

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RAUL SILVA OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS NA PORÇÃO CENTRAL DA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

ALEGRE – ES  
2021

RAUL SILVA OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DA PORÇÃO CENTRAL DA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia na área de concentração de Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Diego Lang Burak

ALEGRE - ES

2021

## AGRADECIMENTOS

À força maior, na qual eu chamo de Deus, por todas as vezes que sentir a sua força. A Ele toda honra e a Ele toda glória;

Aos meus pais e a minha irmã por suportarem a saudade durante o período de mestrado, compreendendo que este foi um período de crescimento;

Ao meu orientador Diego Burak, pelo suporte ao longo da pesquisa e pela disponibilidade e paciência durante toda essa jornada e por sempre se fazer presente durante os campos e coletas. Por disponibilizar seu carro pessoal para nossas idas a campo, fazendo com que a baixa disponibilidade de transporte não se tornasse um empecilho;

Aos amigos que sempre acreditaram e torceram por mim nessa caminhada. Aqueles que sempre estiveram ao meu lado na Bahia e aos que construí durante a estadia no Espírito Santo, em especial ao Lucas Caveari, Joabe Botelho, Jaime, Carlos Pagani e Ana Paula por compartilharmos grandes momentos na República Vahala;

Aos colegas que foram suporte durante os períodos de disciplina, sendo eles: Amanda, Loren, Felipe Menine e Levi. E aos irmãos de orientador e aqueles que pude compartilhar das coletas de campo. Jeneska, Uliana, Danilo e Nicole, obrigado por tanto;

Ao Laboratório de Pesquisa de Solos e ao Laboratório de Matéria Orgânica pelo suporte e estrutura para a realização das análises desta pesquisa, em especial a Lenita e Sara pela ajuda crucial ao longo de todo esse período;

À Pós-Graduação em Agronomia por ministrar o conhecimento teórico e prático e agregar a minha experiência profissional;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001;

Ao CNPq pelo apoio financeiro concedido (Processo 423460/2016-1) no âmbito do projeto “Metais Pesados em Solos da Região Sul do Estado do Espírito Santo: estabelecimento de valores de referência de qualidade e monitoramento de áreas agrícolas”.

Por fim, à Prof.<sup>a</sup> Ana Maria Moreau por me apresentar a Ciência do Solo e me acolher quando ainda estava “verde” na agronomia.

RAUL SILVA OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DA PORÇÃO CENTRAL DA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharia da Universidade Federal do Espírito Santo, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia na área de concentração de Solos e Nutrição de Plantas. Orientador: Diego Lang Burak.

Aprovado em: 26/02/2021.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Diego Lang Burak  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

---

Prof. Dr. Danilo de Lima Camêlo  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador Interno

---

Prof. Dr. Renato Ribeiro Passos  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador Interno

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Mirna Aparecida Neves  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador Externo



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**PROTOCOLO DE ASSINATURA**



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por  
DIEGO LANG BURAK - SIAPE 1792652  
Departamento de Agronomia - DA/CCA  
Em 10/01/2022 às 11:34

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:  
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/342539?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**PROTOCOLO DE ASSINATURA**



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por  
RENATO RIBEIRO PASSOS - SIAPE 2372134  
Departamento de Agronomia - DA/CCA  
Em 10/01/2022 às 13:01

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:  
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/342585?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**PROTOCOLO DE ASSINATURA**



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por  
DANILO DE LIMA CAMELO - SIAPE 1405706  
Departamento de Agronomia - DA/CCA  
Em 10/01/2022 às 15:42

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:  
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/342726?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**PROTOCOLO DE ASSINATURA**



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por  
MIRNA APARECIDA NEVES - SIAPE 1546267  
Departamento de Geologia - DG/CCENS  
Em 26/01/2022 às 08:38

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:  
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/348337?tipoArquivo=O>



Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

O48c Oliveira, Raul Silva, 1994-  
Caracterização e classificação de solos na porção central da Bacia  
Hidrográfica do Rio Itapemirim, estado do Espírito Santo. /  
Raul Silva Oliveira. - 2021.  
99 f. : il.

Orientador: Diego Lang Burak.

Coorientador: Danilo de Lima Camelo.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e  
Engenharias.

1. Ciência do Solo. 2. Solos - Classificação. I. Burak, Diego  
Lang. II. Camelo, Danilo de Lima. III. Universidade Federal do  
Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV.  
Título.

CDU: 63

---

## RESUMO GERAL

OLIVEIRA, Raul Silva. **Caracterização e classificação de solos na porção central da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, estado do Espírito Santo. 2021.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Orientador: Diego Lang Burak. Coorientador: Danilo de Lima Câmelô

A Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – BHRI é a maior bacia do Sul do estado do Espírito Santo. A mesma é dividida em diferentes geoambientes ao longo de toda a sua extensão. Dentre eles, os macroambientes Celina e Cachoeiro formam a porção central da Bacia que são caracterizados pela heterogeneidade dos fatores ambientais, principalmente os fatores de formação do solo como as rochas, relevo e o clima. Partindo desse pressuposto, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar solos representativos da porção média da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – BHRI. Para isso, coletou amostras de 15 perfis de solos e foram feitas a separação dos seus respectivos horizontes e coletadas amostras dos mesmos para posterior classificação até o quarto nível categórico. Assim, a dissertação foi dividida em um capítulo que consiste na caracterização fisiográfica dos locais onde os solos foram coletados na BHRI a partir de suas características morfométricas e também a caracterização dos atributos químicos, físicos, mineralógicos e os elementos-traços dos solos coletados e relacioná-los com a sua respectiva gênese. Para isso, estudou-se a geologia, altimetria, balanço hídrico, densidade de falhas, declividade e geomorfologia afim de analisar a influência desses fatores nas características das classes de solos coletadas. Também foram feitas análises químicas e físicas de rotina, bem como a digestão e leitura de elementos-traços e a difração de raio-x. Como resultado, verificou-se que o clima e o relevo influenciam na fertilidade do solo. Constatou-se também que a geologia e o relevo foram os principais responsáveis pelo aparecimento de uma maior diversidade de classes de solos em unidades de baixa altimetria. Os atributos revelaram que grande parte dos solos coletados apresentam um elevado grau de intemperismo, podendo ser visto através das baixas relações silte/argila e do predomínio da caulinita e gibsitina na DRX da fração argila. Nestes solos houve uma maior pobreza química, mas nos solos coletados em unidade de depressão apresentaram maiores índices de fertilidade natural.

**Palavras Chave:** PM-BHRI; Caracterização; Unidades Geomorfológicas.

## GENERAL ABSTRACT

The Itapemirim River Hydrographic Basin – BHRI is the largest basin in the south of the state of Espírito Santo. It is divided into different geoenvironments along its entire length. Among them, the macroenvironments Celina and Cachoeiro form the central portion of the Basin, which are characterized by the heterogeneity of environmental factors, mainly soil formation factors such as rocks, relief and climate. Based on this assumption, this work aims to characterize representative soils of the middle portion of the Itapemirim River Basin – BHRI. For this, samples were collected from 15 soil profiles and their respective horizons were separated and samples were collected for further classification up to the fourth categorical level. Thus, the dissertation was divided into a chapter that consists of the physiographic characterization of the places where the soils were collected in BHRI from their morphometric characteristics and also the characterization of the chemical, physical, mineralogical and trace elements of the collected and related soils. them with their respective genesis. For this, the geology, altimetry, water balance, fault density, slope and geomorphology were studied in order to analyze the influence of these factors on the characteristics of the collected soil classes. Routine chemical and physical analyzes were also performed, as well as the digestion and reading of trace elements and X-ray diffraction. As a result, it was found that climate and relief influence soil fertility. It was also found that geology and relief were the main responsible for the appearance of a greater diversity of soil classes in low altitude units. The attributes revealed that most of the collected soils have a high degree of weathering, which can be seen through the low silt/clay ratios and the predominance of kaolinite and gibbsite in the XRD of the clay fraction. In these soils there was greater chemical poverty, but in the soils collected in a depression unit, they presented higher natural fertility rates.

**Key words:** PM-BHRI; Description; Geomorphological Units.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 .....   | 4         |
| <b>CLASSIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ELEMENTOS TRAÇOS DOS SOLOS E<br/>CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS GEOAMBIENTAIS DA PORÇÃO<br/>CENTRAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM, ESPÍRITO SANTO</b> | <b>4</b>  |
| RESUMO .....   | 4         |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>2.1 Área de Estudo e Características Gerais da PC-BHRI</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>2.2. Coleta, descrição e classificação dos solos</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>2.3.1 Análises estatísticas</b> .....   | <b>10</b> |
| <b>3. RESULTADOS</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>3.1 Classificação e caracterização dos solos</b> .....  | <b>11</b> |
| <b>3.2. Elementos-Traços</b> .....   | <b>22</b> |
| <b>3.3 Variáveis Geoambientais – Unidades de Mapeamentos e Classes de Solos</b><br>.....   | <b>25</b> |
| <b>3.2. Geologia e geomorfologia – Unidades de Mapeamentos e Classes de Solos</b><br>.....   | <b>27</b> |
| <b>4. Discussão</b> .....  | <b>30</b> |
| <b>4.1 Atributos Químicos dos Solos</b> .....  | <b>30</b> |
| <b>4.2 Atributos Físicos dos Solos</b> .....   | <b>32</b> |
| <b>4.3 Mineralogia</b> .....   | <b>34</b> |
| <b>4.4 Elementos-Traços</b> .....  | <b>35</b> |
| <b>4.5 Variáveis Geoambientais – Unidades de Mapeamentos e Classes de Solos</b><br>.....   | <b>36</b> |
| <b>4.6 Geologia e geomorfologia – Unidades de Mapeamentos e Classes de Solos</b><br>.....  | <b>37</b> |
| <b>5. Conclusões</b> .....   | <b>39</b> |
| REFERÊNCIAS .....  | 41        |
| APÊNDICIE .....  | 48        |

## CAPÍTULO 1

### CLASSIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ELEMENTOS TRAÇOS DOS SOLOS E CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS GEOAMBIENTAIS DA PORÇÃO CENTRAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM, ESPÍRITO SANTO

#### RESUMO

À porção central da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim (PC-BHRI) é constituída pelas unidades geoambientais denominadas de Celina e Cachoeiro. Ambos possuem uma diversidade litológica, climática, de relevo e conseqüentemente uma heterogeneidade pedológica. Assim, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a fisiografia da PC-BHRI, classificar os solos e caracterizar os seus atributos químicos, físicos, mineralógicos e elementos-traços. Para tanto foram coletados e classificados 15 perfis. Todos os perfis foram caracterizados morfologicamente em campo através da separação dos horizontes e as suas amostras coletadas foram realizadas análises químicas, físicas, mineralógicas e de elementos-traços. Além dessas análises, também se coletaram amostras em anéis volumétricos para a determinação de densidade do solo, porosidade, macro e microporosidade. Também foram geradas informações sobre: material de origem, clima e relevo. Quanto às características de relevo, analisaram-se as variáveis altimetria, declividade e unidade geomorfológica. Em um contexto geral, encontraram-se 5 classes de solos distintas, sendo elas: Latossolos, Argissolos, Nitossolos e Vertissolo. A maior diversidade de classes de solos foi registrada nas unidades de Depressão, Patamares Escalonados e Morros Capixabas, bem como as características químicas, físicas e mineralógicas mais heterogêneas. Sendo assim, os solos eutróficos encontram-se em menores altitudes e na unidade geomorfológica de Depressão do Rio Itapemirim. Em menor altitude, a dissecação da paisagem expõe uma litologia mais diversificada, possibilitando aparecimento de classes como Vertissolos e Nitossolos.

**Palavras-chave:** Estratificação Ambiental, Geomorfologia, Geologia, Classificação de Solos.

## 1. INTRODUÇÃO

O debate acerca da sustentabilidade vem crescendo ao longo dos anos, e o uso racional dos recursos naturais vem sendo o foco principal dessa agenda. Assim, levando em consideração o solo como recurso natural, um diagnóstico prévio dos seus atributos possibilita um planejamento ambiental mais assertivo e sustentável. Para isso, deve-se entender a organização espacial do solo que pode ser explicada por uma sucessão de processos geológicos que atuam tornando o solo um sistema dinâmico em uma escala geológica. Dessa forma, surge a grande diversidade de solos encontrada no ambiente como resultado de diferentes intensidades e tipos de processos.

A compreensão da diversidade do solo assim como sua relação com o ambiente em que está inserido facilita a melhor compreensão das unidades geoambientais na paisagem (SCHAEFER et al., 2000; SIMAS, 2002). Nesse contexto, Dias et al. (2002) definem unidades geoambientais como ambientes geográficos que apresentam homogeneidade ao longo de uma determinada extensão territorial, em relação a fatores ambientais pré-estabelecidos dentro de um zoneamento. A análise morfométrica facilita a compreensão dos fatores ambientais mais importantes para formação dos solos e na compreensão da evolução da paisagem e delimitação das unidades geoambientais. Parâmetros fisiográficos das bacias hidrográficas baseiam-se em indicadores físicos e hidrológicos sendo utilizados como indicadores na avaliação do grau de vulnerabilidade da bacia a fenômenos como enchentes, erosão hídrica entre outros (CARDOSO et al., 2006).

O Sul do Estado do Espírito Santo possui uma grande diversidade de ambientes criando um mosaico de áreas com padrões de relevo, de material de origem e de clima diferenciados que influenciam a disponibilidade de radiação, água, nutrientes e energia afetando os sistemas naturais e produtivos (ESPÍRITO SANTO, 2008). Por isso, ao atualizarem o mapa de reconhecimento de solos do Projeto Radam Brasil, Cunha et al. (2016) constataram cerca de 109 tipos de solos distintos para o todo o estado do Espírito Santo. Esses solos foram classificados de ordem até grandes grupos em uma escala de 1:250.000 (IBGE-Brasil, 1983; 1987).

Particularmente a região sul do estado apresenta uma evolução pedogeomofológicas marcada por eventos geológicos diversos: dobramentos e falhas de empurrão, áreas de sedimentação, metamorfismo, dentre outros (PEIXOTO-OLIVEIRA et al, 2018). Situada na região sul do estado capixaba, a Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – BHRI é considerada uma das mais heterogêneas da região, englobando quatro unidades geoambientais distintas, sendo elas: macroambiente Pico

da Bandeira, Celina, Cachoeiro e Litoral (LANI et al, 2001; PEIXOTO-OLIVEIRA et al, 2018).

Dentre os macroambientes, o terço médio da bacia é composto pelos macroambientes Celina e Cachoeiro. Ambos os ambientes são considerados como a zona de transição entre o Pico da Bandeira e o Litoral. Autores como Lani et al., (2001), Paiva et al. (2010) e Peixoto-Oliveira et al. (2018) chegam a uma conclusão comum de que a porção central da BHRI (PC-BHRI) é a área mais heterogênea da bacia. Esse fato deve-se à diversidade geológica e pedológica presente na respectiva unidade ambiental.

Além disso, Paiva et al. (2010) ressaltam que esta unidade possui um elevado potencial agrônomo por conta das condições de fertilidade do solo, disponibilidade de água para a irrigação e o clima, as quais favorecem a produção de alimentos, principalmente a fruticultura. As condições de fertilidade do solo são influenciadas pela interação entre o material de origem, baixa evapotranspiração e o relevo, condicionando o aparecimento de solos com elevadas saturações por bases (V%) (PAIVA et al, 2010).

Sabendo que os solos são produtos resultantes da ação combinada entre os fatores e processos de formação, eles são considerados grandes indicadores de variabilidade ambiental tornando-se um excelente estratificador ambiental (ARAUJO FILHO, 2011). A regionalização das unidades de mapeamento é resultado de uma série de variáveis ambientais que condicionaram a sua gênese, tornando tal regionalização um primeiro estratificador no planejamento da ocupação racional das terras e gestão ambiental (SIRTOLI, 2007). Para isso é necessário classificar e caracterizar os atributos químicos, físicos e mineralógicos do solo, a fim de obter informações minuciosas de suas respectivas características que vão facilitar o seu manejo e proporcionar o uso destes solos de forma racional e sustentável.

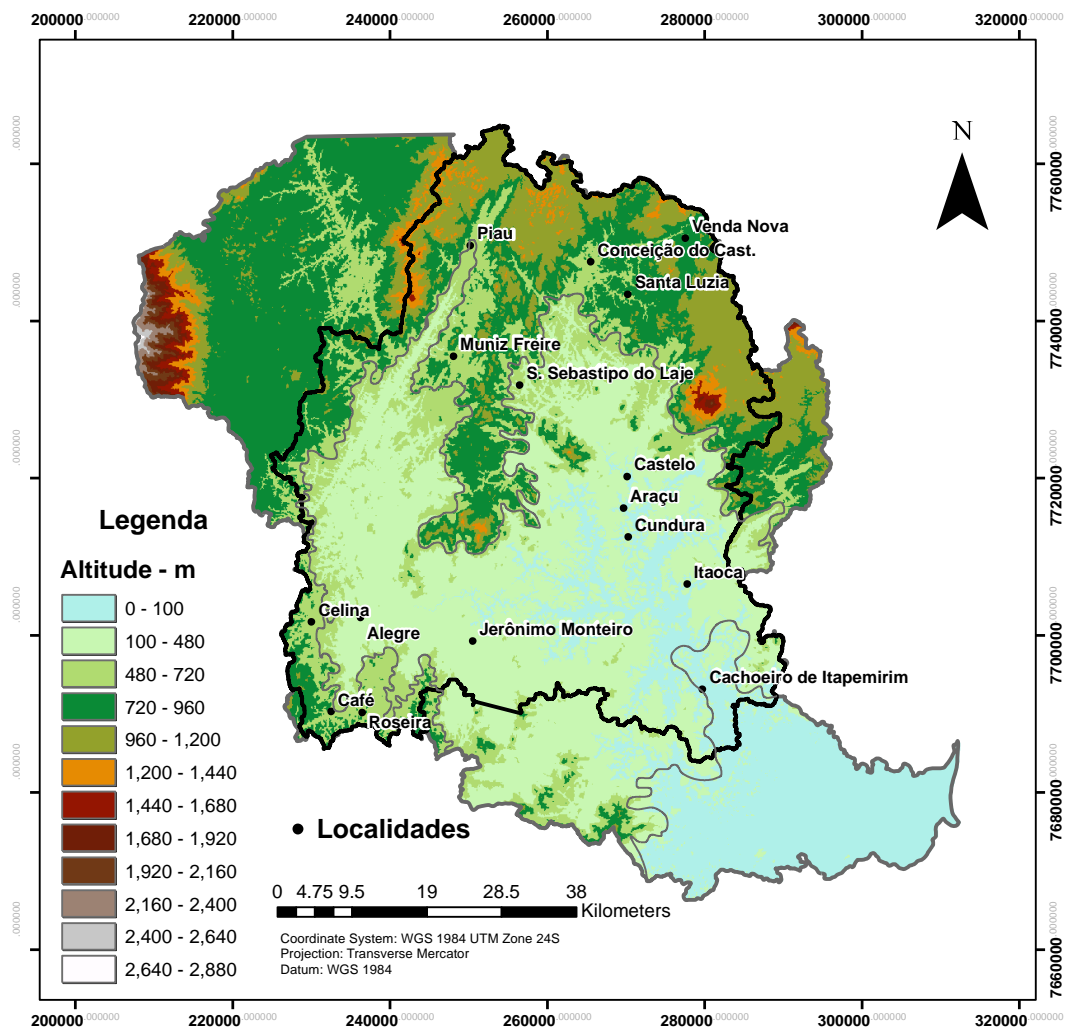
Diante do exposto e considerando a grande diversidade ambiental característica da PC-BHRI e visando contribuir na compreensão da diversidade de classes de solos existentes, o presente trabalho teve como objetivo classificar os solos representativos até o seu quarto nível categórico, bem como avaliar suas características químicas, físicas e mineralógicas, assim como a presença de elementos traços, com ênfase na sua gênese, relacionando-os às variáveis geoambientais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo e Características Gerais da PC-BHRI

A PC-BHRI (Figura 1) é situada sob o bioma Mata Atlântica e possui cerca de 151185 ha correspondendo a 25,5% da área total da bacia onde 15,3 % encontram-se sob área de mata (PAIVA et al, 2010). Apresentam relevos mais movimentados quando comparados com o litoral e mais suaves quando relacionado com o Pico da Bandeira.

O macroambiente Celina é caracterizado como uma área geoambiental de relevo fortemente ondulado a montanhoso; temperaturas amenas, terras acidentadas e clima chuvoso; geomorfologia em mares de morro; vales em U e pedofoma convexa-convexa (LANI et al, 2001). A Unidade Cachoeiro é caracterizada como uma área com maior diversidade ambiental onde a sua altimetria varia entre 50 a 400m; relevo ondulado a montanhoso; temperaturas elevadas e baixa precipitação (LANI et al, 2001; PEIXOTO-OLIVEIRA et al, 2018), possibilitando uma maior diversidade pedológica quando comparada com o geoambiente anterior.





**Figura 1** – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim e a delimitação da porção central, Ambiente Celina (altitude maior que 600 m) e Ambiente Cachoeiro (altitude menores que 600 m até o limite com planícies terciárias).

## **2.2. Coleta, descrição e classificação dos solos**

Georreferenciou-se 15 amostras de perfis de solos representativos. Para cada perfil foram separados os seus respectivos horizontes e posteriormente foram feitas as descrições morfológicas e a coleta das amostras dos mesmos segundo Santos et al. (2005). Posteriormente, as amostras desses perfis de solos foram secas ao ar e passadas em peneira de malha de 2 mm de espessura para se obter a Terra Fina Seca ao Ar – TFSA onde foram submetidas às análises físicas e químicas como preconizada pela Teixeira et al. (2017) e Profert (2005) (APÊNDICE). Os solos foram classificados até o quarto nível categórico seguindo as normas estabelecidas pelo SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018) (Tabela 1).

Para as análises físicas examinaram-se: areia grossa (AG), areia fina (AF), areia, silte, argila, argila dispersa em água (ADA), grau de flocculação (GF), relação silte/argila (R S/A), classe textural dos solos em estudo, densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade. Em relação às análises químicas, determinaram-se os valores de pH, fósforo (P), carbono (C), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ), alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), CTC Potencial (T), atividade de argila, saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m), conforme preconizado em Teixeira et al. (2017).

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, utilizando solução de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> como dispersante químico, e agitação mecânica por 16h em agitador do tipo Wagner, 50rpm. Determinou-se a argila dispersa em água com 10g de solo para 200 mL de água deionizada em agitação mecânica por 16h em 50 rpm. Calculou-se o grau de flocculação (TEIXEIRA et al. 2017). A relação silte/ argila (proporção do silte pela proporção de argila total) obtidos da análise granulométrica. Outra análise física realizada foi de densidade do solo e porosidade total. A análise de densidade do solo seguiu o método de Teixeira et al. (2017) que consiste coleta de uma massa de amostra em um cilindro com volume previamente conhecido. A massa dessa amostra é calculada de acordo com a sua pesagem após o processo de secagem em estufa. Para a análise de porosidade, primeiro determinou-se a microporosidade onde as amostras foram colocadas em uma mesa de tensão sob pressão de 0,60 m de coluna d'água e pesagem posterior ao equilíbrio e a secagem. De posse dos dados de microporosidade, calculou-se os valores de macroporosidade.

O cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; o potássio (K), sódio (Na) e fósforo (P) disponível, por Mehlich-1; A partir dos resultados das análises químicas, calculou-se a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação por bases (V %) e por Al (m). O pH foi determinado potenciométricamente, utilizando-se relação 1:2,5 de solo: em água e em KCl 1 mol/L (TEIXEIRA et al., 2017). O C orgânico total foi determinado a partir método de oxidação via úmida, com aquecimento externo e a matéria orgânica, foi estimada com base no C orgânico total (MENDONÇA & MATOS, 2017).

Para a caracterização mineralógica utilizaram-se os horizontes superficiais (A) e subsuperficiais diagnósticos (B) dos 16 perfis coletados. Foi feita a remoção da matéria orgânica com hipoclorito de sódio e pH ajustado a 9,5 (MOORE E REYNOLDS, 1997), aquecido a 90 °C durante uma hora sob agitação periódica. Buscou-se promover a dispersão inicial do solo adicionando ao tubo de centrífuga 35 ml de solução NaCl 0,5 mol/L, repetindo-se por mais uma vez. Utilizou-se 35 ml de hipoclorito de sódio a pH 9,5 buscando eficiência na oxidação da matéria orgânica, repetindo-se por mais uma vez em ambas as fases. Após a matéria orgânica já removida, iniciou-se a análise física de separação das frações areia, silte e argila. A fração areia foi obtida por peneiramento e para a separação do silte e argila por sedimentação (TEIXEIRA et al, 2018). A partir da dispersão do material e sifonamento, foi feita a retirada da fração argila. Esse procedimento foi repetido até que os sobrenadantes retirados não apresentassem turbidez. Com as frações devidamente separadas, foi realizada a análise de difração de raio-X em um goniômetro equipado com um tubo de cobre. Foi utilizado intervalo de leitura de 5 a 40° para a fração areia e silte e o intervalo de 4 a 70° para a fração argila. As análises foram realizadas no modo “*continuous scan*” com a configuração de 1.2 °2 $\theta$ / min. As fases minerais foram identificadas de forma qualitativa usando o *software Match! 3* e os associados a base de dados.

