

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS**  
**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**LUCAS SUZUKI PICHLER**

**Sobre as correlações entre geomorfologia e pedologia na caracterização do  
hidromorfismo no barranco escola**

**Correlations between geomorphology and pedology in the characterization of  
hidromorphism in barranco escola**

**Versão Corrigida**

**São Paulo**  
**2017**

LUCAS SUZUKI PICHLER

**Sobre as correlações entre geomorfologia e pedologia na caracterização do  
hidromorfismo no barranco escola**

Versão Corrigida

Trabalho de Graduação Individual (TGI)  
apresentado ao Departamento de Geografia da  
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas,  
da Universidade de São Paulo, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Bacharel em  
Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Colangelo

São Paulo

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Ps PICHLER, Lucas Suzuki Pichler  
SOBRE AS CORRELAÇÕES ENTRE GEOMORFOLOGIA E  
PEDOLOGIA NA CARACTERIZAÇÃO DO HIDROMORFISMO NO  
BARRANCO ESCOLA / Lucas Suzuki Pichler PICHLER ;  
orientador Antonio Carlos Colangelo COLANGELO. - São  
Paulo, 2017.  
53 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual) - Faculdade  
de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da  
Universidade de São Paulo. Departamento de  
Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. BARRANCO ESCOLA. 2. NASCENTE. 3. CAMBISSOLO.  
4. GLEISSOLO. 5. GEOMORFOLOGIA. I. COLANGELO,  
Antonio Carlos Colangelo, orient. II. Título.

Dedico este trabalho ao meu pai Ernesto Pichler, a minha mãe Eliza, e a minha irmã Tânia, com amor, admiração e gratidão por seu apoio, carinho, e agradeço aos meus amigos e amigas pela presença e força ao longo do período de elaboração deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço as forças da natureza, sem a qual nada existiria. Em segundo lugar, a dialética e ao método dialético sem o qual o conhecimento das forças da natureza, bem como o entendimento dos processos sociais, econômicos e históricos não seriam possíveis, afinal a dialética é fundamental para uma leitura séria e correta da realidade concreta. Em terceiro lugar saber que é necessário entender compreender o mundo, os processos naturais, os processos históricos e sociais para poder transformá-lo. Este trabalho é dedicado a duas escolas que foram fundamentais na minha formação, tanto nos aspectos positivos quanto nos negativos, mas contribuíram para chegada na universidade e superação desse ciclo. A primeira escola é a Escola da Vila, no qual a base de conhecimento e ferramentas que foram fundamentais para o processo e conclusão desse período. A segunda é o Partido Comunista Brasileiro, por ter me formado criticamente e contribuído com minha formação político-ideológica, mesmo tendo rompido com o mesmo.

Sem prejuízo do destaque, fica registrado aqui o carinho pela União da Juventude Socialista, vanguarda do Partido Comunista do Brasil, sua precisão e linha política acertada se tratando da geopolítica e realpolitik, dos debates avançados e combatividade única, bem como as saídas políticas e econômicas para a simultaneidade da crise. Agradeço as lições e aulas da professora doutora Sidneide Manfredini, na ocasião da matéria Solos Tropicais 2015 que foi a gênese desse trabalho e contribuiu com ensinamentos, fundamentos e questionamentos importantíssimos para os temas relacionados aos solos, a pedologia e geomorfologia.

Agradeço o apoio da minha madrinha, Cristina, por tudo que fez por mim até hoje, agradeço o cuidado e orientações feitas por meu pai Ernesto que sempre ensinou com sabedoria e paciência. Agradeço imensamente os conhecimentos, os ensinamentos, orientação e a liberdade de propor, pensar e criar nas aulas com meu orientador professor doutor Antonio Carlos Colangelo orientações de um nível teórico e metodológico riquíssimo. Ao meu mestre de capoeira, Jorge Ulubumba pela força, pelos desabafos, conselhos e ensinamentos na pequena roda e na grande roda do mundo.

*“Devagar também é pressa” Vicente Ferreira Pastinha*

## RESUMO

PICHLER, Lucas Suzuki. **Sobre as correlações entre geomorfologia e pedologia na caracterização do hidromorfismo no barranco escola**: Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

O presente trabalho retomou, discutiu, e aprofundou algumas questões tratadas no campo da disciplina de Solos Tropicais 2015. Partindo do debate da consciência do solo e sua importância para uma política séria e bem intencionada nas questões ambientais e de desenvolvimento relacionou os conhecimentos da geomorfologia e da pedologia buscando uma análise integrada para entender os processos na ocorrência da hidromorfia para a sua caracterização. Dessa forma buscou fatores de influência na formação da hidromorfia e a relação entre eles em dois pontos: Ponto “A” topo Cambissolo – Perfil 04 e Ponto “B” base Gleissolo – Hidromorfia. Os fatos de formação e os processos nos pontos “A” e “B” foram organizados segundo o modelo do sistema natural terrestre de superfície (três eixos que atuam na gênese e evolução do solo e do relevo: eixo do TEMPO: clima x rocha; eixo do ESPAÇO: solo x relevo e o eixo da MATÉRIA: água x biota) que permitiu mostrar as relações do solo com os demais elementos do sistema natural terrestre de superfície no chamado Barranco Escola. A leitura de dados pedológicos e classificação dos tipos de solo foram importantes no ponto “A”. Assim como delimitar a fronteira entre o material hidromórfico e o material não-hidromórfico no ponto “B”. De uma forma geral buscou estudar o solo como um corpo tridimensional natural controlado pelo fator tempo, e superar essa definição compreendendo o solo como um recurso natural dinâmico, um sistema aberto em pseudo homeostase. Procurou entender a importância da morfogênese para a pedogênese ao condicionar a circulação da água no solo, embora tudo neste seja controlado quimicamente, assim, o processo de laterização formará os óxidos de ferro que serão carregados pela água e, em parte, será reduzido, definindo um solo cinza escuro, pela Gleização. A identificação e delimitação da hidromorfia foi feita pela tradagem. O relevo possui papel central na circulação da água no sistema solo. Assim, pensar a relação entre a morfogênese e a pedogênese é central para compreender a dinâmica dos processos geomorfo-pedogenéticos atuais na área de estudo e verificar quais fatores envolvidos e seus respectivos graus de influência nessa relação geomorfo-pedogênese. Para entender essa relação, é necessária a compreensão das correlações entre os fatores: Clima x Rocha; Solo x Relevo; Água x Biota, ou seja, entender o devir os eixos do tempo, do espaço e da matéria respectivamente. Pode-se concluir que não

existe antagonismo entre pedogênese e geomorfogênese. A simultaneidade entre esses processos consiste nas organizações pedológicas com a forma da vertente. O solo é controlado quimicamente, mas o que determina a propriedade é a evolução da estrutura geométrica e pedológica. As características físicas do solo são diferenciadas em função do posicionamento topográfico, isso atrelado a morfologia condicionam a dinâmica da água no sistema solo: fundamental para ocorrência da hidromorfia (Gleissolo). O Relevo é um dos fatores de formação dos solos e de diferenciação dos solos na área de estudo. Assim, o solo em locais onde o relevo é mais baixo (ponto “B”), implica em uma retenção da água.

Palavras-chave: Barranco-Escola; Geomorfologia; Pedologia; Nascentes; Biogeografia; Hidromorfia; Solos; Cambissolos; Gleissolos; Cobertura Vegetal; Topografia; Laterização, Mosqueamento; Precipitação; Escoamento Superficial; Biotas; Relevo



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Figura 01 Mapa: Localização da área de estudo                                 | 14 |
| Figura 02 Ponto A: Imagem de Satélite localização Perfil 04                   | 15 |
| Figura 03 Ponto B: Imagem de Satélite localização Hidromorfia                 | 16 |
| Figura 06 Foto: frontal do Perfil 04 do Barranco Escola                       | 19 |
| Figura 07 Foto: cobertura vegetal e presença de biota                         | 19 |
| Figura 08 Foto: variação na feição e na estrutura do perfil                   | 19 |
| Figura 09 Foto: diferenciação da cor por diferença de materiais               | 19 |
| Figura 10 Foto: fissura e manchas pretas                                      | 20 |
| Figura 11 Foto: granulação cor rosa considerável                              | 20 |
| Figura 12 Foto: porosidade / organização / poros / cor rosa / material branco | 20 |
| Figura 13 Foto: fragmento embranquecido apresenta material alterado           | 20 |
| Figura 14 Esquema: Modelo do Sistema Natural Terrestre de Superfície          | 23 |
| Figura 15 Foto: da Hidromorfia: água com forte tonalidade avermelhada         | 36 |
| Figura 16 Foto: da Hidromorfia: copa das bananeiras                           | 37 |
| Figura 17 Fotos da Hidromorfia: aglomerado retirado na tradagem               | 38 |
| Figura 18 Fotos da Hidromorfia: exfiltração da água e erosão                  | 39 |
| Figura 19 Fotos da Hidromorfia: função redox                                  | 40 |
| Figura 20 Fotos da Hidromorfia: material não-hidromorfo (tradagem)            | 41 |
| Figura 21 Fotos da Hidromorfia material não-hidromorfo bananeiras             | 42 |
| Figura 22 Fotos da Hidromorfia: bananeiras e tradagem                         | 43 |
| Figura 23 Fotos da Hidromorfia: amostra de ferro oxidado                      | 44 |
| Figura 24 Fotos da Hidromorfia: amostra de ferro oxidado                      | 45 |
| Figura 25 Fotos da Hidromorfia: cor rosa de alterita / bruno matéria orgânica | 46 |
| Figura 26 Fotos da Hidromorfia: presença de bananeiras e folhas mortas        | 47 |
| Figura 27 Fotos da Hidromorfia: presença de samambaias                        | 48 |
| Figura 28 Fotos da Hidromorfia: bioindicadores / redox / folhas mortas        | 49 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 APRESENTAÇÃO</b>                            | <b>11</b> |
| 1.1 INTRODUÇÃO                                   | 12        |
| 1.1.1 <i>Objetivos</i>                           | 13        |
| <b>2 LOCALIZAÇÃO</b>                             | <b>14</b> |
| 2.1 MAPA ÁREA DE ESTUDO                          | 14        |
| 2.1.1 <i>Ponto "A" PEFIL 04 CAMBISSOLO</i>       | 15        |
| 2.1.2. <i>Ponto "B" Hidromorfia -GLEISSOLO</i>   | 16        |
| 2.1.2.1. <i>Caracterização</i>                   | 17        |
| <b>3 PERFIL 04 BARRANCO ESCOLA PONTO "A"</b>     | <b>18</b> |
| 3.1 . PARÂMETROS DO PEFIL 04 TECNICA UMIDA       | 21        |
| 3.2. <i>Interações Gerais</i>                    | 22        |
| <b>4 SISTEMA NATURAL TERRESTRE DE SUPERFICIE</b> | <b>23</b> |
| 4.1 SOBRE O MODELO                               | 23        |
| 4.2 EIXO DO TEMPO                                | 25        |
| 4.3 EIXO DO ESPAÇO                               | 29        |
| 4.4 EIXO DA MATÉRIA                              | 32        |
| <b>5 CARACTERIZAÇÃO DA HIDROMORFIA</b>           | <b>36</b> |
| 5.1 ANÁLISE DAS FOTOS                            | 36        |
| <b>6 CONCLUSÃO</b>                               | <b>50</b> |
| <b>7 REFERÊNCIAS</b>                             | <b>52</b> |

