0,4565	0,3204	0,0075	0,0307	0,414	0,5045
<b>MAIO</b>	0,5264	0,336	0,0645	0,1311	0,6542	0,7233
<b>JUNHO</b>	0,5057	0,4499	0,294	0,2804	0,6719	0,7359
<b>SETEMBRO</b>	0,7155	0,7498	0,4259	0,5977	0,7081	0,7466
Média das Amostras	0,488325	0,4658625	0,201075	0,2515875	0,515825	0,6396375
Legenda						
Muito Mole <0						
Mole 0 - 0,5						
Médio 0,5 - 0,75						
Rijo 0,75 - 1						
Muito Duro >1						

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Assim como na análise rítmica dos índices e com a exposição do quadro de classificação de consistência é possível observar pontos chaves da validação comportamental das amostras.

Destaca-se o momento de transição entre os meses de novembro para dezembro. Neste átimo há uma alteração do comportamento de grande parte das amostras com exceção à amostra superficial de média vertente (P220). O fenômeno de ganho de consistência explicitado pelo pico no gráfico rítmico está diretamente condicionado com a forte incidência do déficit hídrico apontado pelo balanço hídrico (Figura 51):

**Figura 51** – Déficit no Balanço Hídrico entre Coletas



Fonte: INMET (2020)

Em decorrência das intensas chuvas no período de fevereiro, observa-se o marco da variabilidade onde as amostras passam a ter um comportamento mole, as amostras de média vertentes foram sem dúvida as mais afetadas, tendo como classe comportamental o parâmetro muito mole.

Outro ponto interessante de avaliar é a regressão das amostras para classes com maiores consistências. As amostras do topo e base apresentam uma transição antecipada quando comparadas à média vertente. A correlação plausível nesta circunstância está atrelada à drenagem no topo e á evaporação dos potenciais armazenados na base, uma vez que o início do incremento da consistência coincide com a estação seca.

Já nas amostras de média vertente, observa-se uma vagarosa transição da consistência, sendo a amostra superficial (P220) a primeira a apresentar a modificação da consistência mole para média em setembro de 2018. Em função da granulometria é possível afirmar que este estado de transição tem uma origem autóctone e por consequência a amostra de profundidade da média vertente (P260) se mantém em seu aspecto de consistência mole.

### 9.2.3.2 Classe de Liquidez PNMAR

Para a designação da classe de liquidez, aplica-se uma análise pautada acerca do comportamento das argilas tal qual exposto no seguinte quadro (Quadro 28);

**Quadro 28 – Classificação de Índice de Liquidez PNMAR**

<b>Classificação de Índice de Liquidez da Topossequência</b>						
	Topo		Meio		Base	
	P120	P160	P220	P260	P320	P360
<b>OUTUBRO</b>	0,6022	0,115	0,5801	0,1998	0,641	0,12
<b>NOVEMBRO</b>	0,7146	0,708	0,6467	0,7275	0,5356	0,2013
<b>DEZEMBRO</b>	0,3028	0,4582	0,9131	0,9401	0,4652	0,4495
<b>FEVEREIRO</b>	0,6775	0,8476	1,0431	1,1595	0,6794	0,6714
<b>ABRIL</b>	0,5434	0,6795	0,9924	0,9692	0,5859	0,4954
<b>MAIO</b>	0,4735	0,6639	0,9354	0,8688	0,3457	0,2766
<b>JUNHO</b>	0,4942	0,55	0,7059	0,7195	0,328	0,264
<b>SETEMBRO</b>	0,2844	0,2501	0,574	0,4022	0,2518	0,2533
Média das Amostras	0,511575	0,534038	0,798838	0,748325	0,479075	0,341438
Legenda						
Adensadas <0						
Pré-adensadas 0 - 0,99						
Normais =1						
Sensíveis 1- 1,5						
Extra-sensíveis >1,5						

Fonte Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Acerca das classes de liquidez, observa-se uma homogeneidade em todas as amostras da topossequência, apresentando como bases médias um comportamento típico de argilas pré-adensadas.

A determinação comportamental das argilas pré-adensadas diz respeito a um cenário no qual “o solo já esteve sujeito à cargas maiores do que as atuais, e ele diz-se pré-adensado” (CAPUTO, 1996 p.102). Tal condição é contígua em todas as amostragens para todas as amostras com exceção às amostras de média vertente em um momento específico.

O momento supramencionado é o período no qual observa-se as grandes mudanças na vertente, ao analisar os desvios no gráfico rítmico e relacioná-los com os quadros de classe nota-se a influência da pluviosidade no mês de fevereiro em todas as amostras.

As amostras de média vertente foram as únicas que apresentaram um desvio transicional de argilas pré-adensadas para sensíveis. Tal evento detém grande significância uma vez que se diagnostica através deste critério a expansão das argilas e consequentemente uma maior tendência à mobilidade do solo em vertente.

Há também um ponto em que nota-se uma vertiginosa queda dos limites, não expressando uma modificação comportamental, mas, evidenciando um caráter cíclico dos índices físicos. Tal ponto é listado em setembro de 2018, com a queda dos limites em função da estação seca entre as coletas de junho a setembro.

#### 9.2.3.3 Classe de Plasticidade PNMAR

A análise das classes indicadas pela variação dos índices de plasticidade é de forte expressão na perspectiva comportamental das amostras uma vez que a mesma reflete uma alteração dos estados de plasticidade em vertente, fator este expressamente atrelado aos condicionantes de erodibilidade.

Tais expressões podem ser amplamente concebidas com a análise do gráfico rítmico e interpretadas através da avaliação dos dados demonstrados no quadro de classes (Quadro 29);

Quadro 29 – Classificação de Índice de Plasticidade PNMAR

Classificação de Índice de Plasticidade da Toposequência						
	Topo		Meio		Base	
	P120	P160	P220	P260	P320	P360
<b>OUTUBRO</b>	4,246	2,423	8,5498	8,6419	3,5837	0,2706
<b>NOVEMBRO</b>	5,3505	7,4189	10,4741	11,1544	3,9794	4,8785
<b>DEZEMBRO</b>	6,5885	8,1172	10,1924	11,9581	5,3551	5,6556
<b>FEVEREIRO</b>	11,1792	11,0726	12,9632	10,8991	6,0193	6,7632
<b>ABRIL</b>	9,67	10,6154	11,2616	9,7923	5,9208	6,2157
<b>MAIO</b>	8,5479	8,3926	9,1815	8,9328	5,1501	5,6603
<b>JUNHO</b>	6,6102	6,2812	8,2514	8,4829	4,8029	4,8577
<b>SETEMBRO</b>	5,2854	5,8498	6,7115	7,7917	4,0049	4,146
Média das Amostras	7,184713	7,521338	9,698188	9,70665	4,852025	4,80595
Legenda						
Muito Pouco Plástico 1-3						
Pouco Plástico 3-6						
Medianamente Plástico 6-9						
Bem Plástico 9-12						
Altamente Plástico >12						

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Nesta etapa cabe primeiramente a avaliação dos fatores de média das amostras para cada um dos pontos amostrais. Nota-se que as amostras de topo encontram-se na classe de medianamente plásticos, as amostras de média vertente na classe de bem plástico e as amostras de base na faixa relativa aos pouco plásticos.

Há dois pontos de grande interesse na análise do gráfico e do quadro, o primeiro diz respeito ao salto da plasticidade entre a amostragem de outubro de 2017 a novembro de 2017, o segundo ponto se refere ao progressivo incremento entre dezembro de 2017 a fevereiro de 2018.

Observa-se que as amostras de topo e base se apresentam em um estado bem coerente com a plasticidade do material, sobretudo nas amostras de profundidade (P160 e P360) que, ao mensurar os dados da segunda coleta amostral, sofrem um incremento do teor de umidade, alterando o comportamento das amostras de um estado muito pouco plástico para classes medianamente plásticas ao topo (P160) e pouco plástico para a base (P360)

A correlação oriunda destas variações faz jus aos altos índices pluviométricos onde, a amostra de topo (P160) deteve um gradativo desvio dos limites de consistência e

liquidez, corroborando assim para o aumento da plasticidade. Já a amostra de base (P360), devido à sua granulometria, expressou um tênue desvio da consistência e liquidez, porém, devido à pressão exercida pelos materiais subjacentes da vertente, faz-se que o parâmetro amostral esteja sujeito ao incremento da plasticidade (SANCHEZ, 2009).

O segundo ponto crítico da análise se atém as modificações ocasionadas por toda a vertente entre as amostragens de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018. A alteração dos valores comportamentais de plasticidade se atém exclusivamente ao incremento da pluviosidade e os principais reflexos de tal variação se refletem, sobretudo nas amostras de topo e média vertente.

As amostras de topo (P1) passam a exercer um comportamento plástico, onde os valores são equivalentes para as amostras de superfície e profundidade, já as amostras de média vertente (P2) detém uma curiosa distinção entre os elementos de superfícies (P220) e o de profundidade (P260).

Ressalta-se a avaliação da leve queda do índice de plasticidade na amostra de profundidade (P260), ainda que para a série de fevereiro de 2018 a amostra ainda se atenha a categoria do comportamento bem plástico. Ao correlacionar com a amostra de superfície (P220) no mesmo ponto da vertente, assegura-se os discernimentos acerca da erodibilidade nos argissolos pois, é nítida o processo de saturação do teor de umidade da parte superficial comparada à amostra de profundidade. O principal cenário de tal variação é o comportamento altamente plástico da amostra, favorecendo assim os fenômenos que dirigem à progressão da voçoroca na vertente.

### **9.3 Análise Geral dos Parâmetros Físicos PNMAR**

Com o emprego das metodologias e a obtenção dos resultados, pode-se afirmar que as interpretações dos dados da série histórica em formato rítmico facilitaram a conclusão da relevância e aplicabilidade dos índices e limites físicos no que circunda os condicionantes de erodibilidade em vertentes.

Observou-se também por meio destes, a estruturação de um ciclo heterostático topológico, que, pela perspectiva geossistêmica concebe-se que quanto menor é o sistema, mais bruscas são as mudanças e a entropia atue de forma mais agressiva, fazendo com que este sistema porte uma expressiva dificuldade de resiliência.

Fator este que pode ser atestado quando observam-se as mudanças de estado comportamental das amostras e o retorno destas para mais um ciclo de alterações, sendo que tal retorno é marcado por uma baixa nos limites e índices físicos amostrados, fazendo com que a vertente esteja cada vez mais suscetível aos processos erosivos.

Em contraparte, reforça-se que por se tratar de um sistema aberto, as condições exemplificadas terão esta tendência ao colapso se este superar a resiliência autóctone do ambiente e, uma vez que a presença antrópica pode ser vista como plenamente atuante no recorte de estudo, há sim um incremento nas entradas de energia do sistema, tendendo assim ao colapso.

### *9.3.1 Cronologia dos Processos Erosivos*

Divide-se esta seção dos resultados em dois tópicos. Onde primeiramente busca-se a exposição cronológica do processo erosivo em vertente no fragmento florestal e em segundo ponto, tende-se a exposição qualitativa da expressão matemática formulada com o escopo de avaliar os condicionantes de erodibilidade do recorte de estudo.

De antemão é importante mencionar que os dados métricos assim como o registro fotográfico irão abranger apenas seis das oito coletas realizadas. O principal motivo oriundo dessa disposição dos dados está atribuído ao início da fase de manejo e restauração da área no período de junho a setembro.

No mesmo período, a gestão do PNMAR decidiu dar início as atividades de restauração da área utilizando maquinário e conseqüentemente, removendo as estacas e interrompendo a evolução da voçoroca. Todavia, com a análise dos elementos rítmicos faz-se perceber que os atuais dados expostos contemplam o período crítico e de maior progressão do fenômeno erosivo.

#### 9.3.1.1 Progressão da Voçoroca PNMAR

Em vista a apresentar os aspectos de alteração paisagística ocasionados pela progressão da voçoroca, fez-se um registro fotográfico apresentado nesta seção em forma de mosaico (Figura 52), com o escopo de apresentar a evolução do processo erosivo evidenciado em campo no decorrer do período cronológico listado.

**Figura 52 – Evolução Voçoroca PNMAR**



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Com a visualização do mosaico fotográfico é possível observar a progressão evidenciada em campo. Uma das tentativas de conter o avanço da erosão tomada pela gestão do PNMAR foi a de lançar uma extensa camada de serapilheira com o intuito não manter o solo exposto tal qual a fotografada em outubro, porém, como se observa nos registros seguintes a erosão não era de atuação superficial.

No mês de novembro é possível observar que parte da serapilheira inserida anteriormente, já se deslocou, assim como uma relativa massa de substrato, podendo observar até mesmo um tombamento de massa com vegetação.

Já em dezembro, todo o material de serapilheira assim como maiores porções de massa se encontram na base da voçoroca que, já não apresenta mais um declive interno, assemelhando-se a um fosso.

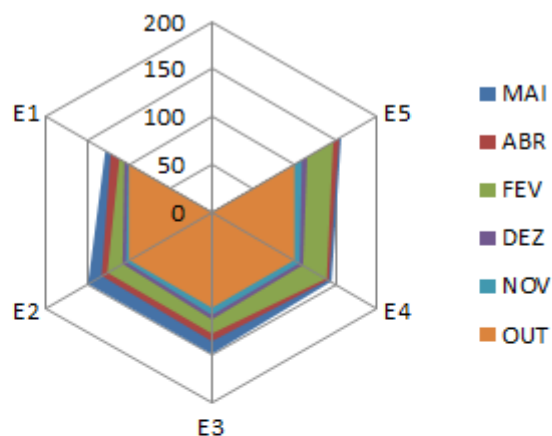
No que representa fevereiro, é possível notar uma maior umidade aparente do solo, com um matiz mais escurecido, assim como maior progressão das bordas e colapso interno das paredes da voçoroca.

