

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Instituto de Geociências**  
**Departamento de Geografia**

ANGÉLICA TATIANA ESTEVAM

**Correlação Solo-Relevo-Material de Origem em Duas  
Topolitossequências na Serra do Pinho - Catas Altas (MG)**

Belo Horizonte  
2013

Angélica Tatiana Estevam

## **Correlação Solo-Relevo-Material de Origem em Duas Topolitossequências na Serra do Pinho - Catas Altas (MG)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Análise Ambiental  
Orientadora: Prof. (a) Dra. Cristiane Valéria de Oliveira  
Coorientadora: Prof.(a) Adriana Monteiro da Costa

Belo Horizonte  
Minas Gerais - Brasil  
2013

Dissertação intitulada *Correlação solo-relevo-material de origem em duas topolitossequências na Serra do Pinho - Catas Altas (MG)*, de autoria da mestranda Angélica Tatiana Estevam, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da UFMG como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

**Área de Concentração:** Análise Ambiental.

Aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Profa. Dra. Cristiane Valéria de Oliveira - IGC/UFMG  
Orientador

---

Profa. Dra. Adriana Monteiro da Costa - IGC/UFMG  
Coorientadora

---

Profa. Dra. Vilma Lúcia Macagnan Carvalho – IGC/UFMG

---

Profa. Dra Ana Maria Souza dos Santos Moreal - UESC

Belo Horizonte, 13 de setembro de 2013

*Dedico este trabalho a todas as pessoas que conviveram comigo, ao longo da minha vida, que trago no meu coração e tiveram influência sobre a minha formação como indivíduo, profissional e acadêmica. Este trabalho tem um pedacinho de cada uma delas, algumas ainda próximas, algumas distantes, algumas ainda mais distantes, algumas que sequer sabem ou se lembram da importância que tiveram em minha vida. A todas essas pessoas eu somente tenho a dizer: MUITO OBRIGADA.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que me deu além de força amigos e uma família maravilhosa que possibilitou que eu chegasse até aqui.

Agradeço a minha família enorme, em especial ao meu pai que além de sempre incentivar a minha formação teve papel fundamental na execução deste trabalho, sobretudo me dando força para prosseguir. Obrigada aos meus irmãos que, embora nem sempre compreendam o meu trabalho, sempre me apoiam e ficam felizes com minhas alegrias e sofrem com minhas angústias. Obrigada Andrezza, companheira de todas horas; Aline, cem por cento coração; Angela, razão e compressão e Alysson, Nem e Alexandre, sempre se preocupando e tentando, cada um a sua maneira, ajudar. Aos meus sobrinhos, principalmente, Bruno e Francisco que até me deram uma forcinha no campo, obrigada. As minhas cunhadas e cunhados. A minha mãe que onde quer que ela esteja deve estar com muito orgulho da caçulinha dela. A minha Tia Fátima que tanto amo, obrigada.

Agradeço aos meus amigos de Graduação e de vida sempre me dando força Joseane, Aline, Gizelle, Manuela, Bruno Cesar, Ênio, Flavio, Breno, Bruno Fernandes e Osmar, e muito outros que neste momento não cabem aqui, mas sempre carrego no meu coração e lembranças. Aos novos amigos que conheci durante o Mestrado. Aos meus amigos de trabalho que sempre me incentivaram, abriram oportunidades e contribuíram muito nas minhas tomadas de decisão, em especial a turminha da FUMARC e da Delphi.

Agradeço a minha orientadora Cris por todos esses anos trabalhando juntas, obrigada. A minha coorientadora Adriana, obrigada pelo incentivo. A UFMG e a todos os professores do IGC responsáveis pela minha formação.

## RESUMO

A Serra do Pinho está inserida região Central de Minas Gerais e demarca os limites entre municípios de Catas Altas, Alvinópolis e Santa Bárbara. Ela está situada a margem da borda leste do Quadrilátero Ferrífero e apresenta evidências genéticas de continuidade litológica dos principais dos conjuntos litoestratigráficos que compõem essa área. A serra do Pinho possui embasamento litológico heterogêneo, apresentando duas vertentes de características muito diferentes. A vertente oeste é embasada, predominantemente, pela sequência vulcano-sedimentar, do tipo *greenstone belt*, do Supergrupo Rio das Velhas. A vertente leste é embasada litologicamente por corpos intrusivos e pela sequência metassedimentar proterozóica Supergrupo Espinhaço. O trabalho foi desenvolvido em quatro etapas: revisão bibliográfica, campo para coleta das amostras em campo, análises laboratoriais e discussão de resultados. Duas topolitossequências foram analisadas neste trabalho, uma em cada uma das vertentes da Serra do Pinho, sendo analisados 4 perfis em cada uma delas. As amostras foram submetidas a análises físicas, químicas e morfológicas que subsidiaram a caracterização e classificação dos solos. Na Topolitossequência da Vertente Leste (TVL) a distribuição dos solos, conforme os seguimentos de vertente, foi constituída: no topo por CAMBISSOLO HÁPLICO Perférico típico (CXj), na meia encosta por NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (RQo) e LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico (LVdf) e no sopé por ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (PAd). Na Topolitossequência da Vertente Oeste (TVO) a distribuição dos solos, conforme os seguimentos de vertente, foi constituída: no topo por afloramentos quartzíticos, no ombro por CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (CXvd), em meia vertente por LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd) e ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico (PVd) e no sopé por LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd). A heterogeneidade do material de origem que compõe TVL da Serra do Pinho fez com que os solos herdassem características que diferissem muito os perfis entre si, sobretudo no que tange a textura. Na TVL as propriedades herdadas da litologia exerceram mais influência sobre a distribuição dos solos na paisagem do que de qualquer outro fator de formação. Na TVO, embora também apresente diferenciação litológica, as características dos perfis demonstraram uma maior influência do relevo no processo de formação dos solos. Nesta topossequência os solos provenientes de um mesmo litotipo predominante, que abrange três dos quatro perfis analisados, apresentaram características distintas condicionadas pela declividade e posicionamento na vertente.