### **2.3 Determinação de elementos-traço**

Realizou-se a quantificação dos teores pseudo-totais de elementos traços a partir da extração em água régia invertida descrita através da USEPA 3051A (2007). Para isso, pesou-se 0,5g de solo e adicionou-se 9 ml de HNO<sub>3</sub> e 3 ml de HCl concentrado. A digestão dessas amostras foi feita em forno micro-ondas de sistema *Ethos*. A determinação dos teores de elementos-traços foi através do espectrofotômetro de absorção atômica GBC-SAVANTAA. Analisaram-se os teores dos seguintes elementos: cobre (Cu), crômio (Cr), cobalto (Co), ferro (Fe), chumbo (Pb), manganês (Mn) e zinco (Zn). O controle de qualidade da análise foi realizado usando amostras em

branco e a amostra certificada ERM-CC141 - Solo argiloso (elementos traços). As taxas de recuperação para os metais Cu, Cr, Co, Fe, Pb, Mn e Zn, foram de: 85, 119, 101, 95, 119, 104 e 88 %, respectivamente.

### **2.3.1 Análises estatísticas**

Com os resultados dos teores de elementos traços, foram feitas análises descritivas (média, erro padrão da média). Com os dados dos atributos avaliados realizaram-se análises de correlação de Pearson e Análises de Componentes Principais (ACP). Para a ACP, retirou-se algumas variáveis evitando a redundância de informações. Na ACP, fatores principais (componentes principais) que respondem pela maior parte da variabilidade de todas as variáveis são identificados, decompondo-se a matriz de correlação ou covariância, sendo no presente estudo utilizada a matriz de correlação. (HAIR et al., 2009). A ACP foi realizada do programa R, pacote “*Vegan*” (*R Development Core Team*, 2016).

### **2.4 Produção de Mapas**

Os mapas foram elaborados a partir da base de dados correspondente aos mapas exploratórios-reconhecimentos (OLIVEIRA et al., 1983 e SANTOS; VIEIRA; SILVA, 1987) (produzidos de mapas básicos 1:250.000) e Geologia foram disponibilizadas pelo Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES).

Foi elaborado o mapa na escala de 1:400.000 a partir das informações disponibilizadas pelo GEOBASES (Espírito Santo), utilizando a base de dados da Embrapa (1978). O Modelo Digital de Elevação (DEM), obtido da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução de 30 m foi utilizado para os mapas de altitude (m) e declive (%), o qual foi gerado usando-se o software SAGA versão 2.0.2 (*System for Automated Geoscientific Analyzes*, 2005). A partir dos dados de precipitação (CUNHA et al, 2016) e da estimativa da temperatura média do ar (PEZZOPANE et al, 2004), foi calculada a evapotranspiração potencial pelo método proposto por Thornthwaite & Mather (1955). Os cálculos foram realizados com o auxílio do programa “*BHnorm*” (ROLIM et al. 1998), assumindo-se uma capacidade máxima de armazenamento de água no solo igual a 100 mm. Foi calculada a diferença entre Precipitação Anual e Evapotranspiração Potencial (P-ETP). Os dados de lineamento foram obtidos de Peixoto-Oliveira et al. (2018).

Foram calculadas a média e desvio padrão (valores dos pixels) das variáveis geoambientais dentro de cada unidade de mapeamento, assim com os valores atribuídos ao ponto de coleta dos perfis.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Classificação e caracterização dos solos**

Foram coletados 15 perfis em 4 unidades geomorfológicas na BHRI (Pontões, depressão, patamares escalonados e morros e montanhas). Todos os perfis foram classificados de acordo com a Embrapa (2018) e as suas classificações até o quarto nível categórico encontram-se na tabela 1. Entre as classes coletadas, houve um predomínio de Latossolos, correspondendo à 9 perfis. Além da classe dos Latossolos, também foram classificados 3 perfis como Argissolo, 2 como Nitossolo e 1 como Vertissolo.

Apenas o PAd, PVAd, Pve apresentaram relação textural (B/A) suficiente para configurar um incremento de argila em profundidade, ou seja, o cálculo da média aritmética do teor total de argila do horizonte B dividida pela média do total de argila do horizonte A foi suficiente para enquadrar os solos como horizonte diagnóstico B textural (Bt). Segundo os critérios da Embrapa (2018), os solos com teores de argila maiores que 400 g/kg no horizonte A, devem apresentar relação maior que 1,50; ou solos cujo o horizonte A apresentem teores de argila entre 150 e 400 g/kg devem possuir relação maior que 1,7; ou solos com horizonte A apresentem total de argila menor que 150 g/kg devem possuir relação maior que 1,8.

Sendo assim, os solos PAd, PVAd, Pve apresentaram relação textural igual à 2,4, 1,7 e 1,9, respectivamente. O horizonte superficial desses solos apresentou teores de argila total iguais à 269 g/kg, 395,5 g/kg e 213 g/kg.

O horizonte B latossólico (Bw) dos Latossolos identificados na PC-BHRI, foram classificados a partir estrutura granular e também aos baixos teores de silte atrelados a relação silte/argila menor que 0,7. Desta forma, entre os 9 Latossolos coletados, o LAd, LVAd3, LAd3 possuem os menores teores de silte e conseqüentemente as menores relações silte/argila. Os valores de silte variam 6 g/kg até 206 g/kg, enquanto a relação silte/argila 0,01 a 0,6 g/kg.

O NVe1 e NVe2 foram classificados como Nitossolos, pois ambos apresentaram teor de argila acima de 300 g/kg e cerosidade no mínimo comum e moderada. O horizonte B nítico, classificado como Bn1, do NVe2 apresentou uma cerosidade

abundante e forte. Já o VXo foi classificado como Vertissolo por conter argila total variando 309 a 341 g kg no horizonte B, conter *slickensides*.

**Tabela 1** – Solos coletados, identificação e classificação

| Ponto | Sigla             | Classificação  | Unidade Geomorfológica                    |
|-------|-------------------|--|---|
| P1    | LVA <sub>d</sub>  | LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO<br>distrófico típico      | Pontões da BHRI                           |
| P2    | LVA <sub>d1</sub> | LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO<br>distrófico argissólico | Pontões da BHRI                           |
| P3    | PA <sub>d</sub>   | ARGISSOLO AMARELO distrófico<br>abruptico            | Depressão do Rio Itapemirim               |
| P4    | PVA <sub>d</sub>  | ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO<br>distrófico típico      | Depressão do Rio Itapemirim               |
| P5    | LVA <sub>e</sub>  | LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO<br>eutrófico típico       | Pontões da BHRI                           |
| P6    | NVe <sub>1</sub>  | NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico                  | Pontões da BHRI                           |
| P7    | NVe <sub>2</sub>  | NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico                  | Depressão do Rio Itapemirim               |
| P8    | VX <sub>o</sub>   | VERTISSOLO HÁPLICO órtico<br>chernossólico           | Depressão do Rio Itapemirim               |
| P9    | Pv <sub>e</sub>   | ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico                  | Patamares Escalonados                     |
| P11   | LA <sub>d</sub>   | LATOSSOLO AMARELO distrófico típico                  | Depressão do Rio Itapemirim               |
| P12   | LA <sub>d2</sub>  | LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico                  | Morros e Montanhas centro sul<br>capixaba |
| P13   | LVA <sub>d2</sub> | LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO<br>distrófico típico      | Depressão do Rio Itapemirim               |
| P14   | LVA <sub>d3</sub> | LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO<br>distrófico típico      | Depressão do Rio Itapemirim               |
| P15   | LVA <sub>a</sub>  | LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO<br>alumínico típico       | Depressão do Rio Itapemirim               |
| P16   | LA <sub>d3</sub>  | LATOSSOLO AMARELO Distrófico<br>argissólico          | Depressão do Rio Itapemirim               |

### 3.1.1 Atributos Químicos dos Solos

Os parâmetros químicos são muito importantes para classificar o terceiro nível categórico dos solos. Os valores de saturação por bases e saturação por alumínio definem as classes dos Latossolos, Argissolos e Nitossolos no terceiro nível categórico.

Os solos coletados em maiores altitudes e situados em unidades geomorfológicas mais movimentadas, como os pontões da bacia do rio doce e Itapemirim e os morros e montanhas centro sul capixaba, tenderam a apresentar menores valores de saturação por bases quando comparados com os solos coletados nas baixadas das unidades geomorfológicas da depressão do rio Itapemirim.

Sendo assim, os valores de saturação por bases do horizonte A variaram entre 7 a 76%, enquanto os dos horizontes diagnósticos variaram entre 10 e 81% (Tabela 2). Os dois Nitossolos coletados (NVe<sub>1</sub> e NVe<sub>2</sub>) possuem saturação por bases acima de 50%. No NVe<sub>1</sub> os teores variam entre 53 a 59%. Já o NVe<sub>2</sub> e VX<sub>o</sub> (unidade Depressão

Rio Itapemirim) foram os solos com horizonte diagnóstico com maiores valores de saturação por bases, variando entre 71 a 76% e 70 a 81%, respectivamente.

Levando em consideração os Latossolos, apenas um apresentou-se eutrófico (LVAe). Os demais são distróficos e o LVAd3 apresentou caráter alumínico. Entre eles, os solos mais distróficos são o LVAd1 e LVAd3, ambos se encontram em elevadas altimetrias. Os perfis P8, P7 e P1 destacam-se pelos maiores teores de K no horizonte diagnóstico, assim como o P7 e P8 com maiores teores de Ca trocável. Já os maiores teores de Al trocável forma observados em P9, P15 e P11.

Nos horizontes superficiais dos 4 perfis coletados na unidade geomorfológica de Pontões da Bacia do rio Itapemirim, os valores de pH em água variaram de 4,9 a 6, ou seja, a acidez do solo variou de elevada a fraca, respectivamente (IBGE, 2015). Os teores de  $Al^{3+}$  variaram de nulo a médio ( $0$  a  $0,8$   $cmol_c\ kg^{-1}$ ). Os valores de soma de bases também variaram entre médio a alto ( $1,3$  a  $7,6$   $cmol_c\ kg^{-1}$ ). O P12 foi o único perfil coletado no Morro e Montanha Capixaba, com valores de pH em água de 5,1 a 5,7 (extremamente ácido a fortemente ácido) e pH em KCl entre 4 a 4,5. No P9, coletado em na unidade Patamares escalonados, os valores de pH em água foram extremamente ácidos (3,9 a 4) e em KCl foram fortemente ácidos (4,8 a 5). Os valores de alumínio foram maiores que os dos solos coletados nas unidades de pontões e morros capixabas, eles variaram de 0,8 a 2  $cmol_c\ kg^{-1}$ . Os tores de  $K^+$  foram semelhantes ao longo do perfil, em torno de 46 mg/kg.

Os solos coletados na unidade de Depressão do Rio Itapemirim apresentaram faixas de pH maiores que os demais, eles variaram de extremamente ácido a moderadamente alcalino (IBGE, 2015) para pH em água. Entre os perfis dessa unidade, destacam-se os valores de pH do NVe2 que foram os mais elevados. Os valores de pH em água variaram entre 7,3 a 8,0 e de pH em KCl entre 6,4 a 7,4. Entre os valores de cátions básicos, destacam-se o NVe2 e VXo com os mais elevados teores de  $Ca^{2+}$  onde o primeiro varia entre 1,65 a 11  $cmol_c\ kg^{-1}$  e o segundo entre 6,9 a 10  $cmol_c\ kg^{-1}$ . O horizonte A do LVAd3 possui 10  $cmol_c\ kg^{-1}$  de Ca no horizonte Ap que diminui drasticamente em profundidade, indicando contribuição externa. Nesta área, o uso do solo está sob cultivo de café e o uso de corretivos no horizonte superficial acaba contribuindo para os elevados teores de Ca. Nesta unidade, o LAd3 foi o perfil que apresentou a maior pobreza química em termos de cátions básicos.

Quanto à matéria orgânica, o VXo e LVAd3 apresentaram os maiores teores de carbono orgânico. O VXo variou de 31 a 39 g/kg e o LVAd3 variou 7,6 a 24 g/kg, sendo os maiores teores nos horizontes superficiais. O valor de 39 g/kg de C no horizonte superficial do VXo, enquadrou o mesmo como chernossólico no quarto nível categórico. Os solos coletados na depressão do Rio Itapemirim apresentaram horizontes

subsuperficiais com maiores valores de CTCarg, com o VXo apresentando valor de 77,7 cmol<sub>c</sub>/kg.

**Tabela 2** – Atributos químicos dos solos coletados na BHRI.

| Hz  | pH<br>(KCl) | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | Complexo Sortivo |                |                  |                  |      |                   |      |           |            |          |          | C<br>g/kg |
|---|-------------|--------------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|------|-------------------|------|-----------|------------|----------|----------|-----------|
|   |             |                          | P                | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC<br>ef | CTC<br>Arg | V<br>(%) | m<br>(%) |           |
|   |             |                          |                  |                |                  |                  |      |                   |      |           |            |          |          |           |
| <b>P1 – LVAd - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico</b>       |             |                          |                  |                |                  |                  |      |                   |      |           |            |          |          |           |
| A1  | 4           | 5,8                      | 6                | 141            | 3,7              | 0,90             | 5,3  | 0,8               | 10,6 | 15,9      | 38,4       | 33       | 13       | 8,2       |
| A2  | 5,4         | 5,7                      | 7                | 189            | 1,6              | 0,70             | 3,13 | 0,0               | 7,9  | 11        | 26,2       | 28       | 0        | 7,6       |
| Bw1   | 4,5         | 3,7                      | 0,9              | 168            | 1,2              | 0,60             | 2,55 | 0,10              | 8,2  | 10,7      | 21,8       | 24       | 4        | 1         |
| Bw2   | 4,5         | 3,3                      | 0,7              | 52             | 0,7              | 0,3              | 1,32 | 0,15              | 8,1  | 9,4       | 18,5       | 14       | 10,2     | 1,5       |
| BC  | 4,8         | 4,9                      | 0,7              | 55             | 0,8              | 0,0              | 1,10 | 0,25              | 6,3  | 7,4       | 18,04      | 15       | 18,6     | 0,90      |
| <b>P2 – LVAd1 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico argissólico</b> |             |                          |                  |                |                  |                  |      |                   |      |           |            |          |          |           |
| A   | 5,3         | 4,9                      | 2,5              | 96             | 4                | 1,7              | 6,3  | 0,1               | 7,1  | 13,4      | 30,32      | 47       | 1,56     | 1,8       |
| AB  | 5           | 5,9                      | 0,7              | 36             | 2,4              | 0,2              | 3,1  | 0,0               | 6,3  | 9,3       | 20,8       | 33       | 0        | 0,6       |
| Bw1   | 5,1         | 6,0                      | 0,3              | 21             | 3,23             | 0,0              | 3,7  | 0,0               | 6,8  | 10,5      | 18,9       | 35       | 0        | 0,6       |
| Bw2   | 5,5         | 6,3                      | 1,9              | 19             | 3,2              | 0,0              | 3,6  | 0,0               | 6,1  | 9,7       | 14         | 37       | 0        | 0,2       |
| Bw3   | 5,5         | 5,5                      | 2,3              | 27             | 2,1              | 0,4              | 3,3  | 0,0               | 6,4  | 9,7       | 14,6       | 34       | 0        | 0,5       |
| <b>P3 – PAd – ARGISSOLO AMARELO distrófico abruptico</b>              |             |                          |                  |                |                  |                  |      |                   |      |           |            |          |          |           |
| A1  | 5,7         | 5,1                      | 0,4              | 231            | 2,8              | 2,6              | 6,3  | 0,2               | 5,7  | 12        | 44         | 52       | 3,08     | 3,2       |
| A2  | 5,3         | 6,2                      | 0,1              | 45             | 2,2              | 1,8              | 4,2  | 0,0               | 7    | 11,2      | 42,1       | 37       | 0        | 1,13      |
| Bt1   | 5,4         | 5,1                      | 0,25             | 12             | 2,4              | 3,3              | 5,8  | 0,0               | 6,6  | 12,4      | 21         | 46       | 0        | 1         |
| Bt2   | 4,4         | 3,6                      | 0,11             | 19             | 1,4              | 2,5              | 4,0  | 0,3               | 8,5  | 12,5      | 18         | 32       | 7        | 0,0       |
| BC  | 4           | 5,4                      | 0,6              | 16             | 1,0              | 3,4              | 4,5  | 0,35              | 7,5  | 12        | 21         | 37       | 7,3      | 0,7       |
| <b>P4 – PVAd – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico</b>       |             |                          |                  |                |                  |                  |      |                   |      |           |            |          |          |           |
| A   | 6,7         | 6                        | 1                | 179            | 7,8              | 6,5              | 15,1 | 0,0               | 4,7  | 19,8      | 51         | 76       | 0        | 2,1       |
| AB  | 5,8         | 6,9                      | 0,2              | 194            | 4,5              | 3                | 8,1  | 0,0               | 5,4  | 13,5      | 33,5       | 60       | 0        | 1,6       |
| BA  | 5,2         | 4,7                      | 0,4              | 17             | 4                | 1,8              | 5,8  | 0,2               | 6,1  | 12        | 22,4       | 49       | 3,31     | 0,8       |
| Bt1   | 5,4         | 5,4                      | 0,4              | 25             | 4                | 2,2              | 6,3  | 0,2               | 7,2  | 13,5      | 18,13      | 47       | 3,09     | 1,2       |
| Bt2   | 4,7         | 5,3                      | 0,3              | 27             | 4                | 2,0              | 6,1  | 0,2               | 6,2  | 12,3      | 17,91      | 49       | 3,19     | 0,3       |
| Bt3   | 4,2         | 3,7                      | 0,2              | 21             | 5                | 2,0              | 7,1  | 0,3               | 6,3  | 13,4      | 24,84      | 53       | 4,07     | 0,25      |

Hz=Horizonte; P= Fósforo; K= Potássio; Ca= Cálcio; Mg=Magnésio; SB= Soma de Bases; Al= Alumínio; H+Al= Acidez potencial; CTC ef= Capacidade de troca catiônica efetiva; CTC arg = Capacidade de troca catiônica da fração argila; V(%)= Soma de bases; m(%)= Saturação por alumínio; C= Carbono.

**Tabela 2 – Continuação**

| Hz   | Complexo Sortivo |                       |      |  |                  |                  |          |                   |      |        |         |       |       | C    |      |
|--|------------------|-----------------------|------|--|------------------|------------------|----------|-------------------|------|--------|---------|-------|-------|------|------|
|  | pH (KCl)         | pH (H <sub>2</sub> O) | P    | K <sup>+</sup>                                 | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | SB       | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC Arg | V (%) | m (%) |      | g/kg |
|  | mg/kg            |                       |      | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |                  |          |                   |      |        |         |       |       |      |      |
| <b>P5 – LVAe - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico</b> |                  |                       |      |  |                  |                  |          |                   |      |        |         |       |       |      |      |
| A1   | 4,5              | 5,4                   | 0,7  | 92   | 4.4              | 5.7              | 10.81    | 0.15              | 6.2  | 17.01  | 39      | 64    | 1.37  | 3.7  |      |
| A2   | 4,8              | 5,5                   | 0,7  | 207  | 4.8              | 1.8              | 7.18     | 0.35              | 6.99 | 14.17  | 26.44   | 51    | 4.65  | 1.6  |      |
| BA   | 5,3              | 5,8                   | 1,4  | 138  | 4                | 1                | 5.37     | 0                 | 6.37 | 11.74  | 20.06   | 46    | 0     | 1.4  |      |
| Bw1  | 5,6              | 5,9                   | 2,5  | 138  | 3.4              | 1.8              | 5.58     | 0                 | 5.02 | 10.6   | 16.96   | 53    | 0     | 0.55 |      |
| Bw2  | 5,3              | 5,6                   | 3,1  | 92   | 2.9              | 3.3              | 6.46     | 0                 | 6.58 | 13.04  | 18.6    | 50    | 0     | 0.3  |      |
| Bw3  | 4,8              | 5,1                   | 4    | 92   | 1.3              | 4.5              | 6.07     | 0.2               | 6.15 | 12.22  | 19.04   | 50    | 3.19  | 0.2  |      |
| <b>P6 – NVe1 – NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico</b>         |                  |                       |      |  |                  |                  |          |                   |      |        |         |       |       |      |      |
| A  | 4,9              | 6                     | 0.06 | 46   | 4.9              | 4.5              | 9.6      | 0                 | 6.5  | 16.1   | 40.24   | 60    | 0     | 23   |      |
| BA   | 4,5              | 5.7                   | 0.01 | 69   | 4.7              | 0.02             | 4.97     | 0                 | 5.3  | 10.27  | 18.17   | 48.4  | 0     | 12   |      |
| Bn1  | 5                | 6.3                   | 0.07 | 99   | 5                | 0.4              | 5.67     | 0                 | 5.1  | 10.77  | 18.34   | 53    | 0     | 5    |      |
| Bn2  | 5,4              | 6.7                   | 0.05 | 92   | 4.9              | 2.4              | 7.56     | 0                 | 5.3  | 12.86  | 17.57   | 59    | 0     | 5    |      |
| Bn3  | 5,8              | 6.9                   | 0.2  | 92   | 3.6              | 1                | 4.85     | 0                 | 3.9  | 8.75   | 11.88   | 56    | 0     | 4    |      |
| <b>P7 – NVe2 – NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico</b>         |                  |                       |      |  |                  |                  |          |                   |      |        |         |       |       |      |      |
| A  | 7,4              | 8                     | 0.76 | 138  | 1.7              | 4.5              | 6.7      | 0                 | 4.4  | 11     | 23.8    | 60    | 0     | 4.6  |      |
| BA   | 7                | 8                     | 0.07 | 115  | 5.5              | 1.9              | 7.7      | 0                 | 4    | 11.8   | 22      | 66    | 0     | 4.4  |      |
| Bn1  | 6,8              | 7,9                   | 0.03 | 138  | 11               | 0.7              | 12.<br>1 | 0                 | 4.1  | 16.2   | 24.4    | 75    | 0     | 4.4  |      |
| Bn2  | 6,4              | 7,4                   | 0.03 | 115  | 10.9             | 2.8              | 14       | 0                 | 4.3  | 18.3   | 25.8    | 76    | 0     | 4.2  |      |
| Bn3  | 6,4              | 7,3                   | 0.06 | 115  | 8.7              | 2                | 11       | 0                 | 4.5  | 15.5   | 20.7    | 71    | 0     | 3    |      |
| <b>P8 – Vxo - VERTISSOLO HÁPLICO órtico chernossólico</b>      |                  |                       |      |  |                  |                  |          |                   |      |        |         |       |       |      |      |
| A  | 4,5              | 5,6                   | 2.7  | 368  | 7.6              | 14.8             | 23.<br>4 | 0                 | 8.7  | 32.1   | 101.7   | 73    | 0     | 39   |      |
| AB   | 4,7              | 5,8                   | 1.6  | 368  | 6.9              | 6.5              | 14.<br>4 | 0                 | 7.7  | 22.1   | 73.8    | 65    | 0     | 38   |      |
| Bv1  | 5                | 6,9                   | 1    | 414  | 7                | 6.3              | 14.<br>4 | 0                 | 6    | 20.4   | 59.9    | 71    | 0     | 31   |      |
| Bv2  | 5,5              | 7,4                   | 1.1  | 805  | 10               | 12               | 24.<br>1 | 0                 | 5.4  | 29.5   | 95.5    | 82    | 0     | 33   |      |
| <b>P9 – PVe – ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico</b>          |                  |                       |      |  |                  |                  |          |                   |      |        |         |       |       |      |      |
| A  | 4                | 5                     | 0.1  | 45.9   | 4.6              | 0.8              | 5.9      | 0.8               | 5.3  | 11.2   | 52.5    | 53    | 12    | 9.3  |      |
| BA   | 3,9              | 5                     | 0.04 | 45.9   | 2.4              | 0                | 2.8      | 2.0               | 3.2  | 6      | 15.8    | 46    | 42,5  | 9.1  |      |
| Bt1  | 3,9              | 5                     | 0    | 45.9   | 5                | 0                | 5.4      | 1.6               | 3.9  | 9.3    | 20.9    | 58    | 23.4  | 9.1  |      |
| Bt2  | 4,1              | 4,8                   | 0    | 45.9   | 5                | 1.4              | 6.7      | 1.5               | 4.3  | 11     | 23.3    | 61    | 19    | 9.1  |      |
| BC   | 4,5              | 5,3                   | 0.02 | 45.9   | 6                | 1.7              | 7.9      | 0.4               | 1.9  | 9.8    | 27.8    | 81    | 4.8   | 8    |      |

Hz=Horizonte; P= Fósforo; K= Potássio; Ca= Cálcio; Mg=Magnésio; SB= Soma de Bases; Al= Alumínio; H+Al= Acidez potencial; CTC ef= Capacidade de troca catiônica efetiva; CTC arg = Capacidade de troca catiônica da fração argila; V(%)= Soma de bases; m(%)= Saturação por alumínio; C= Carbono.