Em abril observa-se um delineamento mais intenso já à margem da estrada de terra, na fotografia em questão foi medida por curiosidade a profundidade da voçoroca, ao qual atingia cerca de 7 metros.

A última imagem com o registro evolutivo da voçoroca se refere ao final do mês de maio, aqui pode-se observar que uma boa parte de material também foi deslocado, fator este que impossibilitou o fluxo de veículos na estrada de terra e fez com que a gestão do PNMAR tomasse medidas de cunho estruturais.

Para além do aspecto visual e tal qual mencionado na metodologia da pesquisa, foram dispostas 5 estacas com a distância de 100 centímetros da borda da voçoroca. Em cada um dos registros fotográficos foi utilizado uma trena com o intuito de mensurar a distancia da borda, fornecendo assim um parâmetro quantitativo que demonstre a progressão da voçoroca também em escala cronológica. Optou-se em expor tais dados com a representação de um gráfico de área (Figura 53), destacando assim a progressão da voçoroca.

**Figura 53** – Gráfico de Progressão da Voçoroca em Área



Medição de Estacas em cm					
	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>
<b>OUT</b>	100	100	100	100	100
<b>NOV</b>	98,7	96,3	92,4	93,8	91,2
<b>DEZ</b>	94,3	92,1	87,6	89,7	84,7
<b>FEV</b>	88,2	73,7	72,9	61,2	53,4
<b>ABR</b>	77,8	66,8	64,8	58,6	46,1
<b>MAI</b>	71,3	50,3	51,6	55,3	43,6

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Com as medidas das cinco estacas de monitoramento (E1 a E5), foi possível conceber a progressão da borda da voçoroca em função das fases amostrais, observa-se então um forte deslocamento de massa, sobretudo nos meses de fevereiro de 2018 e maio, relativo ao período crítico anteriormente mencionado.

Os aspectos visuais e quantitativos de progressão da voçoroca foram fundamentais para compreender o fenômeno da erodibilidade em vertente que, atrelado às análises dos índices e limites físicos, advém como um panorama quali-quantitativo para que seja concebido os cenários de fragilidade, risco e a atuação nas tomadas de decisões que visam conter e restaurar áreas de expressivas fragilidades.

### *9.3.2 Práticas de Restauração – PNMAR*

Frente ao progressivo cenário do processo erosivo em voçoroca na vertente, surgiu uma das demandas que complementam as análises dos dados, pautando-se assim em caminhos de estabelecer uma recuperação da estabilidade física da vertente atrelado à meios de recuperação ambiental.

Inicialmente, pensou-se que por se tratar de uma unidade integrada ao SNUC haveriam certas restrições de cunho intervencionista, temendo um desarranjo ecológico para com o fragmento florestal como um todo.

Porém em consulta com a gestão do PNMAR, fora exposto que a área na qual se insere o objeto de estudo encontra-se numa faixa de amortização paralela ao fragmento, fator este que tornou permissível a maior parte das práticas de restauração.

Em moldes de consultoria, foi designado junto à gestão do fragmento florestal um plano de restauração, ao qual o PNMAR forneceria maquinário e mão de obra para realizar o manejo de solo da área.

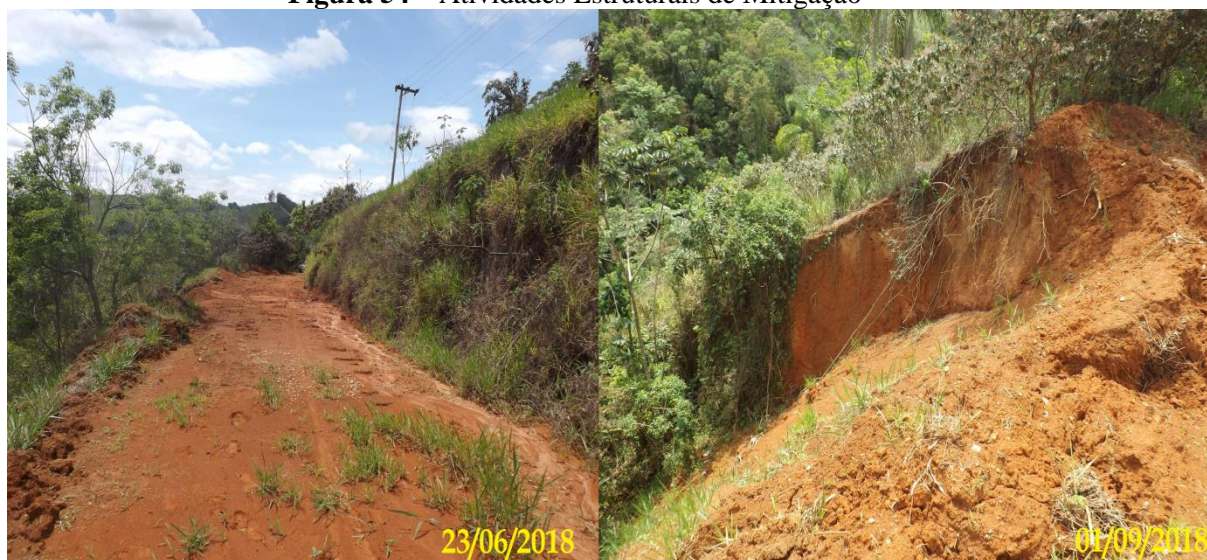
De todo modo, a secretaria do meio ambiente de São José dos Campos – SP tinha em mente a utilização de maquinário para preencher a voçoroca, porém em meio a discussões junto à gestão, foram definidas certas incumbências que auxiliariam não só em métodos de mitigação e contenção do processo erosivo, mas sim, estimulariam a restauração orgânica da área em questão.

Em meio a consultas técnicas e bibliográficas, fora definido que a declividade da rampa na voçoroca teria de ser inferior a 45° graus, e a fração de solo para preenchimento não deveria ser de outra localidade, uma vez que tal cenário seria visto

como medida paliativa além das diferenças dos parâmetros granulométricos que designariam uma forte instabilidade no declive.

Acatando a proposta, em junho de 2018 deu-se início as medidas estruturais para a resolução da problemática foi a de realizar a decapagem do solo referente a estrada, a deposição deste material na voçoroca e a terraplanagem da mesma, respeitando as relações topográficas de declividade proposta (Figura 54). É importante ressaltar que toda a atividade estrutural foi realizada pela gestão do PNMAR, incumbindo à pesquisa somente a sugestão dos parâmetros aos quais favoreceriam a restauração da estabilidade física do recorte de estudo.

**Figura 54** – Atividades Estruturais de Mitigação



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Após as medidas estruturais designadas pela gestão do PNMAR, deu-se início à formulação de uma condição que viabilizasse a restauração dos parâmetros de estabilidade da vertente. Recorreu-se então à estudos e práticas de restauração ecológica e agroflorestal em fragmentos de mata atlântica. Com as bases propostas por Schroth *et al.* (2004) na obra “*Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes.*”, e Silva (2002) em “*Sistemas agroflorestais para a recuperação de matas ciliares em Piracicaba - SP*”. Foi definida então uma proposta que pudesse efetivar as condições de estabilidade física da vertente em função da cobertura vegetal.

Para a estruturação do plano de restauração, foi escolhido como vegetal o feijão-guandu (*Cajanus cajan (L.) Millsp.*), principalmente pelo fato da área de estudo se pautar em uma zona de amortecimento no qual no passado era uma pastagem. O

implemento do vegetal detém como parâmetro principal o aspecto da estabilização de biomassa e a determinação de uma vegetação primária, difundindo assim da expansão do capim (*Brachiaria decumbens Stapf*) presente no recorte.

Em 15/12/2018, elaborou-se então um amálgama vegetal para o plantio onde foram inseridas as sementes de feijão-guandu, substrato vegetal orgânico, porções de solo da vertente e sílica hidratada. A aplicação de sílica hidratada tem como prerrogativa a adsorção de umidade, fator este correlacionado com o desequilíbrio dos índices e limites físicos do solo, além de atuar como reserva de umidade para o crescimento dos vegetais.

Foram realizadas pequenas cavas com aproximadamente 10 centímetros de profundidade pela vertente, respeitando um dimensionamento de 2x2 metros, onde o amálgama foi disposto e coberto pelo solo local (Figura 55). Também fora sugerido à gestão do PNMAR a retomada da disposição de serapilheira com o intuito de não deixar o solo exposto e fornecer biomassa para o crescimento dos vegetais.

**Figura 55** – Preparativo e Disposição do Amálgama Vegetal na Vertente



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

A primeira visita posterior ao plantio ocorreu em 08/03/2019, o cunho da visita foi de avaliar os parâmetros qualitativos de desenvolvimento dos vegetais e diagnosticar

possíveis processos erosivos na feição na qual antes havia a voçoroca. O que se aferiu então foi o crescimento expansivo da *Brachiaria*, todavia os amálgamas contendo o feijão-guandu faziam-se timidamente presentes pelos pontos de cava. Não haviam sinais de processos erosivos até o presente momento, fator este que deliberaria o comprometimento do plantio, seja por deslocamentos de massa ou erosão superficial.

Foi determinado um maior intervalo entre as visitas de diagnósticos com o intuito de avaliar o prosseguimento da restauração da área. Em uma segunda saída ao recorte de estudo em 22/11/2019, foi ponderada uma forte expressão de *Brachiaris* em função do feijão-guandu, porém a área se apresentava bem estável nos parâmetros paisagísticos e sem sinais de erodibilidade na vertente (Figura 56).

**Figura 56** – Visitas Pós-Restauração



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

É importante mencionar que os processos de restauração demandam um extenso lapso cronológico, ainda que porventura a recomposição da paisagem pôde ser vista e avaliada neste curto período de 2 anos, cogitasse uma melhor restauração

sistêmica da área em favor de futuros processos de monitoramento e manutenção posterior à apresentações de dados e atividades realizadas durante a pesquisa.

Haja vista que a recomposição da vegetação tenha tido como escopo o favorecimento do feijão-guandu em função das *Brachiarias*, pode-se afirmar um certo infortúnio uma vez que é nítida a proliferação da mesma na vertente onde uma vez se inseria a voçoroca. Entretanto, para fins de efetividade dos elementos de estabilidade física, a presença de cobertura vegetal advém como uma benesse à no equilíbrio heterostático sistêmico do recorte de estudo, possibilitando assim uma recuperação pautada nos condicionantes geomorfológicos de erodibilidade em vertentes.

#### **9.4 O Fragmento Florestal em Dados: PMAT**

Apresentam-se neste setor os resultados referentes aos ensaios desenvolvidos em laboratório e em campo com o escopo de analisar a atuação dos condicionantes geomorfológicos, desenvolvendo uma exposição dos resultados do respectivo fragmento florestal, expondo arguições acerca da granulometria das amostras, da elaboração de um ritmo geomorfológico e a variação dos limites físicos aplicados ao PMAT em Londrina - PR.

##### *9.4.1 O Solo e a Granulometria*

As demandas interpretativas do solo do PMAT apresentam certa incongruência na designação específica da classificação do solo e, conseqüentemente a granulometria dos pontos amostrais. O transtorno acerca da classificação está relacionado com o movimento de massa ocorrido nos anos de 2005 e 2015, a grande mobilidade do solo na área fez com que a determinação da classificação do solo encontre-se como indefinido, com a presença de materiais intemperizados em superfície e resquícios de matérias orgânicas como troncos e raízes dispersos em profundidade.

Apesar das adversidades apresentadas, conforme o mapeamento especificado e as condições de declividade, a determinação base da pesquisa define o solo do recorte de estudo como Nitossolos, os desarranjos apresentados pela granulometria apontam tal designação como imprecisa uma vez que os pontos amostrais da topossequência apresentam grandes frações de areia encontradas em horizontes inferiores a 60 centímetros de profundidade.

Na perspectiva de avaliar o perfil do solo, foi apurado como elemento diagnóstico o perfil encontrado na topossequência, entre os pontos de média vertente e base (P2 e P3) onde há a formação de uma Ravina. O perfil diagnóstico (Figura 57) do Nitossolo detém 1,2 metros de profundidade, apresenta um horizonte A (0 – 34 cm) com horizonte B(35-76 cm) horizonte C(77-110 cm) e o afloramento do Basalto (1,11 - 1,2 cm). Apresenta uma transição abrupta entre os horizontes, tanto na variação do matiz na carta de Munsell elencando as respectivas classificações para os horizontes; A (2.5 YR 3/3), B (2.5 YR 2.5/3) e C (2.5YR 3/4).