## ABSTRACT

The Pinho mountain range is located in the central region of Minas Gerais and demarcates the boundaries between the municipalities of Catas Altas, Alvinópolis and Santa Bárbara. It is located at the eastern edge border of the Quadrilátero Ferrífero and provides genetic evidence of lithological continuity of the major lithostratigraphic sets that make up this area. The Pinho mountain range has lithology heterogeneous basement with two slopes of very different characteristics. The western slope basement is mostly on the volcano-sedimentary greenstone belt type from the Rio das Velhas Supergroup. The eastern slope lithological basement is composed by intrusive bodies and by the Proterozoic Espinhaço Supergroup metasedimentary sequence. The paper was developed in four stages: literature review, field to collect samples in the field, laboratory analysis and discussion of results. Two topolithosequences were analyzed in this study, one in each slope of Pinho mountain range and were analyzed 4 profiles in each. The samples were subjected to analysis of physical, chemical and morphological characteristics that support the characterization and classification of soils. In topolithosequence of Strand East (TVL) soil distribution as part of the segments was made: at the top by CAMBISSOLO HÁPLICO Perférico típico (CXj), the hillside by NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (RQo) and LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVdf) and the foothills of ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (PAd). In topolithosequence of Strand West (TVO) the soils distribution, as segments of the strand was formed: the top quartzite outcrops in the shoulder by CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (CXvd), in mid slope by LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd) and ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico (PVd) and the foothills of por LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd). The heterogeneity of the source material that makes up the TVL Pinho mountain range made the land inherited characteristics that differed significantly between the profiles themselves, especially regarding the texture. In TVL inherited properties of lithology exerted more influence on the distribution of soils in the landscape than any other formation factor. At TVO, although it also presents lithological differentiation, the characteristics of the profiles showed a greater influence of the relief in the process of soil formation. In this toposequence, the soils from the same lithotype predominant, covering three of the four profiles analyzed showed distinct features conditioned by the slope declivity and position on the slope.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01:	Mapa de localização da Serra do Pinho.....	27
FIGURA 02:	Foto da Serra do Pinho, vista para a vertente oeste.....	28
FIGURA 03:	Mapa Geológico da Serra do Pinho e áreas adjacentes.....	29
FIGURA 04:	Foto do quartzito puro da Formação Galho do Miguel.....	32
FIGURA 05:	Foto do mergulho dos afloramentos da vertente oeste, com caimento para E.....	33
FIGURA 06:	Mapa Hipsométrico.....	34
FIGURA 07:	Mapa de Declividade.....	35
FIGURA 08:	Climograma de Catas Altas.....	36
FIGURA 09:	Foto da mata secundária que recobre parte vertente oeste.....	38
FIGURA 10:	Perfil Topográfico da TVL.....	45
FIGURA 11:	Foto do Neossolo Quartzarênico (perfil 2).....	50
FIGURA 12:	Foto do Argissolo Amarelo de cor bruno-forte (perfil 4).....	51
FIGURA 13:	Foto do Perfil 3 – Latossolo com elevado teor de argila.....	57
FIGURA 14:	Foto dos seixos de itabirito provenientes dos conglomerados em meio a massa do solo no perfil 1.....	59
FIGURA 15:	Foto da extração de areia na área dos quartzitos da Formação Galho do Miguel.....	60
FIGURA 16:	Difratogramas do horizonte diagnóstico dos perfis 1 e 2.....	61
FIGURA 17:	Difratogramas do horizonte diagnóstico dos perfis 3 e 4.....	62
FIGURA 18:	Perfil Topográfico da TVO.....	64
FIGURA 19:	Foto do Latossolo de coloração bruno-avermelhado-escuro (perfil 6).....	69
FIGURA 20:	Foto do horizonte A enterrado perfil 7.....	70
FIGURA 21:	Foto do Perfil 5 – Cambissolo com relação silte/argila superior a 1,2.....	76
FIGURA 22:	Difratogramas do horizonte diagnóstico dos perfis 5 e 6.....	79
FIGURA 23:	Difratogramas do horizonte diagnóstico dos perfis 7 e 8.....	80

FIGURA 24: Foto do Latossolo Vermelho (Perfil 8), solo TVO com teores mais significativos de óxidos de Fe.....

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01:	Estabilidade Relativa dos Minerais frente ao Intemperismo.....	19
TABELA 02:	Condicionantes do Intemperismo.....	20
TABELA 03:	Sequência estratigráfica do Supergrupo Rio das Velhas.....	31
TABELA 04:	Média de temperaturas máximas e mínimas.....	37
TABELA 05:	Descrição Geral e Morfológica do Perfil 1.....	46
TABELA 06:	Descrição Geral e Morfológica do Perfil 2.....	47
TABELA 07:	Descrição Geral e Morfológica do Perfil 3.....	48
TABELA 08:	Descrição Geral e Morfológica do Perfil 4.....	49
TABELA 09:	Análises Químicas e Físicas do Perfil 1.....	53
TABELA 10:	Análises Químicas e Físicas do Perfil 2.....	54
TABELA 11:	Análises Químicas e Físicas do Perfil 3.....	55
TABELA 12:	Análises Químicas e Físicas do Perfil 4.....	56
TABELA 13:	Descrição Geral e Morfológica do Perfil 5.....	65
TABELA 14:	Descrição Geral e Morfológica do Perfil 6.....	66
TABELA 15:	Descrição Geral e Morfológica do Perfil 7.....	67
TABELA 16:	Descrição Geral e Morfológica do Perfil 8.....	67
TABELA 17:	Análises Químicas e Físicas do Perfil 5.....	72
TABELA 18:	Análises Químicas e Físicas do Perfil 6.....	73
TABELA 19:	Análises Químicas e Físicas do Perfil 7.....	74
TABELA 20:	Análises Químicas e Físicas do Perfil 8.....	74

## LISTA DE SIGLAS

CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
JCPDS	Joint Committee on powder diffraction standards
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos
TVL	Topolitossequência da Vertente Leste
TVO	Topolitossequência da Vertente Oeste
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFV	Universidade Federal de Viçosa

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1.	<i>Objetivo Geral.....</i>	14
1.2.	<i>Objetivos Específicos.....</i>	14
<b>2.</b>	<b>FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO.....</b>	<b>15</b>
2.1.	<i>Clima.....</i>	15
2.2.	<i>Material de Origem.....</i>	17
2.3.	<i>Organismos.....</i>	21
2.4.	<i>Relevo.....</i>	22
2.5.	<i>Tempo.....</i>	25
<b>3.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>27</b>
3.1.	<i>Arcabouço Geológico.....</i>	28
3.2.	<i>Geomorfologia e Aspectos Pedológicos.....</i>	32
3.3.	<i>Aspectos Climáticos.....</i>	36
3.4.	<i>Vegetação.....</i>	37
<b>4.</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>39</b>
4.1.	<i>Revisão bibliográfica.....</i>	39
4.2.	<i>Campo.....</i>	39
4.3.	<i>Laboratório.....</i>	40
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>45</b>
5.1.	<i>Topolitossequência da Vertente Leste (TVL).....</i>	45
5.1.1.	<i>Análises Morfológicas.....</i>	46
5.1.2.	<i>Análises Laboratoriais.....</i>	52
5.2.	<i>Topolitossequência da Vertente Oeste (TVO).....</i>	63
5.2.1.	<i>Análises Morfológicas.....</i>	64
5.2.2.	<i>Análises laboratoriais.....</i>	71
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>82</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A urgência das questões ambientais e o crescimento dos estudos na área de meio ambiente demandaram novas formas de integração do conhecimento, sob o enfoque interdisciplinar, diferente do isolacionismo científico paradigmático tradicional. Ao longo das últimas décadas vem crescendo o interesse por este tipo de estudo que abordem uma visão cada vez mais integrada da paisagem como um todo, não somente dos seus elementos individualizados. Este contexto associado ao desenvolvimento da Ciência do Solo fez nascer e se consolidar um ramo desta ciência que se concentrou em estudar a influencias dos fatores ambientais na gênese dos solos, que seriam os estudos denominados de correlação solo-paisagem.