**Tabela 2** – Continuação

| Hz  | Complexo Sortivo |                          |   |  |                  |                  |      |                   |      |           |            |       |          | C   |      |
|---|------------------|--------------------------|---|--|------------------|------------------|------|-------------------|------|-----------|------------|-------|----------|-----|------|
|   | pH<br>(KCl)      | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | P | K <sup>+</sup>                                 | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC<br>ef | CTC<br>Arg | V (%) | m<br>(%) |     | g/kg |
|   | mg/kg            |                          |   | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |                  |      |                   |      |           |            |       |          |     |      |
| <b>P11 – LAd – LATOSSO AMARELO distrófico típico</b>              |                  |                          |   |  |                  |                  |      |                   |      |           |            |       |          |     |      |
| A   | 4,9              | 5,9                      | 0 | 69   | 3.1              | 1.4              | 4.8  | 0                 | 3.3  | 8.1       | 13.9       | 59    | 0        | 9.2 |      |
| AB  | 5,2              | 6,4                      | 0 | 46   | 5.8              | 0                | 5.9  | 0                 | 2.3  | 8.2       | 13.3       | 72    | 0        | 9   |      |
| BA  | 4                | 5                        | 0 | 46   | 8                | 0                | 8.1  | 1.1               | 2.5  | 10.6      | 15.6       | 76    | 11.9     | 9.1 |      |
| Bw1   | 4                | 5                        | 0 | 23   | 1.3              | 0.4              | 1.8  | 1.0               | 3.1  | 4.9       | 7.1        | 37    | 36.7     | 8.9 |      |
| Bw2   | 4,1              | 5                        | 0 | 23   | 4                | 0.8              | 4.9  | 0.8               | 2.2  | 7.1       | 10.1       | 69    | 14.8     | 8.7 |      |
| Bw3   | 3,9              | 4,8                      | 0 | 24   | 1.88             | 0.7              | 2.7  | 1.3               | 1.8  | 4.5       | 6.2        | 60    | 33.6     | 7.6 |      |
| Bw4   | 4                | 4,7                      | 0 | 24   | 0.5              | 0                | 0.6  | 0.7               | 2.9  | 3.5       | 4.9        | 17    | 54.3     | 8.9 |      |
| <b>P12 – LAd2 – LATOSSOLO AMARELO distrófico típico</b>           |                  |                          |   |  |                  |                  |      |                   |      |           |            |       |          |     |      |
| A1  | 4,5              | 5,4                      | 0 | 46   | 4.7              | 1.3              | 6.1  | 0                 | 4.5  | 10.6      | 32.2       | 58    | 0        | 8.9 |      |
| A2  | 4,3              | 5,7                      | 0 | 46   | 5.2              | 1.4              | 6.7  | 0                 | 5.8  | 12.5      | 33.1       | 54    | 0        | 8.7 |      |
| AB  | 4,2              | 5,7                      | 0 | 46   | 3.8              | 1.6              | 5.5  | 0                 | 5.2  | 10.7      | 20         | 52    | 0        | 7.5 |      |
| Bw1   | 4                | 5,1                      | 0 | 46   | 1.8              | 0                | 1.9  | 0.8               | 4.2  | 6.1       | 11.6       | 31    | 29.4     | 8.1 |      |
| Bw2   | 4,1              | 5,2                      | 0 | 46   | 1.4              | 0.04             | 1.6  | 0.85              | 5.3  | 6.9       | 13.3       | 23    | 35.3     | 8.3 |      |
| Bw3   | 4,2              | 5,3                      | 0 | 46   | 1                | 0.4              | 1.5  | 0.6               | 6.5  | 8.0       | 16.3       | 19    | 28.3     | 8.7 |      |
| <b>P13 – LVAd2 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico</b> |                  |                          |   |  |                  |                  |      |                   |      |           |            |       |          |     |      |
| A1  | 4,4              | 5,6                      | 0 | 46.1   | 0.2              | 0.01             | 0.33 | 0                 | 4.5  | 4.8       | 15.9       | 6.8   | 0        | 9   |      |
| A2  | 4                | 5,3                      | 0 | 43   | 0.2              | 0.7              | 1.0  | 0.05              | 4.3  | 5.3       | 12.5       | 19    | 4.7      | 9   |      |
| AB  | 4,1              | 5                        | 0 | 46.1   | 1.2              | 0                | 1.3  | 0.6               | 3.8  | 5.1       | 10         | 26    | 31.2     | 8.7 |      |
| Bw1   | 4,2              | 4,9                      | 0 | 46.2   | 0.6              | 1                | 1.7  | 0.55              | 3.1  | 4.8       | 8.3        | 36    | 24.2     | 8.5 |      |
| Bw2   | 4,2              | 4,8                      | 0 | 46   | 0.05             | 0.8              | 0.97 | 0.55              | 3.6  | 4.6       | 10.2       | 21    | 36.2     | 8.3 |      |
| Bw3   | 4,2              | 4,7                      | 0 | 46.1   | 0.7              | 0.01             | 0.83 | 0.7               | 2.8  | 3.6       | 13.9       | 22    | 45.8     | 7.9 |      |

Hz=Horizonte; P= Fósforo; K= Potássio; Ca= Cálcio; Mg=Magnésio; SB= Soma de Bases; Al= Alumínio; H+Al= Acidez potencial; CTC ef= Capacidade de troca catiônica efetiva; CTC arg = Capacidade de troca catiônica da fração argila; V(%)= Soma de bases; m(%)= Saturação por alumínio; C= Carbono.

**Tabela 2 – Continuação.**

| Hz  | Complexo Sortivo |                       |       |                |                  |                  |      |                                    |      |        |         |       |       | C    |      |
|---|------------------|-----------------------|-------|----------------|------------------|------------------|------|------------------------------------|------|--------|---------|-------|-------|------|------|
|   | pH (KCl)         | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup>                  | H+Al | CTC ef | CTC Arg | V (%) | m (%) |      | g/kg |
|   |                  |                       | mg/kg |                |                  |                  |      | cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> |      |        |         |       |       |      |      |
| <b>P14 – LVAd3 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico</b> |                  |                       |       |                |                  |                  |      |                                    |      |        |         |       |       |      |      |
| Ap  | 4,8              | 5,4                   | 2.7   | 22.9           | 10               | 1.1              | 11.2 | 0.1                                | 9.7  | 20.9   | 57.6    | 53    | 1.3   | 21.2 |      |
| A   | 4,2              | 5                     | 0     | 22.9           | 1                | 0.3              | 1.4  | 0.8                                | 10.5 | 11.9   | 29.6    | 12    | 37    | 24   |      |
| BA  | 4,3              | 4,7                   | 0     | 22.7           | 4.1              | 0                | 4.2  | 0.6                                | 6.1  | 10.3   | 22.9    | 41    | 13.5  | 7.7  |      |
| Bw1   | 4,4              | 5                     | 0     | 22.7           | 0.8              | 0.04             | 0.9  | 0.7                                | 8.3  | 9.2    | 18.7    | 9.8   | 45.5  | 7.6  |      |
| Bw2   | 4,2              | 4,9                   | 0     | 22.8           | 0.4              | 0.4              | 0.9  | 0.7                                | 5.4  | 6.3    | 18.3    | 14    | 46.6  | 8.2  |      |
| BC  | 4,2              | 5,1                   | 0     | 45.8           | 0.2              | 0                | 0.3  | 0.5                                | 4.6  | 4.9    | 22.8    | 6.5   | 63.4  | 8.5  |      |
| C   | 4,3              | 4,8                   | 0     | 45.8           | 1.1              | 0                | 1.2  | 0.7                                | 3    | 4.2    | 12.8    | 29    | 38.1  | 6.6  |      |
| <b>P15 – LVAa – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO aluminico típico</b>   |                  |                       |       |                |                  |                  |      |                                    |      |        |         |       |       |      |      |
| A   | 4,3              | 5,2                   | 0     | 138            | 4.3              | 0.6              | 5.2  | 0.25                               | 4.7  | 9.9    | 16.5    | 53    | 4.5   | 8.5  |      |
| AB  | 3,5              | 4                     | 0     | 23             | 4.3              | 0.04             | 4.4  | 1.35                               | 6.6  | 11     | 20.2    | 40    | 23.5  | 8.7  |      |
| BA  | 3,8              | 3,9                   | 0     | 23             | 4.3              | 0                | 4.4  | 1.6                                | 5.8  | 10.2   | 17.6    | 43    | 26.9  | 8    |      |
| Bw1   | 3,9              | 3,5                   | 0     | 23.1           | 0.4              | 0                | 0.5  | 1.9                                | 2.7  | 3.2    | 5.4     | 14    | 80.5  | 7.7  |      |
| Bw2   | 4,1              | 4                     | 0     | 15.6           | 0.3              | 0                | 0.34 | 0.9                                | 3    | 3.4    | 5.1     | 10    | 72.6  | 8.1  |      |
| Bw3   | 4,2              | 4,5                   | 0     | 23.7           | 0.5              | 0.8              | 1.4  | 0.85                               | 2.3  | 3.7    | 6       | 37    | 38.4  | 8.7  |      |
| <b>P16 – LAd3 – LATOSSOLO AMARELO distrófico argissólico</b>      |                  |                       |       |                |                  |                  |      |                                    |      |        |         |       |       |      |      |
| A1  | 4,1              | 5,3                   | 0.5   | 45.7           | 0.9              | 0.7              | 1.7  | 0.5                                | 5.9  | 7.6    | 25.4    | 22    | 22.6  | 8.3  |      |
| A2  | 4                | 5,4                   | 0.2   | 45.9           | 1.2              | 0.8              | 2.1  | 0.6                                | 5.1  | 7.2    | 28.1    | 29    | 23.5  | 8.3  |      |
| BA  | 4,3              | 5,5                   | 0.05  | 22.9           | 0.9              | 1.5              | 2.5  | 0.4                                | 4.3  | 6.8    | 18.5    | 36    | 15.5  | 8.1  |      |
| Bw1   | 4,4              | 5,5                   | 0.1   | 23.2           | 0.9              | 1.4              | 2.4  | 0.2                                | 3.9  | 6.3    | 13.2    | 38    | 7.81  | 7.8  |      |
| Bw2   | 4,8              | 5,7                   | 0.3   | 23.4           | 1.4              | 0.9              | 2.4  | 0                                  | 3.9  | 6.3    | 14.1    | 38    | 0     | 7.7  |      |
| BC  | 4,6              | 5,5                   | 0.4   | 22.9           | 1.4              | 0.5              | 2    | 3.3                                | 2    | 3.9    | 8.9     | 50    | 62.7  | 7.4  |      |

Hz=Horizonte; P= Fósforo; K= Potássio; Ca= Cálcio; Mg=Magnésio; SB= Soma de Bases; Al= Alumínio; H+Al= Acidez potencial; CTC ef= Capacidade de troca catiônica efetiva; CTC arg = Capacidade de troca catiônica da fração argila; V(%)= Soma de bases; m(%)= Saturação por alumínio; C= Carbono.

### 3.1.2 Atributos Físicos dos Solos

A granulometria foi um fator relevante para a classificação do quarto nível categórico do PAe, esse solo foi classificado abruptico. Os horizontes superficiais desse perfil apresentaram teor de argila igual à 273 g kg no A1 e 265 g kg no A2. Os horizontes subsuperficiais apresentaram teores totais de argila iguais à 589 g kg para o Bt1 e 698 g kg para o Bt2. Esse aumento no teor de argila maior que 200 g kg entre o horizonte superficial e subsuperficial enquadra o perfil no caráter abruptico.

Tratando-se também de granulometria, os solos coletados na unidade Depressão do Rio Itapemirim PVAd, NVe2 e LAd apresentaram os maiores teores de

argila entre os solos coletados. O primeiro perfil apresentou 388 g/kg de argila no horizonte A obtendo acréscimos de 743 g/kg no horizonte Bt1. Já o segundo apresentou um acréscimo de argila de 463 para 752 g/kg em profundidade. Já no LAd, houve um acréscimo de 580 a 719 g/kg em profundidade. Os solos P4, P7 e P11 se destacam com maiores teores de argila e os solos P8, P14 e P9 com os menores teores no horizonte diagnóstico.

Os solos com maiores teores de areia também foram encontrados na unidade geomorfológica de Depressão do Rio Itapemirim, sendo eles LVAd3 e LAd3. O primeiro possui valores de areia total variando entre 381 a 614 g/kg. O segundo varia entre 484 a 707 g/kg de areia, com maiores contribuições de areia grossa onde os teores entre 370 a 601 g/kg foram os maiores entre os solos coletados. Os solos LAd, LVAA e LAd3 possuem valores de silte e relação silte/argila extremamente baixos.

Os valores de densidade do solo variaram entre 0,90 e 1,60 kg/dm<sup>3</sup> para os horizontes superficiais e 0,94 e 1,70 kg/dm<sup>3</sup> para horizontes subsuperficiais nos solos coletados em unidades como Pontões, Morros e Patamares escalonados. Os solos P8 e P16 se destacam com maior densidade no horizonte diagnóstico, enquanto os solos P2 e P12 com menor densidade (tabela 3). Maiores valores de Mip forma encontrado no P5, P14 e P12 e maiores valores de Map no P15 e P16. Os maiores índices de grau de floculação foram para os perfis LAd, LVAd2 e LVAd3 que apresentaram 100% e dispersão nula em seus horizontes subsuperficiais. Os demais solos apresentaram valores de grau de floculação mais baixos, destacando-se os solos P8, P3 e P16.

**Tabela 3** – Caracterização dos atributos físicos dos solos

| HZ  | AREIA          | SILTE | ARGILA | S/A  | GF  | DS                 | Mip                                     | Map  |
|---|----------------|-------|--------|------|-----|--------------------|---|------|
|   | -----g kg----- |       |        |      | %   | kg/dm <sup>3</sup> | --- cm <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> --- |      |
| <b>P1 – LVAd - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico</b>       |                |       |        |      |     |                    |   |      |
| <b>A1</b>   | 496            | 89    | 415    | 0.21 | 21  | 0.91               | 0.21                                    | 0.16 |
| <b>A2</b>   | 491            | 88    | 421    | 0.21 | 20  | 1.09               | 0.25                                    | 0.15 |
| <b>Bw1</b>  | 437            | 71    | 492    | 0.14 | 100 | 1.02               | 0.28                                    | 0.18 |
| <b>Bw2</b>  | 402            | 89    | 509    | 0.17 | 99  | 1.06               | 0.25                                    | 0.14 |
| <b>BC</b>   | 506            | 84    | 410    | 0.2  | 100 | 1.06               | 0.25                                    | 0.14 |
| <b>P2 – LVAd1 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico argissólico</b> |                |       |        |      |     |                    |   |      |
| <b>A1</b>   | 424            | 134   | 442    | 0.3  | 29  | 1.32               | 0.26                                    | 0.1  |
| <b>AB</b>   | 436            | 115   | 449    | 0.26 | 28  | 1.14               | 0.25                                    | 0.12 |
| <b>Bw1</b>  | 315            | 131   | 554    | 0.24 | 22  | 1.11               | 0.33                                    | 0.12 |
| <b>Bw2</b>  | 217            | 87    | 696    | 0.13 | 99  | 1.08               | 0.34                                    | 0.12 |
| <b>Bw3</b>  | 241            | 95    | 664    | 0.14 | 100 | 0.97               | 0.3                                     | 0.17 |

HZ= Horizonte; S/A= Relação Silte e Argila; GF= Grau de Floculação; DS=Densidade do Solo; Mip= Microporosidade; Map=Macroporosidade.

Tabela 3 – Continuação

| HZ  | AREIA | SILTE | ARGILA | S/A  | GF  | DS                 | Mip                                     | Map  |
|---|-------|-------|--------|------|-----|--------------------|---|------|
| -----g kg-----  |       |       |        |      | %   | kg/dm <sup>3</sup> | --- cm <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> --- |      |
| <b>P3 – PAd – ARGISSOLO AMARELO distrófico abrutico</b>         |       |       |        |      |     |                    |   |      |
| A1  | 664   | 63    | 273    | 0.23 | 26  | 1.11               | 0.19                                    | 0.26 |
| A2  | 655   | 80    | 265    | 0.3  | 34  | 1.18               | 0.2                                     | 0.2  |
| Bt1   | 368   | 43    | 589    | 0.07 | 23  | 0.9                | 0.25                                    | 0.17 |
| Bt2   | 239   | 63    | 698    | 0.09 | 36  | 1.2                | 0.37                                    | 0.13 |
| BC  | 356   | 68    | 576    | 0.12 | 21  | 1.72               | 0.37                                    | 0.05 |
| <b>P4 – PVAd – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico</b> |       |       |        |      |     |                    |   |      |
| A   | 506   | 106   | 388    | 0.27 | 35  | 1.26               | 0.27                                    | 0.14 |
| AB  | 503   | 94    | 403    | 0.23 | 25  | 1.27               | 0.24                                    | 0.26 |
| BA  | 388   | 77    | 534    | 0.14 | 19  | 1.28               | 0.31                                    | 0.09 |
| Bt1   | 242   | 16    | 743    | 0.02 | 35  | 1.31               | 0.35                                    | 0.11 |
| Bt2   | 249   | 56    | 685    | 0.08 | 100 | 1.43               | 0.34                                    | 0.07 |
| BC  | 308   | 154   | 538    | 0.29 | 100 | 1.34               | 0.32                                    | 0.08 |
| <b>P5 – LVAe - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico</b>  |       |       |        |      |     |                    |   |      |
| A1  | 410   | 153   | 437    | 0.35 | 33  | 1.18               | 0.28                                    | 0.31 |
| A2  | 307   | 158   | 536    | 0.29 | 28  | 1.12               | 0.27                                    | 0.25 |
| BA  | 267   | 148   | 585    | 0.25 | 89  | 1                  | 0.32                                    | 0.2  |
| Bw1   | 179   | 195   | 625    | 0.31 | 100 | 1.07               | 0.38                                    | 0.17 |
| Bw2   | 191   | 107   | 701    | 0.15 | 100 | 1.11               | 0.45                                    | 0.12 |
| Bw3   | 214   | 144   | 642    | 0.22 | 100 | 1.22               | 0.41                                    | 0.15 |
| <b>P6 – NVe1 – NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico</b>          |       |       |        |      |     |                    |   |      |
| A   | 466   | 134   | 400    | 0.34 | 0   | 1.27               | 0.32                                    | 0.17 |
| AB  | 322   | 113   | 565    | 0.2  | 20  | 1.34               | 0.32                                    | 0.18 |
| Bn1   | 320   | 93    | 587    | 0.16 | 8   | 1.27               | 0.3                                     | 0.2  |
| Bn2   | 166   | 102   | 732    | 0.14 | 84  | 1.04               | 0.3                                     | 0.25 |
| Bn3   | 155   | 107   | 737    | 0.15 | 99  | 1.05               | 0.33                                    | 0.18 |
| <b>P7 – NVe2 – NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico</b>          |       |       |        |      |     |                    |   |      |
| A   | 400   | 136   | 463    | 0.29 | 47  | 1.13               | 0.27                                    | 0.28 |
| BA  | 354   | 109   | 537    | 0.2  | 34  | 1.32               | 0.23                                    | 0.25 |
| Bn1   | 263   | 74    | 662    | 0.11 | 35  | 1.06               | 0.38                                    | 0.21 |
| Bn2   | 188   | 101   | 711    | 0.14 | 45  | 1.26               | 0.31                                    | 0.2  |
| Bn3   | 176   | 73    | 752    | 0.1  | 72  | 1.13               | 0.31                                    | 0.2  |
| <b>P8 – VXo - VERTISSOLO HÁPLICO órtico chernossólico</b>       |       |       |        |      |     |                    |   |      |
| A   | 512   | 171   | 316    | 0.54 | 52  | 1.33               | 0.27                                    | 0.23 |
| AB  | 526   | 173   | 300    | 0.58 | 48  | 1.68               | 0.33                                    | 0.18 |
| Bv1   | 494   | 165   | 341    | 0.48 | 35  | 1.58               | 0.35                                    | 0.1  |
| Bv2   | 526   | 165   | 309    | 0.53 | 29  | 1.8                | 0.34                                    | 0.13 |

HZ= Horizonte; S/A= Relação Silte e Argila; GF= Grau de Floclulação; DS=Densidade do Solo; Mip= Microporosidade; Map=Macroporosidade.

**Tabela 3 – Continuação**

| <b>HZ</b>   | <b>AREIA</b> | <b>SILTE</b> | <b>ARGILA</b> | <b>S/A</b> | <b>GF</b> | <b>DS</b>                | <b>Mip</b>                                   | <b>Map</b> |
|---|--------------|--------------|---------------|------------|-----------|--------------------------|--|------------|
| -----g kg-----  |              |              |               |            | <b>%</b>  | <b>kg/dm<sup>3</sup></b> | <b>--- cm<sup>3</sup> cm<sup>3</sup> ---</b> |            |
| <b>P9 – PVe – ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico</b>           |              |              |               |            |           |                          |  |            |
| <b>A</b>  | 642          | 145          | 213           | 0.68       | 39        | 1.32                     | 0.28   | 0.14       |
| <b>BA</b>   | 481          | 141          | 377           | 0.37       | 37        | 1.06                     | 0.26   | 0.25       |
| <b>Bt1</b>  | 388          | 167          | 445           | 0.38       | 46        | 1.26                     | 0.33   | 0.08       |
| <b>Bt2</b>  | 349          | 178          | 473           | 0.38       | 99        | 1.17                     | 0.35   | 0.11       |
| <b>BC</b>   | 451          | 197          | 353           | 0.56       | 100       | 1.14                     | 0.26   | 0.14       |
| <b>P11 – LAd – LATOSSO AMARELO distrófico típico</b>            |              |              |               |            |           |                          |  |            |
| <b>A</b>  | 370          | 49           | 580           | 0.08       | 41        | 1.22                     | 0.36   | 0.12       |
| <b>AB</b>   | 346          | 35           | 619           | 0.06       | 29        | 1.39                     | 0.33   | 0.09       |
| <b>BA</b>   | 295          | 22           | 683           | 0.03       | 100       | 1.27                     | 0.35   | 0.12       |
| <b>Bw1</b>  | 267          | 39           | 694           | 0.06       | 100       | 1.11                     | 0.35   | 0.18       |
| <b>Bw2</b>  | 283          | 10           | 707           | 0.01       | 100       | 1.16                     | 0.37   | 0.07       |
| <b>Bw3</b>  | 275          | 6            | 719           | 0.01       | 100       | 1.15                     | 0.35   | 0.11       |
| <b>Bw4</b>  | 278          | 12           | 710           | 0.02       | 100       | 1.17                     | 0.35   | 0.12       |
| <b>P12 – LAd2 – LATOSSO AMARELO distrófico típico</b>           |              |              |               |            |           |                          |  |            |
| <b>A1</b>   | 511          | 160          | 330           | 0.48       | 53        | 1.15                     | 0.39   | 0.15       |
| <b>A2</b>   | 511          | 111          | 378           | 0.29       | 37        | 1.1                      | 0.41   | 0.15       |
| <b>AB</b>   | 363          | 100          | 537           | 0.19       | 33        | 1.04                     | 0.31   | 0.13       |
| <b>Bw1</b>  | 359          | 113          | 528           | 0.21       | 79        | 1.05                     | 0.37   | 0.14       |
| <b>Bw2</b>  | 382          | 101          | 517           | 0.2        | 100       | 0.94                     | 0.35   | 0.19       |
| <b>Bw3</b>  | 392          | 115          | 493           | 0.23       | 100       | 1.04                     | 0.39   | 0.12       |
| <b>P13 – LVAd2 – LATOSSO VERMELHO-AMARELO distrófico típico</b> |              |              |               |            |           |                          |  |            |
| <b>A1</b>   | 575          | 122          | 303           | 0.4        | 17        | 1.3                      | 0.33   | 0.1        |
| <b>A2</b>   | 472          | 105          | 423           | 0.25       | 99        | 1.2                      | 0.29   | 0.15       |
| <b>AB</b>   | 372          | 114          | 514           | 0.22       | 100       | 1.07                     | 0.32   | 0.18       |
| <b>Bw1</b>  | 317          | 101          | 582           | 0.17       | 100       | 1.1                      | 0.34   | 0.14       |
| <b>Bw2</b>  | 260          | 294          | 446           | 0.66       | 100       | 1.24                     | 0.36   | 0.06       |
| <b>Bw3</b>  | 223          | 517          | 261           | 1.98       | 54        | 1.3                      | 0.38   | 0.07       |
| <b>P14 – LVAd3 - LATOSSO VERMELHO-AMARELO distrófico típico</b> |              |              |               |            |           |                          |  |            |
| <b>Ap</b>   | 502          | 134          | 363           | 0.37       | 51        | 1.6                      | 0.37   | 0.16       |
| <b>A</b>  | 445          | 155          | 400           | 0.39       | 97        | 1.1                      | 0.35   | 0.17       |
| <b>BA</b>   | 381          | 170          | 449           | 0.38       | 98        | 1.1                      | 0.4  | 0.15       |
| <b>Bw1</b>  | 385          | 123          | 492           | 0.25       | 100       | 1.1                      | 0.39   | 0.17       |
| <b>Bw2</b>  | 452          | 206          | 342           | 0.6        | 99        | 1.7                      | 0.38   | 0.11       |
| <b>BC</b>   | 614          | 170          | 216           | 0.79       | 99        | 1.7                      | 0.38   | 0.11       |
| <b>C</b>  | 472          | 198          | 329           | 0.6        | 0         | 1.7                      | 0.38   | 0.11       |

Hz= Horizonte; S/A= Relação Silte e Argila; GF= Grau de Floculação; DS=Densidade do Solo; Mip= Microporosidade; Map=Macroporosidade.