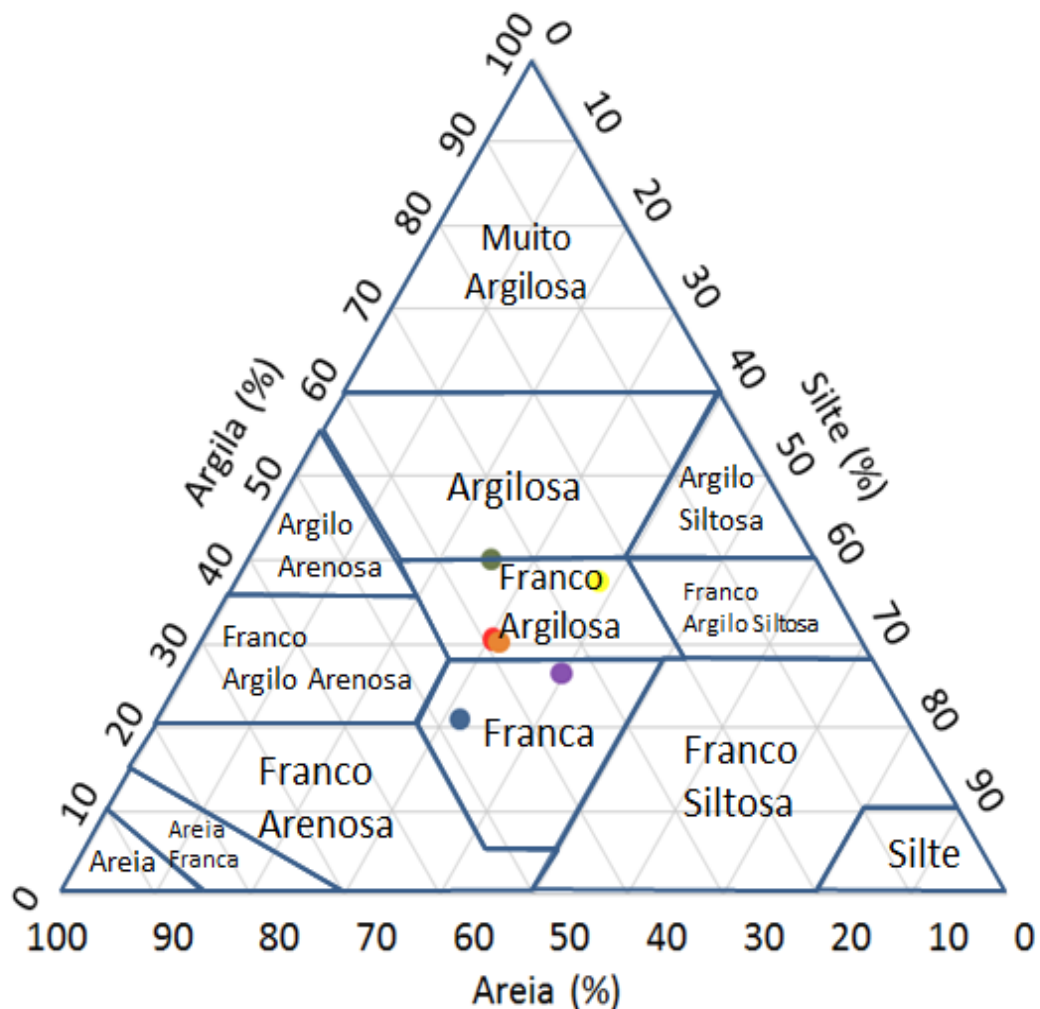
**Figura 57** – Perfil Diagnóstico PMAT



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Frente à designação do perfil diagnóstico, cabe a verificação das frações granulométricas no decorrer da topossequência. Relembra-se que as denominações das amostras se remete à sua posição na vertente variando entre P1 a P3 e o número seguinte diz respeito a profundidade da amostra listado a 20cm e 60cm. O triângulo textural apresentado a seguir (Figura 58) apresente a distribuição dos pontos amostrais destacados pela legenda e está pautado nas formulações da SBCS.

**Figura 58** – Triângulo Texturas das Amostras em Topossequência PMAT



	P120	P160	P220	P260	P320	P360
Areia	39,00146	33,78371	38,57143	47,3444	24,36645	34,5028
Silte	30,41552	39,73629	31,21511	31,65274	38,13832	25,41683
Argila	30,58302	26,48	30,21346	21,00286	37,49523	40,08038
Textura	Média	Média	Média	Média	Argilosa	Argilosa

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Conforme a exposição da granulometria nota-se a disposição de grande parte das amostras no segmento das texturas médias, tal designação compete à fração de argila apresentando valores inferiores a 35%. Aponta-se também a expressão de

valoração dos teores de areias e silte em proporções aproximadas, critério ao qual também é empregado para a designação da textura média.

Acerca da representação da classe textural, as amostras circunscrevem duas definições sendo elas, Franco Argilosas e Francas. Com base no triângulo textural, é possível observar os desdobramentos dos movimentos de massa ocorridos em 2015, uma vez que não se configuram os padrões de maiores porções de argilas em amostras de maiores profundidades, excluindo assim o caráter eluvial das amostras.

As amostras de topo (P1) apresentam singulares distinções acerca das variações granulométricas. A amostra de superfície (P120) é designada como franco argilosa e detém maiores frações de areia em função da amostra de profundidade (P160) e, quando se compara as frações de argilas, nota-se que a amostra de superfície apresenta um critério singular de maiores proporções na porção superior e as porções de silte concentram-se na amostra de profundidade (P160) corroborando para sua designação como franca.

Nos pontos de média encosta (P2), cogitou-se a hipótese de uma maior expressão dos teores de argila em ambas as amostras, o que foi amplamente negado pela expressão dos resultados granulométricos, por exemplo, a amostra de superfície (P220) que apresentou certo equilíbrio entre as frações sendo elencada como franco argilosa. Já a amostra de profundidade (P260) apresentou a maior expressão da fração de areia dentre todas as amostras da toposequência, e conseqüentemente, um baixo teor de argila, fazendo com que a amostra se dispusesse no grupo dos materiais francos.

As amostras de base (P3), são designadas com uma textura argilosa devido às proporções de argila superiores a 35% todavia, as amostras de superfície e profundidade apresentam expressivas distinções entre as demais frações, elencando-as em diferentes designações no triângulo textural.

A amostra em superfície da base da vertente (P320) é listada como franco argilosa e de textura argilosa. Um ponto curioso a ser ressaltado sobre a amostra é a expressão das frações de silte e argila suprimindo a areia. Pelo ponto amostral se dispor à base da vertente, seria visto como parâmetro habitual uma maior expressão da areia, mas, devido ao caldeamento dos materiais em decorrência do movimento de massa, observa-se tal complexidade da amostra.

Em relação à amostra de profundidade (P360), a mesma é disposta no triângulo textural no limiar transicional da classe argilosa para franco argilosa. Ressalta-se que de

todas as amostras em topossequência, está em questão é a que mais detém os parâmetros usuais de uma topossequência, com maiores proporções de argila e regulares expressões de areia.

De modo geral, a determinação da granulometria e a interpretação das amostras em topossequência estiveram bem destoantes dos parâmetros cogitados em gabinete. A surpresa foi o fato de que a amostragem realizada em 2017 ainda apresentava as difusões granulométricas acometidas pelo movimento de massa dois anos atrás. Esta relação fez-se a pensar, que se os critérios aqui mencionados agravaram tanto a granulometria da topossequência na vertente, os índices e limites físicos apresentariam as mesmas disparidades nas variáveis de estabilidade.

É interessante conceber que por muitas vezes, as hipóteses formuladas tornam-se destoantes da realidade apresentada em dados, ressaltando assim a importância e relevância da determinação granulométrica em função dos parâmetros geomorfológicos de vertentes, uma vez que estes são de extrema valia para a concepção da realidade apresentada em um sistema natural.

#### *9.4.2 Ritmo PMAT : Condicionantes Geomorfológicos*

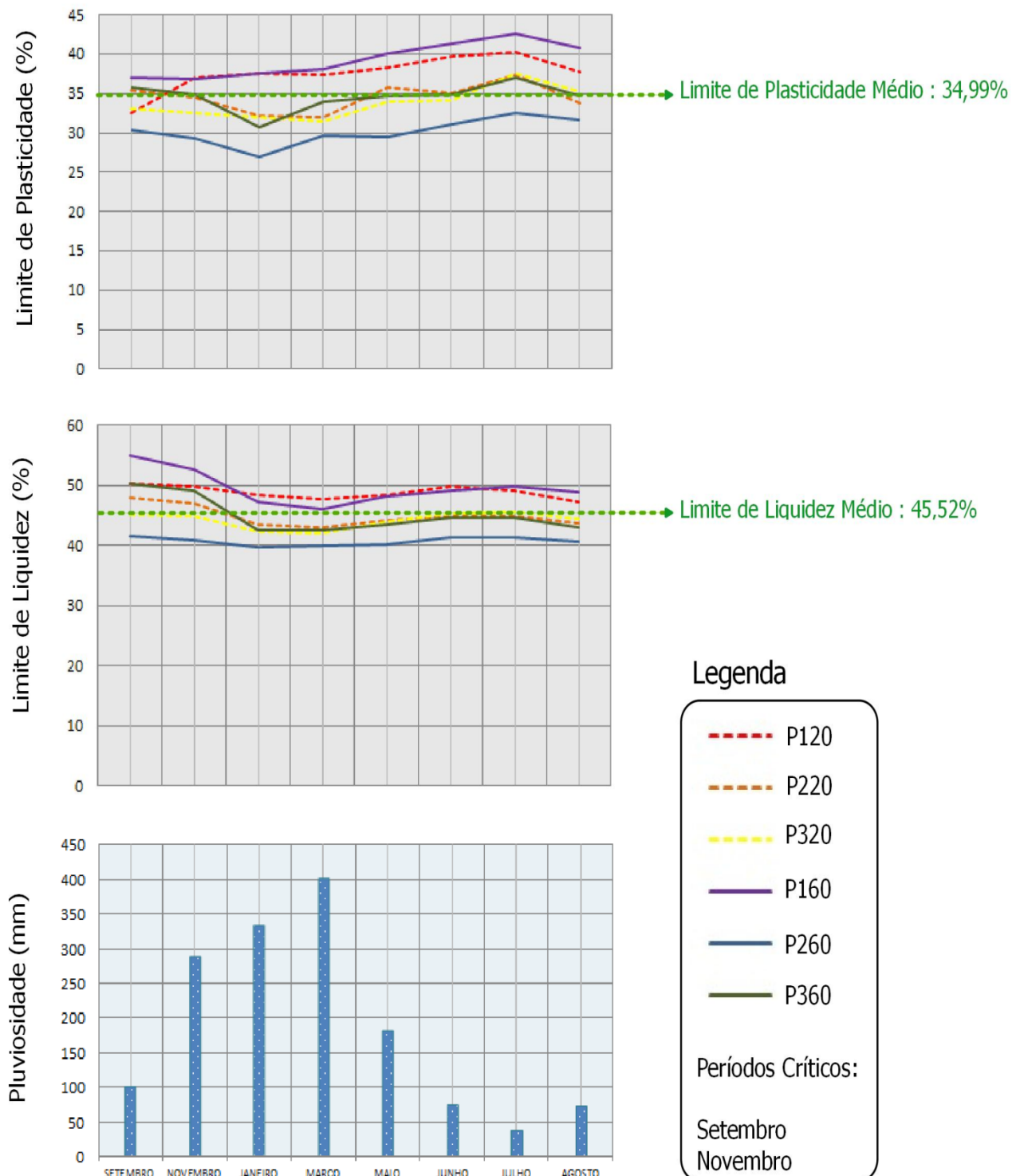
A avaliação dos elementos de estabilidade física da vertente serão apresentados nesta seção com o modelado rítmico anteriormente proposto. Cabe então a exposição dos dados de limites físicos em ordem cronológica no decorrer dos meses de amostragem e a exibição dos dados de índices com base no ponto sequencial da vertente, atrelado aos quadros de classes para uma melhor arguição acerca dos resultados.

Utilizam-se os valores médios dos limites de plasticidade e liquidez da topossequência para avaliar os cenários de possíveis desarranjos estruturais na vertente. Deve-se ressaltar que a aplicação dos valores médios dos limites advém como um critério estritamente voltado como um parâmetro médio da vertente. Fora designado como período crítico os meses de setembro e novembro, essencialmente pela condição atrelada à associação dos limites e índices, criando um condicionante que proporcione a instabilidade da vertente em função do comportamento do solo.

Expõem-se então os dados analíticos conforme o gráfico rítmico abaixo (Figura 59), estipulando assim os condicionantes de limites físicos do solo da vertente estudada no PMAT.

Figura 59 - Análise Rítmica dos Limites Físicos do Solo em Topossequência PMAT

## Análise Rítmica dos Limites Físicos do Solo em Topossequência PMAT - Londrina - PR



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

#### 9.4.2.1 Setembro de 2017

No final do mês de setembro em 30/09/2017, foi realizada a primeira coleta em topossequência. Em todos os pontos da topossequência, avaliou-se um grande aspecto de umidade entre as amostras, o período amostral da pluviosidade acumulada foi de 102,2 mm no recorte cronológico da data da coleta à 40 dias precedentes.

Neste aspecto nota-se que em função da incoerência da granulometria na vertente as amostras não se encontram num padrão entre os pontos, por exemplo; as amostras que detêm um limite de plasticidade acima da média da vertente são as de profundidade no topo (P160), superfície em média vertente (P220) e a amostra de profundidade na base (P360). As demais amostras não citadas anteriormente compete a um valor abaixo da média da vertente aferida em 34,99%.

Para solos com teores texturais médios a levemente argilosos, a designação da maioria dos limites de plasticidade encontram-se em um cenário bem instáveis com teores de umidade natural superiores a 37% em todo o período amostral.

A maior parte das amostras apresenta-se relativamente distante do limite de liquidez, com exceção da amostra de profundidade em média vertente (P260), a qual detém um teor de umidade natural em 37 % e o limite de liquidez é listado em 41,6%.

Tal fator foi amplamente diagnosticado em ensaios manuais em campo, onde nota-se uma forte expressão do comportamento plástico das amostras. Em correlação com os dados que serão expostos no gráfico rítmico dos índices físicos, pode-se aferir o critério de instabilidade para as amostragens do atual mês de coleta, elencando-o como período crítico de progressão dos processos erosivos.