O solo é um elemento da paisagem que depende diretamente de outras variáveis ambientais para sua formação. A distribuição de solos na paisagem reflete as características impostas pelo ambiente no qual eles estão inseridos, sendo um produto da interação dos fatores de formação (clima, material de origem, organismos, relevo e tempo). Cabe a esses fatores controlar neste sistema o que é acrescido, o que é removido, transformações e a intensidade com que essas ações acontecem.

As topossequências são utilizadas como metodologia de prospecção em levantamentos pedológicos que objetivam analisar a influência de variáveis do relevo, topografia e morfologia do terreno, na distribuição de solos. Variações desta metodologia são utilizadas a medida que são inseridos na análise a influência de outros fatores de formação de solo. Os estudos de topossequências buscam analisar a forma e proporção de que atuação dos fatores de formação relevo e litologia nas características do solo, como é o caso deste estudo.

A Serra do Pinho, área de estudo da pesquisa está situada em uma porção adjacente à borda Leste do Quadrilátero Ferrífero e é considerada por alguns autores, assim como pelo presente trabalho, como uma extensão das sequências litoestratigráficas que compõem o Quadrilátero Ferrífero.

As características do embasamento litológico condicionam morfologias bem distintas nas vertentes da Serra do Pinho: a vertente oeste é escarpada de morfologia convexa, revestida no topo por afloramentos quartzíticos, e a vertente leste possui rampa alongada e retilínea. Essas características proporcionam distintos ambientes para a formação de solo, nos quais espera-se observar solos com diferentes graus de evolução, sendo assim essas variáveis tornam a Serra do Pinho um interessante e peculiar objeto de estudo, justificando a sua escolha neste trabalho.

### 1.1. *Objetivo Geral*

Identificar e discutir a influência dos fatores de formação do solo material de origem e relevo, na distribuição espacial das classes pedológicas e caracterização dos atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos dos solos nas duas vertentes da Serra do Pinho – Catas Altas (MG).

### 1.2. *Objetivos Específicos*

- Identificar a distribuição das classes pedológicas ao longo das duas vertentes da Serra do Pinho;
- Discutir como os fatores de formação, relevo e material de origem, influenciaram nos processos de formação que condicionaram as tipologias de solo identificadas;
- Análise comparativa de evolução dos solos nas duas vertentes;

## 2. FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO

A formação do solo (S), pedogênese, ocorre por meio da interação dos fatores de formação material de origem (mo), clima (cl), organismos (o), relevo (r) e tempo (t). Jenny (1941) retrata esta correlação por meio de sua tradicional equação de formação do solo:

$$S = f(mo, cl, o, r, t)$$

O clima e os organismos são fatores ativos, pois adicionam matéria e energia ao processo de formação do solo, enquanto o material de origem e o relevo são fatores controladores e o tempo um fator passivo. À medida que cada um dos os fatores atua, em maior ou menor intensidade, a pedogênese dá origem a solos com diferentes características (ANDRADE, 2001).

### 2.1. *Clima*

O clima é um fator ativo no processo de formação do solo. O clima é considerado pela maioria dos pedólogos como fator preponderante na pedogênese e a sua importância é destaque desde os primórdios da ciência do solo com Dokuchaev e seu conceito de zonalidade dos solos (JENNY, 1941; ESPINDOLA, 2008)

Para Bunting (1971), o clima além de ser um componente direto do processo de formação do solo determina indiretamente a produção vegetal, o equilíbrio de umidade e temperatura do solo e a decomposição da matéria orgânica, afetando também este processo, indiretamente.

Segundo Jenny (1941), em sua equação de formação do solo, o clima é o mais complexo dentre os fatores de formação, sendo praticamente impossível quantificá-lo em sua plenitude. Devido a isso, a ação do clima sobre a formação do solo, quando entendida sob a perspectiva quantitativa, permeia sobre variáveis climáticas mais importantes, e possíveis de serem mensuradas, temperatura e pluviosidade.

A análise dessas variáveis é fundamental, pois elas são as principais responsáveis por regular a forma e intensidade do intemperismo e o desenvolvimento da vida no solo. As ações desses elementos associados proporcionam a diferenciação de horizontes pedogenéticos (LEPSCH, 2002).

A temperatura está diretamente correlacionada à radiação solar, que incide sobre superfície da terra. Ramann (s.d.), *apud* Jenny (1941), associou o fator de intemperismo à quantidade de dias por ano que o solo está submetido a temperaturas superiores a de congelamento (0°C) e a dissociação relativa da água. Observa-se, a partir dos dados obtidos por ele, que em regiões tropicais a velocidade do intemperismo é 3 vezes maior que em zonas temperadas e pode ser superior em 9 vezes a velocidade do intemperismo em zonas polares.

Esta concepção está em consonância com o princípio de Vant' Hoff que infere que as reações químicas se aceleram com o aumento da temperatura, sendo que um incremento de 10°C na temperatura pode dobrar a velocidade nas reações (LEPSCH, 2002; ATKIS e JONES, 2006).

O calor, por meio dos raios solares, penetra no solo a uma razão de 25 a 75 mm por dia, sendo que essa espessura pode ser um pouco maior nos dias de maior insolação e menor nos dias de maior nebulosidade. A lenta transmissão de calor das camadas superficiais para as de maior profundidade justifica a baixa influência da sazonalidade na variação das temperaturas, nas porções superficiais do solo (BUNTING, 1971). Observa-se também que a variação de temperatura no solo é maior em solos sem cobertura vegetal ou que possuem algum tipo cultivo agrícola se comparados a superfícies recobertas por florestas, cuja vegetação protege a superfície do solo da incidência da radiação solar.

A umidade proveniente da precipitação é um dos principais agentes formadores do solo, pois é o principal responsável por intemperizar o material de origem e lixiviar os seus elementos constituintes (BUNTING, 1971). O grande volume de precipitação em zonas de clima úmido desagrega, solubiliza e lixivia os minerais primários do material de origem, removendo parte de seus elementos, considerados nutrientes do solo, reduzindo a sua disponibilidade para as plantas (LEPSCH, 2002).