**Tabela 3 – Continuação**

| <b>HZ</b>   | <b>AREIA</b>   | <b>SILTE</b> | <b>ARGILA</b> | <b>S/A</b> | <b>GF</b> | <b>DS</b>                | <b>Mip</b>                                   | <b>Map</b> |
|---|----------------|--------------|---------------|------------|-----------|--------------------------|--|------------|
|   | -----g kg----- |              |               |            | <b>%</b>  | <b>kg/dm<sup>3</sup></b> | <b>--- cm<sup>3</sup> cm<sup>3</sup> ---</b> |            |
| <b>P15 – LVaA – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO alumínico típico</b> |                |              |               |            |           |                          |  |            |
| <b>A</b>  | 322            | 76           | 602           | 0.13       | 43        | 1.5                      | 0.33   | 0.1        |
| <b>AB</b>   | 398            | 57           | 545           | 0.1        | 99        | 1.5                      | 0.32   | 0.12       |
| <b>BA</b>   | 355            | 69           | 576           | 0.12       | 100       | 1.5                      | 0.34   | 0.16       |
| <b>Bw1</b>  | 330            | 90           | 580           | 0.16       | 100       | 1.3                      | 0.33   | 0.19       |
| <b>Bw2</b>  | 266            | 76           | 657           | 0.12       | 100       | 1.2                      | 0.34   | 0.17       |
| <b>Bw3</b>  | 331            | 62           | 607           | 0.1        | 66        | 1.1                      | 0.3  | 0.27       |
| <b>P16 – LAd3 – LATOSSOLO AMARELO distrófico argissólico</b>    |                |              |               |            |           |                          |  |            |
| <b>A1</b>   | 667            | 32           | 300           | 0.11       | 44        | 1.5                      | 0.27   | 0.14       |
| <b>A2</b>   | 707            | 36           | 257           | 0.14       | 55        | 1.5                      | 0.28   | 0.19       |
| <b>BA</b>   | 600            | 34           | 366           | 0.09       | 60        | 1.5                      | 0.25   | 0.24       |
| <b>Bw1</b>  | 484            | 42           | 475           | 0.09       | 25        | 1.4                      | 0.28   | 0.18       |
| <b>Bw2</b>  | 519            | 37           | 445           | 0.08       | 25        | 1.4                      | 0.29   | 0.12       |
| <b>BC</b>   | 521            | 40           | 439           | 0.09       | 99        | 1.4                      | 0.26   | 0.2        |

HZ= Horizonte; S/A= Relação Silte e Argila; GF= Grau de Floclação; DS=Densidade do Solo; Mip= Microporosidade; Map=Macroporosidade.

### 3.1.3 Atributos Mineralógicos dos Solos

As análises qualitativas da difração de Raio-X (DRX) da fração areia demonstram que a mineralogia predominante entre todos os solos coletados é o quartzo (Tabela 4). No horizonte A do LVAd1 e LAd3, além da mineralogia da fração areia conter a presença do quartzo, também foi encontrado um pico que indica a presença da albita. Tratando-se da caracterização de DRX da fração argila, houve uma predominância de minerais mais intemperizados nos solos das unidades pontões, morros e patamares escalonados. Os horizontes apresentaram o predomínio da caulinita e a presença dos óxidos variou de acordo com cada perfil, sendo a gibbsita e a goethita com o aparecimento mais frequente nas amostras.

A fração argila dos solos coletados sob a unidade de depressão do Rio Itapemirim também obteve uma dominância de caulinita na fração argila, além dos óxidos goethita e gibbsita. Diferindo-se da unidade anterior, nesse macroambiente encontrou-se a presença de hematita e uma maior predominância de minerais 2:1. A fração silte apresentou minerais característicos da fração areia e da fração argila em todas as unidades geomorfológicas.

**Tabela 4** – Caracterização mineralógica das frações areia, silte e argila dos solos coletados na BHRI

|     | Solo  | H <sub>z</sub> | Argila         | Silte                  | Areia      |
|-----|-------|----------------|----------------|------------------------|------------|
| P1  | LVAd  | A              | Ct, Bt, Gb     | Ct, Qz                 | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Bt, Gb     | Ct, Bt, Mv, Qz         | Qz         |
| P2  | LVAd1 | A              | Ct, Il, Gt, Gb | Ct, Ab, Cl, Qz, Vm     | Qz, Ab     |
|     |       | B              | Ct, Gb, Gt     | An, Ct, Ab, Qz, Vm     | Qz         |
| P3  | PAd   | A              | Ct, Gt, Gb     | Ct, Qz                 | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Il, Gt     | Ct, Gt, Qz             | Qz         |
| P4  | PVAd  | A              | Ct, Gb, Bt     | Ct, Gb, Qz, Vm         | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Gb, Gt     | Ct, Gb, Qz, Vm         | Qz         |
| P5  | LVAe2 | A              | Ct, Gt         | Ct, Qz, Ht, Vm         | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Gt         | Ct, Qz                 | Qz         |
| P6  | NVe1  | A              | Ct, Gb         | Gb, Qz, Ct, Ht         | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Gb         | Gb, Ct, Qz, Ht, Gt     | Qz         |
| P7  | NVe2  | A              | Ct, Gt, Gb     | Ct, Gb, Qz, Vm         | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Gb         | Ct, Gb, Qz, Vm         | Qz         |
| P8  | VXo   | A              | Ct, Mt, Gt, Gb | Gb, Qz, Ct, Gt         | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Gt, Gb, Mt | Ct, Qz, Gb             | Qz         |
| P9  | Pve   | A              | Ct, Gt, Gb     | Ct, Gt, Mv, Gb         | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Il, Gt, Qz | Ct, Gt, Gb, Qz, Vm     | Qz         |
| P11 | LAd1  | A              | Ct, Gt, Gb     | Ct, Gt                 | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Gt         | Ct, Gt                 | Qz         |
| P12 | LAd2  | A              | Ct, Bt, Gt     | Ct, Qz, Zc, Gt         | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Bt, Gt     | Ct, Gt, An, Bt, Qz     | Qz         |
| P13 | LVAd2 | A              | Ct, Gb         | Ct, Gt, Gb             | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Gt, Gb     | Ct, Gt, Gb             | Qz         |
| P14 | LVAd3 | A              | Ct, Ht         | Ct, Mv, Ht, Bt         | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Gb         | Ct, Ht, Qz, Ab         | Qz         |
| P15 | LVAa  | A              | Ct, Ht, Bt     | Ct, Ab, Ht, Bt, Qz, Vm | Qz         |
|     |       | B              | Ct, Bt, Ht     | Ab, Ct, Bt, Ht, Gt, Qz | Qz         |
| P16 | LAd3  | A              | Ct             | An, Gt, Zc, Qz         | Qz, Ab     |
|     |       | B              | Ct             | Ct, Ab, Bt, Gt, Qz     | Qz, Ab, Ld |

Ab= Albita; An= Anorita; Bt=Biotita; Ct= Caulinita; Cl= Clorita; Gb= Gibbsita; Gt= Goethita; Ht= Hematita; Il= Illita; Ld= Labradorita; Mv= Muscovita; Mt= Montmorilonita; Qz= Quartzo; Vm= Vermiculita; Zc= Zirconita.

### 3.2. Elementos-Traços

Os teores de metais-traços devem ser monitorados antecipadamente nos solos como parâmetro de qualidade ambiental, para isso é necessário que estes valores sejam comparados de acordo com dados locais e áreas que possuam características pedogênicas semelhantes (PAYE et al, 2010). Estes mesmos autores estabelecem uma tabela para valores de referência de teores de metais pesados em solos do Espírito

Santo. A maioria dos solos apresentaram teores de elementos traços acima dos valores de referência colocados por Paye et al. (2010) (Figura 2).

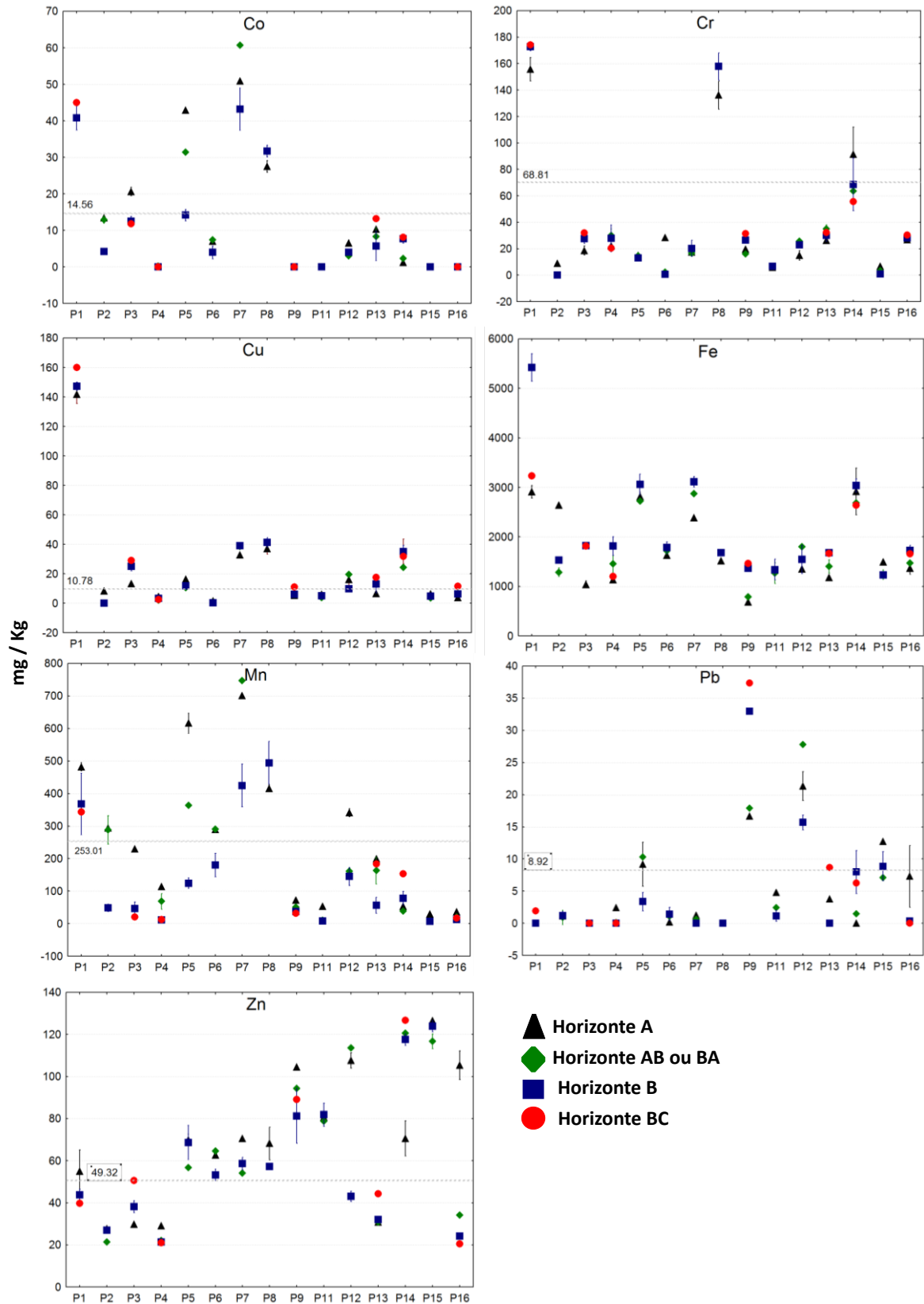
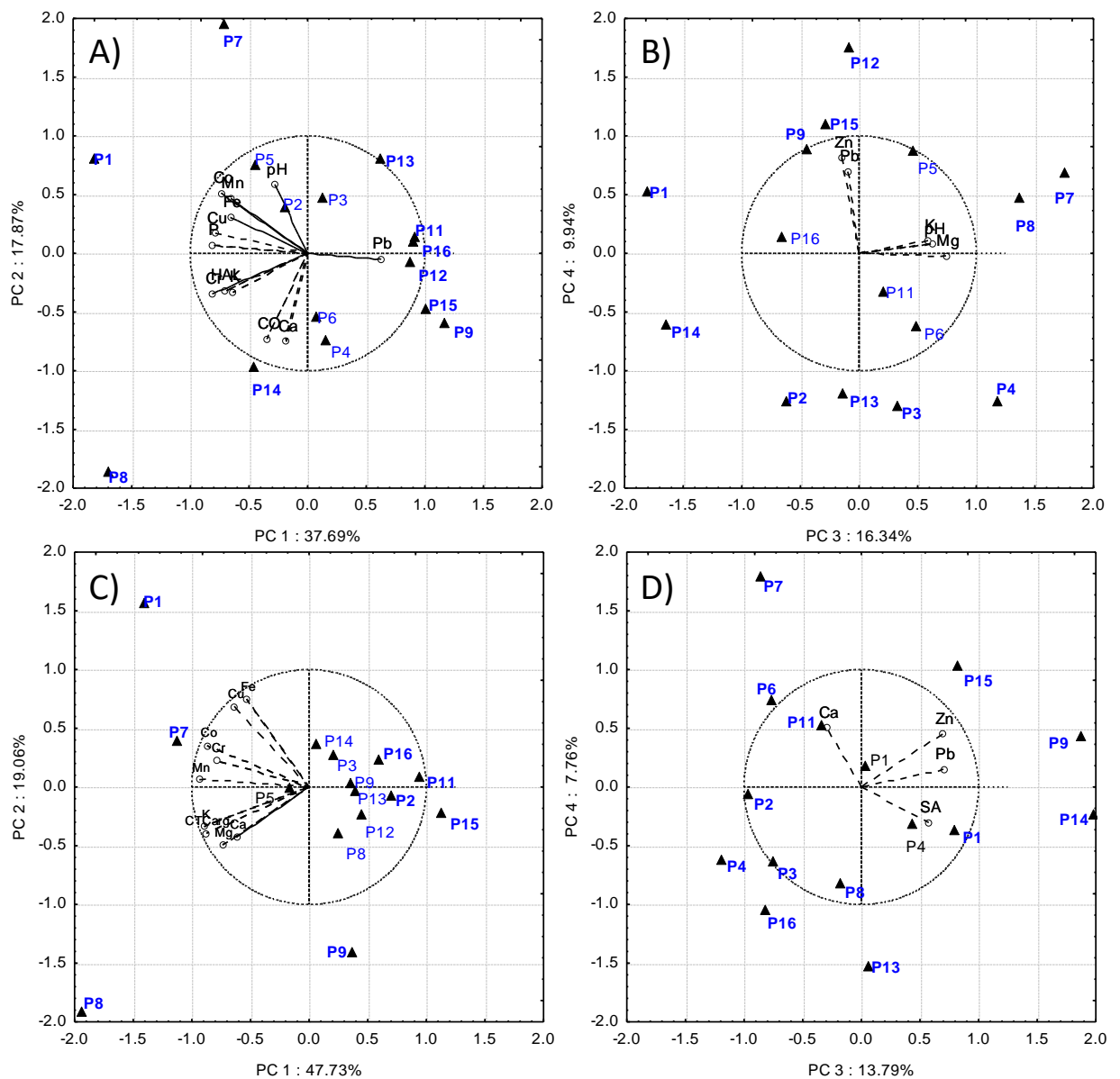


Figura 2 – Teores de elementos-traços nos horizontes dos solos coletados na BHRI.





**Figura 3** – Análise de Componentes Principais dos atributos do solo com os horizontes superficiais (A e B) e subsuperficiais (C e D).

Destacam-se os solos P1, P7 e P14 com maiores teores de Fe e Mn e o solo P5 com maiores teores de Fe. Os solos P14 e P15 apresentaram maiores teores de Zn. O solo P12 destaca-se pelos maiores teores de metais em horizonte superficiais, podendo ser um indicativo de contribuição externa e contaminação antrópica.

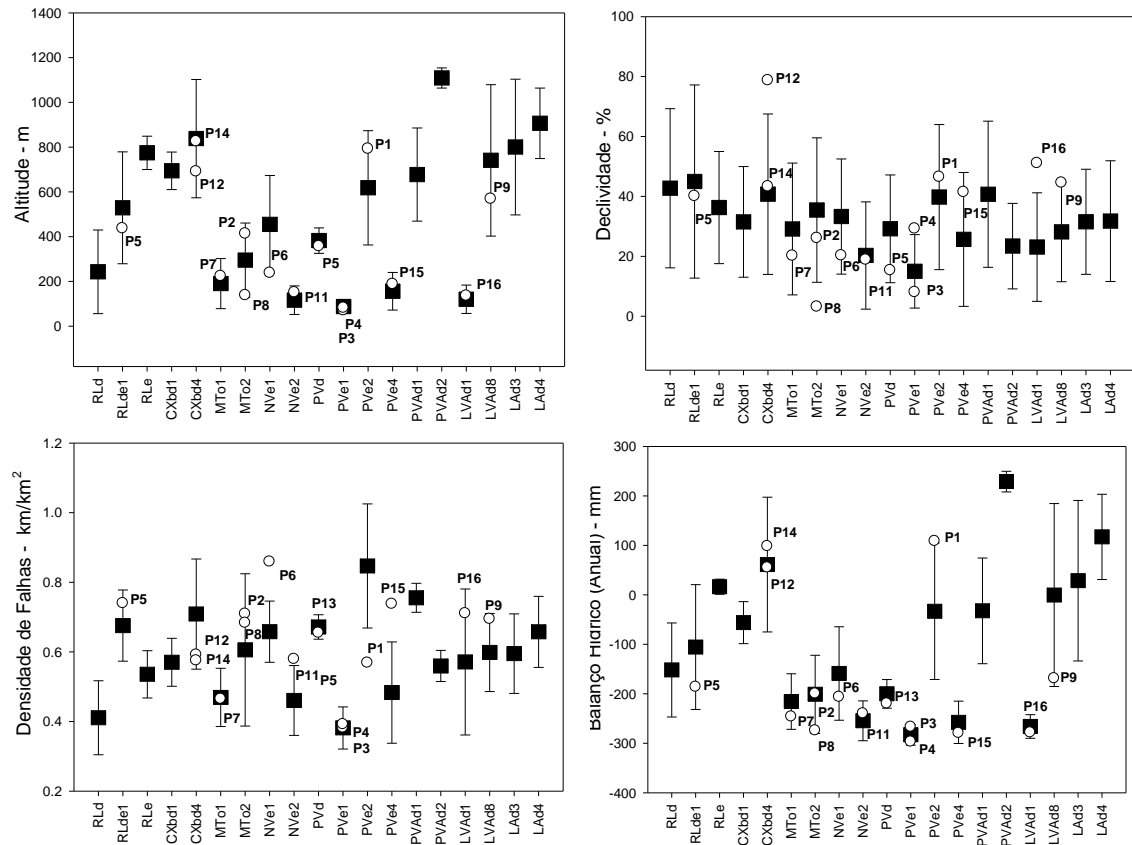
A Análise de Componentes Principais (ACP) (Figura 3) possibilita uma melhor avaliação de grupos de atributos inter-relacionados no solo e amostras que contribuem nas relações. Na ACP para as variáveis do horizonte superficial, foram avaliados os

quatro primeiros componentes que explicaram 81,8 % da variabilidade total dos dados e que apresentaram autovalores maiores que 1 (Figura 2). Observa-se forte relação de P disponível com Cu, Fe e Mn com o Componente Principal 1 (CP1), sendo o P5, P7 e P1 que mais contribuíram nessa relação. Correlacionado positivamente com CP1, o Pb destacou-se com forte contribuição dos solos P11, P16 e P12. A relação do K, H+Al e Cr foram mais evidentes e forte relação com P8. Os atributos carbono orgânico e Ca trocável tiveram forte contribuição no Componente Principal 2 (Figura 3) e contribuição importante do P8 e P14. Nos eixos correspondentes a PC2 e PC3, explicando menor variabilidade dos dados, destaca-se a forte relação do Zn e Pb e sua associação com P15 e P12 (Figura 3 b).

Nos horizontes diagnósticos subsuperficiais, os quatro primeiros componentes que explicaram 85,8 % da variabilidade total. No PC1, destaca-se novamente a forte relação entre Mn e Co, com maior contribuição do P7 e mais forte relação do Fe e Cu associando-se ao P1. O grupo de variáveis K, CTCarg, Ca e Mg tiveram forte contribuição em PC1 e maior relação com Mn, Cr e Co, onde a contribuição do P8 foi mais importante (Figura 3 c). Nos eixos de dispersão de PC3 e PC4, destaca-se somente maior correlação de Zn, Pb e relação Silte/Argila, onde P14, P9 e P15 de destacam (Figura 3 d).

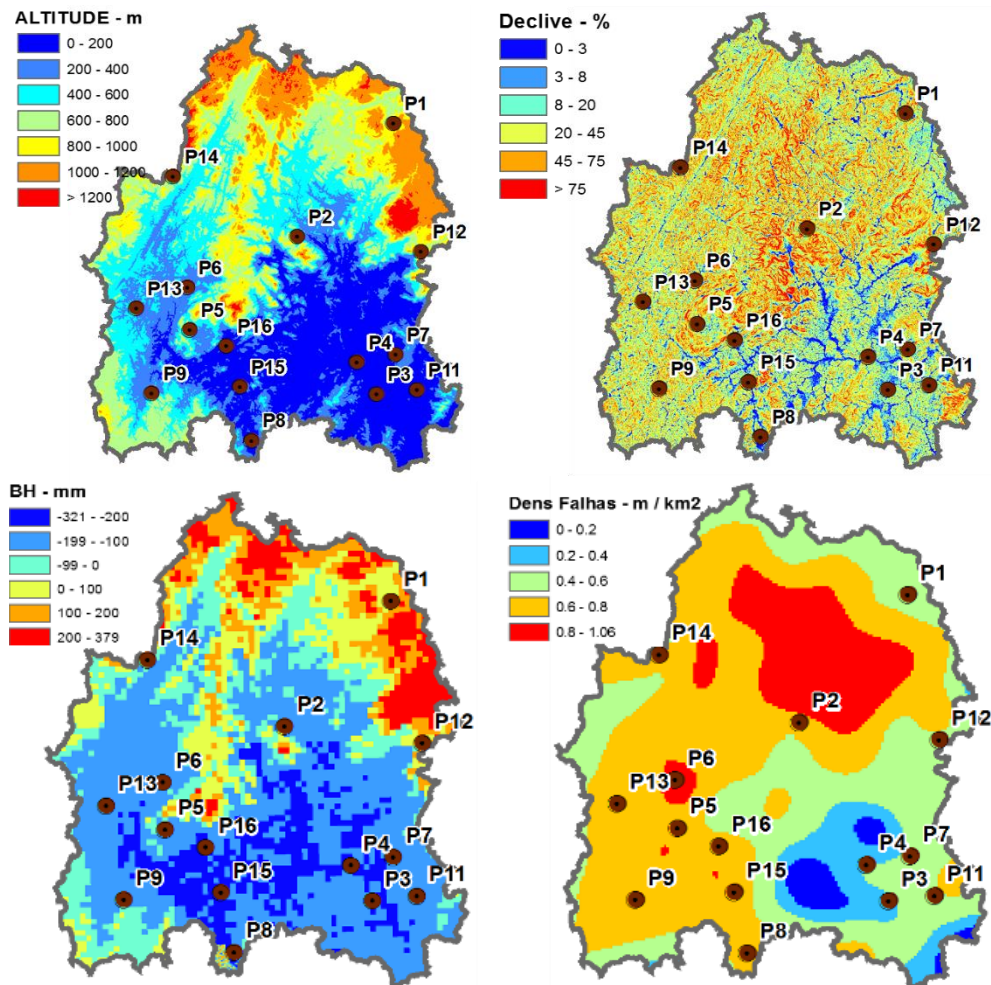
### **3.3 Variáveis Geoambientais – Unidades de Mapeamentos e Classes de Solos**

Dentre as variáveis ambientais estudadas, a altitude e o balanço hídrico (P-ETP) tiveram maior diferença na separação das classes (Figura 4 e 5). Nas unidades de mapeamento situadas acima de 400 a 600 m os solos apresentaram caráter distrófico visto que estes ambientes estão sob regime hídrico positivo. Nos abaixo de 400 m ocorreu o inverso, ou seja, os solos apresentam maior fertilidade natural por estar em regime hídrico negativo. Além disso, abaixo dos 400m houve uma maior diversidade de classes de solos.



P1 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P2 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argissólico; P3 – Argissolo Amarelo distrófico abruptico; P4 - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P5 - Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico; P6 - Nitossolo Vermelho eutrófico típico; P7 - Nitossolo Vermelho eutrófico típico; P8 Vertissolo Háptico Órtico chernossólico; P9 - Argissolo Vermelho eutrófico típico; P11 - Latossolo Amarelo distrófico típico; P12 - Latossolo Amarelo distrófico típico; P13 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P14 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P15 - Latossolo Vermelho-Amarelo alumínico típico; P16 - Latossolo Amarelo distrófico argissólico.