#### 9.4.2.2 Novembro de 2017

As amostragens do mês são marcadas pelo incremento da pluviosidade acumulada entre as coletas atingindo 289,2 mm. Pensou-se em primeira instância que haveria um forte desvio dos índices de liquidez e plasticidade nas amostras devido a progressão pluviométrica. Entretanto, a apresentação dos dados em gráfico demonstrou um pequeno decréscimo dos limites físicos, sendo estes ligeiramente mais expressivos no que circunda os limites de plasticidade das amostras.

Há um incremento percentual da plasticidade na amostra de topo na superfície (P120), ainda que este critério possa ser empregado como ganho de estabilidade, a

amostra em questão se mantém com o comportamento plástico uma vez que o teor de umidade natural da amostra se encontra em 43,87%, excedendo o limite de plasticidade de 37%. Esta condição ao qual o limite de plasticidade é excedido repete-se para todas as amostras na topossequência, elencando assim o caráter crítico da seção histórica.

Frente às designações do limite de plasticidade para o período amostral, todas as amostras da vertente encontram-se estáveis, não excedendo as delimitações que ordenam uma mudança expressiva do comportamento das amostras em vertente.

#### 9.4.2.3 Janeiro de 2018

O período é marcado pelo início da estação chuvosa de verão, com a amostragem realizada em 11/01/2018 fora aferida uma pluviosidade acumulada entre coletas de 334 mm. Tal período é marcado por uma fase de transição das amostras para uma condição de maior estabilidade física, ainda que se conte com um acúmulo pluviométrico advindo da estação climática.

Os principais elementos que possibilitam uma correlação da estabilidade em função do incremento da pluviosidade atrelam-se às peculiaridades granulométricas das amostras, onde a fração de areia e silte são mais expressivas em função dos teores de argila das amostras, fator este que favorece a drenagem e o escoamento da água em direção ao ribeirão Cambé.

As amostras de profundidade da base (P360) e a de média vertente (P260) apresentaram um intenso decréscimo do limite de plasticidade para o período. O intervalo entre a plasticidade e liquidez foi observado somente na amostra de profundidade da base (P360) decorrente da queda do limite de liquidez para a amostra.

Nota-se também para o período o início de uma estagnação do limite de liquidez a partir da seção histórica para grande parte das amostras. Conforme esta conjuntura, a amostra de profundidade em média vertente (P260) afere um estreitamento entre a plasticidade e liquidez, fator este que modificou o comportamento da amostra em questão, elencando-a a um caráter ainda mais plástico quando comparado as amostragens anteriores.

#### 9.4.2.4 Março de 2018

Este é o período de amostragem da estação chuvosa com a maior valoração pluviométrica da série histórica, aferindo 401,3 mm para o intervalo amostral da seção histórica. Nesta circunstância, já não era esperado uma maiores variações dos limites físicos em função da pluviosidade uma vez que se compreenderam os altos potenciais de drenagem do recorte de estudo.

As principais variações relativas ao período correspondem ao aumento do índice de plasticidade para as amostras de profundidade de base (P360) e de média vertente (P260). Já as amostras de topo (P1) apresentam-se exclusivamente estáveis em ambas às variações dos limites físicos, com uma tímida queda do limite de liquidez para a amostra de superfície de topo (P120). Tal queda não impacta em expressivas variações da estabilidade da vertente, uma vez que não se constatou mudança de comportamento das amostras e nem expressivas alterações nos índices físicos.

O teor de umidade natural das amostras varia entre 35% a 41%, fator este que proporciona o distanciamento das amostras dos limites de liquidez, conferindo-as um comportamento essencialmente pautado na plasticidade verificada na vertente.

#### 9.4.2.5 Maio de 2018

Em 05/05/2018, marcando o início das coletas de outono, observa-se uma queda da pluviosidade entre coletas com 182,8mm de chuvas para a seção histórica. A diminuição da pluviosidade aferida apresenta como reflexo o tímido aumento dos limites físicos utilizados como parâmetros de estabilidade da vertente.

O incremento dos limites de plasticidade e liquidez pode ser observado para todas as amostras com exceção da amostra de profundidade em média vertente (P260). É interessante observar que tal amostra detém como singularidade os desarranjos dos limites em diversas amostragens, a plausível correlação desta concomitância de eventos pode ser explicada em função da granulometria do ponto amostral que, devido aos movimentos de massa em 2015 recebeu um aporte alóctone das frações de silte a areia na feição da topossequência.

Nota-se uma estabilidade nos parâmetros geomorfológicos da vertente, sem alterações significativas do comportamento plástico das amostragens, tornando

excludente à situação mensurada qualquer possível desarranjo sistêmico do recorte de estudo.

#### 9.4.2.6 Junho de 2018

02/06/2018 data a última coleta da estação precedente ao período de seca, a pluviosidade aferida compete a 77,4 mm, menor faixa pluviométrica até o presente momento da seção amostral.

Neste lapso, é possível observar um tímido incremento de todos os limites físicos da topossequência, com exceção ao limite de plasticidade da amostra de superfície em média vertente (P220).

Ainda com tal estagnação, a amostra P220 apresenta-se com um comportamento padrão às demais amostras, a característica plástica dos materiais do PMAT é comum às expressões da maioria dos solos londrinenses. Atribuindo-se assim um critério de estrita estabilidade física ante as variações dos limites físicos.

#### 9.4.2.7 Julho de 2018

O período amostra cabe ao início da estação seca de inverno, apresentando a menor valoração de todos os períodos amostrais com 39,6 mm. Os principais critérios a serem avaliados em função da baixa precipitação são os progressivos saltos dos limites físicos, destacando o limite de plasticidade em contínua progressão no gráfico rítmico.

Nota-se uma confluência das amostras de base (P3) e da amostra de superfície de média vertente (P220) na faixa dos 37% de limite de plasticidade, criando assim o ápice do limite de plasticidade obtido pela amostra em toda série histórica.

Para o limite de liquidez, nota-se a estabilidade para as demais amostras e um tímido decréscimo da amostra P120, fator este correlacionado com a pequena perda dos teores de umidade natural apresentado pela amostra em junho com 43,15% e em julho com 42,97%.

Uma possível correlação para a padronização da umidade se até ao sombreamento da área do topo ao qual na estação de inverno recebe uma menor incidência solar, além da presença das árvores nativas que interferem ativamente nas taxas de evaporação.

#### 9.4.2.8 Agosto de 2018

Data a última coleta amostral da vertente e o final da estação seca. Em 18/08/2018 a precipitação entre coletas aferiu-se em 74,2 mm, valor ligeiramente superior ao avaliado na coleta precedente.

Neste período, observa-se que todas as amostras apresentam um declínio percentual nos limites de liquidez e plasticidade. O fator de ocorrência deste fenômeno se dá pelas propriedades cíclicas dos limites que, uma vez em um estado mais seco têm como elemento o aumento dos índices físicos e aumentos das umidades pós-estado seco, dirigem a uma queda de tais limites, podendo também atrelar tal possibilidade às propriedades expansivas das argilas. (CAPUTO, 1996).

Assim como adotado no outro fragmento florestal estudado, observa-se aqui uma relação cíclica temporal dos limites físicos, uma vez que estes oscilaram no decorrer do tempo histórico de amostragem e detiveram uma tendência em se aproximar de seu estágio inicial.

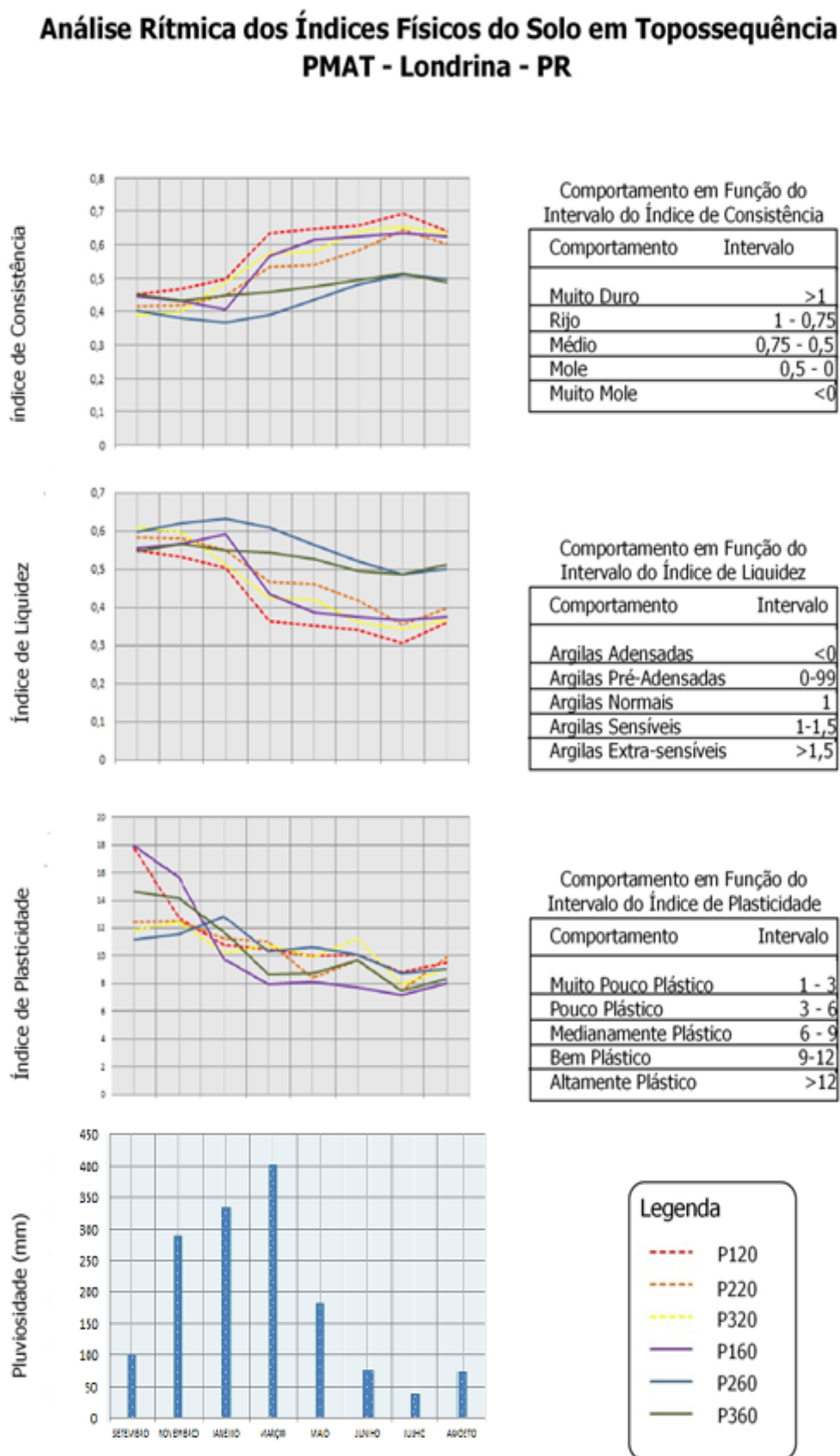
Nota-se também que as variações exposta pelas senoides no gráfico para cada uma das amostras, demonstram baixas oscilações, critério ao qual fora adotado para alegar a estabilidade da vertente frente ao cenário mensurado durante o período amostral.

No caso da estabilidade física em função dos ciclos sistêmicos, afirma-se uma relação de homeostasia, na qual o recorte apresenta uma afinidade entrópica com as variações, possibilitando assim uma maior resiliência do ambiente em função dos desajustes.

#### *9.4.3 Os Índices Físicos do PNMAR*

Complementar à interpretação dos limites físicos, discorre-se acerca das designações dos índices físicos como fundamentos qualitativos aos dados amostrais. A obtenção dos índices físicos do solo respeita as metodologias propostas pelas normas da ABNT – NBR 6459/17 e ABNT – NBR 71/80/16. Expressos no modelado rítmico (Figura 60) e nos quadros de índices.

**Figura 60** – Análise Rítmica dos índices Físicos do Solo em Topossequência PMAT



Fonte Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Recorre-se novamente à apresentação dos índices físicos com os quadros, sendo estes complementaras para a avaliação das variações apresentadas pelas amostras no decorrer da série histórica, buscando a apresentação dos principais pontos de variações das amostragens em função das classes de consistência, liquidez e plasticidade fornecidas através dos índices.

#### 9.4.3.1 Classe de Consistência PMAT

**Quadro 30** – Classes de Consistência PMAT

<b>Classificação de Índice de Consistêntica da Topossequência</b>						
	Topo		Meio		Base	
	P120	P160	P220	P260	P320	P360
<b>SETEMBRO</b>	0,4515	0,446	0,4173	0,403	0,391	0,4534
<b>NOVEMBRO</b>	0,4679	0,4329	0,4204	0,3803	0,4007	0,433
<b>JANEIRO</b>	0,4972	0,4073	0,45	0,3671	0,4866	0,4495
<b>MARÇO</b>	0,6363	0,5654	0,5324	0,3915	0,577	0,4573
<b>MAIO</b>	0,6465	0,6136	0,5404	0,4364	0,58	0,4736
<b>JUNHO</b>	0,6587	0,6242	0,5823	0,4806	0,6407	0,4953
<b>JULHO</b>	0,6932	0,6334	0,6437	0,5124	0,6552	0,5127
<b>AGOSTO</b>	0,6403	0,6245	0,602	0,4994	0,6331	0,4872
Média das Amostras	0,58645	0,543413	0,523563	0,433838	0,545538	0,47025
<b>Legenda</b>						
Muito Mole <0						
Mole 0 - 0,5						
Médio 0,5 - 0,75						
Rijo 0,75 - 1						
Muito Duro >1						

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Aliado ao gráfico rítmico, o quadro de classificação permite uma melhor análise das variações dos índices das amostras. Avalia-se que todas as amostras até o período de janeiro de 2018, apresentam uma consistência mole e, posterior a este período há um expressivo aumento dos valores do índice, dirigindo assim a uma consistência média.