## 1. APRESENTAÇÃO

A compreensão da importância dos solos na vida, não apenas como substrato, é algo que possui uma relevância não apenas simbólica ou de ordem formal, acadêmica, mas está ligada a uma consciência real e séria sobre perspectivas ecológicas, políticas ambientais e análises mais sérias e bem intencionadas do ponto de vista do meio ambiente. Um entendimento além do *marketing* ou da publicidade que vendem o “desenvolvimento sustentável” como solução para tudo e vendem os três “R”s (Redução, Reutilização e Reciclagem) sem questionar os processos ou produtos e sugerir uma mudança, na forma de se apropriar dos solos, das águas e da vida. O discurso do desenvolvimento sustentável se integra de forma superficial e falsa com a proteção da natureza e de seus recursos. Por sua vez, o “ambientalismo” não inaugura e nem fornece avanços na ecologia, sendo um universalismo bastante “vazio” que contribui para o empobrecimento da ciência e perpetua um padrão de ideias já estabelecido no senso comum.

É necessário enfatizar o fato de o chamado “desenvolvimento sustentável” ou de qualquer campanha ecológica muitas vezes acaba valorizando apenas questões acima do substrato, da “árvore”, dos “animais” ou da qualidade da água e do ar, mas os “solos” ficam em segundo plano. E por essa falta de consciência, e noções ecológicas equivocadas se pratica uma política e uma vivência de parques ecológicos, parques de lazer na cidade que estão totalmente tomados por solos / aterros contaminados e absolutamente anteparos para a vida, a biota e qualidade de vida. São exemplos o Parque Villa Lobos, o Parque Gabriel Chucre, o Parque do Alto Tietê, o Campus da Cidade Universitária da Cidade de São Paulo e o da USP Leste.

Assim, compreender os solos como um sistema aberto, dinâmico e fundamental para vida e sua qualidade é encarar de forma séria e real a proteção da natureza e de seus recursos, sendo um bom meio para discussões e debates que busquem e criem ações concretas, políticas, comprometidos socialmente e ambientalmente.

## 1.1 INTRODUÇÃO

O presente relatório é a conclusão de um estudo realizado na disciplina de Trabalho de Graduação Individual (TCC) relacionado às disciplinas de Geomorfologia e Solos Tropicais, que consiste em duas etapas: A primeira é a análise e classificação do solo e seus horizontes no Perfil 04 (Ponto “A”) do chamado Barranco Escola da Universidade de São Paulo, na cidade universitária, no bairro do Butantã na Cidade de São Paulo, SP. Executando conceitos e técnicas aprendidas em aula e nos laboratórios, colocando em prática esses conceitos a fim de apreender as características do solo, seus componentes, e seus diversos níveis de organização e estruturação. Analisando os elementos constituintes dos solos e sua organização, buscando contemplar não apenas aspectos físico-químicos, do intemperismo, dos processos de lixiviação, mas também as possíveis atividades biológicas e suas influências naquele meio tentando distinguir as composições mineralógicas, sugerir processos de formação e condicionamento, e também formas de organização dessas estruturas.

A segunda etapa trata da análise realizada na intersecção com a zona do hidromorfismo (Ponto “B”), e através da tradagem da superfície do solo, em profundidade de no máximo 40 cm, pode se compreender o limite entre o material hidromórfico e o não-hidromórfico. Limite esse em que atua a pedogênese, condicionada pela forma que o relevo define o escoamento e infiltração da água, e assim, acaba por condicionar a saturação do lençol freático em água, sendo a água um fator fundamental para a existência do solo hidromórfico.

Utilizando preceitos apropriados a cada ponto (ponto “A” Perfil e o ponto “B” a hidromorfia), o estudo das diversas características e organizações, busca compreender as dinâmicas em cada ponto, e a relação entre esses. Considerando que os solos não possuem apenas as características da premissa: "um sistema complexo tridimensional; controlado pelo fator tempo; heterogêneo, organizado e distribuído; polifásico, presença de três fases sólida, líquida e gasosa; disperso, onde a água e o ar circulam ou acabam retidos" (porque, como visto em aula, “um bolo de chocolate pode possuir exatamente essas mesmas características e não é um solo”), sendo mais apropriado assim buscar uma definição dinâmica que trate o Solo como estrutura fundamental para a vida e para o sistema hidrológico, superando essa premissa estática, inócua e infelizmente bastante difundida.

### **1.1.1 OBJETIVO**

1. O trabalho tem como principal objetivo compreender e mostrar o papel do solo na vida do homem em suas mais diversas dimensões de análise. Mostrar as relações do solo com os demais elementos do sistema natural terrestre de superfície, com ênfase no chamado Barranco Escola no Campus da Cidade Universitária da USP, na Cidade de São Paulo – SP.
2. Estudar o solo como corpo tridimensional natural com seus vários níveis de organização e superar essa definição;
3. Compreender o solo como recurso natural dinâmico, um sistema aberto em pseudo homeostase;
4. Propiciar a aquisição de diferentes formas de observação e estudo dos solos;
5. Enfatizar a leitura e a interpretação de dados pedológicos;
6. Executar técnicas de campo: a leitura de perfil (ponto “A”), a classificação de cor pela Carta de Munsell e a tradagem (ponto “B”) para compreender a relação morfogênese x pedogênese;
7. Pensar e compreender os pontos e limites entre o material hidromorfo e o não-hidromorfo no relevo e as relações com a pedogênese;
8. Desenvolver a consciência da importância do solo na vida do homem, de sua conservação, uso e ocupação e a interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento (Biologia, Geomorfologia Aplicada e Planejamento Urbano).

## 2. LOCALIZAÇÃO

### 2.1 MAPA ÁREA DE ESTUDO

O mapa a seguir nos traz a localização do Barranco Escola. Mas poderia estar mais detalhado quanto às curvas de nível, o que possivelmente ajudaria a entender melhor os processos pedogenéticos e morfológicos nos perfis do solo (ponto “A”) e na base da hidromorfia (ponto “B”), pois nos forneceria melhores e mais precisas informações das altitudes em cada ponto, podendo inferir melhor sobre os pontos da hidromorfia, delimitando mais precisamente a área de ocorrência da hidromorfia..

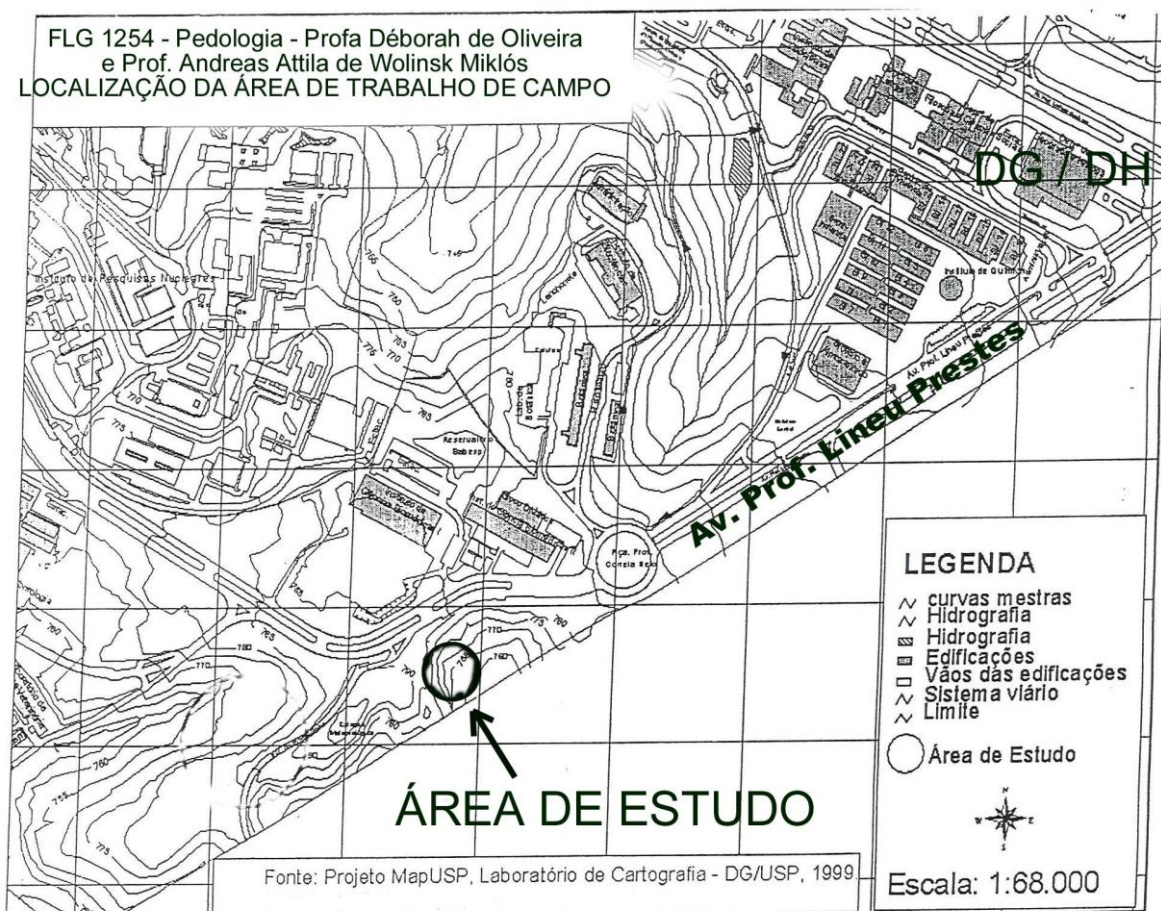


FIGURA01

Fonte: [http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio\\_Attila/2s2015/Localizacao\\_do\\_Barranco\\_Escola\\_Pedologia\\_2013P&B.jpg](http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Attila/2s2015/Localizacao_do_Barranco_Escola_Pedologia_2013P&B.jpg). Acesso em 26/11/2015 às 00:15.