**Figura 4** – Valores médios e desvio padrão das variáveis geoambientais (Altitude, declividade, densidade de falhas e balanço hídrico) das unidades de mapeamento assim como valores dos perfis coletados no Médio da Bacia do rio Itapemirim



P1 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P2 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argissólico; P3 – Argissolo Amarelo distrófico abrupto; P4 - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P5 - Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico; P6 - Nitossolo Vermelho eutrófico típico; P7 - Nitossolo Vermelho eutrófico típico; P8 Vertissolo Háptico Órtico chernossólico; P9 - Argissolo Vermelho eutrófico típico; P11 - Latossolo Amarelo distrófico típico; P12 - Latossolo Amarelo distrófico típico; P13 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P14 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P15 - Latossolo Vermelho-Amarelo aluminico típico; P16 - Latossolo Amarelo distrófico argissólico.

**Figura 5** – Variáveis geoambientais Altitude, Declividade, Balanço Hídrico e densidade de falhas assim como perfis coletados no Médio da Bacia do rio Itapemirim

### 3.2. Geologia e geomorfologia – Unidades de Mapeamentos e Classes de Solos

A geologia da BHRI é 90% composta por rochas cristalinas e 10% por sedimentos pré-intemperizados (LANI et al, 2001). As rochas do embasamento cristalino correspondem ao conjunto de rochas ígneas e metamórficas, cobertas por sedimentos

em regiões aluviais, essas rochas são datadas do período pré-cambriano obtendo a sua formação atreladas os períodos do arqueano e proterozóico (DUARTE, 2003). Ao descreverem as unidades litoestratigráficas da BHRI, Peixoto-Oliveira et al. (2018) descrevem duas unidades do embasamento. A primeira é a unidade do Embasamento Paleoproterozoico que são constituídos por rochas como o granulito, gnaisses e gnaisses miloníticos. Já o segundo é a unidade do Embasamento Neoproterozoico, formado a partir dos gnaisses intercalados aos anfibolitos, quartzitos, rochas calcárias e mármore; xistos intercalados com rochas metavulcanicas; ortognaisses granodioríticos, granícos e tonalíticos. Além das rochas intrusivas de composição ácida a básica de idade datada do Neoproterozoico ao cambriano. A maioria dos solos coletados no presente estudo estão sob domínio geológico de Gnaiss, metamarga e granada gnaiss (Figura 6).

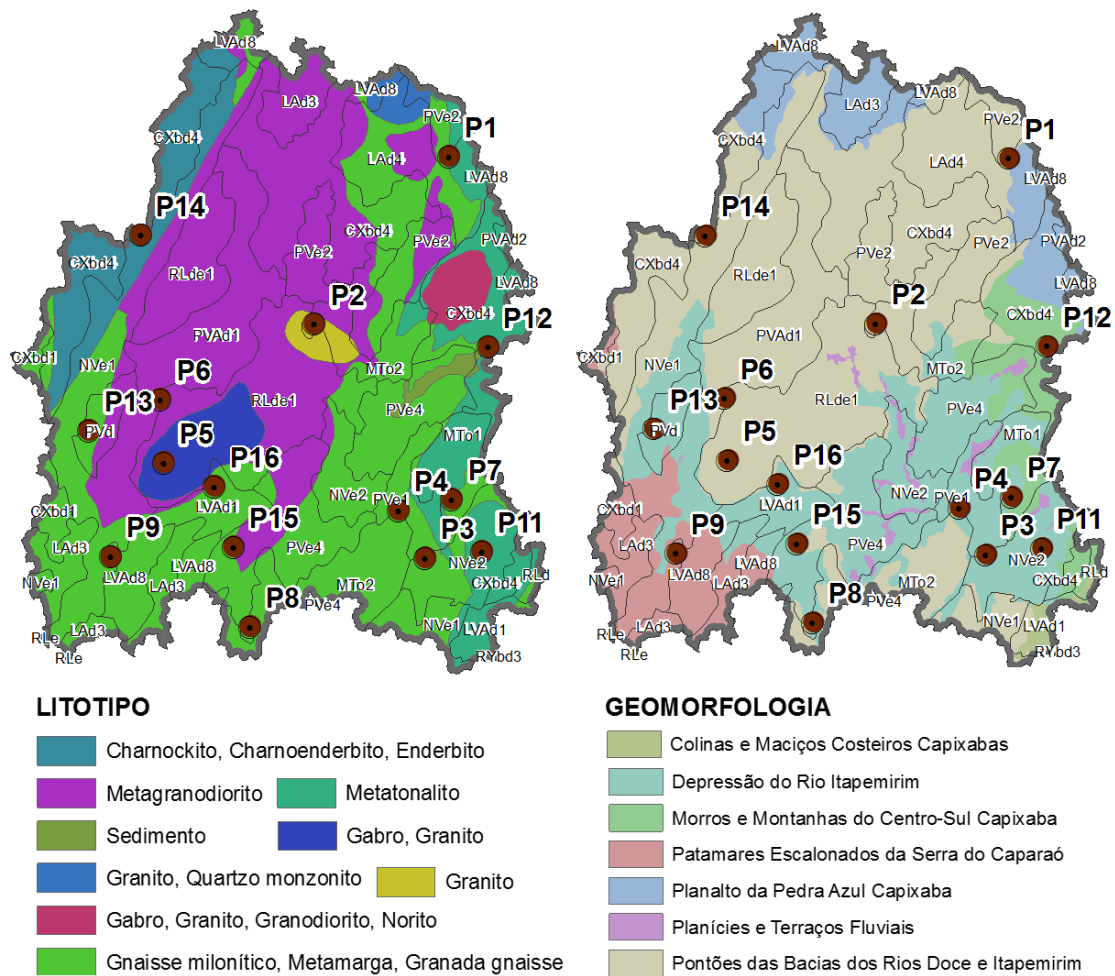
Assim, na Tabela 5 encontra-se a participação das diferentes litologias nas unidades de mapeamento dos solos coletados em uma escala de 0-100%. A Tabela 6 segue a mesma lógica, mas o seu respectivo conteúdo está voltado para a geomorfologia.

**Tabela 5** – Participação de diferentes geologias dentro das unidades de mapeamento de solos

|                                     | Rld | Rlde1 | Rle | CXbd1 | CXbd4 | MTto1 | MTto2 | NVe1 | NVe2 | PVd | PVe1 | PVe2 | PVe4 | PVAd1 | PVAd2 | LVAd1 | LVAd8 | LAd3 | LAd4 |
|-------------------------------------|-----|-------|-----|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Gnaiss, Metamarga, Granada gnaiss   | 46  | 7     | 100 | 100   | 12    | 27    | 76    | 47   | 64   | 48  | 79   | 29   | 71   |       |       | 63    | 68    | 63   | 44   |
| Metagranodiorito                    |     | 64    |     |       |       |       |       | 31   | 3    | 52  |      | 56   | 22   | 100   | 100   | 4     | 6     | 37   |      |
| Metagranito                         |     |       |     |       |       |       |       |      |      |     | 21   |      |      |       |       |       |       |      |      |
| Metatonalito                        | 54  |       |     |       |       | 73    | 3     | 2    | 33   |     |      | 10   | 1    |       |       |       | 12    |      | 15   |
| Charnockito, Enderbitto             |     |       |     | 0     | 28    |       |       | 20   |      |     |      |      |      |       |       |       | 7     |      |      |
| Granito, Quartzo monzonito          |     |       |     |       |       |       |       |      |      |     |      | 5    |      |       |       |       | 8     |      | 11   |
| Metagranodiorito                    |     |       |     |       | 33    |       | 14    |      |      |     |      |      |      |       |       |       |       |      | 29   |
| Gabro/Granito, Granodiorito, Norito |     |       |     |       | 8     |       | 1     |      |      |     |      |      |      |       |       |       |       |      |      |
| Granito                             |     | 4     |     |       |       |       | 7     |      |      |     |      | 0    |      |       |       |       |       |      |      |
| Areia, Argila, Cascalho             |     |       |     |       | 0     |       | 0     |      |      |     |      |      | 6    |       |       |       |       |      |      |
| Gabro, Granito                      |     | 25    |     |       |       |       |       |      |      |     |      |      |      |       |       |       | 2     |      |      |
| Metatonalito                        |     |       |     |       | 19    |       |       |      |      |     |      |      |      |       |       |       | 31    |      |      |

**Tabela 6** – Participação de diferentes unidades geomorfológicas, dentro das unidades de mapeamento de solos

|                                    | RLd | RLde1 | RLe | CXbd1 | CXbd4 | MT01 | MT02 | NVe1 | NVe2 | PVd | PVe1 | PVe2 | PVe4 | PVAd1 | PVAd2 | LVAd1 | LVAd8 | LAd3 | LAd4 |
|------------------------------------|-----|-------|-----|-------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Col. Mac. Cost. Capix.             |     |       | 100 |       |       |      |      |      |      |     |      |      |      |       |       |       |       |      |      |
| Depressão Rio Itap.                |     |       |     | 1     | 1     | 49   | 20   | 29   | 82   | 98  | 89   | 3    | 77   | 3     |       | 59    | 11    | 7    |      |
| Pontões Bac. Rio Doce e Itapemirim |     | 99    |     | 13    | 61    |      | 75   | 47   | 3    |     | 0    | 96   | 7    | 97    |       | 11    | 8     |      | 75   |
| Plan., e terraços aluviais         |     | 1     |     |       |       | 2    | 1    |      | 9    |     | 9    |      | 5    |       |       |       |       |      |      |
| Patamares Escalonados              |     |       |     | 86    | 1     |      |      | 24   |      | 2   | 1    |      |      |       |       |       | 46    | 56   |      |
| Morros e Montanhas                 | 78  |       |     |       | 18    | 49   | 4    |      | 6    |     |      |      | 10   |       |       | 3     |       |      |      |
| Planalto da Ped. Azul              | 22  |       |     |       | 20    |      |      |      |      |     |      | 1    |      |       | 100   |       | 35    | 37   | 25   |
| Colinas e Maciços Cost.            |     |       |     |       |       |      |      |      |      |     |      |      |      |       |       | 26    |       |      |      |



P1 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P2 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argissólico; P3 – Argissolo Amarelo distrófico abrupto; P4 - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P5 - Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico; P6 - Nitossolo Vermelho eutrófico típico; P7 - Nitossolo Vermelho eutrófico típico; P8 Vertissolo Háptico Órtico chernossólico; P9 - Argissolo Vermelho eutrófico típico; P11 - Latossolo Amarelo distrófico típico; P12 - Latossolo Amarelo distrófico típico; P13 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P14 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico; P15 - Latossolo Vermelho-Amarelo aluminico típico; P16 - Latossolo Amarelo distrófico argissólico.

**Figura 6** – Geologia e Geomorfologia, assim como perfis coletados e unidades de mapeamento do Médio da Bacia do rio Itapemirim

#### 4. Discussão

##### 4.1 Atributos Químicos dos Solos

Entre os solos coletados nos pontões, o LVAe1 e LVAd1 apresentaram distrofia por conta dos baixos teores de SB e T. Os valores nos horizontes subsuperficiais foram médios e quando associados aos valores de T menores que  $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , justificam a distrofia desses solos. Além disso, por esses perfis serem mais fortemente ácidos (IBGE, 2015) em relação aos demais coletados nessa mesma unidade, os valores de pH tendem a reduzir a disponibilidade de cátions básicos essenciais para a fertilidade natural do solo e aumenta a disponibilidade de  $\text{Al}^{3+}$  (MALAVOLTA, 1979). Isso justifica os maiores teores de  $\text{Al}^{3+}$  em comparação com outros dois solos coletados nessa unidade, sendo os seus valores variando entre 0,1 a  $0,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ .

Os solos LVAe2 e NVe1 possuem caráter eutrófico que podem ser atribuídos aos mais altos índices de SB dentre os solos coletados nos pontões. Essa elevada saturação por bases se dá por conta dos altos índices de  $\text{Ca}^{2+}$  (PREZOTTI E GUARÇONI, 2013) no LVAe, que variam entre 3,6 e  $5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , e também pelos altos teores de  $\text{Mg}^{2+}$  no NVe1 sendo eles de 1,8 a  $4,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ .

Todos os solos da unidade Pontões apresentaram CTC abaixo de  $17 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Assim, esse atributo explica o maior aparecimento da classe dos Latossolos entre os solos coletados, visto que a Embrapa (2018) destaca que uma das principais características dessa classe são o alto grau de intemperismo seguido de valores de CTC menores que  $17 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ .

Lani et al. (2001) também confirmam o aparecimento frequente da classe dos Latossolos em locais de maior altimetria na BHRI em virtude do profundo manto de intemperismo no macroambiente celina. Isso permite o aparecimento de solos mais profundos, ainda que estejam em relevos declivosos. Isso justifica o aparecimento dos LVAe1 e LVAd3 coletados em maior altimetria. Sendo assim, este fato explica também a maior distrofia dos solos encontrados em locais de maior altimetria quando comparado com os solos de menores altimetrias. Desta forma, o relevo favorece a lixiviação e o processo de remoção dos cátions básicos, ou seja, a latolização.

No perfil coletado nos morros capixabas, o aumento da acidez em profundidade provocou também o aumento na disponibilidade de  $\text{Al}^{3+}$ , bem como a redução dos teores de cátions disponíveis no solo. Desta forma, os valores de SB foram maiores no horizonte superficial atingindo um resultado de  $6,7 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e gerando uma maior eutrofia. Pela queda nos teores de cátions em profundidade, o horizonte diagnóstico obteve valores de 19 a 31% de saturação por bases, por isso o caráter distrófico classificou o terceiro nível categórico do solo.

O PVe coletado em patamares escalonados obteve os maiores de  $\text{Al}^{3+}$  em virtude dos valores de pH em água serem extremamente ácidos. Essa acidez aumentou em profundidade e por isso os horizontes diagnósticos tiveram maiores teores de  $\text{Al}^{3+}$



chegando a variar entre 1,5 e 2,05  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Os valores de saturação por bases nos horizontes diagnósticos foram eutróficos graças aos elevados teores de SB chegando a 6,7 no Bt2.

Os maiores valores de pH foram encontrados no NVe2 em virtude do material de origem, onde a composição máfica do metatonalito composta por biotita e anfibólios contribuíram para elevados teores de Ca e Mg, variando de 1,6 a 10  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e 0,7 a 2  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , respectivamente. Por estarem inseridos em altos teores no sistema, esses cátions acabam neutralizando o Al, que foram nulos no presente perfil, e aumentando os valores de pH, bem como a saturação por bases. O material de origem também foi um fator crucial para os elevados teores de Ca no VXo, pois o mesmo advém da rocha metamarga que essencialmente composta por minerais cálcicos. Lani et al. (2001) revelam que os solos dessa unidade tendem a apresentar elevada fertilidade natural, principalmente por conta do rejuvenescimento da área.

Por se tratar de um horizonte revolvido de uma área sob manejo agrícola, o horizonte Ap do LVAd3 possui 10  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  em decorrência da ação da calagem, já que os valores desse nutriente diminuem drasticamente em profundidade. Esse horizonte também possui elevado teor de COT, igual a 21,2 g/kg. Apesar do conteúdo de carbono ser menor que o estabelecido pela Embrapa (2018) para ser classificado como hístico. Este critério somado à elevada saturação por bases de 53% poderiam enquadrar esse horizonte como A húmico, porém a sua espessura de 16 cm é 10 cm menor do que estabelecido pelo SiBCS.

Os valores de COT no VXo foram elevados, principalmente nos horizontes superficiais. Desta forma, esses valores são suficientes para caracterizar o horizonte A no quarto nível categórico como chernossólico, mas por apresentar apenas 19 cm o mesmo não se enquadra nos requisitos de espessura da Embrapa (2018) para classificá-lo como Chernossolo.

Exceto o VXo, os demais solos coletados na unidade de Depressão do Rio Itapemirim possuem argila de baixa atividade, ou seja, a atividade da fração argila da maioria dos solos coletados obtiveram valores inferiores a 27  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Lani et al. (2001) descrevem o aparecimento de solos com argila 2:1, 1:1 e oxídicas nos solos coletados nessa unidade.

## **4.2 Atributos Físicos dos Solos**

Todos os solos que apresentaram os maiores conteúdos de argila obtiveram teores maiores que 350 g/kg nos horizontes superficiais e maiores que 600 g/kg nos horizontes superficiais. Seguindo os critérios da Embrapa (2018), esses elevados teores

enquadram esses solos na classe de solos argilosos para os horizontes superficiais e muito argilosos para os subsuperficiais.

Apesar dos solos LVAd3 e LAd3 apresentarem os maiores teores de areia total, o horizonte A2 do segundo perfil foi o único que possui teores suficientes para se enquadrar como arenosa. Segundo a Embrapa (2018), os teores de areia acima de 700 g/kg e teores de argila menores que 150 g/kg enquadram os solos na classe dos solos arenosos.

Os solos com baixos teores de silte e relação silte/argila pertencem à classe dos Latossolos, esses resultados indicam elevado grau de intemperismo, pois segundo a Embrapa (2018), para a textura argilosa desses solos os valores menores que 0,6 indicam alto grau de intemperismo. Essas características físicas corroboram com o processo de latolização do solo e com o conceito da classe de solos altamente intemperizados.

Lani et al. (2001) não caracterizam teores médios das frações granulométricas dos solos e nem especificam os teores de relação silte/argila para os solos da região serrana do estado do Espírito Santo.

Os valores de densidade do solo variam de acordo com o teor de matéria orgânica e o conteúdo de argila (RICHERT, 2010). Neste caso, o aumento do conteúdo de argila em profundidade provocou o aumento da densidade do solo dos perfis coletados nos pontões, morros e patamares escalonados. O acréscimo de argila em profundidade provocou aumento da porosidade total (Tabela 3) que variou entre 0,4 e 0,6 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> nos horizontes superficiais e 0,5 a 0,6 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> nos subsuperficiais, em decorrência do aumento da microporosidade onde obtiveram os maiores resultados nos horizontes diagnósticos, variando entre 0,3 e 0,5 cm<sup>3</sup> cm<sup>3</sup>. O fato das partículas de argila possuírem microporos em seus agregados é o que confere esse aumento da microporosidade em profundidade. Gonçalo-Filho et al. (2018) e Miranda et al. (2020) também registraram o aumento da densidade e da microporosidade em virtude do acréscimo de argila em profundidade.

Dos valores de densidades gerados, apenas o horizonte Ap do LVAd 3 que apresentou uma densidade de 1,6 kg/dm<sup>3</sup>, encontra-se acima do limite ideal estabelecido por Richert (2003) que consiste em 1,45 kg/dm<sup>3</sup> para solos com teores de argila acima de 550 g/kg; 1,55 kg/dm<sup>3</sup> para solos com teores entre 200 até 550 g/kg; e 1,65 kg/dm<sup>3</sup> para solos com teores de argila abaixo de 200 g/kg. Esse perfil encontra-se sob área de cultivo agrícola e ações antrópicas são responsáveis pelo incremento da densidade do solo.

Os solos coletados na Depressão do Rio Itapemirim apresentaram valores de densidade maiores que os das outras unidades. Exceto o horizonte B3 do VXo, nenhum

dos horizontes subsuperficiais apresentaram valores superiores aos recomendados por Reichert et al. (2003). O horizonte B3 do Vxo apresentou  $D_s=1,8 \text{ kg/dm}^3$ , sua classe textural franco-arenosa ficou no acima do limite do estabelecido por Reichert et al. (2003) que corresponde a  $1,55 \text{ kg/dm}^3$ .

Os valores de porosidade total variaram de 0,4 a 0,5  $\text{m}^3/\text{m}^3$  para os horizontes superficiais e 0,4 a 0,6  $\text{m}^3/\text{m}^3$  para os horizontes subsuperficiais (Tabela 6). Os horizontes subsuperficiais apresentaram maiores teores de argila do que os superficiais e isso foi crucial para que os valores de microporosidade fossem maiores nesses horizontes, apresentando microporosidade variando entre 0,25 e 0,4  $\text{m}^3/\text{m}^3$ . Enquanto nos horizontes superficiais variou entre 0,2 e 0,3  $\text{m}^3/\text{m}^3$ . O aumento dos teores de argila é diretamente proporcional aos de microporosidade. Isso justifica os maiores valores de microporosidade em profundidade corroborando com o conceito de Reichert (2010) que os agregados de argila possuem microporos e por isso ocorre aumento da microporosidade em profundidade.

A macroporosidade variou de 0,1 a 0,25  $\text{m}^3 \text{ m}^3$  independentemente da profundidade dos horizontes (Tabela 3). A macroporosidade foi diretamente proporcional à porosidade total. Isso advém da predominância da classe dos Latossolos como solos coletados nessa respectiva unidade. A estrutura dos horizontes Bw favorecem a formação de macroagregados gerando uma maior macroporosidade, principalmente em solos com predomínio de minerais oxídicos (REICHERT, 2010).

Os valores do GF foram de 100% nos três perfis citados nos resultados podem ser atribuídos por conta da argila de baixa atividade e tipicamente oxídica como as dos Latossolos, provocando maior flocculação. Barreto et al. (2019) também encontraram GF de 100% em Latossolos e justificaram a partir das suas características mineralógicas. Os autores também ressaltaram que o alto grau de flocculação conferem boa porosidade e drenagem aos Latossolos.

### **4.3 Mineralogia**

O quartzo obteve predominância na fração areia dos horizontes superficiais (A) e subsuperficiais (B) dos solos coletados. O domínio do quartzo nessa fração é decorrente da sua alta resistência ao intemperismo (LEPSCH, 2011). Melo et al. (2002), Santos et al. (2012) e Yanaguisawa (2019) também encontraram a presença majoritária do quartzo ao caracterizarem a mineralogia da fração areia por DRX em solos de outros estados do Brasil. Os picos que indicam a presença da albita nos horizontes A do LVAd1 e LAd3 demonstram que este mineral participa da composição da rocha como um plagioclásio, pertence ao grupo dos feldspatos.

A maioria dos solos coletados apresentarem elevado grau de intemperismo. Os solos situados em relevos de maior altimetria por conta do maior manto de intemperismo e os solos em menor altimetria por conta dos baixos índices de silte e relação silte/argila. Por isso, os horizontes apresentaram o predomínio da caulinita e a presença dos óxidos variou de acordo com cada perfil, sendo a gibbsita e a goethita com o aparecimento mais frequente nas amostras.

Pacheco (2011) também encontrou a presença frequente da caulinita e da gibbsita em solos da Bacia do Rio Alegre, situada também no estado Espírito Santo. Já na BHRI, Lani et al. (2001) já relataram a dominância desses minerais na fração argila do solo. Isso se dá em prol do elevado grau intemperismo que favoreceu o processo de hidrólise parcial (monossilização) e a gênese dos argilominerais do tipo caulinita (BECKER et al, 2012). Isso justifica o predomínio da classe dos Latossolos entre os perfis coletados na BHRI, pois Becker et al. (2012) relatam que em áreas de hidrólise parcial a tendência é que se forme solos profundos como os Latossolos.

No LVAd1, o horizonte A possui a presença de Ilita. A presença desse mineral justifica a atividade da fração argila deste horizonte ser acima de 27 cmol<sub>c</sub>/kg (30 cmol<sub>c</sub>/kg), mas a atividade de argila reduz em profundidade, corroborando com a ausência da Ilita no horizonte B. Os solos da unidade depressão do Rio Itapemirim apresentaram hematita, mas não houve um predomínio desses minerais na análise qualitativa da DRX. Além desse mineral, nessa unidade houve um maior aparecimento de minerais do tipo 2:1.

A presença de montmorilonita em ambos os horizontes do perfil VXo, corroboram com os valores de argila de alta atividade do presente perfil, bem como com a sua consistência muito plástica e muito pegajosa.

#### **4.4 Elementos-Traços**

O quartzo obteve predominância na fração areia dos horizontes superficiais (A) e subsuperficiais (B) dos solos coletados. O domínio do quartzo nessa fração é decorrente da sua alta resistência ao intemperismo (LEPSCH, 2011). Melo et al. (2002), Santos et al. (2012) e Yanaguisawa (2019) também encontraram a presença majoritária do quartzo ao caracterizarem a mineralogia da fração areia por DRX em solos de outros estados do Brasil. Os picos que indicam a presença da albita nos horizontes A do LVAd1 e LAd3 demonstram que este mineral participa da composição da rocha como um plagioclásio, pertence ao grupo dos feldspatos.

A maioria dos solos coletados apresentarem elevado grau de intemperismo. Os solos situados em relevos de maior altimetria por conta do maior manto de intemperismo

e os solos em menor altimetria por conta dos baixos índices de silte e relação silte/argila. Por isso, os horizontes apresentaram o predomínio da caulinita e a presença dos óxidos variou de acordo com cada perfil, sendo a gibbsita e a goethita com o aparecimento mais frequente nas amostras.

Pacheco (2011) também encontrou a presença frequente da caulinita e da gibbsita em solos da Bacia do Rio Alegre, situada também no estado Espírito Santo. Já na BHRI, Lani et al. (2001) já relataram a dominância desses minerais na fração argila do solo. Isso se dá em prol do elevado grau intemperismo que favoreceu o processo de hidrólise parcial (monossilização) e a gênese dos argilominerais do tipo caulinita (BECKER et al, 2012). Isso justifica o predomínio da classe dos Latossolos entre os perfis coletados na BHRI, pois Becker et al. (2012) relatam que em áreas de hidrólise parcial a tendência é que se forme solos profundos como os Latossolos.