Em regiões áridas, nos curtos períodos de chuva, os elementos liberados pelo intemperismo do material de origem, que são solúveis em água, retornam a superfície por capilaridade, impulsionados pela evapotranspiração, condicionada pelas características de baixa umidade do ar. Este fator faz com que estes elementos permaneçam neste solo podendo apresentar teores elevados que ultrapassam os limites de toxidez, sendo considerados solos salinos (JENNY, 1941).

Refletindo sob esta perspectiva tem-se solos muito desenvolvidos e intensamente lixiviados, pobres em nutrientes, em áreas de maior precipitação e solos pouco desenvolvidos com alto teor de nutrientes em áreas áridas.

Souza *et al.* (2010) ao analisarem uma topoclimossequência no maciço do Triunfo, no sertão de Pernambuco, identificaram solos com maior profundidade associados a áreas onde haviam maiores índices pluviométricos. Embora os autores destacassem que outros fatores também tivessem sua contribuição nessa configuração, demonstraram que algumas características como profundidade, silte, baixos teores de K e Na dos solos analisados, inegavelmente, evidenciavam o maior grau de desenvolvimento proporcionado pela maior umidade.

## 2.2. *Material de Origem*

O material de origem é um fator controlador no processo de formação do solo, pois é sobre ele que os outros fatores de formação atuam adicionando, removendo e transformando matéria e energia, ou simplesmente permitindo que os outros fatores atuem

Campos *et al.* (2007), na região de Pereira Barreto (SP), correlacionou diferentes litologias condicionantes a formação do solo, associadas a diferentes superfícies geomórficas, e identificaram que o material de origem é o fator de formação responsável por ditar as condições físicas e químicas de um solo. A influência deste fator de formação também foi constatada em uma topossequência na baixada litorânea fluminense, estudada por Silva *et al.* (2001), na qual o material de origem aliado a drenagem do solo, sob influência do posicionamento topográfico e das formas de relevo, comandaram a ação e a intensidade dos processos pedogenéticos.

Os solos podem ser provenientes de diferentes tipos de materiais originários, sendo classificados quanto à origem deste material como autóctones ou alóctones. São autóctones quando derivados das rochas que o embasam, e são alóctones quando derivam de material distinto da rocha a que ele está sobreposto, podendo ser compostos por sedimentos recentes ou antigos (LEPSCH, 2011). Como na área de estudo o material de origem mais comum são rochas, esta análise priorizará a sua influência no processo de formação do solo.

As rochas podem ser agrupadas em três grandes grupos, subdivididas quanto a sua origem, que podem ser classificadas como ígneas, sedimentares ou metamórficas. As rochas ígneas são aquelas formadas pela cristalização do magma, em superfície ou em profundidade. As rochas sedimentares são provenientes da litificação de sedimentos, por compactação ou por cimentação. Já as rochas metamórficas são provenientes da transformação de rochas sólidas preexistentes submetidas a alta pressão e temperatura (PRESS *et al.*, 2006).

Jenny (1941), no seu esforço de mensuração quantitativa dos fatores de formação do solo avalia que, na quantificação da influência do material de origem, o mais complexo é atribuir diferentes valores a distintos tipos de rocha, já que depende diretamente de sua constituição mineralógica.

A fração mineralógica do solo é composta por minerais primários provenientes da fragmentação das rochas e por minerais secundários que são produtos da transformação dos minerais primários quando submetidos ao processo intempérico (KIEL, 1979). Segundo Jenny (1941), uma rocha, como o granito, foi formada em subsuperfície sob determinadas condições, geralmente de elevadas pressão e temperatura, sendo transformada até que atingisse a estabilidade. Entretanto, quando esta rocha aflora à superfície submete-se a novas condições impostas por este novo meio passando por uma nova transformação. A relação de estabilidade anteriormente alcançada é alterada e este material em busca de equilíbrio corresponde a essas mudanças, transformando-se em outro tipo de mineral ou sendo dissolvido.

Essa reação segue o princípio de Le Chatelier que estabelece que “Quando uma perturbação exterior é aplicada a um sistema em equilíbrio dinâmico, ele tende a se ajustar para reduzir ao mínimo o efeito da perturbação” (ATKINS E JONES, 2006, p. 444). Paton (1978) denomina essa adaptação das rochas as novas condições de superfície de epimorfismo.

A alteração dos minerais perfaz um dos principais mecanismos do intemperismo químico, instrumento que rege desde a transformação inicial da rocha matriz à formação do solo. Sob essa perspectiva, observa-se que solos mais jovens tendem a se assemelhar mais ao seu material originário do que solos maduros, mais desenvolvidos, que já sofreram intensas transformações para que atingissem a relativo equilíbrio com o seu ambiente de formação (ANDRADE, 2001).

Alguns minerais, frente ao intemperismo, tendem a ser mais resistentes e isto está associado a sua estabilidade química. Estabilidade química “é uma medida de tendência que uma substância tem de resistir numa dada forma química, ao invés de reagir espontaneamente para tornar-se uma substância única diferente” (PRESS *et al.*, 2006, p.179). Na Tabela 1 é apresentada a correlação entre os minerais mais comuns e seu grau de estabilidade frente ao intemperismo. Minerais como olivina, calcita e halita possuem comportamento menos estável e devido a isso possuem alta taxa de alteração, em contrapartida óxidos de ferros de hidróxidos de alumínio são mais estáveis e por conseguinte possuem baixa taxa de alteração.

O solo é produto do intemperismo das rochas que é condicionado por fatores inerentes ao material de origem e por fatores externos. Dentre os fatores principais intrínsecos ao material de origem dois são considerados mais relevantes: solubilidade do mineral na água e a estrutura das rochas (PRESS *et. al.* 2006). Os fatores externos estão correlacionados aos demais fatores de formação como o clima, com as variáveis chuva e temperatura, cobertura vegetal e o tempo de exposição, conforme expresso na Tabela 2.

**TABELA 1 - Estabilidade Relativa dos Minerais frente ao Intemperismo**

Estabilidade dos Minerais	Taxa de Alteração	
MAIS ESTÁVEL	Mais Lenta	
Óxidos de Ferro (hematita)		
Hidróxidos de Alumínio (gibbsita)		
Quartzo		
Argilominerais		
Moscovita		
Feldspato Potássico (ortoclásio)		
Biotita		
Feldspato sódico (albita)		
Anfibólios Piroxênio		
Feldspato Cálcico (anortita)		
Olivina		
Calcita		
Halita		
MENOS ESTÁVEL		Mais Rápida

Fonte: Série de Goldich *apud* Press *et al.* (2006)

Rossi e Queiroz Neto (2001) em estudo sobre a relação solo/paisagem na Serra do Mar identificaram que a estrutura do material de origem gnáissico, o mergulho dos bandamentos, aliado a textura deste material, tamanho os cristais, influenciaram a formação de solos com diferentes espessuras. Segundo os autores essas características do material parental, associadas ao posicionamento topográfico, foram determinantes para a disponibilidade de água no solo e a seu desenvolvimento em profundidade, fatores elementares à fisionomia e evolução da paisagem local.