As amostras de profundidade em média encosta (P260) e de base (P360) apresentam uma consistência mole até junho de 2018. A delonga na transição de classe

de consistência das amostras em questão faz alusão à percolação de água na vertente uma vez que tais amostras se dispõem na faixa de maior declividade da topossequência.

Em julho pela baixa demanda pluviométrica, pode-se empregar este fator como argumento quali-quantitativo da transição das amostras supramencionadas para a classe de consistência média.

É interessante ressaltar que em agosto de 2018 a amostra de base P360 retorna à classe de consistência mole, enquanto todas as amostras se mantêm na classe comportamental média. Mais uma vez, utiliza-se da morfologia declivosa e dos parâmetros granulométricos da vertente como atributos que fundamentam o aumento da drenagem pela topossequência findando na zona de escoamento às margens ao ribeirão Cambé, e durante este processo a amostra P360 fica sujeita a tais alterações.

#### 9.4.3.2 Classe de Liquidez PMAT

**Quadro 31** – Classes de Liquidez PMAT

<b>Classificação de Índice de Liquidez da Topossequência</b>						
	Topo		Meio		Base	
	P120	P160	P220	P260	P320	P360
<b>SETEMBRO</b>	0,5484	0,5539	0,5826	0,5969	0,6089	0,5465
<b>NOVEMBRO</b>	0,532	0,567	0,5795	0,6196	0,5992	0,5669
<b>JANEIRO</b>	0,5027	0,5926	0,5499	0,6328	0,5133	0,5504
<b>MARÇO</b>	0,3636	0,4345	0,4675	0,6084	0,4229	0,5426
<b>MAIO</b>	0,3534	0,3863	0,4595	0,5635	0,4199	0,5263
<b>JUNHO</b>	0,3412	0,3757	0,4176	0,5193	0,3592	0,4953
<b>JULHO</b>	0,3067	0,3665	0,3562	0,4875	0,3447	0,4872
<b>AGOSTO</b>	0,3596	0,3754	0,3979	0,5005	0,3668	0,5127
Média das Amostras	0,41345	0,456488	0,476338	0,566063	0,454363	0,528488
Legenda						
Adensadas <0						
Pré-adensadas 0 - 0,99						
Normais =1						
Sensíveis 1- 1,5						
Extra-sensíveis >1,5						

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Por meio da interpretação das classes de liquidez, afere-se uma homogeneidade de todas as amostras na classe comportamental referente às argilas pré-adensadas.

Todavia conforme o gráfico rítmico observa-se uma progressiva queda dos valores a partir do mês de janeiro de 2018.

O decréscimo dos valores nos índices de liquidez sugere uma tendência comportamento amostral para as argilas adensadas. Tal fenômeno se explica pela saturação oriunda da perda do teor de umidade natural das amostras em vertente, dirigindo assim a um comportamento no qual as argilas se encontrem mais compactadas pela pressão positiva da própria vertente. (WISCHMEIER, 1978).

Ressalta-se também o incremento dos valores dos índices a partir de agosto de 2018, aproximando-se assim do comportamento inicial da série histórica, reforçando assim a incidência de um ciclo sistêmico dos parâmetros físicos da vertente.

#### 9.4.3.3 Classe de Plasticidade PMAT

**Quadro 32** – Classes de Plasticidade PMAT

<b>Classificação de Índice de Plasticidade da Topossequência</b>						
	Topo		Meio		Base	
	P120	P160	P220	P260	P320	P360
<b>SETEMBRO</b>	17,8024	17,9017	12,4465	11,1688	11,8778	14,6664
<b>NOVEMBRO</b>	12,7826	15,6264	12,4877	11,5655	12,4191	14,1481
<b>JANEIRO</b>	10,7876	9,7584	11,2758	12,791	10,2155	11,7566
<b>MARÇO</b>	10,4523	7,9406	11,0402	10,3104	10,7503	8,6937
<b>MAIO</b>	9,9941	8,0909	8,4407	10,6587	9,9248	8,7059
<b>JUNHO</b>	10,09	7,6894	9,6966	10,0914	11,2386	9,683
<b>JULHO</b>	8,8153	7,1555	7,4679	8,7304	7,9823	7,4423
<b>AGOSTO</b>	9,5605	8,0615	9,8824	9,0918	9,0335	8,354
Média das Amostras	11,2856	10,27805	10,34223	10,551	10,43024	10,43125
Legenda						
Muito Pouco Plástico 1-3						
Pouco Plástico 3-6						
Medianamente Plástico 6-9						
Bem Plástico 9-12						
Altamente Plástico >12						

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

No que se refere como período crítico na análise do ritmo dos limites físicos, os meses de setembro e novembro elencam as amostras uma forte expressão de um comportamento altamente plástico, sobretudo às amostras de topo.

Nota-se também que a morfologia convexa da vertente proporciona uma circunstância onde a drenagem infere nas modificações dos comportamentos das amostras no meio e base da vertente, fazendo com que se mantenha uma variação da classe entre medianamente plástico à bem plástico.

É interessante observar que a estação seca de julho de 2018 deliberou uma homogeneização da plasticidade das amostras, estagnando-as na classe medianamente plástica em função da baixa entrada de água pluviométrica no sistema.

Tal qual explanado no segmento das classes de consistência, as mesmas justificativas são cabíveis às variações apresentadas no que circunda o comportamento plástico da amostra P360, onde pós novembro de 2017 a amostra apresenta uma oscilação de comportamento de bem plástico à medianamente plástico.

#### **9.4 Análise Geral dos Parâmetros Físicos PMAT**

De modo a avaliar o panorama das análises dos índices e limites físicos apresentados como elementos basilares para a interpretação da estabilidade da vertente do fragmento florestal, formula-se uma breve conclusão dos ensaios realizados.

Em primeira instância, devido ao histórico dos movimentos de massa ao qual a vertente já esteve submetida, pensou-se encarar um cenário de extrema instabilidade física ao avaliar os elementos quantitativos do recorte de estudo. Porém, os dados forneceram uma exultante surpresa, uma vez que fora diagnosticada a estabilidade dos pontos amostrais, ainda que com vistas disruptivas acerca da granulometria autóctone da topossequência.

Encara-se tal cenário como produtivo para o campo de restauração de ambientes fragilizados uma vez que se confere ao recorte de estudo uma entropia sistêmica benéfica à recomposição da paisagem, comprovando uma baixa alteração dos parâmetros que deliberem a instabilidade física de fragmentos florestais.

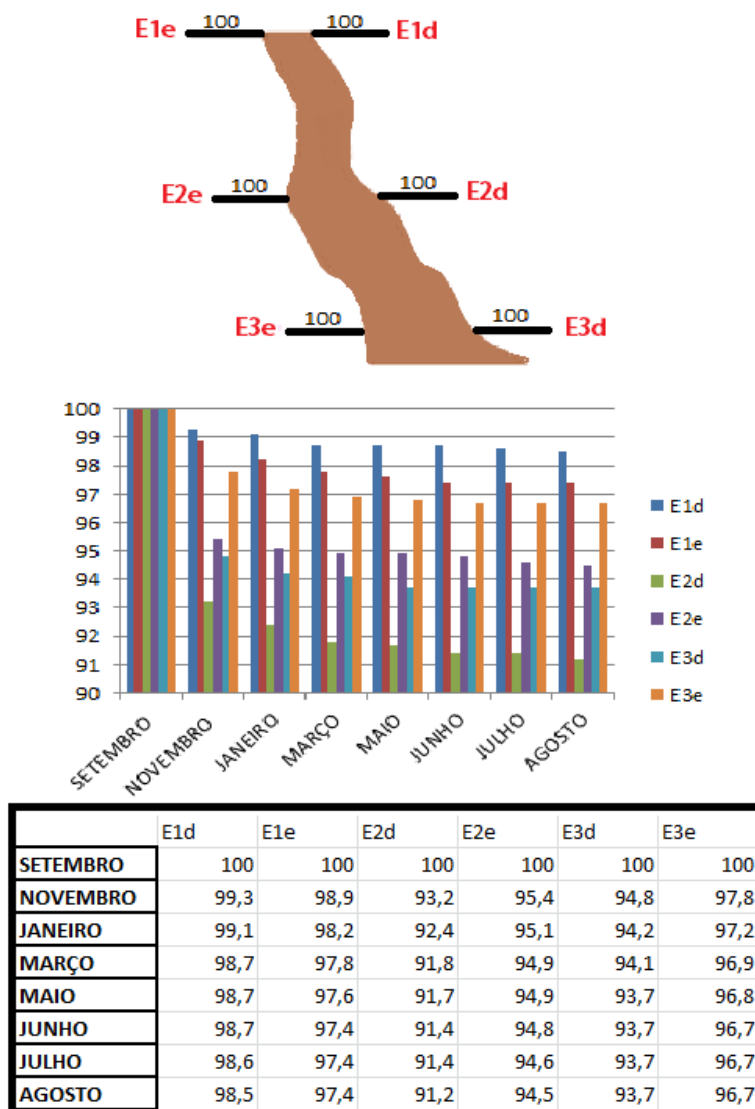
A aplicação e interpretação dos dados são vistas como fundamentais para a correlação destes com a progressão da ravina presente no recorte de estudo, tal qual na elaborações de práticas que auxiliem a resiliência, fornecendo assim um impacto benéfico ao geótopo.

### 9.4.1 Cronologia dos Processos Erosivos PMAT

Acerca da progressão cronológica da ravina no PMAT, emprega-se a metodologia de monitoramento por estacas, onde foram dispostas seis estacas paralelas à borda da ravina com um distanciamento de 100 centímetros e um intervalo de 200 centímetros entre as estacas.

O distanciamento das estacas foi aferido em cada uma das visitas de amostragem realizadas no PMAT, sendo assim observa-se uma redução do distanciamento entre a estaca e a borda da ravina, indicando assim uma progressão horizontal da mesma em um recorte temporal (Figura 61)

**Figura 61** - Dados de Monitoramento e Croqui da Ravina



Fonte Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Conforme a disposição dos dados nota-se uma tímida progressão da feição erosiva no PMAT durante o período amostral, destacando o principal recorte relativo à evolução da ravina os segmentos de transição entre setembro de 2017 e novembro de 2017, sobretudo do eixo médio da ravina em seu flanco direito (E2d).

Todavia, com o decorrer dos demais aferimentos, aponta-se a baixa progressão da ravina frente aos processos externos conotando assim um cenário de estabilização do fenômeno e conseqüentemente à baixa incidência de erodibilidade.

Com o intuito de observar a progressão, foram realizadas fotografias para a determinação evolutiva da ravina (Figura 62). Entretanto confere-se um baixo contraste entre as fotografias no que tange a progressão da feição erosiva, limitando-se a uma progressão da vegetação no decorrer das amostragens.

**Figura 62** – Registro de Progressão da Ravina e Vegetação



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Em decorrência da cronologia do processo erosivo, conclui-se que a ravina encontra-se em um cenário de considerável estabilidade uma vez que os condicionantes físicos atrelados ao baixo registro de progressão da ravina e à recomposição orgânica da vegetação comprovam tal realidade, possibilitando assim avançar para a fase de restauração ecológica considerando tais realidades do sistema vertente.

#### 9.4.2 Práticas de Restauração – PMAT

Em função das práticas propostas com o intuito de proporcionar a restauração da área, pensou-se em medidas estruturais como a aplicação de fibra de coco na vertente com a finalidade de fornecer uma biomassa e escudar o solo de erosões superficiais e erosão por salpicamento. Uma segunda medida formulada visava à aplicação de contenções com estacas de bambú com a finalidade de conter a leve progressão diagnosticada na ravina. Atrelada as ambas propostas também formulou-se a moção para o plantio de espécies locais na área afetada.

Todavia, as três propostas entregues à gestão do PMAT foram dispensadas, tendo como argumento principal a falta de recurso para a obtenção das mantas de fibra de coco sobre a primeira hipótese, da periculosidade no transporte das estacas de bambú e a declaração de que o material em vertente seria dado como resíduo sólido do gênero rejeito para a segunda proposta e por fim, a terceira sugestão também foi refutada tendo como argumento a possível inclusão de espécies invasoras na área de nucleação do fragmento florestal. Mesmo arguindo sobre as inferências adversas levantadas, o pedido de práticas de restauração ativas foi indeferido.

Apesar de esmorecer uma das formulações core da pesquisa, todas as escusas arguidas pela gestão do PNMAT possuem fundamento e foram devidamente acatadas. Foi levantada então uma última hipótese à qual a gestão emitiu um parecer positivo.

A última formulação condiz com a proposta de criar uma área de exclusão, restringindo o acesso público pelas trilhas do fragmento florestal e isolando o recorte de estudo. A proposta foi aceita, porém a gestão do PMAT forneceu apenas mais uma visita para o registro fotográfico na área em questão.