LEGENDA:

PONTO “A” – PERFIL 04 - CAMBISSOLO



A

PONTO “B”- HIDROMORFIA - GLEISSOLO

B

ÁREA DE ESTUDO TOTAL - BARRANCO ESCOLA USP





### 2.1.1 PONTO “A” PERFIL 04 - CAMBISSOLO

Abaixo se apresentam as fotos aéreas da área de estudo. Os pontos das análises consistiram em dois locais distintos do chamado Barranco Escola. Um ponto se localiza no topo, onde a altitude é maior na Cidade Universitária, sendo um divisor de águas, estando no topo a esquerda da Bacia do Rio Pinheiros. A imagem de satélite abaixo mostra o ponto “A” Perfil 04 do Barranco Escola. As coordenadas são respectivamente -23.569337, -46.732919.

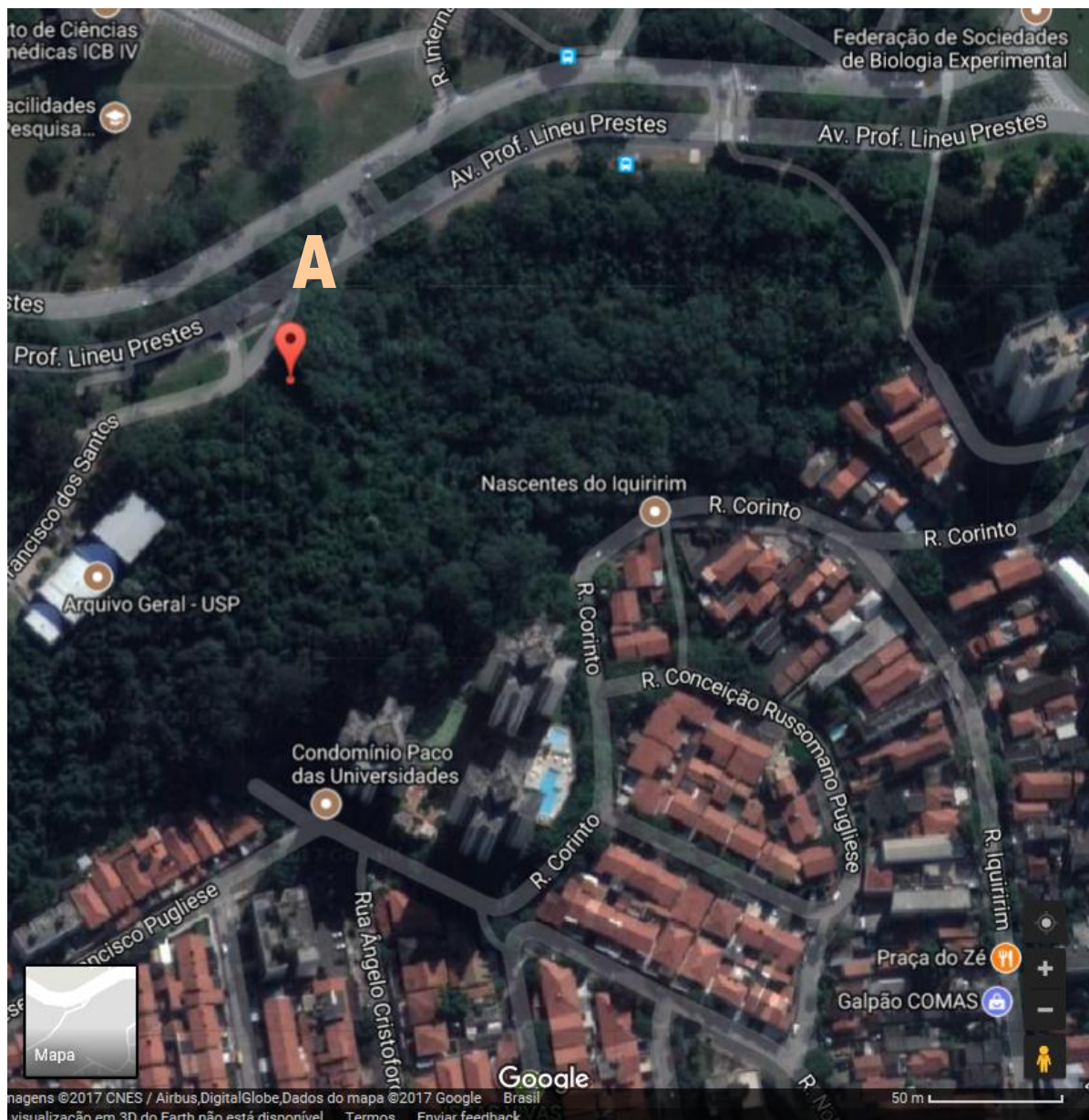


FIGURA 02 Imagem de Satélite da área do Barranco Escola,

Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/23%C2%B034'09.6%22S+46%C2%B043'58.5%22W/@-23.569775,-46.7330848,463m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-23.569337!4d-46.732919>. Acesso em 06/10/2017 às 23:40

### 2.1.2 PONTO “B” HIDROMORFIA – GLEISSOLO

O ponto da segunda análise, na área de ocorrência de hidromorfia no solo na região de relevo mais baixo, é caracterizado como ponto “B”, com as coordenadas respectivas  $23^{\circ}34'09.6''\text{S}$   $46^{\circ}43'58.5''\text{W}$ .

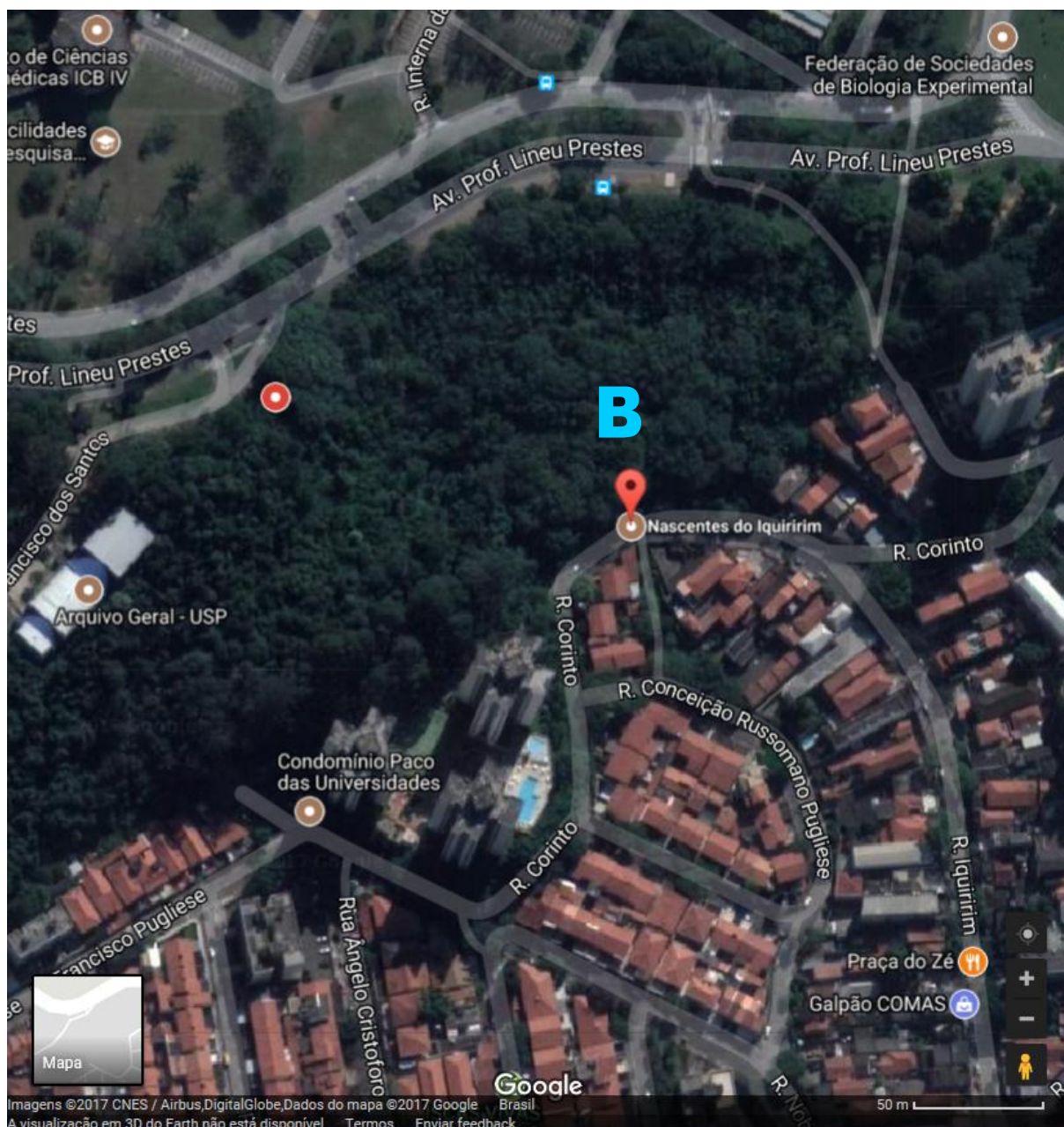


FIGURA 02 Imagem de Satélite da área da Hidromorfia no Barranco Escola.

Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Nascentes+do+Iquiririm/@-23.5697963,-46.7330276,463m/data=!3m1!1e3!4m1!1m7!3m6!1s0x0:0x0!2zMjPCsDM0JzA5LjYiUyA0NsKwNDMnNTguNSJX!3b1!8m2!3d-23.569337!4d-46.732919!3m4!1s0x0:0xb5daea50aaac0670!8m2!3d-23.5697836!4d-46.7315758> Acessado em 06/10/2017 às 23:49



### 2.1.2.1 CARACTERIZAÇÃO

A área de estudo é localizada na zona oeste de São Paulo, no bairro do Butantã, dentro do Campus da Cidade Universitária. Sua administração e uso são do Departamento de Geografia e o Instituto de Geociências da USP. É um recurso pedagógico científico importante para o ensinamento de conceitos, métodos e processos relacionados às ciências da terra (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Reologia e Biologia).