Em relação à solubilidade potencial observa-se que existe uma correspondência entre esta variável e a complexidade na composição dos minerais. Minerais que possuem composição mais complexa tendem a possuir maior solubilidade potencial, ou seja, maior é a sua capacidade de ser desintegrado (BUNTING, 1971; ANDRADE, 2001).

**TABELA 2 - Condicionantes do Intemperismo**

Taxa de alteração			
Lenta			Rápida
PROPRIEDADE DA ROCHA PARENTAL			
<i>Solubilidade do mineral na água</i>	Baixa (ex. quartzo)	Moderada (ex. piroxênio e feldspato)	Alta (ex. Calcita)
<i>Estrutura da Rocha</i>	Maciça	Algumas zonas de fraqueza	Muito Fraturada ou acamamento muito delgado
CLIMA			
<i>Chuva</i>	Baixa	Moderada	Alta
<i>Temperatura</i>	Frio	Moderada	Quente
PRESENÇA DE SOLO OU AUSÊNCIA DE VEGETAÇÃO			
<i>Espessura do Perfil de solo</i>	Nenhuma - rocha exposta	Fina e Moderada	Espessa
<i>Conteúdo Orgânico</i>	Baixo	Moderado	Alto
TEMPO DE EXPOSIÇÃO			
	Curto	Moderado	Longo

Fonte: Press *et al.* (2006)

As rochas com elevado teor de silício tendem a ser mais resistentes ao intemperismo devido às características estruturais dos minerais silicatados, geralmente de composição mais simples (ANDRADE, 2001). Os minerais que possuem elevados teores de silício em sua constituição são denominados de félsicos, enquanto os minerais que possuem menores teores são denominados máficos. Essas mesmas denominações também se estendem para rochas constituídas por eles (PRESS *et al.*, 2006).

O teor de silício também subsidia a classificação de rochas ígneas que podem ser classificadas como ácidas, neutras ou básicas. As rochas ácidas são aquelas que possuem mais de 65% de SiO<sub>2</sub>. As rochas neutras possuem teores intermediários desse elemento que varia entre 52 e 65% de sua constituição. Já as rochas básicas possuem teor de SiO<sub>2</sub> entre 52 e 45% de sua constituição mineral (ANDRADE, 2001).

Devido a sua maior resistência ao intemperismo, os minerais silicatados, sobretudo o quartzo, tendem a originar solos de granulometria mais grosseira. Souza *et al.* (2010) atribuíram ao material de origem de natureza félsica os maiores teores de areia observados em sua topoclimossequencia. Além disso, os autores identificaram, dentre os solos analisados, que os de menor fertilidade estavam associados ao material de origem com maiores teores de silício. Embora inserido em um contexto de paisagem de clima mais seco, um dos perfis da topoclimossequencia apresentou baixos valores de saturação por bases, o que foi atribuído pelos os autores a natureza do material de origem. Este perfil estava

associado ao material de origem granítico, com maior teor de minerais silicatados, um material de origem mais pobre se comparado ao originário dos perfis classificados como eutróficos, associado ao embasamento mais rico em minerais ferromagnesianos. A influência do material de origem na fertilidade do solo também foi observada por Silva *et al.* (2001), que também destacou a influência do fator topográfico neste parâmetro.

### 2.3. Organismos

O fator de formação organismos é um fator ativo que agrega ao processo de formação enzimas e material orgânico fundamentais a pedogênese. Os organismos podem atuar no processo de formação do solo de duas formas. A primeira delas é como um constituinte da fase viva do solo. Nesta etapa os indivíduos de cada espécie atuam de uma maneira, a depender de sua interação com o solo. A outra forma é depois de mortos quando os organismos passam a integrar a composição da matéria orgânica, trazendo novas contribuições ao processo de formação (KIEL, 1979).

Como constituinte da matéria orgânica, segundo Bunting (1971), os organismos são responsáveis por contribuir para a sustentação de outras formas de vida que dependem do solo, modificando as propriedades de sua superfície, acelerando os processos intempéricos sobre o material de origem e atuando em conjunto aos processos de formação. Na decomposição da matéria orgânica alguns compostos são volatilizados, outros são utilizados pelos microrganismos e o restante é lentamente complexado formando o húmus. Este é o produto final da decomposição da matéria orgânica e é fundamental aos solos, sobretudo, no seu desenvolvimento estrutural (KIEL, 1979).

Uma das principais fontes de matéria orgânica ao solo são os tecidos vegetais. Em meio natural, a vegetação e o solo convivem em equilíbrio, onde a primeira fornece constantemente aporte de matéria orgânica ao segundo (KIEL, 1979). Os compostos vegetais são constituídos por uma fração orgânica e uma fração inorgânica. A fração inorgânica é composta por alguns elementos que fazem parte da composição dos tecidos vegetais como Ca, K, Mg e Fe e os compostos orgânicos dividem-se em compostos não nitrogenados, como lignina e açúcares, e compostos nitrogenados complexos como as proteínas (BUNTING, 1971).

Como fase viva do solo os organismos são fundamentais no intemperismo inicial da rocha, quando os primeiros processos de formação do solo são desencadeados. Os líquens e musgos colonizam a superfície cristalina das rochas mantendo junto a elas uma fina camada de água por onde realizam trocas de íons e nutrientes com a rocha. Esta relação,

com o tempo, intemperiza a rocha formando um 'protodetrito' criando ambiente favorável a instalação de formações vegetais mais exigentes (BUNTING, 1971).

A ação dos organismos, tanto macro como microorganismos, é fundamental na complexificação e incorporação da matéria orgânica ao solo. A ação dos macroorganismos (macro e mesofauna) está relacionada, sobretudo, a sua ação dentritívora. Além disso, indiretamente, a presença dos macroorganismos composta por formigas, cupins e vermes contribui para a mistura de materiais de diferentes horizontes do solo. Este processo contribui para a aeração e homogeneização do solo (LEPSCH, 2002).

A ação destes indivíduos ocorre por meio da criação de estruturas biogênicas (galeria, tubos, ninhos, entre outros), redução do tamanho dos compostos orgânicos e digestão, que alteram características do solo que refletem diretamente na constituição dos agregados. Além disso, a sua movimentação é responsável pela aeração e ampliação da área de exposição dos compostos orgânicos facilitando a sua incorporação ao solo (TAUK, 1990; SILVA *et al.* 2006).