Com a hipótese de elencar a restrição de acesso a área, tem-se em mente uma maior probabilidade da restauração da composição paisagística e consequentemente da estabilidade por meio da prática de isolamento. Uma vez que tal prática proporcione:

A expressão do potencial de resiliência local em curto prazo, bem como da resiliência da paisagem regional em médio e longo prazo. Esses potenciais conferem a possibilidade de recobrimento e/ou enriquecimento natural ou a necessidade de realizar uma ou ambas as etapas de modo artificial, por meio de diferentes metodologias. (NAVE, A.G. *et al.*, 2015, p.9)

A escolha pela prática de isolamento é comum a áreas cujo desarranjo sistêmico é considerado recente, tal qual é o caso do PMAT em decorrência do processo de movimento de massa em 2015.

Ainda que os parâmetros de estabilidade dos condicionantes geomorfológicos apresentem-se estáveis no que circunda a estabilidade física das vertentes, deve-se ter em mente a dinâmica sistêmica do ecossistema do geótopo, ao qual é possível fornecer por meio da resiliência, elementos fundamentais para a estruturação orgânica da entropia.

Desde a primeira visita ao PMAT, foi observado que no recorte de estudo era possível a aplicabilidade da prática de isolamento uma vez que fora relatado a presença de uma biota nativa, ainda que tímida, mas presente na espacialização incluindo a área na qual se insere a ravina.

De modo a comparar as alterações paisagísticas decorrente do isolamento, foi realizada a última visita em 21/12/2019 com o intuito de avaliar os parâmetros vegetativos e possíveis expansões da ravina (Figura 63).

**Figura 63** - Comparativo das Visitas pré e pós Isolamento - PMAT



Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

Com as exposições comparativas dos cenários, notou-se uma intensa recuperação da resiliência vegetativa. Em paralelo, não fora diagnosticada progressões das ravinas, elencando uma estabilidade funcional também averiguado em função das análises rítmicas dos condicionantes.

No mesmo ponto da ravina nota-se ainda um cenário preocupante em função do escoamento superficial contínuo ao centro da mesma, fenômeno ao qual poderia ser dado como catalisado para a formação de voçorocas. Durante a transição exposta na imagem acima e no decorrer das visitas ao PMAT, é constatado um decréscimo significativo deste escoamento, uma vez que os organismos vegetais se tornam mais presentes no decorrer da feição geomorfológica.

É de extrema valia conceber que por vezes, o ser humano detém uma ânsia em ocasionar um impacto no ambiente, seja ele benéfico ou adverso, mas a resiliência ambiental, atrelada a fatores como a estabilidade do sistema deve ser encarada como a mais eficaz proposta de restauração.

Com o encerramento da pesquisa no PMAT, foi sugerido a gestão do fragmento florestal o contínuo monitoramento da área pelos servidores do própria secretaria de meio ambiente, por mais estável que o cenário possa aparentar em suas congruências geomorfológicas e vegetativas, cabe o intenso monitoramento da área em questão haja vista a presença de um pequeno escoamento superficial e o histórico de movimentos de massa no recorte de estudo.

## **9.5 Tabela de cálculo dos índices e limites físicos**

A princípio, as tabelas utilizadas para a determinação dos índices e limites físicos não foram consideradas enquanto um expressivo elemento de resultado da pesquisa, uma vez que a mesma se imbui na aplicação dos cálculos propostos por Caputo (1996) e das normativas técnicas presentes nas NBR 11682, 6459 e 7180.

Porém, pelo fator crítico da elaboração da aba “programa” nas tabelas, a mesma se elenca como um resultado uma vez que todos os cálculos formulados dispostos na metodologia da pesquisa são realizados de forma automática na tabela devido à execução do programa formulado.

Para a elaboração do programa foram utilizadas as expressões matemáticas no *software* Excel executadas na aba programa e os valores calculados são transferidos para as abas dos Limites de Liquidez e Plasticidade.

Com esse modelado, os valores que demandam a inserção manual para a determinação dos limites físicos são;

- Nome das amostras
- Peso da amostra úmida (PW)
- Peso da amostra seca (PS)
- Número de golpes aplicados no equipamento de casa grande (N golpes)

Tal aplicação condiciona o cálculo e o resultado dos limites de Plasticidade, Liquidez e o teor de umidade das amostras em função da inserção de água deionizada.

Para a determinação dos índices físicos, os seguintes valores de inserção manual devem ser inseridos na aba “índice”:

- Peso da amostra úmida natural (PW)
- Peso da amostra seca natural (PS)

Após a inserção dos valores, os demais cálculos para a determinação dos índices são realizados na aba “programa” provendo o resultado dos índices de Consistência, Liquidez, Plasticidade e Teor de Umidade Natural das amostras.

Como a programação dos dados advém da transposição dos cálculos para as expressões do software Excel, aponta-se então este como um produto originário da pesquisa, sendo assim devidamente mencionado nos resultados da tese.

A planilha para a determinação dos condicionantes físicos será devidamente disposta em mídia digital anexa a esta pesquisa para auxiliar a verificação dos presentes dados bem como torna-las disponíveis a demais pesquisadores que visem à aplicação de tal metodologia para a determinação dos condicionantes físicos.

## 9.6 Proposta da Equação de Condicionantes

A proposta de determinação dos condicionantes já mencionadas à priori no capítulo da tese intitulado: “Geomorfologia: Teorias, Condições e Condicionantes” se atém a referencia da equação formulada com o intuito de amostrar possíveis condições de instabilidade frente aos condicionantes geomorfológicos.

Desenvolveu-se então uma tabela com as condições quali-quantitativas atribuídas no período amostral de cada fragmento florestal, tendo como base a aplicação dos coeficientes dos condicionantes expostos no capítulo anteriormente citado formulando o seguinte quadro (Quadro 33);

**Quadro 33** – Atribuição dos Coeficientes para os Recortes de Estudo

<b>PNMAR OUT 2017 – SET 2018</b>		
<b><u>Condicionantes</u></b>	<b><u>Condição Quali-quantitativa</u></b>	<b><u>Coeficiente atribuído</u></b>
Morfologia (m)	Côncava-Convergente	5
Declividade (d)	30,925 %	5
Litologia (l)	Micaxistos	3
Índice de Liquidez Médio (il)	0,5688	2
Índice de Consistência Médio (ic)	0,4270	4
Índice de Plasticidade Médio (ip)	7,2948	3
Histórico de Uso do Solo (h)	Antropismo moderado	4
Uso do solo e Cobertura Atual (a)	Zona de Recuperação	2
Pluviosidade Anual Acumulada (paa)	1569,6 mm	4

<b>PMAT SET 2017 – AGO 2018</b>		
<b><u>Condicionantes</u></b>	<b><u>Condição Quali-quantitativa</u></b>	<b><u>Coeficiente atribuído</u></b>
Morfologia (m)	Côncava-Planar	4,5
Declividade (d)	59,45 %	5
Litologia (l)	Basalto	3
Índice de Liquidez Médio (il)	0,4825	2
Índice de Consistência Médio (ic)	0,5172	3
Índice de Plasticidade Médio (ip)	10,553	4
Histórico de Uso do Solo (h)	Antropismo Baixo	3
Uso do solo e Cobertura Atual (a)	Floresta Natural	1
Pluviosidade Anual Acumulada (paa)	1500,7mm	4

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

A execução dos cálculos compete a aplicação da expressão matemática proposta;

$$C.Ero. = \frac{M(m + d + l) + S(il + ic + ip) + U(h + a) + P(paa)}{9}$$

Onde:

C.Ero. : Condicionante de Erodibilidade  
**M**: Classe de Morfologia  
 m: Morfologia da vertente  
 d: Declividade  
 l: Litologia  
**S**: Classe de Parâmetros Físicos do Solo  
 il: índice de Liquidez  
 ic: índice de Consistência  
 ip: índice de Plasticidade  
**U**: Classe de Uso do Solo  
 h: Histórico do Uso do solo  
 a: Uso do solo e Cobertura vegetal atual  
**P**: Classe de Pluviosidade  
 paa: Pluviosidade Anual Acumulada

Exprimindo como resultado os valores de condicionante de erodibilidade (C.Ero) em 3,55 para o Parque Natural Municipal Augusto Ruschi (PNMAR) e o valor de 3,27 para o Parque Municipal Arthur Thomas (PMAT). Tais coeficientes atribuídos ao resultado dos condicionantes são classificados tendo em vista os valores atribuídos no seguinte quadro de classificação (Quadro 33)

**Quadro 33** – Classificação dos Condicionante por Fragmento

Valor do Coeficiente	Classe Condicionante de Erodibilidade
1 - 1,57	Muito Baixa
1,58 - 2,14	Baixa
2,15 - 2,71	Média Baixa
2,72 - 3,28	Média #
3,29 - 3,85	Média Alta*
3,86 - 4,42	Alta
>4,43	Muito Alta

\*PNMAR

#PMAT

Fonte: Guilherme Alves de Oliveira (2020)

A atribuição das classes dos condicionantes de erodibilidade apresenta-se satisfatórias e exprimem bem a realidade dos resultados analisados por fragmento florestal, tendo em vista as condições que estão atreladas à ocorrência dos fenômenos que deliberam a instabilidade nas vertentes.

O fragmento referente ao PNMAR foi elencado com um condicionante de erodibilidade classificado em “Média Alta” fator este que deve ser avaliado tendo em vista a forte incidência de processos erosivos e a contínua evolução da voçoroca durante o período amostral. Notou-se que os parâmetros de instabilidade antes mencionados, atuaram nitidamente no acréscimo dos condicionantes, sobretudo na classe S (Classe de parâmetros físicos do solo).

Tendo em vista as aplicações voltadas para o PMAT, avalia-se que o mesmo apresenta uma classificação de erodibilidade listada em “Média”. Ainda que conforme os resultados apresentados o fragmento florestal destaque-se pela estabilidade dos condicionantes durante o período amostral, faz-se presente a ocorrência de fenômenos de erodibilidade elencando a ravina empregada como objeto de estudo.

De modo geral, os resultados referentes á proposta da equação de condicionantes refletem a realidade amostrada em campo e é vista como satisfatória para a presente concomitância da pesquisa. Todavia, cabe um apuramento da equação frente a outras realidades para averiguar a total eficiência da mesma enquanto parâmetro analítico basilar para vindouros diagnósticos geomorfológicos.

## 10. A Guisa da Conclusão

Após quatro anos de trabalho, horas em laboratório e em campo, e com o velho teclado já com algumas letras gastas assim como a vista, chega-se ao ponto da redação do que seria a conclusão de toda a jornada. Ainda que a tipologia da palavra “conclusão” tenha a aplicabilidade que referencia o término de algo, parte-se da idealização da seção como algo que representa o desfecho momentâneo da pesquisa uma vez que a mesma apresentou em seu decorrer temporal, segmentos e abordagens que poderão servir de alicerce para pesquisas futuras nos recortes de estudo e em outras pesquisas, elencando assim não como um final, mas sim, como um encerramento de um ciclo que se aproxima de uma espiral de conclusões.

Parte-se então da análise em função dos objetivos, hipótese, metodologias e resultados com a finalidade de arguir sobre os pontos que foram alcançados, as tentativas que foram fracassadas e os caminhos tomados para tais cenários.

Acerca da hipótese da pesquisa, partiu-se da proposta conjectural para a compleição dos fenômenos geomorfológicos que inferem na estabilidade física da vertente, tendo como fator controlador a análise dos condicionantes de erodibilidade em vertentes, atuando através do desenvolvimento de uma proposta categórica que aborde a complexidade da paisagem em função dos processos erosivos.

Nesta prerrogativa, pode-se dizer que a hipótese proposta acompanhou a pesquisa em sua amplitude, uma vez que o pensamento questionativo de “por quê e como este fenômeno produz estes efeitos nas vertentes?” fez-se presente em todas as etapas desta pesquisa.

Pode-se afirmar então que a hipótese foi estritamente contemplada, uma vez que as referências bibliográficas serviram como elementos basilares de práticas e propostas de interpretação dos fenômenos geomorfológicos, bem como na realização de atividades de restauração da estabilidade física em vertentes.

Frente aos objetivos da pesquisa, o principal eixo se pautou na análise dos condicionantes de erodibilidade e na elaboração de práticas que favoreçam a resiliência sistêmica das fáceis paisagísticas. Neste segmento pode-se concluir que a proposta inicial se ateu as demandas dos objetivos, uma vez que foram desenvolvidas análises acerca dos condicionantes físicos de estabilidade, aplicações de cunho quali-quantitativo para averiguação dos condicionantes e por fim a elaboração de práticas de restauração

com o escopo de atenuar as feições erosivas e proporcionar um maior equilíbrio ecodinâmico para as vertentes dos recortes de estudo.

No segmento metodológico, faz-se necessário expor as adversidades enfrentadas, em primeira instância, no prosseguimento das metodologias de aferimento da granulometria. Com a finalidade de agilizar o processo de obtenção da granulometria das amostras, tentou-se aplicar a metodologia de granulometria de Bouyoucos utilizando-se do densímetro como equipamento fundamental. Porém, devido à erros de execução e até mesmo a descalibragem dos densímetros, o procedimento foi deixado de lado pela clara demanda da obtenção dos dados granulométricos.

Logo, optou-se pelo procedimento de pipetagem uma vez que o laboratório da Universidade Estadual de Londrina contava com os equipamentos necessários para a determinação dos dados.

Para a determinação dos ensaios dos limites físicos realizados no laboratório de Geotecnia da Faculdade Pitágoras de Londrina, é importante ressaltar o exaustivo trabalho aplicado às amostras, uma vez que foram realizados cerca de 250 ensaios, fora aqueles nos quais surgiram falhas incipientes como a perda da contagem de golpes aplicados no equipamento de Casagrande e a inserção de grandes frações de água deionizada nos ensaios alterando drasticamente o teor de umidade e fazendo com que a prática se distanciasse da realidade amostral.