O chamado Barranco Escola possui 17m extensão e apresenta a abertura de Perfis que permitem a visualização, análise e classificação de horizontes pedológicos. Situa-se sobre o substrato geológico gnaisse da formação Butantã. Contribui para a manutenção e preservação dos Solos, da Mata Atlântica e das nascentes na região, assim como, constitui um universo paisagístico rico tanto do ponto de vista do relevo, morfológico, quanto do ponto de vista do bioma com os solos.

Sendo o solo característico da parte dos perfis (Ponto “A”) caracterizado por ser um CAMBISSOLO; por se tratar de um solo pouco desenvolvido (diferente de um Nitossolo que é muito desenvolvido, o que não é o caso), sendo que há uma rica disposição do relevo, configurando nos locais de topografia mais baixa um relevo que favorece a ocorrência de solo hidromorfo. A definição da EMBRAPA para cambissolo pelos autores Humberto Gonçalves dos Santos; Maria José Zaroni consiste em:

Solos pouco desenvolvidos, que ainda apresentam características do material originário (rocha) evidenciado pela presença de minerais primários (Figura 1). São definidos pela presença de horizonte diagnóstico B incipiente (pouco desenvolvimento estrutural) apresentando baixa (distróficos) ou alta (eutróficos) saturação por bases, baixa a alta atividade da argila, segundo critérios do SiBCS (Embrapa, 2006). Os ambientes de ocorrência são identificados em diversos ambientes, estando normalmente associados a áreas de relevos muito movimentados (ondulados a montanhosos) podendo, no entanto, ocorrer em áreas planas (baixadas) fora da influência do lençol freático. O potencial e limitações ao uso agrícola, em áreas mais planas, os Cambissolos, principalmente os de maior fertilidade natural, argila de atividade baixa e de maior profundidade, apresentam potencial para o uso agrícola. Já em ambientes de relevos mais declivosos, os Cambissolos mais rasos apresentam fortes limitações para o uso agrícola relacionadas à mecanização e à alta suscetibilidade aos processos erosivos.

O manejo adequado dos Cambissolos implica a adoção de correção da acidez e de teores nocivos de alumínio à maioria das plantas, além de adubação de acordo com a necessidade da cultura.

Para os Cambissolos das encostas, além destas, há necessidade das práticas conservacionistas devido a maior suscetibilidade aos processos erosivos. Variam de solos pouco profundos a profundos, sendo normalmente de baixa permeabilidade.

Fonte: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_8\\_2212200611538.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_8_2212200611538.html) Acesso em 06/10/2017 às 18:07 min.

Assim sendo, a seguir serão apresentadas as fotos do perfil 04 com seus terraços analisados e classificados ajudando a entender os fenômenos e características do ponto “A” que serão modificadas no ponto “B”. Poderia ser visualizado o processo de relação entre a biota e a cobertura pedológica nas figuras 06 e 07. As raízes precisam de nitrogênio para absorver o oxigênio e absorver os nutrientes. As figuras 08 e 09 mostram ampliadamente a compartimentação dos horizontes, definindo uma transição ondulada e gradual, onde tudo é controlado quimicamente no solo. Nas figuras 10, 11, 12 e 13 a alterita se constrói de repente assim como a cobertura pedológica. Assim, o que determina a propriedade é a evolução da estrutura geométrica e pedológica nos processos físico-químicos.

Quando se observa os perfis do Barranco Escola nas “bordas” (nos perfis dos extremos), se observa um processo de Laterização do solo, que consiste no enriquecimento da superfície por óxidos hidratados de ferro e de alumínio no solo, consequentemente, aumentando as concentrações do óxido de ferro e de óxido de alumínio, bem como de caulinita, isso terá papel importante, pois conformará certas condições na hidromorfia no ponto “B” que serão discutidas mais a frente.

### 3. PERFIL 04 BARRANCO ESCOLA PONTO “A”



FIGURA 06

FIGURA 06 Visão frontal do perfil 04. Sendo bem perceptível a distinção da manta morta (cobertura vegetal), dos horizontes “O”, E os demais Terraços “A” ; “B” e “C” Com variações de altura, fissuras e variação de granulação e cor.



FIGURA 07 Visão que mostra presença de biota: ramificações de vegetais.



FIGURA 08

FIGURA 09 Mostra fissuras e textura distintas, além de COR diferente na parte superior e inferior do perfil.



FIGURA 09



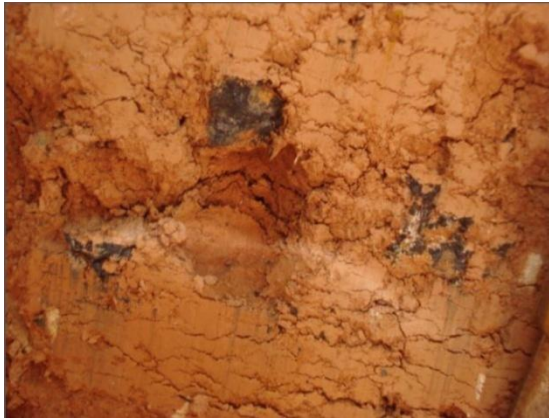


FIGURA 10 Fissuras e COR mais avermelhada no centro, com manchas pretas e abaixo pequenas manchas brancas.

FIGURA 10



FIGURA 11

FIGURA 11 Mostra a granulação, mais rosa devido ao equilíbrio entre o oxido de ferro e minerais da alterita.

FIGURA 12 mostra a porosidade, a organização dos poros, COR menos avermelhada, mais embranquecido.



FIGURA 12

FIGURA 13 Mostra a porosidade, fragmentos embranquecidos, apresenta material alterado.



FIGURA 13

### **3.1. PARÂMETROS DO PERFIL 04 (Técnica Úmida)**

As técnicas de classificação dos solos permitem organizar, analisar e ordenar os substratos do solo por horizontes. Assim, classificação da cor pela carta de Munsell, da forma dos cristais e as suas transições ficam organizadas, esquematizadas facilitando seu entendimento e favorecendo as correlações entre elas e os diferentes níveis do perfil. Esses parâmetros foram produzidos no campo de solos tropicais 2015 na visita ao Perfil 04, sendo fundamentais não apenas para a primeira análise no ponto “A” (parte superior do barranco) mas para entender a formação e evolução do ponto “B” e os processos atuantes ali.

#### **1º Horizonte**

0 – 15 cm; Bruno escuro / forte 7,5 YR, 3/4 Argilo-Siltoso; média moderada pouco desenvolvida macroporosidade fissural e tubular e camada biológica, transição ondulada e gradual.

#### **2º Horizonte**

15 – 28 cm; 2,5 YR 4/6 vermelho Argiloso-siltoso, bloco sub-angulares pequenos moderados; raízes, transição clara gradual.

#### **3º Horizonte**

28 – 67 cm; 2,5 YR 4/8 vermelho, argiloso siltoso estrangulares médios moderados; pouca porosidade.

#### **4º Horizonte**

67 cm; 2,5 YR 5/8 vermelho; a alterita blocos sub angulares médios fraco moderados argilosos, veias de quartzo. Alterita do Gnaisse.

Na análise do ponto “B”, na parte mais baixa da topografia da região do barranco, o método usado é a tradagem para delimitar o limite entre material hidromorfo e o não hidromorfo. Mesmo considerando um método simples, a tradagem possibilita a identificação dos pontos que dividem o solo com maior quantidade de água, e a parte com menor – sem água.. É necessário fundamentar o caráter morfológico que favorece a ocorrência dos principais processos morfo-pedogenéticos envolvidos do Ponto “A” ao Ponto “B”, e os respectivos processos químicos, físicos e biológicos presentes que venham a desempenhar interações importantes.

### 3.2. INTERAÇÕES GERAIS E SITUAÇÕES ESPECÍFICAS

As interações entre o Clima, Água, Solo, Biota e Rocha definem condições ambientais que influenciam diretamente a gênese e a evolução do relevo (de camadas geológicas específicas). Assim é preciso buscar fundamentos da geologia -geomorfologia para uma análise dos processos atuais.

“ A Geomorfologia é um campo científico que cuida do entendimento da compartimentação da topografia regional, assim como, da caracterização e descrição exatas quanto possíveis das formas de relevo de cada um dos compartimentos estudados.

Em segundo lugar, além das preocupações básicas topográficas e morfológicas, procura obter informações sistemáticas sobre a estrutura superficial das paisagens referentes a todos os compartimentos e formas de relevo observados. Através desses estudos , por assim dizer estruturais superficiais, e, até certo ponto estatísticos, obtém-se as idéias da cronogeomorfologia e as primeiras proposições interpretativas sobre a seqüência dos processos paleo-climáticos e morfoclimáticos quaternários da área de estudo. Dessa forma, observações geológicas dos depósitos e observações geomorfológicas das feições antigas (superfícies aplainadas, relevos residuais) e recentes do relevo (formas de vertentes, pedimentos, terraços, etc.), conduzem a visualização de uma plausível cinemática recente da paisagem.

Em terceiro, a Geomorfologia moderna cuida de entender os processos morfoclimáticos e pedogenéticos atuais, em sua plena atuação, ou seja, procura compreender globalmente a fisiologia da paisagem através da dinâmica climática e de observações mais demoradas e sob controle de equipamentos de precisão ” (SABER, 1969) <sup>1</sup>

Assim sendo, embora as análises acima tenham uma escala e preocupação de caráter macro estando vinculado a uma escala de tempo geológico, o cuidado da geomorfologia com a as feições, com as formas do relevo, suas relações com a fisiologia da paisagem são de extrema importância, tanto para compreender o processo evolutivo que ocorreu quanto o que atua hoje, em menor escala, onde a pedogênese atua fortemente condicionada pela morfogênese, expressas por exemplo nas relações entre ponto “A” e ponto “B”.

---

<sup>1</sup> Ab Saber Aziz Nacib. *Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas no Quaternário*, São Paulo, 1969.