No LVAd1, o horizonte A possui a presença de Ilita. A presença desse mineral justifica a atividade da fração argila deste horizonte ser acima de 27 cmol/kg (30 cmol/kg), mas a atividade de argila reduz em profundidade, corroborando com a ausência da Ilita no horizonte B. Os solos da unidade depressão do Rio Itapemirim apresentaram hematita, mas não houve um predomínio desses minerais na análise qualitativa da DRX. Além desse mineral, nessa unidade houve um maior aparecimento de minerais do tipo 2:1.

A presença de montmorilonita em ambos os horizontes do perfil VXo, corroboram com os valores de argila de alta atividade do presente perfil, bem como com a sua consistência muito plástica e muito pegajosa.

#### **4.5 Variáveis Geoambientais – Unidades de Mapeamentos e Classes de Solos**

Segundo Lepsch (2011), essas variáveis ambientais denominadas de fatores de formação, juntamente com o material de origem, influenciam na gênese do solo e sua fertilidade natural. Considerando o relevo e o clima, estes influenciam na dinâmica da infiltração da água e reações químicas do intemperismo (LEPSCH, 2011). De modo geral, solos eutróficos predominam em altitudes menores abaixo de 400 m. A maioria dos solos coletados em altitudes acima de 400 m apresentaram baixa fertilidade natural, exceto o Argissolo Vermelho eutrófico típico (P9).

Os solos coletados acima de 600 m situam-se no geoambiente Celina, segundo Lani et al. (2001). Este macroambiente pode ser considerado uma região tipicamente característica do domínio morfoclimático de Mares de Morros (AB´SABER, 1967), onde remanescente de superfícies geomorfológicas mais antigas ocorrem na forma de escalonamento e em níveis topográficos de maior altitude e superfícies mais recentes

nos níveis topográficos em menor altitude. Desta forma, os solos situados em maiores altitudes apresentam maior espessura do manto de intemperismo, saprolitos de alta permeabilidade que provocam infiltração e facilitam o processo de pedogênese e desfavorecem a erosão superficial (LANI et al., 2001; PACHECO et al, 2018). Tal fato justifica a ocorrência de Latossolos e tendência de distrofismo em alguns solos coletados em elevadas altimetrias (UMS CXbd4, P12, P14 e P1, por exemplo). Maiores altitudes representam regiões de maior pluviosidade e balanço hídrico positivo e conseqüentemente lixiviação de cátions básicos e distrofia da maioria dos solos, onde o processo pedogenético de latolização predomina. Formado de rochas pré-cambrianas a maioria desses solos coletados no PC-BHRI possuem baixa fertilidade natural (LANI, 1988; LANI et al, 2001; PACHECO et al, 2018).

Entre os solos coletados abaixo de 400m, os que possuem maior saturação por bases foram coletados em cotas altimétricas variando entre 40-400 m e na unidade geoambiental Cachoeiro. A unidade geoambiental cujo os solos eutróficos foram comumente encontrados, é marcada pelo processo de rejuvenescimento e exposição de saprolitos menos intemperizados com maior fertilidade (LANI et al, 2001). Sendo assim, as áreas mais elevadas possuem maior lixiviação onde os solos são mais profundos. Já as áreas mais baixas apresentam menor lixiviação e estão menos propícias a erosão, propiciando a permanência dos cátions básicos no sistema, justificando a elevada fertilidade.

Na PC-BHRI, o aumento da declividade está atrelado a maior altitude (LANI et al. 2001). Solos coletados na unidade CXbd4 apresentaram as maiores cotas altimétricas 731 e 791 m, estes terrenos também possuem elevadas declividades variando de relevo montanhoso para fortemente montanhoso, respectivamente. Enquanto os que foram coletados na unidade PVe1 obtiveram as menores cotas altimétricas e as mais baixas declividades.

#### **4.6 Geologia e geomorfologia – Unidades de Mapeamentos e Classes de Solos**

Grande parte da fertilidade natural dos solos é herança da composição do seu material de origem (LEPSCH, 2011). Assim, o material de origem explica a fertilidade dos solos coletados onde a maior parte dos solos distróficos encontram-se sob o domínio de Gnaiss e Granada-gnaiss, rochas metamórficas compostas essencialmente por minerais felsícos.

Os solos coletados na Depressão do Rio Itapemirim (Figura 6): Vertissolo Chernossólico, Argissolo Eutrófico e Nitossolos Vermelhos eutróficos apresentam influência de metagranodioritos e metatonalitos, rochas intermediárias, com maior

presença de quartzo no metatonalito. A unidade MTo2 encontra-se sob uma área com domínio de 76% de gnaiss, metamarga e granada-gnaiss e 14% de metagranodiorito. Provável processo pedogenético de calcificação no Vertissolo chernozêmico pode indicar influência da metamarga ou granodioritos. O Nitossolo coletado na UMS MTo1 encontra-se sob influência metamargas, rocha calcissilicática influenciando no caráter eutrófico.

A tabela 5 e a figura 6 mais uma vez corroboram que o material de origem do LVAd1 (P15) pode ser determinante para controle da sua fertilidade. A rocha matriz desse solo está sob um domínio de 63% de rochas metamorfizadas com influência de material félsico. Além disso, encontra-se sob área de patamares escalonados como uma unidade geomorfológica que funciona como degraus em diferentes níveis topográficos (IDAF, 2004).

Esse perfil (P15) se encontra em área de interface entre rochas ígneas e metamórficas, onde o solo coletado tem como material de origem o migmatito (metamórfico), de composição quartzo-feldspática (YARDLEY et al., 1996). Desta forma, no LVAd1 (P15) essa rocha seria ortoderivada de um granito leucocrático que apresenta quartzo, feldspatos em sua composição essencial. Apesar disso, Lani et al. (2001) descreverem o predomínio de solos rasos e férteis nesse macroambiente, onde a evapotranspiração é alta, esse perfil coletado foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argissólico.

O LVAd encontra-se em uma área cujo material de origem é caracterizado pela transição de rochas metatonalíticas e biotita-gnaiss. Ambas rochas são metamórficas, sendo a primeira composta abundantemente por plagioclásio, quartzo em proporção mediana e biotita em menor abundância (PINHO et al., 2003; RANGEL FILHO, 2007; YARDLEY et al., 1996). Já a segunda é composta por feldspato potássico, quartzo, plagioclásios e biotita (YARDLEY et al., 1996).

O perfil LVAe1 (P5) tem o diorito como um material de origem sendo uma rocha ígnea intermediária (Figura 6), com litotipos entre gabro e granito. Assim, o perfil coletado apresenta a fertilidade com caráter eutrófico por conta da composição essencial com plagioclásios cálcicos e a presença frequente de biotita, sendo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico. Os perfis PVe e LVAd3 são originados do mesmo material de origem, sendo ele o litotipo gnaiss. Essa rocha metamórfica apresenta maiores índices de quartzo em sua composição quando comparado aos minerais ferromagnesianos (YARDLEY et al., 1996).

Os perfis NVe2 (P7), LAd1 (P12), LVAa (P15) e LAd3 (P16) também possuem material de origem gnaisses. O LAd1(P12), LVAa (P15) e LAd3 (P16) são classificados como Latossolos e todos apresentam o complexo sortivo distrófico associados com a

composição essencialmente quartzo-feldspática do seu material de origem. Ao contrário desses perfis, o NVe2 (P7) foi classificado como Nitossolo Vermelho e o seu complexo sortivo foi eutrófico associando-se com ao metamorfismo de um material ígneo, com mineralogia predominante de quartzo, hornblenda, plagioclásio, microclina e biotita (CPRM, 2015). Desta forma, esse solo apresentou caráter eutrófico através da contribuição do elemento cálcio oriundo da hornblenda e plagioclásio.

O perfil NVe1(P6) e o LVA<sub>d</sub>2 (P13) estão localizados em litologia de metagranodiorito e gnaiss milotinizado, respectivamente. A primeira é uma rocha intermediária. A segunda é uma rocha de composição leucocrática e proporcionou a formação de um Latossolo Vermelho-Amarelo com caráter distrófico. Tratando-se de uma área sob influência de rochas máficas, o perfil VXo (P8) apresentou caráter eutrófico, enquadrando-se na classe dos Vertissolos Háplicos órticos chernossólicos. Sua elevada fertilidade natural associa-se aos minerais ferromagnesianos presentes em abundância nas rochas desse tipo.

O LVA<sub>d</sub>1 (P1) foi o perfil coletado em maior altitude (Figura 4), situado na unidade geomorfológica Planalto Pedra Azul, sendo considerada uma superfície geomorfológica mais antiga (IDAF, 2004). Este relevo favorece com que o balanço hídrico positivo proporcione o caráter distrófico. Coletado em áreas suavemente onduladas a onduladas, os perfis PVe (P3), PVA<sub>d</sub> (P4), LVA<sub>a</sub> (P15) e VXo (P8)) encontram-se no compartimento geomorfológico denominado de Depressão do Rio Itapemirim (Figura 6). Portanto, se trata de um compartimento geomorfológico mais rejuvenescido que vai apresentar solos pouco profundos, mais férteis e com a presença de horizontes B textural (Argissolos) (LANI et al., 2001).

## **5. Conclusões**

Os solos coletados na unidade depressão do Rio Itapemirim obtiveram características físicas e químicas heterogêneas, pois nesta unidade encontraram-se solos com os maiores valores de saturação por bases, soma de bases e cátions básicos, bem como os solos altamente intemperizados e com maior pobreza química. Os solos com os maiores teores de areia e argila também foram encontrados nessa unidade.

Os solos mais distróficos foram coletados em unidades geomorfológicas de Pontões da Bacia, sendo a altimetria o fator crucial para que esses solos apresentassem valores de saturação por bases distróficos.



Os valores de densidade de solo foram maiores nos solos coletados em área de Depressão quando comparado aos coletados em relevos mais movimentados. O acréscimo nos teores de argila em profundidade foram os responsáveis por esse aumento de densidade.

A mineralogia predominantemente caulinítica e gibsítica revelam a natureza altamente intemperizada dos solos coletados, principalmente aqueles encontrados nas maiores altimetrias. A depressão do Rio Itapemirim também possui predomínio de argilominerais 1:1, mas só nessa unidade houve o aparecimento de minerais 2:1, principalmente nos horizontes dos solos VXo, mostrando também uma heterogeneidade mineralógica.

A PC-BHRI possui uma pluralidade litológica, topográfica e climática que culminam em uma diversidade de solos, com uma tendência da influência da menor diversidade litológica, alta precipitação em maiores altitudes. Em geral, solos distróficos e profundos ocupam as partes mais elevadas e com balanço hídrico positivo (Latosolos Vermelho-Amarelos distróficos típicos e Latossolo Amarelos Distróficos típicos) e um embasamento tipicamente formado de granito-gnaiss.

Solos com B textural e/ou com maior eutrofia tendem a serem formados nas partes mais rebaixadas mais próximas à calha do rio Itapemirim. Nessas áreas mais rebaixadas, além dos solos serem mais rasos, menos permeáveis, as temperaturas são mais elevadas (aumentando a evapotranspiração) a lixiviação é reduzida pela baixa permeabilidade do solo.

Em menores altitudes, o macroambiente apresenta maior diversidade litológica e pedológica com áreas que possuem extensos vales abertos com bordas suaves onde os processos de acumulação tornam-se importantes, expondo rochas máficas e carbonáticas metamorfas. Podem-se constatar solos eutróficos pela presença de rochas máficas (Nitossolo Vermelho eutrófico típico e Vertissolo Háptico órtico chernossólico) ou pela influência de rochas calcárias (Nitossolo Vermelho eutrófico típico).

A pobreza química dos Latossolo Vermelho-Amarelo alumínico típico e o Latossolo Amarelo Distrófico argissólico, estão atreladas ao material de origem uma vez que o ambiente em que se encontram é de baixa lixiviação e não favoreceriam essas condições.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil. **Orientação**, São Paulo, n. 3, p. 45-48, 1967.

ARAUJO FILHO, J. C. **Relação solo e paisagem no Bioma Caatinga**. Separatas. Embrapa Solos: Rio de Janeiro – RJ, 24p., 2011.

BARRETO, A. B.; TAVARES, D. D.; SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P.; MARTINS, A. F.; PEREIRA, W. E. Argila dispersa em água e grau de floculação de um Latossolo sob gramíneas no Brejo da Paraíba (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Vol. 7, n. 3, 2019. Disponível em: <<https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/308>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

BECKER, E. L. S.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. Clima e Intemperismo na formação de solos do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Vol. 1, p. 33-46, 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra / PROJETO RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro, 1983.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SE. 24 Rio Doce: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1987.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Decisão de diretoria nº 195-2005-e - Aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo** – CETESB, São Paulo, 2005.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERIAS/SERVIÇOS GEOLÓGICOS DO BRASIL. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Espírito**

**Santo: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais.**/ Valter Salino Vieira, Ricardo Gallart de Menezes, Orgs – Belo Horizonte: CPRM, 2015.

CUNHA, A. M.; FEITOZA, H. N.; FEITOZA, L. R.; OLIVEIRA, F. S.; LANI, J. L.; CARDOSO, J. K. F.; T RINDADE, F. S. Atualização da legenda do mapa de reconhecimento de solos do estado do Espírito Santo e implementação da interface no geobases para uso dos dados em SIG. **Revista do programa de Pós-Graduação em geografia e do departamento de geografia da UFES**, Vitória, v. 2, n. 22, p. 32-65, 2016. Disponível em: < <http://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/12356/10586>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

DIAS, H. C. T.; FILHO FERNANDES, E. I.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FONTES, L. E. F.; VENTORIM, L. B. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, vol. 26, n.6, p.777-786, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rarv/v26n6/a14v26n6.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

Duarte, O. O. **Dicionário enciclopédico Inglês-Português de geofísica e geologia**. 2ª ed. - Rio de Janeiro: SBGf, 2003. p. 352.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de reconhecimento de solos do Estado do Espírito Santo**. Escala 1:400.00 Rio de Janeiro, 1978.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2018.

ESPÍRITO SANTO (ESTADO). Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA Departamento de solos. **Atlas de ecossistemas do Espírito Santo**. Vitória, ES: SEMA; Viçosa, MG: UFV, Departamento de Solos, 2008.

GONÇALO-FILHO, F.; NETO, F. M.; FERNANDES, C. dos S; DIAS, N. da D., CUNHA, R. R. da; MESQUITA, F. de O. Efeitos de manejo sustentável da Caatinga sob os atributos físicos do solo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, p. 1-5, 2018. Disponível em:< <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1581>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Bookman editora. 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de solos do Projeto Radambrasil**. Rio de Janeiro: IBGE. Escala 1:250.000. 1983.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de solos do Projeto Radambrasil**. Rio de Janeiro: IBGE. Escala 1:250.000. 1987.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. ed. 2. Rio de Janeiro, RJ. IBGE, 2015. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>>. Acesso em: 18 de jun. 2020.

IDAF. INSTITUTO ESTADUAL DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO. **Plano de Manejo do Parque Estadual Pedra Azul**. Vitória, 2004.

LANI, J. L. **Estratificação de ambientes na bacia hidrográfica do rio Itapemirim no sul do Estado do Espírito Santo**. 1988. 114 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, 1987.

LANI, J. L.; REZENDE, S. B.; RESENDE, M. Estratificação de Ambientes com base nas classes de solos e outros atributos na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Ceres**, vol. 48, n. 276, p. 239-261, 2001. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/2687>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. 1 ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2011, v. 1, 456p.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. Editora Agronômica CERES Ltda. São Paulo (SP), 1979. 256 p.

MELO, V. F.; NOVAIS, R. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FONTES, M. P. F.; SINGH, B. Mineralogia das frações areia, silte e argila de sedimentos do grupo barreiras no município de Aracruz, Estado do Espírito Santos. **Revista Brasileira de Ciência do**

**Solos.** Vol. 26, p.29-41, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v26n1/04.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

MENDONÇA, E.S. & MATOS, E.S. **Matéria orgânica do solo; métodos de análises.** Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2017.

MIRANDA, B. M.; SILVA, A. R.; FALESI, I. C.; SCHWARTZ, G. Classificação e caracterização de solos em três diferentes tipos de manejo no nordeste paraense. In: RIBEIRO, J. C.; SANTOS, C. A. **Competência técnica e responsabilidade social e ambiental nas ciências agrárias 2.** Ponta Grossa, PR: Atena Editora, p. 1-10, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1121209/classificacao-e-caracterizacao-de-solos-em-tres-diferentes-tipos-de-manejo-no-nordeste-paraense>>. Acesso: 10 jan. 2021

MOORE, D.M. & REYNOLDS R.C. **X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals.** Oxford, Oxford University Press, 2 ed. 396p. 1997.

OLIVEIRA, V.; COSTA, A.M.R. da; AZEVEDO, W.P. de; CAMARGO, M.N.; OLMOS, J. **Pedologia: levantamento exploratório de solos.** In: PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SF-23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Levantamento de Recursos Naturais, Rio de Janeiro, n. 32, p. 385-552. 1983.

PACHECO, A. A. **Pedogênese e distribuição espacial dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Alegre – ES.** Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 163, 2011. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/5505>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

Pacheco A.A.; Ker J.C.; Schaefer C.E.G.R.; Fontes M.P.F.; Andrade F.V.; Martins E.S.; Oliveira F.S.; Mineralogy, micromorphology, and genesis of soils with varying drainage along a hillslope on granitic rocks of the Atlantic Forest Biome, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** vol. 42. 2018.

PAIVA, Y. G.; SILVA, K. R.; PEZZOPANE, J. E. M.; Delimitação de sítios florestais e análise dos fragmentos pertencentes na bacia do Rio Itapemirim. **Revista IDESIA,** Chile, vol. 28, n. 1, p. 17-22, 2010. Disponível em: <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v28n1/art03.pdf>>. Acesso em: 24 de mar. 2019.

PEIXOTO-OLIVEIRA, J.; NEVES, M. A.; CALEGARI, S. S.; GUADAGNIN, F. Compartimentação morfoestrutural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, sul do estado do Espírito Santo. **Revista do Instituto de Geociências da USP**, São Paulo, vol. 18, n. 2, p. 57-70, 2018. Disponível em: < <http://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/148391>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

PAYE, H. S.; MELLO, J. W. V.; ABRAHÃO, A. P.; FILHO FERNANDES, E. I.; DIAS, L. C. P.; CASTRO, M. L. O.; MELO, S. B.; FRANÇA, M. M. Valores de referência de qualidade para metis pesados em solos no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Vol. 34, n. 6, Viçosa, 2010. Disponível em: < [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832010000600028#q7](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000600028#q7)> Acesso em: 18 jan 2021.

PEZZOPANE, J. E. M.; SANTOS, E. A.; ELEUTÉRIO, M. M.; REIS, E. F. SANTOS, A. R. Espacialização da temperatura do ar no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 12, n. 1, p. 151-158, 2004.

PINHO, I. C. A.; BARBOSA, J. S. F.; LEITE, C. M. M. Petrografia e litologia dos metatonalitos e seus enclaves de granulitos básicos da parte sul do cinturão Itabuna-Salvador-Curaça, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, vol. 33, n. 2, p. 189-200, 2003. Disponível em: < <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9834>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI M., A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória, ES : Incaper. 104 p. 2013.

PROFERT – Programa Interlaboratorial de Controle de Qualidade de Análise de Solo. **Manual do Laboratorista**. 1. Ed. Viçosa, MG. 33p. 2005.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciências Ambientais**. Vol. 27, p. 29-48, 2003.

REICHERT, J. M. Mecânica do Solo. In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). (Org.). **Física do Solo**. Pág. 33. Viçosa, MG. 2010.

SANTOS, J. C. B.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R.; ALMEIDA, M. C.; BORGES, L. E. P. Caracterização de neossolos regolíticos da região semiárida do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Vol. 36, n. 3, Viçosa, 2012. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n3/01.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

SANTOS, J. H. G.; VIEIRA, E. I.; SILVA, G. B. **Pedologia: levantamento exploratório de solos**. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folha SE.24 Rio Doce. Levantamento de Recursos Naturais, Rio de Janeiro, n. 34, p. 229-252, 1987.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. Ed. Rev. e ampl. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 92p. il.

SIRTOLI, A. E. O solo na paisagem. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba: Departamento de solos e Engenharia Agrícola, 130p. 2007

SCHAEFER, C. E. G. R., M. A. ALBUQUERQUE, J. C. F. CAMPOS, L. L. CHARMELO & F. N. B. SIMAS. Elementos da paisagem e gestão da qualidade ambiental. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, vol. 21, n. 202, p. 20-44, 2000.

SIMAS, F. N. B. **Pedogênese e geoambientes na Serra Verde, parte da Mantiqueira Mineira**: atributos físicos, químicos, mineralógicos e micromorfológicos. 2002. 88 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/10769>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Centro Nacional de Pesquisas em Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed – Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1085209?locale=en>>. Acesso em: 13 mai. 2019.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, Climatology, vol. 8, n.1, 104p. 1955.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **Method 3051A – Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils**. Revision 1. Washington, DC: 2007.

YARDLEY, B. W. D.; MACKENZIE, W. S.; GUILFORD, C. **Atlas de rocas metamórficas y sus texturas**. Masson, 1996. p. 1- 121.

Yanaguisawa, V. A. **Caracterização mineralógica de um Neossolo Flúvico por técnicas de espectroscopia, microscopia e difração de raio X**. Dissertação (Mestrado em Ciência), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 142p. 2019. Acesso em: <  
<https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/2949/1/Victor%20Akio%20Yanaguisawa.pdf>  
>. Acesso em: 25 jan. 2021



## APÊNDICIE



**Figura 1** – Perfis dos solos em campo, sendo: (A) – LVAd -ATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico; (B) - LVAd1 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico argissólico; (C) - PAd – ARGISSOLO AMARELO distrófico abruptico; (D) - PVAd – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico; (E) - LVAe - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico.





**Figura 2** – Perfis dos solos em campo, sendo:(A) – NVe1 – NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico;(B) – NVe2 – NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico;(C) - VXo - VERTISSOLO HÁPLICO órtico chernossólico;(D) - PVe – ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico;(E) - LAd – LATOSSO AMARELO distrófico típico.





**Figura 3** – Perfis dos solos em campo, sendo: (A) – LAd2 – LATOSSOLO AMARELO distrófico típico; (B) - LVAd2 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico;(C) - LVAd3 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico; (D) - LVAa – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO aluminico típico; (E) - LAd3 – LATOSSOLO AMARELO distrófico argissólico.

## P1

### LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico

#### Perfil nº 1

Localização: Venda Nova do Imigrante - Es

Altitude: 845 m

Material de origem: biotita gnaisse

Uso atual: lavoura de café e pastagem

Declividade: 20 a 30 %

Relevo local: relevo montanhoso

Relevo regional: relevo montanhoso

Erosão: não aparente

Drenagem: bem drenado

#### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A1 0-10 cm, 5YR 4/6 Vermelho-Amarelo (Seca) e 2,5YR 3/6 Vermelho Escuro(úmido); argilo-arenoso, moderada média a pequena granular a blocos subangulares; macia, friável, não plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.
- A2 10-25 cm, 5YR 3/3 Bruno-Avermelhado-Escuro(seco) e 5YR 3/4 Bruno-Avermelhado-Escuro (úmida); argilo-arenoso, moderada média a grandes blocos subangulares; ligeiramente dura, dura, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- Bw1 25-65 cm, 2,5YR 4/8 Vermelha (seca) e 2,5YR 3/6 Vermelho Escuro (úmida); argilosa, moderada média a grande blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição clara e ondulada.
- Bw2 65-110 cm, 5YR 5/8 Vermelho-Amarelado (seco) e 2,5YR 4/6 Vermelho (úmida), argilosa, moderada média blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
- BC 1;0 cm+, 5YR 5/8 Vermelho-Amarelado (seca) e 7,5YR 5/6 Vermelho (úmida); argilo-arenosa, fraca media a pequena blocos subangulares; macia, friável, plástica e pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

Presença de fragmentos de rocha, sedosidade e presença de micas no horizonte BC

## PERFIL Nº 01 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A1        | 0 – 10     | 360                                     | 136        | 89    | 415    | 79  | 0,21                    | 0,91                                      |
| A2        | 10 – 25    | 360                                     | 131        | 88    | 421    | 80  | 0,21                    | 1,1                                       |
| Bw1       | 25 – 65    | 310                                     | 127        | 71    | 492    | 0   | 0,14                    | 1,02                                      |
| Bw2       | 65 – 110   | 275                                     | 127        | 89    | 509    | 1   | 0,17                    | 1,06                                      |
| BC        | 110+       | 365                                     | 141        | 84    | 410    | 0   | 0,20                    | -   |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
| A1               | 5,8                   | 6     | 141            | 3,7  | 0,90             | 5,3  | 0,8               | 10,6 | 15,9   | 38,4          | 33    | 13       | 8,2       |
| A2               | 5,7                   | 7     | 189            | 1,6  | 0,70             | 3,13 | 0,0               | 7,9  | 11     | 26,2          | 28    | 0        | 7,6       |
| Bw1              | 3,7                   | 0,9   | 168            | 1,2  | 0,60             | 2,55 | 0,10              | 8,2  | 10,7   | 21,8          | 24    | 4        | 1         |
| Bw2              | 3,3                   | 0,7   | 52             | 0,7  | 0,3              | 1,32 | 0,15              | 8,1  | 9,4    | 18,5          | 14    | 10,2     | 1,5       |
| BC               | 4,9                   | 0,7   | 55             | 0,8  | 0,0              | 1,10 | 0,25              | 6,3  | 7,4    | 18,04         | 15    | 18,6     | 0,90      |

## P2

### LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico argissólico

#### **PERFIL Nº 2**

Localização: Castelo - ES

material de origem: gnaisse migmatizado

Uso atual: pastagem

Altimetria: 422 m

Relevo local: fortemente ondulado

Relevo regional: fortemente ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

- A 0-15 cm, 2,5YR 5/6 Vermelho (Seca) e 2,5YR 4/3 Vermelho-Acizentado (úmido); argilosa; moderada média a pequena granular; macia, friável, não plástica e não pegajosa; transição difusa e plana.
- AB 10-38 cm, 5YR 5/6 Vermelho-Amarelado (seco) e 5YR 4/6 Vermelho-Amarelado (úmida); argilosa; moderada média a grandes blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- Bw1 38-68 cm, 5YR 5/6 Vermelho-Amarelado (seca) e 2,5YR 4/6 Vermelho (úmida); argilosa; moderada média a grande blocos subangulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- Bw2 68-103 cm, 5YR 5/8 Vermelho-Amarelado (seco) e 2,5YR 4/6 Vermelho (úmida); muito argilosa; moderada média a grandes blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.
- Bw3 103 cm+ 7,5YR 6/8 Amarelo-Avermelhado (seca) e 7,5YR 5/8 Bruno-Forte (úmida); muito argilosa; maciça que se desfaz em grande a muito grande blocos angulares a subangulares, moderada a fraca; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa.