Os microorganismos ocupam cerca de 5% do espaço poroso do solo e a sua ação está relacionada a mineralização dos nutrientes, sendo responsável por cerca de 90% desta função. A ocorrência dos tipos microorganismos em determinados tipos de solo é definida pelas condições ambientais a que este solo é submetido (SIQUEIRA *et al.*, 1994; ZILLI *et al.*, 2003)

#### 2.4. Relevo

O fator de formação relevo é um fator controlador que é o principal responsável pelo arranjo espacial da atuação dos demais fatores. Segundo Resende *et al.* (2002), o relevo está diretamente relacionado ao fator tempo pois controla, na pedogênese, o período de exposição aos agentes bioclimáticos.

Jenny (1941) ressalta que o fator topografia recebia pouco destaque dentre os fatores de formação do solo. As formas do relevo até o momento de construção desse material eram consideradas somente como agentes de remoção e destruição. As características do relevo como condicionantes do escoamento superficial e subsuperficial e da erosão até então eram pouco consideradas no processo de formação do solo.

Milne (1935), *apud* Vidal-Torrado *et al.* (2005), foi um dos pioneiros na interpretação das relações solo-relevo ao destacar os movimentos de matéria condicionados pela topografia, e ele introduziu a denominação catena à sucessão lateral de solos.

Bunting (1971) conceitua catena como “uma sequência de perfis de solos que se apresentam em sucessão regular sobre determinados aspectos morfológicos (ou em bacias de drenagem similares) de litologia uniforme” (p.94). Este autor aborda a existência de dois tipos de catena: no primeiro tipo, o material de origem não se altera, sendo o mesmo em toda sequência; no segundo tipo, por sua vez, o recorte topográfico abrange distintos materiais de origem superpostos ao longo da sequência.

Nos levantamentos pedológicos, identificação deste sequenciamento de perfis ao longo de uma determinada área, dentre as metodologias de prospecção, destaca-se a topossequência, que foi a metodologia adotada neste trabalho. Esta metodologia considera a variação do solo ao longo de superfícies geomórficas, comandadas, sobretudo, pelas características do relevo, topografia e morfologia do terreno (EMBRAPA, 1995). Em alguns estudos, as topossequências abrangem outras variáveis e recebem denominações diferentes por parte de seus autores, como a topoclimossêquência de Souza *et al.* (2010), que abrange uma sequência onde também há variação de microclima, e a topolitossêquência de Rolim Neto *et al.* (2009), na qual contempla também variação de material de origem. No presente estudo, a terminologia adotada foi a de topolitossequência.

O fator relevo tem recebido cada vez mais destaque nos estudos relativos aos fatores de formação do solo. Estudos contemporâneos que demonstram a intensidade e a forma como atua este fator são cada vez mais recorrentes na literatura. Como é o caso dos estudos de Santos *et al.* (2010), na região dos Mares de morros no Médio Vale do Paraíba do Sul, e Silva *et al.* (2001), na baixada litorânea fluminense, nos quais os autores identificaram que o relevo, assim como o material de origem, são os fatores mais determinantes na formação dos solos. Campos *et al.* (2007) evidenciam, por meio de análise geoestatística, a importância das superfícies geomórficas como condicionante a distribuição espacial de atributos do solo em Pereira Barreto (SP), cuja espacialização possuía limites muito próximos aos dessas superfícies.

Em áreas de relevo colinoso o grau de inclinação das encostas condiciona a formação de perfis ligeiramente diferenciados, que geralmente estão associados a distintas classes de solos (JENNY, 1941). Segundo Vidal-Torrado *et al.* (2005) a utilização da subdivisão da vertente em unidades em estudos pedológicos contribui para a melhor compreensão das correlações entre solo e relevo. Para esses autores, o perfil topográfico das vertentes pode ser subdividido, quanto a sua morfologia, nos seguintes segmentos:

“topo (summit), ombro ou ombreira (shoulder), encosta retilínea (side-slope), encosta côncava (cabeceira em anfiteatro), esporão (nose-slope), meia-encosta (backslope), sopé coluvial (footslope) e sopé colúvio-aluvial (toeslope).” (VIDAL-TORRADO *et al.* 2005, p.171)

Figueiredo *et al.* (2004) em seu estudo pedogeomorfológico no complexo do Bação (Quadrilátero Ferrífero-MG) identificaram que em alta vertente os materiais produtos do intemperismo tenderiam a movimentar-se lateralmente, em direção a jusante, por ação da gravidade e erosão hídrica. Nessas áreas predominam neossolos e cambissolos, proporcionados por um pedoambiente permanentemente imaturo. Os segmentos de meia e baixa vertente que correspondem a zonas de acumulação (coluvionamento), geralmente propícias a formação de argila 2:1, foi observada a presença de caulinita. Na meia vertente, devido ao acúmulo de materiais provenientes da alta vertente, verificou-se a presença de latossolos, solos mais profundos e com maior grau de desenvolvimento (FIGUEIREDO *et al.*, 2004).

Campos *et al.* (2011) identificaram ao longo da topossequência que os solos, derivados de um mesmo material de origem (granítico), apresentaram variação também quanto aos valores de saturação por base (V%), apresentando-se eutróficos no sopé de transporte e distróficos no topo. Santos *et al.* (2010) destacaram o relevo como fator determinante a atuação dos processos de formação do solo, a medida que este fator favoreceu a translocação e/ou remoção da argila nas porções mais elevadas da topossequência e condicionou o hidromorfismo nas áreas de várzea.

A compreensão da dinâmica dos fluxos de água é fundamental ao entendimento dos processos genéticos e dinâmica do solo. A topografia é um dos principais condicionantes que controlam a direção e intensidade desses fluxos, que tem suma importância tanto no processo da pedogênese quanto da morfogênese, independente do tipo de solo (VIDAL-TORRADO *et al.*, 2005; CAMPOS *et al.*, 2007). Segundo Silva *et al.* (2001), o sentido e intensidade do fluxo de água, coordenados pela topografia e morfologia da superfície, são as principais causas da diferenciação de solos em topossequências.

A umidade do solo em uma encosta aumenta do topo em direção ao sopé e isto ocorre devido ao aumento da profundidade do solo, a maior capacidade de retenção de água e ao maior contato com as águas superficiais e subsuperficiais (BUNTING, 1971). Pissara *et al.* (2004) fazendo correlação entre relação solo-superfície e características morfométricas da bacia do córrego Rico, em Jaboticabal (SP), identificaram uma intrínseca correlação entre densidade da drenagem e aumento do escoamento superficial e conseqüentemente maior dissecação do terreno. Neste estudo as porções mais elevadas da

bacia, caracterizada como relevo ondulado, predominam os Argissolos, enquanto as porções mais baixas da bacia, relevo suave ondulado, predominaram os latossolos.