## 4 SISTEMA NATURAL TERRESTRE DE SUPERFÍCIE

### 4.1. SOBRE O MODELO

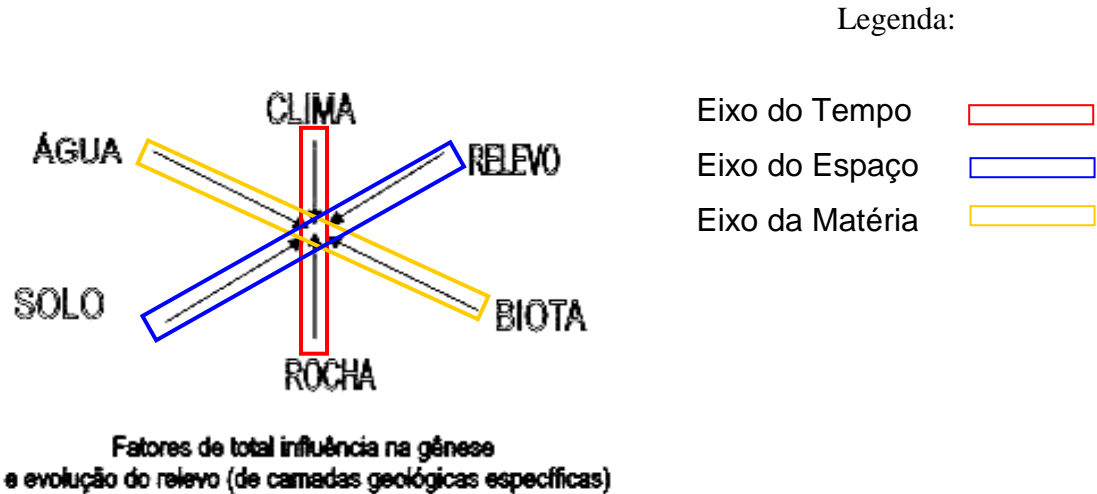


FIGURA 14 MODELO SISTEMA NATURAL TERRESTRE DE SUPERFÍCIE, 1995; 2004. Em GEOGRAFIA FÍSICA, PESQUISA E CIÊNCIA GEOGRÁFICA, (COLANGELO 2004, PÁGINA 10.

Pensemos os fatores constituintes do solo, da rocha, da biota, assim como, da água, do clima e do relevo como fenômenos e elementos constituintes de um sistema (modelo de sistema natural terrestre de superfície). Mas o que é sistema? Define-se sistema, de acordo com o geomorfólogo francês, Jean Tricart:

“Lembramos que sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia. Esses fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos. Como consequência, o sistema lhe apresenta propriedades que lhe são inerentes e diferem da soma das propriedades dos seus componentes. Uma delas é ter dinâmica própria, específica do sistema.

Cada um dos fenômenos incorporados num sistema, geralmente pode ser analisado, ele mesmo, como um sistema. (...)

O conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico para estudarmos os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, de caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação – o que não é o caso de um inventário, por natureza estático.” - (TRICART, 1977, página 19).

Essas relações, contempladas nos três eixos, não são apenas responsáveis pela gênese (origem); mas também condicionam e controlam suas mudanças e evolução. Assim, em certa medida, o modelo do Hexagonal representa o devir dialético do materialismo. Ao se aplicar o modelo do Hexagonal, está se fazendo uso do conceito de sistema: trazendo não apenas um instrumento lógico, mas a correlação entre a necessidade da análise, e a necessidade, contrária, da visão do todo, da totalidade. Essa atitude, além de científica, é dialética porque acaba por exigir / imprimir a tomada de conhecimento dos fatores como *processos dinâmicos; contraditórios e complementares*.

Segundo o autor do modelo do sistema natural terrestre - o Hexagonal, seu significado e sua intenção trata de:

“ ...uma representação em estrutura do meio físico terrestre à superfície, cujos vértices são ocupados pelos elementos: clima, rocha, solo, relevo, água e organismos, os quais compõem a geografia física. São seis pólos organizados em três pares antagônicos, e complementares, a saber: clima, rocha, solo, relevo, água e organismos. Cada um desses dipolos determina um eixo do sistema triaxial que representa o próprio mundo físico, respectivamente: tempo, espaço e matéria.”  
(COLANGELO, 2004, Página 10)

Dessa forma é importante aqui compreender que esse modelo estrutura e organiza os elementos do meio ambiente, definindo qual o papel de cada elemento, constituindo relações entre os elementos de forma simples, complementar e integrada. Para que não fique confuso, nem abstrato, vamos examinar separadamente *o eixo do tempo; o eixo da matéria e o eixo do espaço*. Buscando conhecer qual ou quais as interações geomorfológicas, pedogenéticas e biológicas características estão condicionadas ou são condicionantes no ponto “A” e no ponto “B”. E por diante, saber quais os processos químicos, físicos e biológicos correspondem e desempenham na área de estudo, e por fim, saber – conhecer quais processos presentes e estimulados concretamente no ponto “A” e no ponto “B”.



## 4.2 O EIXO DO TEMPO

(Clima x Rocha)

O eixo do tempo configura um fator importante para o entendimento do sistema terrestre de superfície. O eixo do tempo, por tanto, relaciona o CLIMA x ROCHA, levando em conta o desenvolvimento da atmosfera, a circulação ar, (formação do vento) e seu papel na formação da precipitação (fatores exógenos), e assim, uma crescente e importante ação da água na rocha, ativando os demais processos de intemperismo (fatores endógenos), tendo um papel fundamental do CLIMA, nas diversas atuações da pedogênese. Segundo Jean Tricart, o nível da atmosfera desempenha:

“Por seu turno, a circulação da atmosfera – consequência da absorção parcial e diferencial de energia pela atmosfera terrestre – permite o fenômeno da condensação da umidade atmosférica pelo contato das massas de ar de temperatura desigual. Em certos casos, enseja a formação de precipitações. As gotas da água da chuva e os cristais de gelo da neve caem, atraídos pela gravidade terrestre. Outra manifestação concreta da circulação atmosférica é o vento.” (TRICART, 1977, Página 22)

Portanto, a atmosfera imprime condições climáticas que variam com a localização latitudinal, com a altitude e com a continentalidade, como mostra Colângelo em:

A idéia de “tempo” está associada ao dipolo clima (atmosfera, fatores exógenos) – rocha (litosfera, fatores endógenos). O intemperismo, a erosão, e a geomorfo-pedogênese são produtos imediatos dessa interação, diferenciados no tempo geológico e no espaço geográfico, segundo os fatores, latitudinais, altitudinais, e continentalidade. (COLANGELO, 2004; Página 11)

A característica da rocha por ser um gnaiss auxilia a retenção da água e potencializa uma eventual saturação da hidromorfia no ponto “B”, mas para que isso ocorra o regime de precipitação tem papel fundamental. A localização é um fator importante para a caracterização do tipo de precipitações, afinal, são as chuvas de características orográficas responsáveis pela maior média pluviométrica do país (que ocorrem na vertente a barlavento da escarpa da Serra do Mar de Santos- SP), no entanto, as chuvas de grande intensidade em um curto período de tempo são as principais responsáveis pelo recarregamento do lençol freático.

A precipitação recarrega o lençol freático, e assim quando este está saturado, a hidromorfia é ativa, estando aí totalmente vinculado a uma questão de intensidade da chuva, precipitação: quanto mais intensa, maior é potencial de recarregamento do lençol e, portanto, o solo hidromorfo irá se manifestar com mais frequência e presença no ponto “B”. Mesmo, a localização não possuindo a maior média de precipitação do Brasil, afinal essa média é caracterizada pela chuva orográfica (que ocorre na região da escarpa da Serra do Mar, e não na capital de São Paulo), as condições da rocha, contribuem para a hidromorfia e condicionam a circulação e retenção da água no ponto “B”.

Os processos de intemperismo físico-químico no ponto “A”, produzem processos pedogenéticos importantes para a conformação de características para a hidromorfia no ponto “B”. É importante investigar a totalidade e predominância de uma suposta influência de um processo de laterização do topo (ponto “A” em direção a base (ponto “B”). Mas afinal, o que é laterização? A laterização é um processo de acumulação de Ferro e empobrecimento de Silica. Essa acumulação pode ser absoluta (lateritização), com o incremento de ferro por iluviação na forma reduzida ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e precipitação na forma oxidada ( $\text{Fe}^{3+}$ ). A outra forma de acumulação é a relativa (latossolização), quando a sílica e os cátions básicos são removidos e, relativamente, acumula-se o ferro, o alumínio e o titânio. Vale lembrar que o Ferro é um elemento pouco móvel quando está na forma oxidada. Quando ele é reduzido pela presença da água, passa a ser mais facilmente transportável. A partir daí, à medida que a água circula, quando esses elementos estão reduzidos, passa a ser mais fácil o transporte. Então em algumas partes o solo deixa de ter uma coloração avermelhada, brunada, para ganhar uma cor cinza escura, mais “Glei”. Nesse caso, estão a atuar as reações de Oxido-redução. Colangelo nos lembra a importância dessas reações em:

“As rochas, à superfície estão em desequilíbrio com as condições do ambiente subaéreo: temperatura, pressão, presença de  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ , ácidos húmicos e atividade biológica em geral. A atuação de processos químicos, físicos e biológicos, opera modificações radicais em suas condições originais de textura, estrutura e composição – química e mineralógica – das rochas (meteorização), ao mesmo tempo que produz mobilizações de materiais em suspensão ou em dissolução nos fluxos hídricos superficiais ou subsuperficiais (erosão).