Os resultados expressos acerca dos limites e índices físicos, demandaram a elaboração de uma planilha, exposta e anexada à pesquisa como produto da tese, uma vez que se concebeu a inviabilidade da realização dos cálculos manualmente, fez-se então necessária a elaboração de um programa no *software* Excel para a automação dos cálculos e a melhor apuração dos resultados oriundos das expressões matemáticas.

Um ponto cerne de desenvolvimento da pesquisa se além à participação da gestão dos fragmentos florestais, cedendo o espaço para a realização da pesquisa e das práticas de restauração, cabendo aqui descrever as principais conclusões acerca da pesquisa em unidades de conservação e preservação.

De modo geral, o procedimento para a obtenção da autorização de pesquisas foi relativamente burocrática em ambos os recortes de estudo ainda que houvessem certas divergências entre as requisições documentais para cada parque.

O fragmento florestal josseense (PNMAR) está integrado ao SNUC e fora deliberada uma documentação à ser preenchida e anexada ao sistema das unidades de

conservação. Ainda que o âmbito federal fez-se presente nas documentações e em todo o procedimento burocrático, a licença provisória para a pesquisa foi de rápida obtenção uma vez que o recorte de estudo se inseria na área de amortecimento do fragmento.

Já o recorte de estudo londrinense (PMAT) parte da gestão municipal. Pensou-se em primeira instância que a obtenção das solicitações documentais seria mais simplificada uma vez que o fragmento é considerada uma área de acesso público, entretanto, a obtenção das documentações e a contínua necessidade de requisição documental para cada visita ao parque Arthur Thomas, fizeram com que a realização das práticas se tornassem ainda mais burocráticas.

Em relação aos resultados do plano de restauração dos fragmentos florestais, é importante mencionar que a divergência das propostas foi considerada algo extremamente viável para a pesquisa, uma vez que os fragmentos florestais apresentaram dinâmicas bem distintas acerca dos condicionantes geomorfológicos e até mesmo a progressão dos processos erosivos.

O Parque Municipal Arthur Thomas, enfrenta um sério problema no que circunda a obtenção de recursos de ordem municipal, além do fato da repentina ocorrência de um movimento de massa na área de estudo em 2015. Porém, apesar destas adversidades a pesquisa indicou uma forte resiliência ecossistêmica e um parâmetro de estabilidade às condições geomorfológicas em comparação ao outro recorte de estudo.

Ainda que as práticas de restaurações sugeridas à gestão fossem deliberadamente suprimidas, a resiliência atestada comprovou-se com a prática de isolamento, atestando assim os potenciais de heterostase de ambientes fragilizados.

Em contrapartida, o Parque Natural Municipal Augusto Ruschi apesar de deter uma condição minimamente viável para a execução de práticas de cunho estrutural, conta com um grau de instabilidade elencado à “média-alta” uma vez que notou-se um aumento progressivo das feições da voçoroca e uma clara instabilidade dos parâmetros físicos das vertentes.

A execução das práticas de restauração para o fragmento florestal, contou com a participativa relação da gestão, realizando reuniões e diversos contatos, pôde-se alcançar uma benéfica atuação para o controle do processo erosivo em questão e da formulação de práticas vistas como catalisadores para o aumento da resiliência do sistema, expressos por meio da reconfiguração da paisagem.

Por fim, uma das propostas da tese se baseou na avaliação dos condicionantes em modo quali-quantitativo. Pode-se concluir que a sugerida expressão matemática, aproximou-se da realidade de ambos os fragmentos florestais e a atuação dos parâmetros físicos advém como um forte elemento para as designações de ordem geomorfológica no que circunda os processos de erodibilidade em vertentes. Todavia, deve-se ressaltar que tal proposta foi empregada como algo estritamente experimental, uma vez que não se conhece a aplicabilidade em função de outros condicionantes ou mesmo em fragmentos florestais diferentes dos de mata atlântica.

Acredita-se que de modo geral a presente pesquisa forneceu fortes indicativos para análises de condicionantes geomorfológicos em vertentes, atrelado a fundamentos geotécnicos e da expressiva prática de restauração ecossistêmica de ambientes fragilizados. Podendo responder a problemática formulada enquanto a pesquisa ainda era somente um projeto, apontando que as principais causas atreladas à ocorrência dos processos erosivos em fragmentos florestais advêm de uma relação sistêmica das próprias vertentes e a variação das mesmas competem à estabilidade dos condicionantes geomorfológicos. Além do questionamento complementar que visa à restauração ambiental, chega-se a conclusão de que é necessário compreender as causas que ordenam os desarranjos e através delas, buscar um meio de equilibrar a entropia do sistema, deixando ao encargo da natureza compelir as particularidades homeostáticas de seu sistema.

Conclui-se que as formulações propostas encarregam um potencial ganho às futuras análises geográficas e geomorfológicas, possibilitando a todos uma concepção, sistêmica, cíclica e dinâmica dos condicionantes geomorfológicos de erodibilidade em fragmentos florestais de mata atlântica.

**REFERÊNCIAS**

- AB'SÁBER, A. N. **Os Domínios da Natureza do Brasil: Potencialidades paisagísticas**. 7<sup>o</sup> ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012.
- AB'SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisa sobre o Quaternário**. Geomorfologia, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.
- AB'SABER, A. N. Uma Revisão do Quaternário Paulista: do Presente para o Passado. In: **Revista Brasileira de Geografia** n° 4, ano 31, IBGE, Rio de Janeiro. 1969
- AB'SÁBER, A. N.; MARIGO, L. C. **Ecosystemas do Brasil/Ecosystems of Brazil**. São Paulo: Metalivros, 2009.
- ALMEIDA, F. F. M. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 23., 1969, Salvador. Anais... Salvador: SBG, p. 29-46. 1969.
- ART, H. W. **Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais**. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp: Cia Melhoramentos, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 11682 : **Estabilidade de Encostas**. Rio de Janeiro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 6459 : **Determinação do Limite de Liquidez**. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 7180 : **Determinação do Limite de Plasticidade**. Rio de Janeiro, 2016.
- BARBOSA, L.G. **Propostas para Unificação do Sistema Altimétrico da Grande São Paulo**. São Paulo, 1996. Dissertação – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- BENJAMIN, J.G.; NIELSEN, D.C. & VIGIL, M.F. **Quantifying effects of soil conditions on plant growth and crop production**. Geoderma, n.116, p.137-148, 2003
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos sistemas**. 3<sup>o</sup> ed. Petrópolis: Vozes, 1975. p. 17-126
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de ciências da terra**. São Paulo, v. 13, p. 1-27, 1971.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. **Estudos preliminares na Série Açungui**. Arquivos de Biologia e Tecnologia, Curitiba, v. 11, p. 197-205. 1956.
- BLEASDALE, J. K. A. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1977, p.91-112
- BLOOM, A. **Superfície da Terra**. S. Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1970
- BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCA, Y. Analyse structurale et cartographie em pédologie. **Cahiers ORSTOM Séries Pédologie**, v. 19, n. 4, p. 309-351, 1982. Disponível

em: <[http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/cahiers/PTP/3251.PDF](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cahiers/PTP/3251.PDF)>. Acesso em: 20 set. 2018.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Responsabilidade Socioambiental**. Mar. 1993. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>> Acesso em: 10 out. 2018.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e de outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 set. 1981. Disponível: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)> Acesso em: 16 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **A Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB**. Brasília: CID Ambiental, 2000. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas de Preservação Permanente**. Jun. 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/%C3%A1reas-de-prote%C3%A7%C3%A3o-permanente>> Acesso em: 12 dez. 2018.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. ed.6. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 31 jul 2018

CAVALCANTI, L. C. S. **Da Descrição de áreas à teoria dos Geossistemas: Uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. 2013. 216 f. Doutorado em Geografia. CFCH – Universidade Federal de Pernambuco. Recife 2013

CHORLEY, R.J.; DUNN, A.J.; BECKINSALE, R.P. **The History of the Study of Landforms or the Development of Geomorfology**. Geomorfology Before Davis. v. 1 Londres, Methuen (1964).

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2º ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002

CLARK, M. J.; SMALL, R. J. **Slopes and Weathering**. Cambridge University Press, Cambridge 1982.

DAMUTH, J. E.; FAIRBRIDGE R. W. Equatorial Atlantic Deep-Sea Arkosic Sands and Ice-Age Aridity in Tropical South America. **Geological Society of America Bulletin**. v. 81, n 1 1970.

DANIELS, R.B.; GILLIAN, J.W.; CASSEL, D.K. ; NELSON, L.A. Quantifying the effect of past soil erosion on present soil productivity. **Journal Soil Water Conservation**, v.42, p.183-187, 1987

DIEGUES, A. C. **O Mito Moderno da Natureza Intocada**. São Paulo: NUPAUB - Universidade de São Paulo, 1994.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997.

ERHART, H. A **Teoria Bio-resistásica e os problemas biogeográficos e paleobiológicos**. Notícia Geomorfológica, Campinas, nº11, pg. 51-58, 1966.

- GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. São Paulo: Bertrand Brasil, 1992.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia. Uma atualização de bases e conceitos**. 4º ed. Rio de Janeiro: Bertrand; 2001.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. 7º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015
- GUERRA, A. J. T.; MORGADO, C.; SANTOS, F. A. D. **Dicionário de meio ambiente**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 2009.
- GUERRA, A.J.T. **Técnicas e métodos utilizados no monitoramento dos processos erosivos**. Sociedade e Natureza, v.15. 1996.
- HARRIS, L. D. **The fragmented forest: Island biogeography theory and the preservation of biotic diversity**. Chicago: The University of Chicago, 1984. 211p.
- HASUI, Y.; CREMONINI, O. A; BORN, H. **Considerações sobre o Grupo Açungui em São Paulo e Porção Adjacente do Paraná**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33,1984. Rio de Janeiro. *Anais...*Rio de Janeiro:SBG, v.7, 1984 p-3297-3306
- IBAMA. **Roteiro Metodológico para Elaboração de Plano de Manejo para Florestas Nacionais**. Brasília, 2003.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. (1981) **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT. Escala 1:1.000.000.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, INPE. 1999
- ISAAKS, E.H.; SRIVASTAVA, R.M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989. 561p
- KURI, N.; KER, J.C.; NOVAIS, R.F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C.E.G.R. **Pedologia: solos dos biomas brasileiros**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2017
- LEINZ, V. **Geologia Geral**. 2.ed. São Paulo: Nacional, 1963.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 4ºed. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- LONDRINA. **Plano de Manejo Parque Municipal Arthur Thomas**, 2004. Disponível em: [http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec\\_ambiente/planos\\_de\\_manejo/plano\\_manejo\\_arthur\\_thomas.pdf](http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_ambiente/planos_de_manejo/plano_manejo_arthur_thomas.pdf) Acesso em : 13. Jun, 2018
- MAACK, R. **Breves Notícias Sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina**. Arquivos de Biologia e Tecnologia, Curitiba, v.2, 1947.
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The Theory of Island Biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967.

MARTINELLI, M. **O Atlas do Estado de São Paulo: Uma Reflexão Metodológica**. Confins [Online], n.7, 2009. Disponível em : <http://confins.revues.org/index6166.html> Acesso em: 10/05/2018

MATOS, R. M. B.; SILVA, E. M. R. da; BERBARA, R. L. L. **Biodiversidade e Índices**. Rio de Janeiro: Seropédica - Embrapa Agrobiologia, 1999

MENDONÇA, V. A.; AMORIM, M.C.C.T. Estudo de Clima Urbano Aplicado a Cidade de Londrina – PR. In: **IV Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales y Ambientales**. São Paulo. Anais...São Paulo: Estudios Territoriales, 2014. p. 2633-2650

MINEROPAR. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná 1:500.00**. Curitiba : Universidade Federal do Paraná, 2006.

MORELLI, A.F. **Atlas Histórico do Patrimônio Ambiental de São José dos Campos**. São José dos Campos: FCCR, 2005.

MOTA, L. T. Construção do vazio demográfico. In: **As guerras dos índios kaingang. A história épica dos índios Kaingang no Paraná. (1769-1924)**. Eduem :Maringá, 1994, pp.07-59.

NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; FARAH, F. T.; SILVA, C. C.; LAMONATO, F. H. F. **Manual de restauração ecológica: Técnicos e produtores rurais no extremo sul da Bahia**. São Paulo: LERF/ESALQ/USP: Bioflora Tecnologia da Restauração, 2015. p. 1-35.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1985.

OLIVEIRA, J. B., CAMARGO, M. N., ROSSI, M., CALDERANO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo/Legenda expandida**. Campinas: IAC, 64 p.1999

PENCK, W. **The Morphological Analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1953.

PERES, J. M. **La vida en el oceano**. Trad. Antonio Ribera. Barcelona: Martinez Roca, 1968.

QUAMMEN, D. **O Canto do Dodô: Biogeografia de Ilhas numa Era de Extinções**. Trad. Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Cia. Das Letras, 2008.

RODRIGUES, C. A Urbanização da Metrópole sob a Perspectiva da Geomorfologia: Tributo a Leituras Geográficas in CARLOS, A. F. A.; OLIVEIRA A, U. (org) **Geografias de São Paulo: Representações e Crise da Metrópole**, vol. 1, Ed 3. São Paulo: Contexto, 2004, p. 89-114

ROSS, J. L. Geomorfologia Aplicada aos EIAs/RIMAS in: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. (org) **Geomorfologia Ambiental**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, , 2004,p.291-336

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia** n°8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

ROSS, J. S. **Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo**. Rev. Geografia. São Paulo, IG-USP, 1992

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. (1997) **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. Volumes I e II.