O ângulo de inclinação e a extensão de uma encosta influenciam na capacidade de infiltração e escoamento de água e no balanço entre desnudação e pedogênese. Os solos no sopé das encostas geralmente são mais desenvolvidos devido à declividade um pouco menor que nos outros seguimentos da encosta e pelo acréscimo de materiais provenientes de áreas sobrejacentes. Áreas côncavas possuem maior variabilidade de atributos químicos e físicos, e em áreas de morfologia linear as taxas de erosão são maiores (BUNTING, 1971; VIDAL-TORRADO *et al.*, 2005; CAMPOS *et al.*, 2011).

Bunting (1971) aborda os princípios da teoria de Horton sobre escoamento superficial: o primeiro deles é que os solos possuem uma capacidade limite de absorção d'água e quando ela é ultrapassada dá origem ao escoamento superficial. O segundo princípio consiste na afirmação de que a vertente deve possuir uma extensão mínima para que o escoamento superficial ganhe força para desencadear processos erosivos. Este último fator depende diretamente de outras variáveis como a quantidade das chuvas, capacidade de infiltração e resistência do solo.

Assim como o relevo condiciona o desenvolvimento do processo erosivo em algumas paisagens, o contrário também ocorre. O relevo também pode ser considerado como produto da dissolução intempérica, que é processo indutor do processo erosivo (VIDAL-TORRADO *et al.*, 2005).

## 2.5. *Tempo*

Se comparado aos demais fatores de formação do solo o tempo é o mais passivo, pois não adiciona matéria ou energia ao processo de formação do solo. No entanto, é fundamental que ele seja percorrido para que os outros fatores de formação atuem (ANDRADE, 2001).

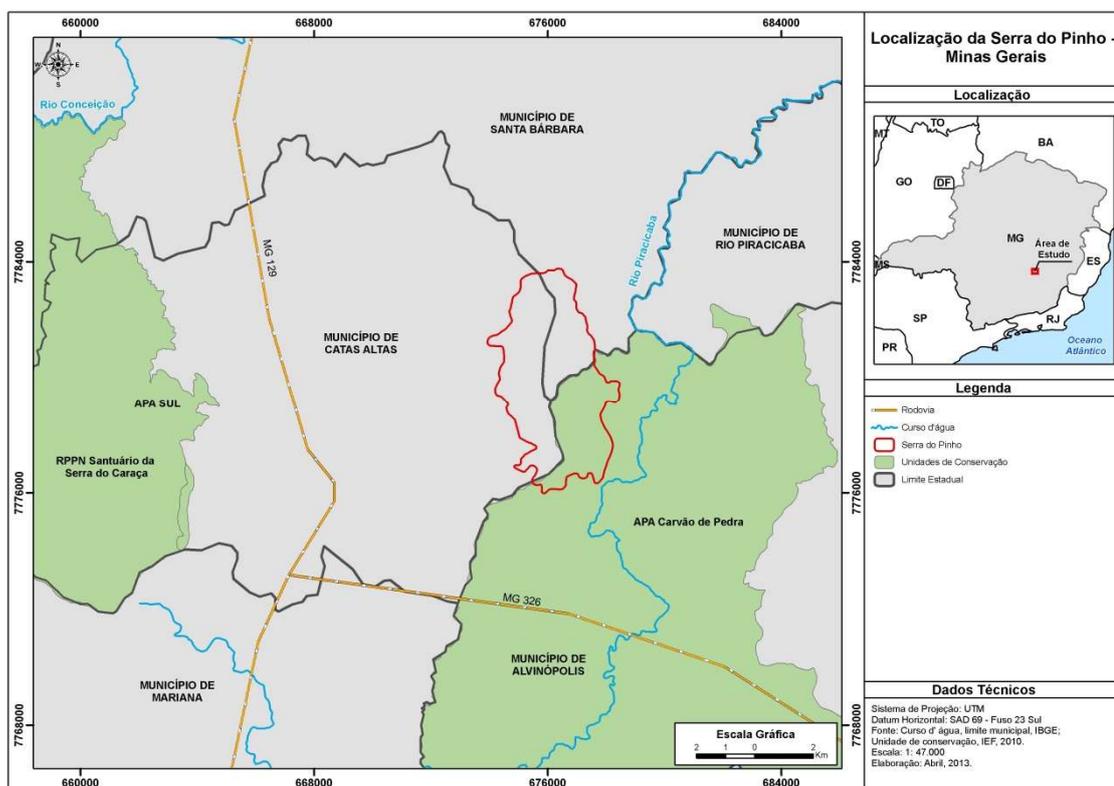
A correlação entre formação do solo e tempo é complexa, variável e depende diretamente de outros elementos. O fator tempo é concomitantemente condicionante e limitador, pois por mais que se tenham todos os fatores favoráveis à formação de um solo é necessário que se decorra um período determinado para que esses fatores atuem (LEPSCH, 2002). O processo evolutivo de um solo depende da velocidade de formação do mesmo que, por sua maneira, depende da temperatura, permeabilidade do material de origem, precipitação, atividade do H<sup>+</sup> e da intervenção de agentes biológicos (BUNTING, 1971).

A idade absoluta e a maturidade de um solo são conceitos distintos que devem ser devidamente apreciados. Para Andrade (2001), a idade absoluta remete-se ao tempo efetivo, em anos, desde o início do seu processo de formação até o presente momento. A maturidade de um solo remete-se ao grau de evolução atingido neste mesmo período. As inferências sobre maturidade de um solo são realizadas considerando-se a diferenciação de horizontes e a sua espessura. Jenny (1941) considera um solo maduro aquele que já atingiu condições de equilíbrio sendo que as propriedades do seu material originário não estão sujeitas a grandes transformações.

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Situada na região Central do estado de Minas Gerais a Serra do Pinho) é uma barreira natural que demarca os limites entre municípios de Catas Altas, Alvinópolis e Santa Bárbara.

A porção nordeste da serra está situada dentro do município de Santa Bárbara, a porção sudeste no município de Alvinópolis e a porção oeste está em sua totalidade inserida no município de Catas Altas (Figura 01).



Layout: Débora Luiza Alves

FIGURA 01: Mapa de localização da Serra do Pinho

A Serra do Pinho (FIGURA 02) está regionalmente inserida na bacia do Rio Doce, localizada na região do alto Rio Doce na sub-bacia do rio Piracicaba. A serra é um divisor de águas cujas nascentes que exfiltram em sua borda oeste vertem para o córrego dos Coqueiros, afluente do rio Piracicaba, e as nascentes situadas na vertente leste vertem águas diretamente para o rio Piracicaba (IBGE, 1976).