Processos químicos, físicos e biológicos, produzem não apenas a meteorização e erosão, mas também simultaneamente geomorfogênese e pedogênese. É claro que a dinâmica da água e dos organismos, ou seja a atividade física e química destes fatores, tem participação direta nos conjuntos de processos que determinam, seja o complexo intemperismo – erosão, seja o complexo geomorfogênese- pedogênese. (COLANGELO, 2004; Página 11)

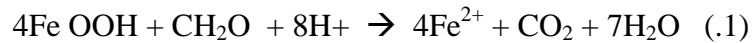
A simultaneidade entre os processos de geomorfogênese e pedogênese, sendo que o ponto “A” os perfis do Barranco (no topo) imprimem na circulação da água um papel fundamental para conformar o ponto “B”, solo hidromórfico, com características da circulação da água importante, como descreve Queiroz Neto:

“(…) a vertente é uma forma geomorfológica essencial que interfere diretamente na pedogênese, condicionando a circulação e ação da água. Uma parte da água infiltrada participa da evapotranspiração, possibilitando a existência do ciclo natural dos elementos; outra parte atinge os lençóis, acarretando o transporte, migração e exportação de elementos. Haveria aqui uma ação direta da morfogênese, pois essa água pode determinar a ação dos movimentos de matéria. (QUEIROZ NETO, 2010, Página 02)

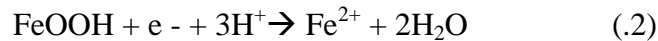
A morfogênese, por tanto, acaba por condicionar no ponto “B” tanto o processo físico de acúmulo da água, pela saturação do lençol, quanto o processo químico das reações de Oxidação e Redução do Ferro. As reações de Oxido – Redução, ou função Redox, são definidas por GRIGOROWITSCHS:

“Assim, o ferro liberado nesse processo vai para a solução do solo na forma de cátion divalente ( $\text{Fe}^{2+}$ ), sendo altamente solúvel nesse estado, e portanto, móvel, podendo ser transportado pelo fluxo das soluções. Nessas condições, o ferro poderá migrar localmente ou para fora do perfil do solo, formando zonas horizontes desprovidos desse elemento”. GRIGOROWITSCHS, 2013, Página 30

Processos de oxidação do ferro na hidromorfia, seguindo as equações:



**Equação de Oxidação 1.**



**Equação de Redução 2.**

As reações químicas de oxido-redução são representadas pelas equações 1 e 2. A **equação 1** mostra a reação de **Oxidação** simplificada, tendo como produto: água + dióxido de carbono + ions de  $\text{Fe}^{2+}$ . Nesta reação, o  $\text{CH}_2\text{O}$  representa a biomassa cuja oxidação fornece os elétrons para a redução do ferro. No processo de oxidação também são produzidos prótons (na forma de cátions  $\text{H}^+$ ) os quais são transferidos para a superfície do óxido, contribuindo para sua desagregação;

A **equação 2** destaca a semi-reação de **Redução**, na qual, o Fe(III) do óxido funciona como receptor de elétrons, formando os íons  $\text{Fe}^{2+}$ , explica-se por:

Esses processos de redução, solubilização e migração do ferro promovem a redistribuição desse elemento, ocasionando uma ocorrência heterogênea dos compostos portadores de ferro nos solos e sedimentos. Desta maneira, desenvolvem-se: “padrões espaciais característicos com baixas e altas concentrações de óxidos de ferro em varias escalas – no interior de um agregado, horizonte, perfil de solo, ou mesmo na cobertura pedológica” GRIGOROWITSCHS, 2013, Página 31

Dessa forma, a coloração do solo hidromórfico assume coloração variada, estando mosqueado o solo nesse ponto, podendo assumir feições de mosqueados vermelho; e predominantemente, mosqueados cinza e mosqueados em que a Gleização do solo é mais predominante já que se trata de um solo hidromórfico (ver foto páginas 32, 35, 36, e 46). Entendendo que esse último está relacionado a circulação da água condicionada pelo relevo / solo, é importante agora aprofundarmos e contemplarmos esse outro eixo: o eixo do espaço (Solo x Relevo).

### 4.3. O EIXO DO ESPAÇO

(Solo x Relevo)

O Solo é produto do intemperismo da água e de outros agentes sobre a rocha. Caracterizado por ser um sistema aberto, em equilíbrio dinâmico, isso é, em pseudo homeostase, controlado pelo fator tempo, absolutamente vinculado ao sistema hidrológico e fundamental para a vida. O eixo do espaço é o domínio dos inumeráveis arranjos morfológico-estruturais e geomorfo-pedogenicos. A matéria cicla e a vida evolui no tempo e no espaço, assim:

“O espaço é o receptáculo da matéria. A matéria degrada-se ou modifica-se no tempo, graças ao fato de que as diversas modalidades de energia a ela vinculadas, ao promoverem a realização de trabalho, desta forma, com que a entropia do universo cresce constantemente”. (COLANGELO, 2004, PÁGINA 11)

As questões importantes, tese central, da morfologia dos arranjos, da organização e da estrutura impõem no sistema solo um ritmo de desenvolvimento, e uma configuração própria, sendo importante na correlação do dipolo “morfogênese x pedogênese”, mostra-nos Colângelo em:

“Morfologias, arranjos estruturais no espaço, nas mais diversas escalas: estas são palavras chave que governam o dipolo morfogênese x pedogênese. (COLANGELO, 2004, PÁGINA 11)

Estão presentes neste eixo, os elementos morfológicos relacionado aos tipos de fluxo hídrico (escoamento superficial) (escoamento sub-superficial) (taxa de infiltração) (taxa de evapotranspiração). Assim, acabamos contemplando essa correlação entre a morfologia e os fluxos hídricos na caracterização e conformação do hidromorfismo no ponto “B”. Importante lembrar, portanto, que o solo possui papel fundamental no ciclo hidrológico, onde é responsável por absorver parte da água das precipitações, por repelir em deslocamento superficial fazendo com que parte da água escoe para rios, lagos ou mares, ou no armazenamento em galerias, aquíferos entre as rochas, mas que no caso da área de estudo está altamente atrelado a saturação do lençol, e ao escoamento superficial da água no “topo” do ponto “A” em direção a base no ponto “B”, nos mostrando que os solos na área de estudo acerca do barranco escola não são um sistema homogêneo, se dividem em categorias distintas, as características do Arranjo Cobertura da Estrutura Pedológica distintos, diferenciados, no final das contas, pela topografia que influi na circulação da água.

Quando a morfologia do relevo muda, a morfologia do solo muda também, Colangelo nos descreve melhor essa interação em:

Uma tese central, neste caso, que vem sendo desenvolvida há bastante tempo é a que “quando a morfologia do relevo muda, a morfologia do solo muda também, ainda que apenas em seus elementos morfológicos componentes”. O ponto de intersecção nesse caso é o fator climático, que condiciona sobremaneira os tipos de solo e também os sistemas de relevo considerados, estes últimos, na escala em que podem ser observadas as unidades pedológicas” . (COLANGELO, 2004, PÁGINA 11)

Mas qual é, exatamente, a relação que se estabelece entre a morfogênese e o chamado Arranjo da Cobertura da Estrutura Pedológica? Quais as correlações entre a geomorfologia e a pedologia? E como isso nos fornece ferramentas e fundamentos para analisar as interações dos Pontos “A” e “B” na área de estudo?

Queiroz Neto nos fornece uma retomada da relação Pedologia x Geomorfologia pensando os elementos in comuns dessas ciências aprofundando o pensamento sobre a relação entre morfologia e pedogênese, buscando superar desavenças e mal entendimentos históricos entre essas duas ciências.

“Convém salientar que a PEDOLOGIA sempre viu no relevo um fator importante para a formação dos solos, mas o mesmo não se pode dizer da GEOMORFOLOGIA, que viu e vê nos solos apenas um papel coadjuvante na elaboração dos relevos.

Jean TRICART (1968) parece ser um dos raros geomorfólogos que tratou das relações entre os solos e os relevos (QUEIROZ NETO, 2010). Afirmava ele que assim como a Geomorfologia estaria subordinada à Geologia Estrutural, a Pedologia estaria subordinada à Geomorfologia. A proximidade dos geomorfólogos com os pedólogos apareceria desde a alteração das rochas, com a mobilização e as acumulações das partículas e ions: o transporte e acumulação desses materiais constituem preocupações centrais da Geomorfologia Dinâmica e Climática e, nesse sentido, a pedogênese seria um dos elementos da morfogênese (TRICART, 1968. 1977, 1979, TRICART e KILLIN, 1979). O solo raramente proveria da alteração direta das rochas, e a gênese de seu material original passaria por essa etapa do âmbito da Geomorfologia: seria por essa espécie de intermediação (erosão, disposição de materiais) que a Geomorfologia influenciaria a Pedogênese.

O solo do ponto “A”. (Perfil 04) é caracterizado por ser de tipo Cambissolo, desempenhando um papel sobre a biota e a circulação de água no relevo.

O solo no ponto “B” assume uma coloração mais escura e menos vermelha do que o ponto “A”, influenciado pela presença de matéria orgânica, de vegetação (bananeiras) e mato silvestre que condicionam o acúmulo de água e o processo de exfiltração da água, podendo aumentar os limites da hidromorfia do solo no ponto “B”. O relevo possui papel central, sendo contemplado por Queiroz Neto em:

Além disso para os pedólogos a busca das relações entre os solos e os relevos é permanente, desde DOKUCHAEV, que dera prioridade ao clima como fator na formação dos solos porém reconheceu também a importância do “sub solo”, da vegetação, da fauna, e do relevo. Um exemplo marcante do reconhecimento da importância do relevo para os solos é encontrada em MILNE (1935, 1936, 1942), que propusera o conceito de (QUEIROZ NETO, 2010, Página 03)

“catena” para expressar a distribuição regional sistemática ao longo das vertentes. Jenny (1941), como DOKUCHAEV, enfatiza os fatores de formação dos solos onde a relação entre o relevo e os solos seria expressa pela topografia, que condicionaria a circulação interna e externa (erosão) da água e a distribuição de elementos.

MILNE (1935;1936.1942) percebeu que os perfis de solo formavam seqüências a(o) longo da vertente, propondo a palavra “catena” para designá-las. Essa palavra indica que os perfis se sucedem como os elos de uma corrente, mantendo relações genéticas entre si. Influência da vertente (topografia) sobre os solos: certas propriedades dos solos variam ao longo das vertentes, entre outras a granulometria e as bases trocáveis. Essa variação é interpretada como resultado da circulação hídrica (JENNY, 1941) (QUEIROZ NETO, 2010, Página 04)

Agora é importante pensarmos que o solo possui um papel fundamental para a vida, assim como, para o funcionamento do ciclo hidrológico, lembrando que enquanto o primeiro é um sistema aberto em pseudo homeostase o segundo é um sistema fechado. Vamos investigar melhor as correlações entre Água e Biota, compreender aspectos importantes do eixo da matéria para os pontos “A” e “B”.