## PERFIL Nº 02 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A         | 0 – 15     | 403                                     | 21         | 134   | 442    | 71  | 0,30                    | 1,32                                      |
| AB        | 15 – 38    | 363                                     | 73         | 115   | 449    | 72  | 0,26                    | 1,14                                      |
| Bw1       | 38 – 68    | 246                                     | 69         | 131   | 554    | 78  | 0,24                    | 1,10                                      |
| Bw2       | 68 – 103   | 170                                     | 47         | 87    | 696    | 1   | 0,13                    | 1,1                                       |
| Bw3       | 103+       | 193                                     | 48         | 95    | 664    | 0   | 0,14                    | 0,96                                      |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |     |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|-----|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB  | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |     |                   |      |        |               |       |          |           |
| A                | 4,9                   | 2,5   | 96             | 4  | 1,7              | 6,3 | 0,1               | 7,1  | 13,4   | 30,32         | 47    | 1,56     | 1,8       |
| AB               | 5,9                   | 0,7   | 36             | 2,4  | 0,2              | 3,1 | 0,0               | 6,3  | 9,3    | 20,8          | 33    | 0        | 0,6       |
| Bw1              | 6,0                   | 0,3   | 21             | 3,23   | 0,0              | 3,7 | 0,0               | 6,8  | 10,5   | 18,9          | 35    | 0        | 0,6       |
| Bw2              | 6,3                   | 1,9   | 19             | 3,2  | 0,0              | 3,6 | 0,0               | 6,1  | 9,7    | 14            | 37    | 0        | 0,2       |
| Bw3              | 5,5                   | 2,3   | 27             | 2,1  | 0,4              | 3,3 | 0,0               | 6,4  | 9,7    | 14,6          | 34    | 0        | 0,5       |

ARGISSOLO AMARELO eutrófico abruptico

**PERFIL Nº 3**

Localização: Cachoeiro de Itapemirim - ES

Material de origem: xisto/biotita

Uso atual: pastagem

Declividade: 5%

Relevo local: suave ondulado

Relevo regional: suave ondulado

Drenagem: Imperfeitamente Drenado

- A1 0-8 cm, 7,5YR 4/6 vermelho (seco) e 7,5YR 3/4 vermelho-escuro-acizentado (úmido); franco argilo arenosa; fraca média a pequena granular; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
- A2 8-16 cm, 7,5YR 4/6 bruno-forte (seco) e 7,5YR 3/3 bruno-escuro (úmida); franco argilo arenosa; fraca média a pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt1 16-47 cm, 5YR 3/3 bruno-avermelhado-escuro (seca) e 5YR 3/4 bruno-avermelhado-escuro (úmida); argilosa a muito argilosa; moderada média a pequena blocos subangulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt2 47-82 cm, 7,5YR 5/8 Vermelho (seco) e 7,5YR 5/6 Vermelho (úmida); muito argilosa; moderada média a grandes blocos subangulares à moderada média a grande prismática; extremamente dura, muito firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- BC 82 cm+ 10YR 4/6 amarelo-brunado (seca) e 10YR 4/6 bruno-amarelado-escuro (úmida); argilosa; forte grande a muito grande primática, moderada a fraca; ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa.

## PERFIL Nº 03 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A1        | 0 – 8      | 420                                     | 244        | 63    | 273    | 74  | 0,23                    | 1,1                                       |
| A2        | 08 – 16    | 468                                     | 187        | 80    | 265    | 66  | 0,30                    | 1,2                                       |
| Bt1       | 16 – 47    | 237                                     | 131        | 43    | 589    | 77  | 0,07                    | 0,90                                      |
| Bt2       | 47 – 82    | 171                                     | 68         | 63    | 698    | 64  | 0,09                    | 1,2                                       |
| BC        | 82+        | 239                                     | 117        | 68    | 576    | 79  | 0,12                    | 1,7                                       |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |     |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|-----|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB  | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |     |                   |      |        |               |       |          |           |
| A1               | 5,1                   | 0,4   | 231            | 2,8  | 2,6              | 6,3 | 0,2               | 5,7  | 12     | 44            | 52    | 3,08     | 3,2       |
| A2               | 6,2                   | 0,1   | 45             | 2,2  | 1,8              | 4,2 | 0,0               | 7    | 11,2   | 42,1          | 37    | 0        | 1,13      |
| Bt1              | 5,1                   | 0,25  | 12             | 2,4  | 3,3              | 5,8 | 0,0               | 6,6  | 12,4   | 21            | 46    | 0        | 1         |
| Bt2              | 3,6                   | 0,11  | 19             | 1,4  | 2,5              | 4,0 | 0,3               | 8,5  | 12,5   | 18            | 32    | 7        | 0,0       |
| BC               | 5,4                   | 0,6   | 16             | 1,0  | 3,4              | 4,5 | 0,35              | 7,5  | 12     | 21            | 37    | 7,3      | 0,7       |

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico

**PERFIL Nº 4**

Localização: Cachoeiro de Itapemirim - ES

Material de origem: biotita-muscovita-quartzo xistos

Uso atual: pastagem

Declividade: 5%

Relevo local: suave ondulado

Relevo regional: suave ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

A 0-10 cm, 5YR 4/6 vermelho-amarelo (seco) e 5YR 4/4 bruno-avermelhado (úmido); franco-argilo-arenosa; moderada média a grande granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

AB 10-29 cm, 5YR 4/4 bruno-avermelhado (seco) e 5YR 4/6 vermelho-amarelado (úmida); argilo-arenosa; moderada média a grande granular; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

BA 29-45 cm, 5YR 4/6 vermelho-amarelo (seca) e 5YR 4/6 vermelho-amarelo, (úmida); argilosa; moderada média a grande blocos angulares à granular; dura, friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.

Bt1 45-80 cm, 5YR 5/6 Vermelho-Amarelo (seco) e 5YR 4/6 Vermelho-Amarelo (úmida); muito argilosa; moderada à forte média a grandes blocos angulares; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.

Bt2 80-134 5YR 5/6 vermelho-amarelo (seca) e 2,5YR 5/8 vermelho (úmida); muito argilosa; forte média a grande blocos subangulares; cerosidade pouca e moderada; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bt3 134 cm+ 10R 5/8 vermelho (seca) e 10YR 4/8 vermelho (úmida); muito argilosa; forte média a grandes blocos subangulares; cerosidade pouca e moderada; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa.

## PERFIL Nº 04 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A         | 0 – 10     | 358                                     | 148        | 106   | 388    | 65  | 0,27                    | 1,3                                       |
| AB        | 10 – 29    | 306                                     | 197        | 94    | 403    | 75  | 0,23                    | 1,3                                       |
| BA        | 29 – 45    | 213                                     | 175        | 77    | 534    | 81  | 0,14                    | 1,3                                       |
| Bt1       | 45 – 80    | 140                                     | 102        | 16    | 743    | 65  | 0,02                    | 1,3                                       |
| Bt2       | 80 – 134   | 157                                     | 92         | 56    | 685    | 0   | 0,08                    | 1,4                                       |
| Bt3       | 134+       | 221                                     | 87         | 154   | 538    | 0   | 0,29                    | 1,3                                       |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
| A                | 6                     | 1     | 179            | 7,8  | 6,5              | 15,1 | 0,0               | 4,7  | 19,8   | 51            | 76    | 0        | 2,1       |
| AB               | 6,9                   | 0,2   | 194            | 4,5  | 3                | 8,1  | 0,0               | 5,4  | 13,5   | 33,5          | 60    | 0        | 1,6       |
| BA               | 4,7                   | 0,4   | 17             | 4  | 1,8              | 5,8  | 0,2               | 6,1  | 12     | 22,4          | 49    | 3,31     | 0,8       |
| Bt1              | 5,4                   | 0,4   | 25             | 4  | 2,2              | 6,3  | 0,2               | 7,2  | 13,5   | 18,13         | 46,6  | 3,09     | 1,2       |
| Bt2              | 5,3                   | 0,3   | 27             | 4  | 2,0              | 6,1  | 0,2               | 6,2  | 12,3   | 17,91         | 49,5  | 3,19     | 0,3       |
| Bt3              | 3,7                   | 0,2   | 21             | 5  | 2,0              | 7,1  | 0,3               | 6,3  | 13,4   | 24,84         | 52,9  | 4,07     | 0,25      |

LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico

**PERFIL Nº 5**

Localização: Santa Angélica - ES

Material de origem: diorito

Uso atual: pastagem

Altimetria: 428 m

Relevo local: fortemente ondulado

Relevo regional: fortemente ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

A1 0-16 cm; 10YR 4/3 Bruno (seco) e 10YR 3/3 Bruno-Escuro (úmido); argilosa; moderada média a grande granular; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição plana e difusa.

A2 16-38 cm; 10YR 4/3 Bruno (seco) e 10YR 3/3 Bruno-Escuro (úmido); argilosa; moderada grande a muito grande granular à pequena a média blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, não plástica e não pegajosa; transição plana e difusa.

BA 38-52 cm; 5YR 6/6 Amarelo-Avermelhado (seca) e 5YR 6/8 Amarelo-Avermelhado (úmida); argilosa; moderada média a grande blocos angulares à granular; dura, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

Bw1 52-85 cm; 5YR 6/6 Amarelo-Avermelhado (seca) e 5YR 6/8 Amarelo-Avermelhado (úmida); muito argilosa; moderada grande à muito grandes blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; dura, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

Bw2 85-133 cm; 5YR 6/6 Amarelo-Avermelhado (seca) e 5YR 6/8 Amarelo-Avermelhado (úmida); muito argilosa; moderada média a grande blocos

subangulares; cerosidade pouca e fraca; dura à muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw3 133 cm+ 5YR 6/6 Amarelo-Avermelhado (seca) e 5YR 6/8 Amarelo-Avermelhado (úmida); muito argilosa; moderada à forte grande a muito grandes blocos subangulares; muito dura, firme, plástica e pegajosa.

## PERFIL Nº 05 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A1        | 0 – 16     | 271                                     | 139        | 153   | 437    | 67  | 0,35                    | 1,2                                       |
| A2        | 16 – 38    | 174                                     | 133        | 158   | 536    | 72  | 0,29                    | 1,1                                       |
| BA        | 38 – 52    | 165                                     | 102        | 148   | 585    | 11  | 0,25                    | 1,0                                       |
| Bw1       | 52 – 85    | 116                                     | 63         | 195   | 625    | 0   | 0,31                    | 1,1                                       |
| Bw2       | 85 – 133   | 123                                     | 68         | 107   | 701    | 0   | 0,15                    | 1,1                                       |
| Bw3       | 133+       | 131                                     | 83         | 144   | 642    | 0   | 0,22                    | 1,2                                       |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |       |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|-------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB    | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |       |                   |      |        |               |       |          |           |
| A1               | 5,4                   | 0,7   | 92             | 4.40   | 5.70             | 10.81 | 0.15              | 6.20 | 17.01  | 39            | 64    | 1.37     | 3.70      |
| A2               | 5,5                   | 0,7   | 207            | 4.80   | 1.80             | 7.18  | 0.35              | 6.99 | 14.17  | 26.44         | 51    | 4.65     | 1.60      |
| BA               | 5,8                   | 1,4   | 138            | 4.00   | 1.00             | 5.37  | 0.00              | 6.37 | 11.74  | 20.06         | 46    | 0.00     | 1.40      |
| Bw1              | 5,9                   | 2,5   | 138            | 3.40   | 1.80             | 5.58  | 0.00              | 5.02 | 10.60  | 16.96         | 53    | 0.00     | 0.55      |
| Bw2              | 5,6                   | 3,1   | 92             | 2.90   | 3.30             | 6.46  | 0.00              | 6.58 | 13.04  | 18.60         | 49,5  | 0.00     | 0.30      |
| Bw3              | 5,1                   | 4     | 92             | 1.30   | 4.50             | 6.07  | 0.20              | 6.15 | 12.22  | 19.04         | 49,7  | 3.19     | 0.20      |



NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico

**PERFIL Nº 6**

Localização: Anutiba - Alegre- ES

Material de Origem: Biotita-Gnaiss Migmatizado

Uso atual: pastagem

Declividade: 5%

Relevo local: suave ondulado

Relevo regional: suave ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

- A 0-11 cm; 2,5YR 4/8 Vermelho (seco) e 2,5YR 3/6 Vermelho-Escuro (úmido); argilo-arenosa; moderada média a grande blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, firme a muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- BA 11-25 cm; 2,5YR 3/6 Vermelho-Escuro (úmido) (seco) e 2,5YR 3/6 Vermelho-Escuro (úmido); argilosa; moderada muito grande blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bn1 25-61 cm; 2,5YR 4/6 Vermelho (seco) e 2,5YR 3/6 Vermelho-Escuro (úmido); argilosa; moderada muito grande blocos angulares à granular; cerosidade pouca e fraca; dura, firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- Bn2 61-110 cm; 2,5YR 4/8 Vermelho (seco) e 2,5YR 3/6 Vermelho-Escuro (úmido); muito argilosa; moderada muito grande blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
- Bn3 110 cm+; 2,5YR 5/8 Vermelho (seco) e 2,5YR 3/6 Vermelho-Escuro (úmido); muito argilosa; moderada muito grande blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; ligeiramente dura à dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

## PERFIL Nº 06 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A         | 0 – 11     | 327                                     | 139        | 134   | 400    | 80  | 0,34                    | 1,27                                      |
| BA        | 11 – 25    | 230                                     | 92         | 113   | 565    | 80  | 0,20                    | 1,34                                      |
| Bn1       | 25 – 61    | 231                                     | 89         | 93    | 587    | 92  | 0,16                    | 1,27                                      |
| Bn2       | 61 – 110   | 110                                     | 56         | 102   | 732    | 16  | 0,14                    | 1,04                                      |
| Bn3       | 110+       | 106                                     | 49         | 107   | 737    | 1   | 0,15                    | 1,05                                      |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
| A                | 6.0                   | 0.06  | 46             | 4.90   | 4.50             | 9.60 | 0.00              | 6.50 | 16.10  | 40.24         | 59.62 | 0.00     | 23        |
| BA               | 5.7                   | 0.01  | 69             | 4.70   | 0.02             | 4.97 | 0.00              | 5.30 | 10.27  | 18.17         | 48.38 | 0.00     | 12        |
| Bn1              | 6.3                   | 0.07  | 99             | 5.00   | 0.40             | 5.67 | 0.00              | 5.10 | 10.77  | 18.34         | 52.64 | 0.00     | 5         |
| Bn2              | 6.7                   | 0.05  | 92             | 4.90   | 2.40             | 7.56 | 0.00              | 5.30 | 12.86  | 17.57         | 58.80 | 0.00     | 5         |
| Bn3              | 6.9                   | 0.20  | 92             | 3.60   | 1.00             | 4.85 | 0.00              | 3.90 | 8.75   | 11.88         | 55.45 | 0.00     | 4         |

NITOSSOLO VERMELHO eutrófico típico

**PERFIL Nº 7**

Localização: Itaoca - Cachoeiro de Itapemirim, ES

Altitude: 252 m

Material de Origem: Rochas Carbonáticas (Mármore e Metamarga)

Uso atual: pastagem

Relevo local: suave ondulado

Relevo regional: suave ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

- A 0-16 cm, 2,5YR 4/4 Bruno-avermelhado e 2,5YR 2,5/4 Bruno-avermelhado-escuro (úmido); argila; moderada média a grande granular a blocos subangulares; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- BA 16-31 cm, 2,5YR 4/4 Bruno-avermelhado (seco) e 2,5YR 2,5/4 Bruno-avermelhado-escuro (úmida); argila; moderada média a grandes blocos subangulares a média granular; cerosidade comum e forte; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bn1 31-67 cm, 2,5YR 4/4 Bruno-avermelhado (seca) e 2,5YR 2,5/4 Bruno-avermelhado-escuro (úmida); muito argilosa; forte média a grande blocos subangulares; cerosidade abundante e forte; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bn2 67-120 cm, 10R 4/6 Vermelho (seco) e 10R 3/6 Vermelho-escuro (úmida); muito argilosa; forte média a grande blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bn3 120 cm+, 10R 4/6 Vermelho (seca) e 10R 3/6 Vermelho-escuro (úmida); muito argilosa; forte média a grande blocos subangulares a grande granular; cerosidade pouca e fraca; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.

OBSERVAÇÕES: -Presença de raízes nos horizontes A, BA E B1

## PERFIL Nº 07 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A         | 0 – 16     | 226                                     | 174        | 136   | 463    | 53  | 0.29                    | 1,13                                      |
| BA        | 16 – 31    | 196                                     | 158        | 109   | 537    | 66  | 0.20                    | 1,32                                      |
| Bn1       | 31 – 67    | 137                                     | 126        | 74    | 662    | 65  | 0.11                    | 1,06                                      |
| Bn2       | 67 – 120   | 102                                     | 86         | 101   | 711    | 55  | 0.14                    | 1,26                                      |
| Bn3       | 120+       | 102                                     | 74         | 73    | 752    | 28  | 0.10                    | 1,13                                      |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
| A                | 7.40                  | 0.76  | 138            | 1.7  | 4.5              | 6.7  | 0.00              | 4.37 | 11.02  | 23.79         | 60.33 | 0.00     | 4.60      |
| BA               | 7.00                  | 0.07  | 115            | 5.5  | 1.9              | 7.7  | 0.00              | 4.03 | 11.77  | 21.92         | 65.76 | 0.00     | 4.40      |
| Bn1              | 6.80                  | 0.03  | 138            | 11   | 0.7              | 12.1 | 0.00              | 4.08 | 16.16  | 24.41         | 74.75 | 0.00     | 4.40      |
| Bn2              | 6.40                  | 0.03  | 115            | 10.9   | 2.8              | 14.0 | 0.00              | 4.32 | 18.33  | 25.79         | 76.44 | 0.00     | 4.20      |
| Bn3              | 6.40                  | 0.06  | 115            | 8.7  | 2.0              | 11.0 | 0.00              | 4.50 | 15.53  | 20.65         | 71.02 | 0.00     | 3.00      |

## VERTISSOLO HÁPLICO Órtico chernossólico

**PERFIL Nº 8**

Localização: Serra Aliança – Muqui- ES

Altitude: 164 m

Material de origem: Rocha Máfica (Anfibolito)

Uso atual: pastagem

Relevo local: ondulado

Relevo regional: ondulado

Drenagem: imperfeitamente drenado

Erosão: não aparente

A 0-19 cm, 7,5YR 4/6 Bruno-Forte (Seca) e 7,5YR 3/3 Bruno-Escuro (úmido); franco-argilo-arenosa; moderada grande granular a média blocos subangulares; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.

AB 19-52 cm, 7,5YR 4/6 Bruno-Forte (seco) e 7,5YR 3/2 Bruno-Escuro (úmida); franco-argilo-arenosa; moderada a forte, grande a muito grandes blocos angulares; macia, dura, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bv1 52-87 cm, 7,5YR 4/6 Bruno-Forte (seca) e 7,5YR 3/4 Bruno-Escuro (úmida); franco-argilo-arenosa, moderada a forte, grande a muito grandes blocos subangulares; macia, dura, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bv2 87 cm+, 7,5YR 4/6 Bruno-Forte (seco) e 7,5YR 3/4 Bruno-Escuro (úmida), franco-argilo-arenosa, forte, grande a muito grande blocos angulares; macia, dura, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e difusa.

OBSERVAÇÕES: -Presença de características vérticas nos horizontes B.

## PERFIL Nº 08 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A         | 0 – 19     | 220                                     | 292        | 171   | 316    | 48  | 0.54                    | 1,33                                      |
| AB        | 19 – 52    | 241                                     | 285        | 173   | 300    | 52  | 0.58                    | 1,68                                      |
| Bv1       | 52 – 87    | 213                                     | 281        | 165   | 341    | 65  | 0.48                    | 1,58                                      |
| Bv2       | 87+        | 248                                     | 278        | 165   | 309    | 71  | 0.53                    | 1,80                                      |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
| A                | 5.60                  | 2.70  | 367.9          | 7.6  | 14.8             | 23.4 | 0.00              | 8.70 | 32.14  | 101.70        | 72.93 | 0.00     | 39        |
| AB               | 5.80                  | 1.60  | 368            | 6.9  | 6.5              | 14.4 | 0.00              | 7.70 | 22.11  | 73.69         | 65.17 | 0.00     | 38        |
| Bv1              | 6.90                  | 1.00  | 414            | 7.0  | 6.3              | 14.4 | 0.00              | 6.00 | 20.42  | 59.87         | 70.61 | 0.00     | 31        |
| Bv2              | 7.40                  | 1.10  | 805            | 10.0   | 12               | 24.1 | 0.00              | 5.40 | 29.53  | 95.55         | 81.71 | 0.00     | 33        |

## ARGISSOLO VERMELHO eutrófico típico

**PERFIL Nº 9**

Localização: Alegre - ES

Altitude: 571 m

Material de origem: gnaisse

Uso atual: pastagem

Declividade: 20 – 45%

Relevo local: fortemente montanhoso

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

- A 0-20 cm, 7,5YR 5/4 Bruno (Seca) e 7,5YR 3/4 Bruno-Escuro (úmido); Franco argilo-arenoso; fraca moderada a pequena à média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
- BA 20-42 cm, 7,5YR 5/8 Bruno-Forte (seco) e 7,5YR 4/6 Bruno-Forte (úmida); argilo-arenoso; fraca média a grandes blocos subangulares; ligeiramente dura à dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bt1 42-90 cm, 2,5YR 5/8 Vermelha (seca) e 2,5YR 3/6 Vermelho Escuro (úmida); argilosa; fraca a moderada grandes blocos subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bt2 90-120 cm, 2,5YR 6/8 Vermelho-Claro (seco) e 2,5YR 3/6 Vermelho-Escuro (úmida); argilosa; fraca à moderada média à grandes blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- BC 120 cm+, 2,5YR 5/8 Vermelho (seca) e 2,5YR 5/8 Vermelho (úmida), franco argilo-arenoso à franco-argiloso; fraca pequena a média blocos subangulares; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.