SANCHEZ, R.B.; JÚNIOR, J. M.; SOUZA, Z.M. **Variabilidade Espacial de Atributos do Solo e de Fatores de Erosão em Diferentes Pedofomas**. *Bragantia*, Campinas, v.68, n.4, p.1095-1103, 2009.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. **Plano de Manejo Parque Natural Municipal Augusto Ruschi São José dos Campos**, 2014. Disponível em: [http://servicos2.sjc.sp.gov.br/media/694457/plano\\_manejo\\_pnmarvolumo\\_i\\_diagnostico.pdf](http://servicos2.sjc.sp.gov.br/media/694457/plano_manejo_pnmarvolumo_i_diagnostico.pdf) . Acesso em: 20.ago. 2018.

SCHROTH, G.; FONSECA, G.A.B.; HARVEY, C.A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H.L.; IZAC, A.M.N. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004.

SILVA, P.P.V. **Sistemas agroflorestais para a recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP**. 2002. 98p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

SOLBRIG, O. T. **From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity**. Report of a IUBS-SCOPE-UNESCO workshop. The International Union of Biological Science, Paris, 1991

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1978..

SOTCHAVA, V.B. Algumas noções e termos da Geografia Física. *in: Relatórios do instituto de Geografia da Sibéria e do Extremo Oriente*. v.3. , n.1 1963.

TATIZANA, C., OGURA, A.T., CERRI, L.E.S., ROCHA, M.C.M. (1987). Análise de Correlação entre Chuvas e Escorregamentos – Serra do Mar, Município de Cubatão. In: **Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia**. São Paulo. Anais...São Paulo: ABGE, v. 2, p. 225-236. 1987.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE , Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1977.

TROEH, F.R. **Landform equations fitted to contour maps**. *American Journal of Science*, v.263, p.616-627, 1965.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 6º ed. São Paulo: Editora Rio Claro, 2004.

VALERIANO, M. de M. **Topodata: Guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2008.

VIADANA, A.G. **A teoria dos refúgios florestais aplicada ao estado de São Paulo**. Rio Claro, 2002.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. **Conservação da Biodiversidade em Fragmentos Florestais**. Série Técnica, IPEF, Piraciba. v. 12, n. 32, p. 25-42. 1998.

VIEIRA, L. S.; VIEIRA, M. N. F. **Manual de Morfologia e Classificação de Solos**. São Paulo: CERES, 1983.

VITTE, A. C; SILVEIRA, R.W.D. **Considerações sobre os conceitos de natureza, espaço e morfologia em Alexander von Humboldt e a gênese da geografia física moderna**. GeoUSP. São Paulo, Vol. 17, n. 3, set. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v17n3/03.pdf>> Acesso em: 31 jul 2017.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses. *In: A Guide to Conservation Planning*, Washington: US Department of Agriculture, Handbook, n. 537, 1978.

## Apêndices

### Quadro de Dados Gerais PMAT

#### Limites de Plasticidade

	P120	P220	P320	P160	P260	P360
<b>SETEMBRO</b>	32,5505	35,4243	33,1744	37,0583	30,4324	35,7196
<b>NOVEMBRO</b>	37,0695	34,5002	32,5346	36,9483	29,3079	34,9035
<b>JANEIRO</b>	37,5369	32,2241	32,0483	37,5742	26,8977	30,742
<b>MARÇO</b>	37,3498	32,0728	31,4133	38,219	29,5938	33,9459
<b>MAIO</b>	38,3436	35,8359	33,9806	40,0977	29,4776	34,7566
<b>JUNHO</b>	39,7108	35,1024	34,1848	41,372	31,196	34,89
<b>JULHO</b>	40,2684	37,3866	37,515	42,6838	32,5712	37,1232
<b>AGOSTO</b>	37,72	33,8697	35,3009	40,9113	31,6585	34,729

#### Limites de Liquidez

	P120	P220	P320	P160	P260	P360
<b>SETEMBRO</b>	50,3529	47,8708	45,0529	54,9601	41,6013	50,3861
<b>NOVEMBRO</b>	49,8521	46,9879	44,9537	52,5747	40,8734	49,0517
<b>JANEIRO</b>	48,3246	43,5	42,2639	47,3326	39,6887	42,4986
<b>MARÇO</b>	47,8021	43,113	42,1637	46,1603	39,9043	42,6397
<b>MAIO</b>	48,3377	44,2766	43,9055	48,1887	40,1363	43,4625
<b>JUNHO</b>	49,8009	44,7991	45,4235	49,0615	41,2875	44,573
<b>JULHO</b>	49,0838	44,8546	45,4974	49,8394	41,3017	44,5656
<b>AGOSTO</b>	47,2861	43,7522	44,3365	48,9728	40,7504	43,0831

## Índices de Consistência

	P120	P220	P320	P160	P260	P360
<b>SETEMBRO</b>	0,4515	0,4173	0,391	0,446	0,403	0,4534
<b>NOVEMBRO</b>	0,4679	0,4204	0,4007	0,4329	0,3803	0,433
<b>JANEIRO</b>	0,4972	0,45	0,4866	0,4073	0,3671	0,4495
<b>MARÇO</b>	0,6363	0,5324	0,577	0,5654	0,3915	0,4573
<b>MAIO</b>	0,6465	0,5404	0,58	0,6136	0,4364	0,4736
<b>JUNHO</b>	0,6587	0,5823	0,6407	0,6242	0,4806	0,4953
<b>JULHO</b>	0,6932	0,6437	0,6552	0,6334	0,5124	0,5127
<b>AGOSTO</b>	0,6403	0,602	0,6331	0,6245	0,4994	0,4872
Média Total	0,517175					

## Índices de Liquidez

	P120	P220	P320	P160	P260	P360
<b>SETEMBRO</b>	0,5484	0,5826	0,6089	0,5539	0,5969	0,5465
<b>NOVEMBRO</b>	0,532	0,5795	0,5992	0,567	0,6196	0,5669
<b>JANEIRO</b>	0,5027	0,5499	0,5133	0,5926	0,6328	0,5504
<b>MARÇO</b>	0,3636	0,4675	0,4229	0,4345	0,6084	0,5426
<b>MAIO</b>	0,3534	0,4595	0,4199	0,3863	0,5635	0,5263
<b>JUNHO</b>	0,3412	0,4176	0,3592	0,3757	0,5193	0,4953
<b>JULHO</b>	0,3067	0,3562	0,3447	0,3665	0,4875	0,4872
<b>AGOSTO</b>	0,3596	0,3979	0,3668	0,3754	0,5005	0,5127
Média Total	0,482531					

## Índices de Plasticidade

	P120	P220	P320	P160	P260	P360
<b>SETEMBRO</b>	17,8024	12,4465	11,8778	17,9017	11,1688	14,6664
<b>NOVEMBRO</b>	12,7826	12,4877	12,4191	15,6264	11,5655	14,1481
<b>JANEIRO</b>	10,7876	11,2758	10,2155	9,7584	12,791	11,7566
<b>MARÇO</b>	10,4523	11,0402	10,7503	7,9406	10,3104	8,6937
<b>MAIO</b>	9,9941	8,4407	9,9248	8,0909	10,6587	8,7059
<b>JUNHO</b>	10,09	9,6966	11,2386	7,6894	10,0914	9,683
<b>JULHO</b>	8,8153	7,4679	7,9823	7,1555	8,7304	7,4423
<b>AGOSTO</b>	9,5605	9,8824	9,0335	8,0615	9,0918	8,354
Média Total	10,55306					

**PMAEC (Pluviosidade Média Acumulada Entre Coletas)**

	mm
<b>SETEMBRO</b>	99,3
<b>NOVEMBRO</b>	243,8
<b>JANEIRO</b>	326,1
<b>MARÇO</b>	497,7
<b>MAIO</b>	208,2
<b>JUNHO</b>	81,6
<b>JULHO</b>	40,3
<b>AGOSTO</b>	72,6
Total	1569,6

**Quadro de Dados Gerais PMAT****Limites de Plasticidade**

	P120	P220	P320	P160	P260	P360
<b>OUTUBRO</b>	29,7313	23,5819	30,8344	35,1104	28,0374	34,1611
<b>NOVEMBRO</b>	25,7312	20,0148	27,3738	23,7871	19,858	27,0894
<b>DEZEMBRO</b>	24,036	17,0307	23,7561	21,8048	14,0273	26,6931
<b>FEVEREIRO</b>	16,5411	12,4717	21,0207	16,5433	12,6455	23,9235
<b>ABRIL</b>	18,679	14,8421	21,328	17,4058	14,2206	24,6747
<b>MAIO</b>	20,8515	19,0779	28,6785	19,4208	16,6214	26,1184
<b>JUNHO</b>	23,6175	21,6107	29,1365	22,9768	19,2948	27,3803
<b>SETEMBRO</b>	26,8297	25,2826	30,003	25,5347	25,4191	30,1154

**Limites de Liquidez**

	P120	P220	P320	P160	P260	P360
<b>OUTUBRO</b>	33,9773	32,1317	34,4181	37,5334	36,6793	38,8806
<b>NOVEMBRO</b>	31,0817	30,4889	31,3532	31,206	31,0124	31,9679
<b>DEZEMBRO</b>	30,6245	27,2231	29,1113	29,9221	25,9854	32,3487
<b>FEVEREIRO</b>	27,7204	25,4349	27,04	27,6159	23,5446	30,6867
<b>ABRIL</b>	28,349	26,1038	27,2489	28,0213	24,013	30,8904
<b>MAIO</b>	29,3995	28,2594	33,8286	27,8135	25,5542	31,7788
<b>JUNHO</b>	30,2278	29,8621	33,9395	29,258	27,7777	32,2381
<b>SETEMBRO</b>	32,1151	31,9942	34,0079	31,3846	33,2108	34,2614

## Índices de Consistência

	P120	P220	P320	P160	P260	P360
<b>OUTUBRO</b>	0,3977	0,4198	0,3589	0,8849	0,8001	0,7293
<b>NOVEMBRO</b>	0,2853	0,3532	0,4643	0,2919	0,2724	0,7986
<b>DEZEMBRO</b>	0,6971	0,0868	0,5347	0,5417	0,0598	0,5504
<b>FEVEREIRO</b>	0,3224	-0,0431	0,3205	0,1523	-0,1595	0,3285
<b>ABRIL</b>	0,4565	0,0075	0,414	0,3204	0,0307	0,5045
<b>MAIO</b>	0,5264	0,0645	0,6542	0,336	0,1311	0,7233
<b>JUNHO</b>	0,5057	0,294	0,6719	0,4499	0,2804	0,7359
<b>SETEMBRO</b>	0,7155	0,4259	0,7081	0,7498	0,5977	0,7466
Média Total	0,427052					

## Índices de Liquidez

	P120	P220	P320	P160	P260	P360
<b>OUTUBRO</b>	0,6022	0,5801	0,641	0,115	0,1998	0,12
<b>NOVEMBRO</b>	0,7146	0,6467	0,5356	0,708	0,7275	0,2013
<b>DEZEMBRO</b>	0,3028	0,9131	0,4652	0,4582	0,9401	0,4495
<b>FEVEREIRO</b>	0,6775	1,0431	0,6794	0,8476	1,1595	0,6714
<b>ABRIL</b>	0,5434	0,9924	0,5859	0,6795	0,9692	0,4954
<b>MAIO</b>	0,4735	0,9354	0,3457	0,6639	0,8688	0,2766
<b>JUNHO</b>	0,4942	0,7059	0,328	0,55	0,7195	0,264
<b>SETEMBRO</b>	0,2844	0,574	0,2518	0,2501	0,4022	0,2533
Média Total	0,568881					

## Índices de Plasticidade

	P120	P220	P320	P160	P260	P360
<b>OUTUBRO</b>	4,246	8,5498	3,5837	2,423	8,6419	0,2706
<b>NOVEMBRO</b>	5,3505	10,4741	3,9794	7,4189	11,1544	4,8785
<b>DEZEMBRO</b>	6,5885	10,1924	5,3551	8,1172	11,9581	5,6556
<b>FEVEREIRO</b>	11,1792	12,9632	6,0193	11,0726	10,8991	6,7632
<b>ABRIL</b>	9,67	11,2616	5,9208	10,6154	9,7923	6,2157
<b>MAIO</b>	8,5479	9,1815	5,1501	8,3926	8,9328	5,6603
<b>JUNHO</b>	6,6102	8,2514	4,8029	6,2812	8,4829	4,8577
<b>SETEMBRO</b>	5,2854	6,7115	4,0049	5,8498	7,7917	4,146
Média Total	7,29481					

**PMAEC (Pluviosidade Média Acumulada Entre Coletas)**

	mm
<b>OUTUBRO</b>	102,2
<b>NOVEMBRO</b>	289,2
<b>DEZEMBRO</b>	334
<b>FEVEREIRO</b>	401,3
<b>ABRIL</b>	182,8
<b>MAIO</b>	77,4
<b>JUNHO</b>	39,6
<b>SETEMBRO</b>	74,2
Total	1500,7

Dispõe-se pelo seguinte *link* todas as planilhas para a obtenção dos índices e limites físicos da tese:

< <https://drive.google.com/open?id=1xSdbOab14LaS3l6cx6CCdTVZtiQaRduX> >