#### 4.4 O EIXO DA MATÉRIA

(Água x Biota)

A vida no Planeta Terra, de uma forma geral, caracteriza-se por ter se desenvolvido em um conjunto de interações ambientais, pressões seletivas, fatores de genótipo e fenótipo, que através tempo geológico e do processo evolutivo, relaciona-se com: o Clima; o Solo; o Relevo; a Água; a Biota; e a Rocha, ao mesmo tempo em que esses interagem entre si, e permitem, a partir da Era Arqueano, a vida em nosso planeta. Assim, o eixo da matéria, se constitui em uma correlação entre água e vida. A água se relaciona ao ciclo hidrológico, um sistema fechado, no qual as florestas e seres vivos transpiram, os mares e rios evaporam com a incidência de radiação solar, e quando há diferença de pressão, ou de temperatura das massas de ar, ou característica topográfica do relevo significativa ocasiona precipitações, fazendo com que a água retorne ao sistema solo, fechando o ciclo. A Água possui um papel fundamental para alimentação das plantas, da elaboração do Xilema, e importância no controle da temperatura. Segundo Colangelo:

Água é o elemento fundamental para os organismos vegetais e animais. Na água está a origem dos organismos e a origem de um indivíduo, vegetal ou animal, está registrada no seu cromossoma, que por sua vez carrega toda a informação a ele referente. A informação genética que um indivíduo herdou de sua mãe, ou matriz, contém a história evolutiva de sua espécie, pelo menos a parte bem sucedida.

Por exemplo, os indivíduos das diversas espécies que compõe as comunidades de organismos vegetais, que, por sua vez, constituem as sinúcias, as biogeocenoses, os complexos biogeocenóticos os biomas, os subzonobiomas, e os zonobiomas, sucedem-se no tempo e no espaço em função de disputas acirradas por: água, radiação solar – sombra, calor e temperatura, solos com características físicas e químicas favoráveis e abrigo do vento. Os habitats também podem ser compartilhados em função de diversos tipos de simbiose entre os indivíduos de diferentes espécies.

As diferentes biogeocenoses exibem fatores estruturais muito característicos: altura de dossel, diâmetro de troncos e copas, espaçamento entre indivíduos e distribuição dos estratos componentes. E em qualquer uma delas os fatores limitantes são a água (e hidratação) e a temperatura.

A relação da biota com os fatores limitantes, a água e temperatura, é construída ao longo do tempo evolutivo, o processo de adaptação de espécies, ao acaso dobrado, se faz no movimento de superação das pressões seletivas. Dessa forma alguns mecanismos de



compensação energética são ajustados junto às condições ambientais, sendo selecionados e gravados no genótipo da espécie, e é contemplado por Jean Tricart em:

As plantas têm que se proteger contra a elevação excessiva da temperatura, e o fazem, como os animais, mediante o consumo de energia provocado pela evaporação: elas transpiram como nós.

A transpiração das plantas exige energia. Ela se processa em detrimento da elaboração de tecidos, ou seja, provocando a diminuição da produtividade das plantas. Um aspecto do consumo de energia originado pela transpiração é a ascensão da água desde o solo, onde as raízes se encontram, até as folhas das partes altas das plantas (xilema). Essa elevação tem que compensar a atração da gravidade. A transpiração provoca, assim, fluxos de água anteriormente infiltrada no solo, depois extraída e enviada à atmosfera em forma de vapor. Tal movimento influi na pedogênese e se tabula, do ponto de vista da hidrologia, no déficit de escoamento. A absorção de 25% (Maximo) da energia do espectro pelas plantas deixa disponível uns 75% da mesma energia para alimentar outros fenômenos, entre os quais se encontra o aquecimento do solo e do subsolo, que representa, finalmente, uma certa quantidade de energia posta à disposição dos processos de pedogênese e de meteorização das rochas. Ademais, os 25% captados pelas plantas participam também, principalmente, da pedogênese por intermédio dos fluxos da água gerados no solo pela transpiração das plantas. Encontramos, novamente, esses fenômenos quando nos referimos aos processos que afetam o solo.

Quando não há interceptação energética pela cobertura vegetal, as gotas sempre chegam ao solo com velocidade-limite, o que significa com a maior energia possível em função do tamanho das gotas, ou seja, em função da intensidade da precipitação. (TRICART, 1977 Página 24)

A Mata Atlântica na área de estudo conserva uma cobertura vegetal que apresenta um estrato herbáceo contínuo. Essa cobertura vegetal acaba desempenhando um papel sobre a dispersão quase total da energia cinética, sendo importante a infiltração. Os processos morfogenéticos são conclusivamente importantes, segundo Tricart em

A cobertura vegetal intervêm, portanto, de duas maneiras principais no que concerne à erosão pluvial e, por consequência, no regime hídrico do ecossistema:

- a) pela interceptação das precipitações, com seus dois aspectos: hidrológico e energético;
- b) pelo fornecimento à superfície do solo de detritos vegetais que desempenham papel amortecedor (absorção da energia). (TRICART, 1977 Página 27)

A água por sua vez atua na pedogênese ativando o intemperismo físico-químico, a ação da água como solvente universal é capaz de dissolver elementos do solo e dispersá-los na drenagem, formando assim solos que sofrem Gleização, tendo os óxidos de ferro sofrido redução, como descreve GRIGOROWITSCHS:

O  $\text{Fe}^{2+}$  é incolor, e a cor geralmente acinzentada da matriz reduzida é determinada pela cor dos minerais silicatados presentes, tais como o quartzo, e diversos minerais argilosos, como **caulinita**. A matriz reduzida pode apresentar cores gley que, em alguns casos, devem-se a precipitação de minerais que contém a forma reduzida do ferro.

A presença de  $\text{Fe}^{2+}$  pode ser detectada a partir da mudança na cor da amostra de solo, com sua exposição ao ar durante determinado tempo. Também pode ser identificada pela aplicação de alfa, alfa dipiridil à amostra de solo, resultando numa reação que produz cores rosa forte ou vermelho, ou pela aplicação de ferricianeto de potássio o qual produz cor azul. (GRIGOROWITSCHS, 2013, Página 33)

Assim, de uma forma geral, pode-se dizer que a morfogênese, somada a característica geomorfológica das rochas, condicionam as formas e interações em que se desenvolve a pedogênese. Assim, compreender as formas do relevo significa observar como os solos evoluem, e as interações físico-químicas e biológicas presentes. Formas biológicas relacionadas a solos encharcados, segundo Helga GRIGOROWITSCHS::

As bactérias anaeróbicas por sua vez, operam num nível de energia bem mais baixo do que as aeróbicas, e portanto, a decomposição ocorre bem mais lentamente em solos saturados em água.

Outra explicação para a lentidão da decomposição e consequente acúmulo da matéria orgânica em condições anaeróbicas, baseia-se na idéia de que os solos e sedimentos anaeróbicos apresentam escassez de fauna, condição que reduz a fragmentação da matéria orgânica e o consumo de compostos orgânicos derivados de bactérias.

O acúmulo da matéria orgânica, bem como as características apresentadas pelo material acumulado, são influenciados por uma série de fatores, tais como a temperatura, o tipo de cobertura vegetal, as características da solução do solo (nutrientes, pH) a hidrodinâmica e o hidroperíodo (tempo de duração e frequência dos eventos de saturação). GRIGOROWITSCHS, 2013, página 37)

Sendo que o papel da matéria orgânica é importantíssimo ao ciclo da vida, para a existência de um solo fértil e ecologicamente dinâmico, contribuindo para a biota de forma que, no ponto “B” fica evidente:

O acúmulo de matéria orgânica em áreas alagadiças resulta do balanço entre a produção primária líquida e a taxa de decomposição.

Em solos saturados por água até o nível da superfície, as taxas de decomposição da matéria orgânica são mais lentas, e esse fator, combinado à produtividade vegetal, resulta na formação de horizontes superficiais ricos em matéria orgânica.

A decomposição da matéria orgânica em condições aeróbicas é mais eficiente que a aeróbica, fornecendo mais energia.”

(GRIGOROWITSCHS, 2013, página 36)

Outro papel fundamental para matéria orgânica diz respeito ao anteparo e controle do processo morfogenético erosivo, a erosão pluvial fica vedada pela presença em quantidade de folhas mortas, galhos e outros tecidos vegetais, que constituem a matéria orgânica contribuindo para:

A erosão pluvial é impedida, ou pelo menos muito retardada, por uma cobertura vegetal herbácea densa e por uma camada de detritos vegetais, principalmente, folhas mortas. A permanência desses detritos depende da produtividade da vegetação e da velocidade de sua destruição pelos agentes redutores (microorganismo, cupins, outros insetos, vermes, etc.\*) TRICART, 1977, Página 27)

Sendo assim, a presença da biota tanto no Ponto “A” quanto na hidromorfia do Ponto “B” são resultados importantes da interação entre a vida, os processos pedogenéticos e a morfogênese, portanto a simultaneidade desses processos enriquece a mata atlântica e favorece sua conservação.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DA HIDROMORFIA (PONTO “B”)

### 5.1 ANÁLISE DAS FOTOS

Abaixo de cada foto segue uma breve análise sobre a relação da hidromorfia com a biota, com os processos físicos, químicos e biológicos próprios do ponto “B”. Sendo importantes no desenvolvimento e conformação da oxido-redução e da forte gleização na área.

FIGURA 15



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

A água apresenta forte tonalidade avermelhada, isso se explica pelos intensos processos de oxidação dos minerais de ferro que acaba retendo na água ferro-amorfo. Sendo a água um solvente universal, de caráter newtoniano, onde sua taxa de deformação do material é diretamente proporcional a força aplicada sobre a mesma, o que influi diretamente na absorção da mesma no solo. Sua presença aumenta a intempérie das reações químicas e define a diferença na paisagem entre uma área com forte processo de oxidação (avermelhada) e outra, com forte presença da redução (cinza escuro).



FIGURA 16



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

As folhas das bananeiras vivas presentes são responsáveis por absorver a energia cinética das gotas da água da chuva, como também, abriga o solo de impactos da água da chuva e do vento, reduz a erosão pluvial, segundo Tricart (TRICART, 1977 Página 27).

FIGURA 17



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

Ao tentar mapear as áreas de ocorrência da hidromorfia na parte inferior do Barranco Escola, para a delimitação da região hidromórfica foi necessário fazer a tradagem do solo, a fim de verificar a presença e a profundidade da água, bem como a tonalidade dos minerais constituintes e seu estado de agregação. Esse aglomerado foi retirado a partir do processo de tradagem do ponto hidromórfico. Apresenta coesão, favorecida pela umidade e a presença da água potencializa sua coesão.



FIGURA 18



Fonte <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

Ao centro da foto se contempla um dos drenos no solo por onde a água acaba se exfiltrando devido a saturação em água do sistema-solo e do lençol freático. Assim a água mina, transporta os elementos do ferro na hidromorfia, e acaba por desacelerar a decomposição e ciclo da matéria orgânica, sendo importante para a manutenção da biodiversidade e de nutrientes no solo. A água que exfiltra do solo atinge matéria orgânica acumulada ali (troncos, folhas e galhos), a presença da água desacelera os processos de decomposição da matéria orgânica.