PERFIL Nº 09 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A         | 0 – 20     | 488                                     | 154        | 145   | 213    | 61  | 0.68                    | 1,32                                      |
| BA        | 20 – 42    | 330                                     | 151        | 141   | 377    | 63  | 0.37                    | 1,06                                      |
| Bt1       | 42 – 90    | 246                                     | 142        | 167   | 445    | 54  | 0.38                    | 1,26                                      |
| Bt2       | 90 – 120   | 228                                     | 121        | 178   | 473    | 1   | 0.38                    | 1,17                                      |
| BC        | 120+       | 334                                     | 117        | 197   | 353    | 0   | 0.56                    | 1,14                                      |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
| A                | 5.00                  | 0.10  | 45.90          | 4.60   | 0.80             | 5.89 | 0.80              | 5.30 | 11.19  | 52.54         | 52.64 | 12       | 9.30      |
| BA               | 5.00                  | 0.04  | 45.93          | 2.40   | 0.00             | 2.77 | 2.05              | 3.20 | 5.97   | 15.84         | 46.41 | 42,5     | 9.10      |
| Bt1              | 5.00                  | 0.00  | 45.96          | 5.00   | 0.00             | 5.39 | 1.65              | 3.90 | 9.29   | 20.87         | 58.01 | 23.4     | 9.10      |
| Bt2              | 4.80                  | 0.00  | 45.99          | 5.00   | 1.40             | 6.71 | 1.55              | 4.30 | 11.01  | 23.27         | 60.93 | 19       | 9.10      |
| BC               | 5.30                  | 0.02  | 45.98          | 6.00   | 1.70             | 7.91 | 0.40              | 1.90 | 9.81   | 27.80         | 80.64 | 4.8      | 8.00      |

P11

LATOSSOLO AMARELO distrófico típico

**PERFIL Nº 11**

Localização: Cachoeiro de Itapemirim - ES

Altitude: 163m

Material de origem: Granito/Gnaiss

Uso atual: pastagem

Declividade: 20-45%

Relevo local: fortemente ondulado

Drenagem: mal drenado

Erosão: não aparente

- A 0-21 cm, 5YR 5/6 Vermelho-Amarelado (Seca) e 5YR 4/4 Bruno-avermelhado (úmido); argiloso; moderada média a pequena granular; macia, friável, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e clara.
- AB 21-51 cm, 7,5YR 5/8 Bruno-Forte (seco) e 7,5YR 5/6 Bruno-Forte (úmida); muito argiloso; fraca pequena a grandes blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- BA 51-85 cm, 7,5YR 7/8 Amarelo-Avermelhado (seca) e 7,5YR 5/8 Bruno-Forte (úmida); muito argilosa; fraca média a grandes blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- Bw1 85-106 cm, 7,5YR 6/8 Amarelo-Avermelhado (seco) e 7,5YR 5/8 Bruno-Forte (úmida); muito argiloso; moderada média à grandes blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, friável à firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- Bw2 106-142 cm, 7,5YR 6/8 Amarelo-Avermelhado (seco) e 7,5YR 5/8 Bruno-Forte (úmida); muito argiloso; fraca à moderada média à grandes blocos subangulares;

dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

Bw3 142-192 cm, 7,5YR 6/8 Amarelo-Avermelhado (seca) e 7,5YR 5/6 Bruno-Forte (úmida); muito argiloso; fraca à moderada grandes maciça se desfaz em grandes blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.

Bw4 192 cm+, 7,5YR 6/8 Amarelo-Avermelhado (seca) e 7,5YR 5/6 Bruno-Forte (úmida); muito argiloso; fraca à moderada grandes maciça; dura, firme à muito firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.

## PERFIL Nº 11 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A         | 0 – 21     | 268                                     | 102        | 49    | 580    | 59  | 0.08                    | 1,22                                      |
| AB        | 21-51      | 256                                     | 90         | 35    | 619    | 71  | 0.06                    | 1,39                                      |
| BA        | 51– 85     | 213                                     | 82         | 22    | 683    | 0   | 0.03                    | 1,27                                      |
| Bw1       | 85 – 106   | 199                                     | 68         | 39    | 694    | 0   | 0.06                    | 1,11                                      |
| Bw2       | 106 – 142  | 213                                     | 70         | 10    | 707    | 0   | 0.01                    | 1,16                                      |
| Bw3       | 142 – 192  | 230                                     | 45         | 6     | 719    | 0   | 0.01                    | 1,15                                      |
| Bw4       | 192+       | 209                                     | 69         | 12    | 710    | 0   | 0.02                    | 1,17                                      |

| Horizonte | pH (H <sub>2</sub> O) | Complexo Sortivo |                |  |                  |      |                   |      |        |         | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|-----------|-----------------------|------------------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------|-------|----------|-----------|
|           |                       | P                | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC arg |       |          |           |
|           |                       | mg/kg            | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |         |       |          |           |
| A         | 5.90                  | 0.00             | 69.00          | 3.10   | 1.40             | 4.79 | 0.00              | 3.30 | 8.09   | 13.95   | 59.23 | 0.00     | 9.20      |
| AB        | 6.40                  | 0.00             | 46.00          | 5.80   | 0.00             | 5.94 | 0.00              | 2.30 | 8.24   | 13.31   | 72.09 | 0.00     | 9.00      |
| BA        | 5.00                  | 0.00             | 46.00          | 8.00   | 0.00             | 8.13 | 1.10              | 2.50 | 10.63  | 15.57   | 76.49 | 11.9     | 9.10      |
| Bw1       | 5.00                  | 0.00             | 23.02          | 1.30   | 0.40             | 1.81 | 1.05              | 3.10 | 4.91   | 7.07    | 36.86 | 36.7     | 8.90      |
| Bw2       | 5.00                  | 0.00             | 23.01          | 4.00   | 0.80             | 4.91 | 0.85              | 2.20 | 7.11   | 10.06   | 69.06 | 14.8     | 8.70      |
| Bw3       | 4.80                  | 0.00             | 23.96          | 1.88   | 0.70             | 2.67 | 1.35              | 1.80 | 4.47   | 6.21    | 59.70 | 33.6     | 7.60      |
| Bw4       | 4.70                  | 0.00             | 23.98          | 0.50   | 0.00             | 0.59 | 0.70              | 2.90 | 3.49   | 4.91    | 16.89 | 54.3     | 8.90      |

LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico

**PERFIL Nº 12**

Localização: Vargem Alta - ES

Altitude: 731m

Material de origem: granito

Uso atual: pastagem

Declividade: >75%

Relevo local: fortemente montanhoso

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

A1 0-34 cm, 2,5YR 5/4 Bruno-avermelhado-escuro (Seca) e 2,5YR 3/3 Bruno-avermelhado-escuro (úmido); franco-argilo-arenoso; fraca a moderada média a grande granular; ligeiramente dura a dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

A2 34-60 cm, 2,5YR 4/4 Bruno-avermelhado (seco) e 2,5YR 3/4 Bruno-Vermelhado-Escuro (úmida); argilo-arenoso; fraca a moderada média a grandes granular; ligeiramente dura à dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e gradual.

AB 60-96 cm, 7,5YR 4/4 Bruno (seca) e 7,5YR 3/4 Bruno-escuro (úmida); argilosa; moderada média a grande granular à grandes blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

Bw1 96-132 cm, 10YR 4/6 Bruno-Amarelado-Escuro (seco) e 10YR 3/4 Bruno-Amarelado-Escuro (úmida); argilosa; moderada grande à muito grandes blocos angulares à subangulares; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

Bw2 132-158 cm, 10YR 5/8 Bruno-Amarelado (seca) e 10YR 3/6 Bruno-Amarelado-Escuro (úmida); argilosa; moderada a forte grande a muito grandes blocos

angulares a subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

Bw3 158 cm+, 7,5YR 5/8 Bruno-Forte (seca) e 7,5YR 4/6 Bruno-Forte (úmida), argilosa, moderada a forte grande a muito grandes blocos angulares a subangulares; ligeiramente dura a dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

#### OBSERVAÇÕES:

- Presença de raízes até o horizonte AB;
- Presença de rocha em todos os horizontes.

**PERFIL Nº 12 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS**

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A1        | 0 – 34     | 346                                     | 165        | 160   | 330    | 47  | 0.48                    | 1,15                                      |
| A2        | 34 – 60    | 356                                     | 155        | 111   | 378    | 63  | 0.29                    | 1,10                                      |
| AB        | 60 – 96    | 251                                     | 112        | 100   | 537    | 67  | 0.19                    | 1,04                                      |
| Bw1       | 96 – 132   | 244                                     | 115        | 113   | 528    | 21  | 0.21                    | 1,05                                      |
| Bw2       | 132 – 158  | 265                                     | 117        | 101   | 517    | 0   | 0.20                    | 0,94                                      |
| Bw3       | 158 +      | 272                                     | 120        | 115   | 493    | 0   | 0.23                    | 1,04                                      |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
| A1               | 5.40                  | 0.00  | 45.96          | 4.70   | 1.30             | 6.12 | 0.00              | 4.50 | 10.62  | 32.18         | 57.62 | 0.00     | 8.90      |
| A2               | 5.70                  | 0.00  | 45.96          | 5.20   | 1.40             | 6.72 | 0.00              | 5.80 | 12.52  | 33.12         | 53.67 | 0.00     | 8.70      |
| AB               | 5.70                  | 0.00  | 46.03          | 3.80   | 1.60             | 5.52 | 0.00              | 5.20 | 10.72  | 19.96         | 51.48 | 0.00     | 7.50      |
| Bw1              | 5.10                  | 0.00  | 46.01          | 1.80   | 0.00             | 1.92 | 0.80              | 4.20 | 6.12   | 11.59         | 31.35 | 29.4     | 8.10      |
| Bw2              | 5.20                  | 0.00  | 45.97          | 1.40   | 0.04             | 1.56 | 0.85              | 5.30 | 6.86   | 13.26         | 22.72 | 35.3     | 8.30      |
| Bw3              | 5.30                  | 0.00  | 45.98          | 1.00   | 0.40             | 1.52 | 0.60              | 6.50 | 8.02   | 16.26         | 18.93 | 28.3     | 8.70      |

LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico

**PERFIL Nº 13**

Localização: Araraí - ES

Altitude: 354m

Material de origem: gnaiss/migmatito

Uso atual: pastagem

Declividade: 0-3%

Relevo local: plano

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

- A1 0-24 cm, 5YR 5/4 Bruno-avermelhado (Seca) e 5YR 3/4 Bruno-avermelhado-escuro (úmido); franco-argilo-arenoso; moderada pequena a média granular; macia a ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- A2 24-38 cm, 5YR 5/8 Vermelho-Amarelado (seco) e 5YR 4/6 Vermelho-Amarelado (úmida); argilo-arenoso; fraca a moderada média granular à pequena a médios blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- BA 38-70 cm, 5YR 5/6 Vermelho-Amarelado (seca) e 5YR 4/6 Vermelho-Amarelado (úmida); argilosa; moderada média a grandes blocos angulares e subangulares; dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e difusa.
- Bw1 70-130 cm, 5YR 6/4 Bruno-avermelhado-claro (seco) e 5YR 5/8 Vermelho-amarelado (úmida); argilosa; moderada média a grandes blocos angulares à subangulares; dura à muito dura, firme à muito firme, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 130-163 cm, 5YR 6/4 Bruno-avermelhado-claro (seca) e 5YR 4/6 Vermelho-Amarelado (úmida); argilosa; moderada média a grandes blocos angulares a



subangulares; ligeiramente dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e gradual.

BC 163 cm+, 5YR 6/4 Bruno-avermelhado-claro (seca) e 5YR 4/6 Vermelho-amarelado (úmida); franco-siltosa; fraca a moderada pequena a média blocos angulares a subangulares; macia, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

#### OBSERVAÇÕES:

- Presença de raízes abundantes até o horizonte Bw1;
- Presença de Biotuvação até o Bw1.

## PERFIL Nº 13 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A1        | 0 – 24     | 289                                     | 286        | 122   | 303    | 83  | 0.48                    | 1,3                                       |
| A2        | 24 – 38    | 233                                     | 239        | 105   | 423    | 1   | 0.29                    | 1,2                                       |
| BA        | 38 – 70    | 172                                     | 200        | 114   | 514    | 0   | 0.19                    | 1,07                                      |
| Bw1       | 70 – 130   | 156                                     | 161        | 101   | 582    | 0   | 0.21                    | 1,1                                       |
| Bw2       | 130 – 163  | 120                                     | 140        | 294   | 446    | 0   | 0.20                    | 1,24                                      |
| BC        | 163 +      | 92                                      | 131        | 517   | 261    | 46  | 0.23                    | 1,30                                      |

| Horizonte | pH (H <sub>2</sub> O) | Complexo Sortivo |                |  |                  |      |                   |      |        |               | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|-----------|-----------------------|------------------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
|           |                       | P                | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila |       |          |           |
|           |                       | mg/kg            | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
| A1        | 5.60                  | 0.00             | 46.10          | 0.20   | 0.01             | 0.33 | 0.00              | 4.50 | 4.83   | 15.93         | 6.80  | 0.00     | 9.00      |
| A2        | 5.30                  | 0.00             | 43.05          | 0.20   | 0.70             | 1.01 | 0.05              | 4.30 | 5.31   | 12.55         | 19.03 | 4.72     | 9.00      |
| AB        | 5.00                  | 0.00             | 46.15          | 1.20   | 0.00             | 1.32 | 0.60              | 3.80 | 5.12   | 9.96          | 25.76 | 31.2     | 8.70      |
| Bw1       | 4.90                  | 0.00             | 46.20          | 0.60   | 1.00             | 1.72 | 0.55              | 3.10 | 4.82   | 8.28          | 35.66 | 24.2     | 8.50      |
| Bw2       | 4.80                  | 0.00             | 46.00          | 0.05   | 0.80             | 0.97 | 0.55              | 3.60 | 4.57   | 10.24         | 21.19 | 36.2     | 8.30      |
| Bw3       | 4.70                  | 0.00             | 46.07          | 0.70   | 0.01             | 0.83 | 0.70              | 2.80 | 3.63   | 13.90         | 22.83 | 45.8     | 7.90      |

LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico

**PERFIL Nº 14**

Localização: Muniz Freire - ES

Altitude: 791m

Material de origem: gnaisse/migmatito

Uso atual: pastagem

Declividade: 20-45%

Relevo local: fortemente ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

- Ap 0-16 cm, 5YR 3/4 Bruno-avermelhado-escuro (Seca) e 5YR 3/4 Bruno-avermelhado-escuro (úmido); Argilo-arenoso; forte muito pequena a pequena granular; macia, muito friável à friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
- A 16-52 cm, 7,5YR 4/4 Bruno (seco) e 7,5YR 5/2 Bruno (úmida); Franco-Argilosa à Argilosa; forte pequena a média granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- BA 52-77 cm, 7,5YR 4/6 Bruno-forte (seca) e 2,5YR 3/6 Vermelho-escuro (úmida); argilosa; forte muito pequena a pequena granular que se desfaz em pó de café; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw1 77-116 cm, 5YR 3/4 Bruno-avermelhado-escuro (seco) e 5YR 3/4 Bruno-avermelhado-escuro (úmida); argilosa; forte muito pequena a pequena granular; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 116-143 cm, 5YR 5/6 Vermelho-amarelado (seca) e 7,5YR 4/4 Bruno-escuro (úmida); Franco-Argilosa à Franco-Argilo-Arenosa, forte muito pequena à pequena granular; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.

BC 143-191 cm, 5YR 3/4 Bruno-avermelhado-escuro (seco) e 5YR 3/4 Bruno-avermelhado-escuro (úmida); franco-argilo-arenosa; forte muito pequena granular; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

**OBSERVAÇÕES:**

- Presença de raízes até o horizonte Bw1;
- Presença de saprolito abaixo de 191 cm.

## PERFIL Nº 14 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação      | Densidade do              |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|--------------|---------------------------|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     | Silte/Argila | Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
| Ap        | 0 – 16     | 390                                     | 112        | 134   | 363    | 49  | 0.37         | 1,6                       |
| A         | 16 – 52    | 310                                     | 135        | 155   | 400    | 3   | 0.39         | 1,1                       |
| BA        | 52 - 77    | 260                                     | 121        | 170   | 449    | 2   | 0.38         | 1,1                       |
| Bw1       | 77 – 116   | 259                                     | 126        | 123   | 492    | 0   | 0.25         | 1,1                       |
| Bw2       | 116 – 143  | 302                                     | 150        | 206   | 342    | 1   | 0.60         | 1,7                       |
| BC        | 143 - 191  | 466                                     | 148        | 170   | 216    | 1   | 0.78         | -                         |
| C         | 191+       | 315                                     | 157        | 198   | 329    | 100 | 0.60         | -                         |

| Horizonte | pH (H <sub>2</sub> O) | Complexo Sortivo |                |  |                  |       |                   |       |        |         | V (%) | m (%) | C g/kg |
|-----------|-----------------------|------------------|----------------|--|------------------|-------|-------------------|-------|--------|---------|-------|-------|--------|
|           |                       | P                | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB    | Al <sup>+++</sup> | H+Al  | CTC ef | CTC arg |       |       |        |
|           |                       | mg/kg            | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |       |                   |       |        |         |       |       |        |
| Ap        | 5.40                  | 2.70             | 22.90          | 10.00  | 1.10             | 11.16 | 0.15              | 9.75  | 20.91  | 57.60   | 53.37 | 1.33  | 21.20  |
| A         | 5.00                  | 0.00             | 22.89          | 1.00   | 0.30             | 1.36  | 0.80              | 10.50 | 11.86  | 29.65   | 11.46 | 37.   | 23.90  |
| BA        | 4.70                  | 0.00             | 22.70          | 4.10   | 0.00             | 4.16  | 0.65              | 6.12  | 10.28  | 22.89   | 40.46 | 13.5  | 7.70   |
| Bw1       | 5.00                  | 0.00             | 22.75          | 0.80   | 0.04             | 0.90  | 0.75              | 8.30  | 9.20   | 18.70   | 9.77  | 45.5  | 7.60   |
| Bw2       | 4.90                  | 0.00             | 22.85          | 0.40   | 0.40             | 0.86  | 0.75              | 5.40  | 6.26   | 18.30   | 13.72 | 46.6  | 8.20   |
| BC        | 5.10                  | 0.00             | 45.80          | 0.20   | 0.00             | 0.32  | 0.55              | 4.60  | 4.92   | 22.77   | 6.46  | 63.4  | 8.50   |
| C         | 4.80                  | 0.00             | 45.85          | 1.10   | 0.00             | 1.22  | 0.75              | 3.00  | 4.22   | 12.82   | 28.87 | 38.1  | 6.60   |

P15

LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO alumínico típico

**PERFIL Nº 15**

Localização: Jerônimo Monteiro - ES

Altitude: 164 m

Material de origem: Gnaisse/Migmatito

Uso atual: pastagem

Declividade: 3-8%

Relevo local: suavemente ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

- A 0-10 cm, 7,5YR 6/4 Bruno-claro (Seca) e 7,5YR 4/6 Bruno-forte (úmido); argilosa; fraca a moderada muito pequena a pequenos blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- AB 10-25 cm, 7,5YR 5/6 Bruno-forte (seco) e 7,5YR 4/4 Bruno-escuro (úmida); argilosa; moderada pequenos blocos subangulares; ligeiramente dura à dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- BA 25-48 cm, 7,5YR 5/8 Bruno-forte (seca) e 5YR 4/6 Vermelho-amarelado (úmida); argilosa; moderado pequena a média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw1 48-82 cm, 5YR 6/8 Amarelo-avermelhado (seco) e 5YR 5/8 Vermelho-amarelado (úmida); argilosa; moderado pequena à média em blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 82-125 cm, 5YR 5/8 Vermelho-amarelado (seca) e 5YR 5/8 Vermelho-amarelado (úmida); argilosa; moderada média à grandes blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e difusa.

Bw3 125 cm+, 5YR 6/6 Amarelo-avermelhado (seco) e 5YR 5/8 Bruno-forte (úmida); argilosa; fraca a moderada média a grandes blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e difusa.

**PERFIL Nº 15 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS**

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A         | 0 – 10     | 263                                     | 59         | 76    | 602    | 57  | 0.13                    | 1,5                                       |
| AB        | 10 – 25    | 356                                     | 42         | 57    | 545    | 1   | 0.10                    | 1,5                                       |
| BA        | 25 – 48    | 308                                     | 47         | 69    | 576    | 0   | 0.12                    | 1,5                                       |
| Bw1       | 48 – 82    | 285                                     | 35         | 200   | 480    | 0   | 0.42                    | 1,3                                       |
| Bw2       | 82 – 125   | 225                                     | 41         | 76    | 657    | 0   | 0.12                    | 1,2                                       |
| Bw3       | 125+       | 296                                     | 35         | 62    | 607    | 34  | 0.10                    | 1,1                                       |

| Complexo Sortivo |                       |       |                |  |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
| Horizonte        | pH (H <sub>2</sub> O) | P     | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|                  |                       | mg/kg | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
| A                | 5.20                  | 0.00  | 138            | 4.30   | 0.60             | 5.25 | 0.25              | 4.70 | 9.95   | 16.53         | 52.78 | 4.54     | 8.50      |
| AB               | 4.00                  | 0.00  | 23             | 4.30   | 0.04             | 4.40 | 1.35              | 6.60 | 11.00  | 20.18         | 39.99 | 23.48    | 8.70      |
| BA               | 3.90                  | 0.00  | 23             | 4.30   | 0.00             | 4.36 | 1.60              | 5.80 | 10.16  | 17.64         | 42.91 | 26.85    | 8.00      |
| Bw1              | 3.50                  | 0.00  | 23.07          | 0.40   | 0.00             | 0.46 | 1.90              | 2.70 | 3.16   | 5.45          | 14.53 | 80.54    | 7.70      |
| Bw2              | 4.00                  | 0.00  | 15.61          | 0.30   | 0.00             | 0.34 | 0.90              | 3.00 | 3.34   | 5.08          | 10.18 | 72.58    | 8.10      |
| Bw3              | 4.50                  | 0.00  | 23.70          | 0.50   | 0.80             | 1.36 | 0.85              | 2.30 | 3.66   | 6.03          | 37.17 | 38.45    | 8.70      |



P16

LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico

**PERFIL Nº 16**

Localização: Alegre - ES

Altitude: 132 m

Material de origem: Gnaisse

Uso atual: pastagem

Relevo local: fortemente ondulado

Drenagem: Imperfeitamente drenado

Erosão: aparente

- A1 0-12 cm, 5YR 4/6 Vermelho-amarelado (Seca) e 7,5YR 4/4 Bruno (úmido); franco-argilo-arenoso; fraca a moderada pequena a média blocos subangulares; dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- A2 12-32 cm, 7,5YR 4/6 Bruno-forte (seco) e 7,5YR 3/4 Bruno-escuro (úmida); franco-argilo-arenoso; fraca a moderada pequenos a médios blocos subangulares; ligeiramente dura à dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- BA 32-62 cm, 5YR 5/6 Vermelho-amarelado (seca) e 5YR 3/3 Bruno-vermelho-escuro (úmida); argilo-arenoso; moderado média blocos subangulares; ligeiramente dura à dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.
- Bw1 62-95 cm, 7,5YR 5/6 Bruno-forte (seco) e 7,5YR 4/6 Bruno-forte (úmida); argiloso-arenosa; fraca média à grandes blocos subangulares; dura a muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 95-155 cm, 7,5YR 5/8 Bruno-forte (seca) e 7,5YR 4/6 Bruno-forte (úmida); argilo-arenoso; maciça que se desfaz em média à grandes blocos subangulares; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.

BC 155 cm+, 7,5YR 5/8 Bruno-forte (seco) e 5YR 4/6 Vermelho-amarelado (úmida); argilo-arenoso; fraca a moderada média a grandes blocos subangulares; macia a ligeiramente dura, friável a firme, não plástica e não pegajosa.

## PERFIL Nº 16 - ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizonte |            | Composição Granulométrica da Terra Fina |            |       |        | ADA | Relação<br>Silte/Argila | Densidade do<br>Solo (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|---|------------|-------|--------|-----|-------------------------|---|
| Símbolo   | Prof. (cm) | Areia Grossa                            | Areia Fina | Silte | Argila |     |                         |   |
| A1        | 0 – 12     | 537                                     | 130        | 32    | 300    | 56  | 0.11                    | 1,5                                       |
| A2        | 12 – 32    | 601                                     | 106        | 36    | 257    | 45  | 0.14                    | 1,5                                       |
| BA        | 32 – 62    | 497                                     | 103        | 34    | 366    | 40  | 0.09                    | 1,5                                       |
| Bw1       | 62 – 95    | 370                                     | 114        | 72    | 445    | 75  | 0.16                    | 1,4                                       |
| Bw2       | 95 – 155   | 429                                     | 90         | 37    | 445    | 75  | 0.08                    | 1,4                                       |
| BC        | 155 +      | 439                                     | 82         | 40    | 439    | 1   | 0.09                    | 1,4                                       |

| Horizonte | pH (H <sub>2</sub> O) | Complexo Sortivo |                |  |                  |      |                   |      |        |               | V (%) | m<br>(%) | C<br>g/kg |
|-----------|-----------------------|------------------|----------------|--|------------------|------|-------------------|------|--------|---------------|-------|----------|-----------|
|           |                       | P                | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup>                               | Mg <sup>++</sup> | SB   | Al <sup>+++</sup> | H+Al | CTC ef | CTC<br>argila |       |          |           |
|           |                       | mg/kg            | Mg/kg          | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |      |                   |      |        |               |       |          |           |
| A1        | 5.30                  | 0.50             | 45.75          | 0.90   | 0.70             | 1.72 | 0.50              | 5.90 | 7.62   | 25.39         | 22.54 | 22.6     | 8.30      |
| A2        | 5.40                  | 0.20             | 45.86          | 1.20   | 0.80             | 2.12 | 0.65              | 5.10 | 7.22   | 28.08         | 29.34 | 23.5     | 8.30      |
| BA        | 5.50                  | 0.05             | 22.95          | 0.90   | 1.50             | 2.46 | 0.45              | 4.30 | 6.76   | 18.47         | 36.38 | 15.5     | 8.10      |
| Bw1       | 5.50                  | 0.10             | 23.20          | 0.90   | 1.40             | 2.36 | 0.20              | 3.90 | 6.26   | 13.18         | 37.69 | 7.81     | 7.80      |
| Bw2       | 5.70                  | 0.30             | 23.40          | 1.40   | 0.90             | 2.36 | 0.00              | 3.90 | 6.26   | 14.07         | 37.70 | 0.00     | 7.70      |
| BC        | 5.50                  | 0.40             | 22.86          | 1.40   | 0.50             | 1.96 | 3.30              | 1.96 | 3.92   | 8.92          | 50.00 | 62.7     | 7.40      |