Reação de Redução do Ferro:

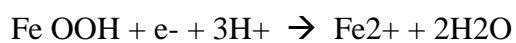




FIGURA 19



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

Aqui se observa distinção entre o solo com a água e muito óxido de ferro, avermelhado, com matéria orgânica, e onde a água já se infiltrou e não está na superfície, uma camada de solo mais escura, em partes mais acinzentadas, e recoberta com matéria orgânica.

Reação de Oxidação do Ferro:

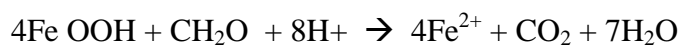




FIGURA 20



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

Nesse ponto podemos observar um solo mais seco, sem a presença dos processos de oxido-redução. Ao verificar com o processo de tradagem, essa porção do solo não é contemplada pela região hidromórfica, assim, permite se desenhar, delimitar, os limites da hidromorfia no ponto “B”.

FIGURA 21



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

A tradagem aqui permite verificar que mesmo não estando mais recorrente a hidromorfia em superfície, o solo abaixo, apresenta oxidação do ferro, pela coloração avermelhada da amostra, indicando que desse ponto para cima do relevo o solo estará com menor quantidade de água, e que desse ponto para baixo, o solo poderá apresentar, possivelmente, maior quantidade de água, isso amplia e possibilita a ocorrência da região hidromórfica. As bananeiras influenciam em um aumento do potencial de escorregamento, segundo o IPT, por intensificarem a retenção de água e, assim, aumentar o peso total do sistema, favorecendo a ocorrência da corrida de massa. Nesse local, as bananeiras não estão associadas ao processo de escorregamento, mas são totalmente vinculadas a circulação da água no solo, associada a disponibilidade de água naquele meio sendo fundamental para a elaboração da seiva bruta, mais minerais e água Xilema (líquido que sobe do solo para a planta) e o retorno da planta ao meio pelo Floema (líquido que “desce” da planta ao solo, contendo a seiva elaborada. Importante lembrar que a ocorrência da bananeira se dá de forma



alóctone, afinal é um vegetal original da Ásia, mas por condições estruturais conseguiu se desenvolver em solo brasileiro, aproveitando a temperatura, a umidade e a riqueza dos nutrientes desenvolve-se geralmente em solos de textura média, não sendo comuns em solos argilosos e muito menos, em solos arenosos, sem contar que suas características fisiológicas, xilema, necessita de água em quantidade para se estabelecer.

FIGURA 22



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

A técnica da tradagem funciona para verificar a profundidade da água no solo (até 40cm), e a partir de um conjunto de pontos perfurados pode-se definir as fronteiras entre o material hidromorfo e o não-hidromorfo na área do ponto “B”.

FIGURA 23



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

Essa amostra indica a presença de ferro oxidado e de parte do ferro-reduzido. Assim, nas regiões onde a coloração é mais escura (marrom) indicam baixa atividade de oxidação do ferro.

FIGURA 24



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

A tradagem indica a presença de solo com forte teor de óxido de ferro dada a coloração avermelhada. Parte da amostra nos indica uma região que o solo foi oxidado em ponto próximo da hidromorfia no ponto “B”.



FIGURA 25



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

Essa amostra não apresenta marcas cinzas que surgiram na hidromorfia. Esse vermelho claro (quase rosa) é típico da alterita. Os volumes mais brunados são influenciados pela matéria orgânica.

FIGURA 26



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

Podemos sugerir aqui que a ausência da hidromorfia influenciada pela topografia condiciona os aspectos de circulação da água. Nessa parte de ausência de hidromorfia, nota-se a presença de bananeiras (o que indica a presença de água em quantidade no sub-solo). A decomposição das folhas agrega matéria orgânica ao solo mineral.



FIGURA 27



Fonte <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

A presença da vegetação indica um solo rico em minerais. A samambaia indica um solo rico em óxido de alumínio, indicando um ativo processo de laterização (intemperismo químico que atua sobre os solos, responsável por aparecimento de uma camada ferrugem, esse processo pedogenético faz com que o solo evolua perdendo sílica e as bases acumulando relativamente o Ferro e o Alumínio. A samambaia também indica um solo mais ácido do que básico do ponto de vista do Potencial Hidrogênio. (Ph).



FIGURA 28



Fonte: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7husFwbm29CRjZ3bkdOZC1WaGc?usp=sharing>

Acesso em 29/11/2015 às 14:44

A água que exfiltra do solo tem uma presença quase permanente no local, indicada pela forte recorrência do processo de redução do ferro. Nas partes centrais, na região alagada, a oxidação é intensa. Na borda da região que a água ocupa, o solo vai atingindo uma coloração mais marrom escura, cinza, indicando aí um processo de redução do oxigênio. A presença da hidromorfia é totalmente condicionada pela morfologia do relevo. É quimicamente controlada por processos de laterização e oxido-redução. É importante ressaltar que a presença de vegetação tem a função não apenas de controle do clima, da temperatura, e do impacto da água da chuva, mas conserva o entorno da nascente, adéqua a acidez do solo, enriquece a matéria orgânica, essa última com a presença da água se decompõe mais lentamente.

## 6 CONCLUSÃO

Não existe antagonismo entre pedogênese e geomorfogênese. Porque embora sejam conceitos distintos, são processos complementares e, muitas vezes, simultâneos. A simultaneidade entre esses processos consiste nas organizações pedológicas com a forma da vertente, sendo processos importantes e necessários para a constituição do relevo. Embora tudo seja controlado quimicamente no solo, o que determina a propriedade é a evolução da estrutura geométrica e pedológica nos processos físico-químicos. As características físicas do solo são diferenciadas em função do posicionamento topográfico, isso atrelado a morfologia vão condicionar a dinâmica da água no sistema solo, que direcionado à base estabelece a ocorrência de um ambiente de alto potencial hidromórfico, um local propício a hidromorfia.

Assim, os processos de intemperismo químico como a laterização produzem os óxidos de ferro, óxidos de alumínio e caulinita em grande quantidade no topo (ponto “A”, sendo esses elementos dissolvidos pela circulação da água que os carrega, e acaba desenhando um solo mais escuro na base pela atuação da redução química conformando Gleização, conformando a hidromorfia (ponto “B”). São presentes ali partes mosqueadas cinza escuro, marrom escuro, enquanto a água segue carregando dissolvidos os elementos produzidos em abundância no topo (Ferro, Alumínio e Caulinita), ganhando coloração avermelhada e tingindo alguns pontos da hidromorfia com vermelho. O relevo contribui totalmente para o deslocamento da água nos pontos hidromórficos, delimitando-o, e assim, definindo as fronteiras entre pedogênese e hidromorfismo. O Relevo é um dos fatores de formação dos solos e de diferenciação dos solos na paisagem. Assim, o solo em locais onde o relevo é mais baixo (ponto “B”, implica em um aumento da umidade no solo condiciona por todos esses três eixos as laminais d'água em superfície (hidromorfia).

No entanto é importante considerar os impactos das construções próximas da área da hidromorfia, porque além de serem caracterizadas por prédios que alteram a circulação do vento, implicam também em um anteparo artificial para a drenagem da nascente – e obstáculo considerável para o desenvolvimento do solo hidromórfico em sua forma plena pois um muro divide a USP exatamente entre a hidromorfia e a rua, esses aspectos antropogênicos são relevantes e precisam ser pensados e questionados.

A água que é excedida do lençol sobrecarregado por esse motivo mina sofrendo um processo de exfiltração. Tem coloração avermelhada, devido a uma forte presença do Óxido de Ferro dissolvido. Possui escoamento e velocidade que permitem ampliar os limites hidromórficos condicionados pela pedogênese. Nesse caso, a quantidade de água no sistema, o recarregamento deste, é vinculada a precipitações pluviais, pela sua intensidade e pela forma que o relevo define o escoamento, a infiltração e acúmulo da água, e assim conformam, portanto, os limites entre a pedogênese e o hidromorfismo. Ainda contemplando o eixo da matéria, atento a questão do desenvolvimento da biota é interessante registrar que as árvores nativas precisam dividir luz e espaço com árvores alóctones, mas convivem e constituem a paisagem e ainda mais estabelecem formas belas de interação que são e estão sendo evoluídas nesse meio.

Há grandeza nesta visão de vida com seus diversos poderes, ter sido originalmente insuflada em algumas poucas formas ou em uma única. E isto ao mesmo tempo em que este planeta começou a girar em ciclos segundo a lei fixa da gravidade partindo de um começo tão simples formas intermináveis, formas extremamente belas e extremamente maravilhosas, foram e estão sendo evoluídas“<sup>2</sup>

Podemos concluir que os conhecimentos e técnicas de Pedologia, de Geomorfologia ou da Hidrologia Paramétrica, não são concorrentes ou "mais corretos", ou "de maior importância" de uma em relação a outra, mas sim métodos científicos de análise, apreensão e compreensão de suas áreas de atuação específicas, que relacionam entre si, e se somam aos conhecimentos da Biologia Moderna e de Reologia para os estudos da ecologia dinâmica.

---

Charles Darwin em Origem das Espécies, Inglaterra, 1859.

## 7. REFERÊNCIAS

- AB SABER A. N. Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas no Quaternário, São Paulo, 1969
- AMABIS, J. M. Fundamentos da Biologia Moderna: 4a Ed. São Paulo, Moderna, 2006.
- COLANGELO, A. C Geografia Física, Pesquisa e Ciência Geográfica. Revista do Departamento de Geografia, 2004.
- .. Sobre os modelos de magnitude frequência e estabilidade de vertentes, Revista do Departamento de Geografia, 2005.
- DARWIN, C. A origem das Espécies, 1859.
- GRIGOROWITSCHS, H. Estudo das propriedades hidromórficas de solos e depósitos no setor inferior de vertentes e em fundos de vale na Alta Bacia Hidrográfica do Rio Cotia/Planalto de Ibiúna, USP FFLCH, 2013
- QUEIROZ, Neto J. P.. O papel da pedogênese no modelado do relevo, in VI SLAGF, 2010.
- TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.) Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. Páginas 151;- 157;- 153;- 155;- 141
- TRICART, J. As relações entre a morfogênese e a pedogênese. Notícia Geomorfológica. Campinas, vol. 8, n. 15, p. 5-18, 1968.
- .. Ecodinâmica, IBGE, Rio de Janeiro, SUPREN, p.17-33; 1977.