FIGURA 02: Foto da Serra do Pinho, vista para a vertente oeste

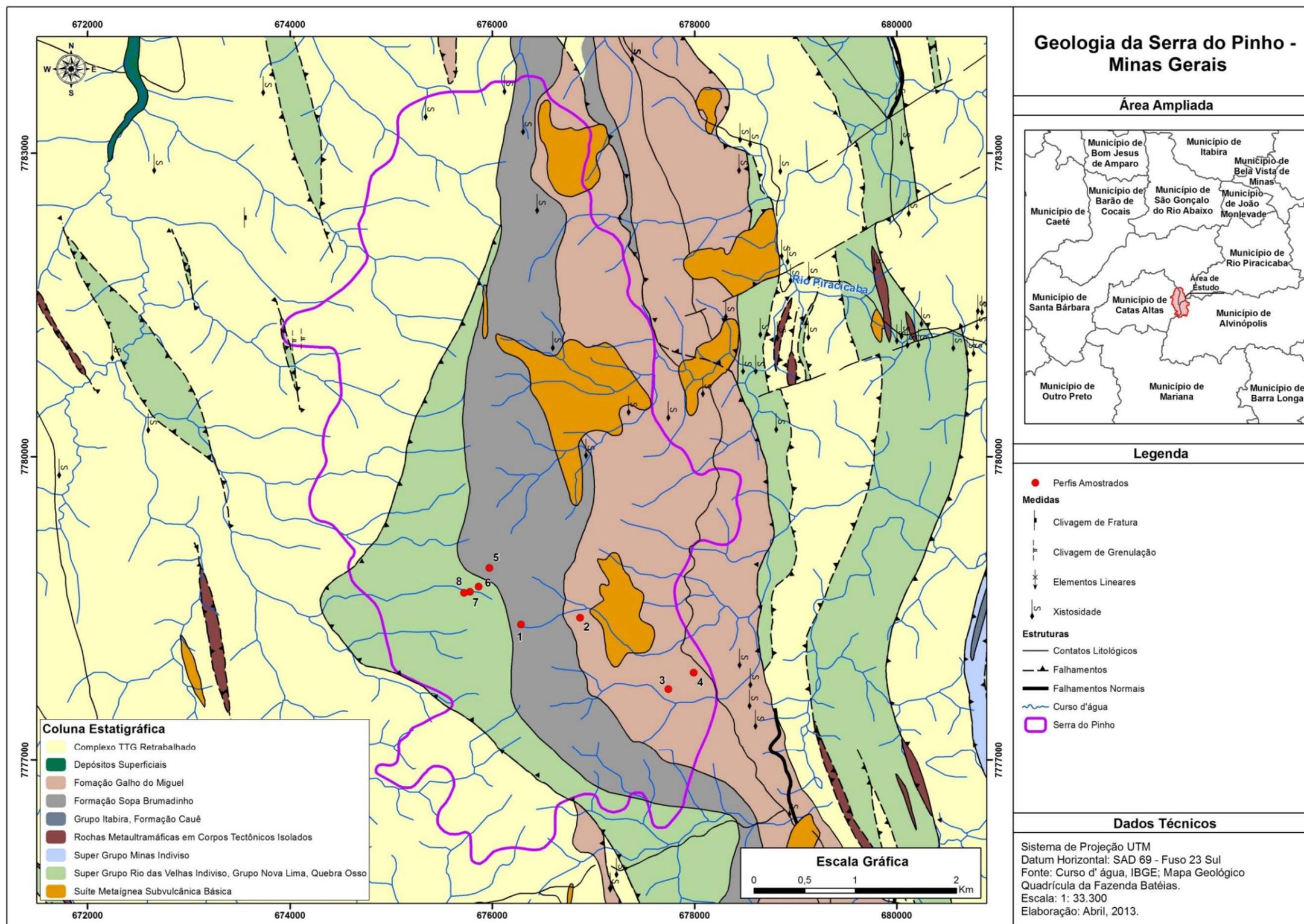
### 3.1. *Arcabouço Geológico*

A Serra do Pinho está situada em uma porção adjacente à borda leste do Quadrilátero Ferrífero cuja origem é pouco conhecida e vem sendo retratada pela literatura somente dentro do contexto regional, com exceção de dois estudos geológicos específicos: a tese de Davies (1993), sobre a quadrícula Bateias e um artigo, desdobramento deste mesmo estudo, Davies *et al.* (1997).

Segundo Davies (1993) a região da Serra do Pinho e imediações apresenta evidências genéticas de continuidade litológica dos principais conjuntos que compõem a borda leste do Quadrilátero Ferrífero. O autor atribui esta continuidade às sequências metavulcano-sedimentares supracrustais arqueanas, *greestone belts* Supergrupo Rio das Velhas, e, metassedimentares proterozóicas do Supergrupo Espinhaço (Figura 03).

A área de estudo possui forte condicionamento estrutural composto por falhas de empurrão no sentido N-S e caimento para E, desenvolvido no evento tectônico-metamórfico do Ciclo Minas/Espinhaço. Este ciclo, do Proterozóico Inferior a Médio, foi considerado pelo autor, em seu estudo que se estendeu por toda a Quadrícula Bateias, como um ciclo orogenético único pela ausência de evidências que diferenciasssem as idades relativas dos metassedimentos dos supergrupos Espinhaço e Minas (DAVIES, 1993).

A porção da vertente oeste da Serra do Pinho, é embasada, predominantemente, pelas rochas do Supergrupo Rio das Velhas. Este supergrupo abrange uma sequência vulcano-sedimentar, do tipo *greenstone belt*, que é composta por xistos metapelitos e metamáficos com intercalações de metassedimentos químicos e rochas metavulcânicas/anfibolitos básicos e rochas metaultramáficas. Esta sequência com direção N-S, mergulhando com ângulos médios-altos para E, está inserida tectonicamente no complexo de rochas *senso lato* graníticas



Fonte: Davies (1993)  
 Layout: Débora Luiza Alves

**FIGURA 03: Mapa Geológico da Serra do Pinho e áreas adjacentes**

arqueanas e/ou empurrado por falhas inversas contra e sobre metassedimentos do Supergrupo Espinhaço na borda E da serra(DAVIES, 1993).

Na quadrícula Bateias, recorte espacial estudado por Davies (1993), as sequências/faixas metavulcânossedimentares foram atribuídas ao Supegrupo Rio das Velhas indiviso por analogias petrográficas e continuidade física com áreas do Quadrilátero Ferrífero. Embora o autor não tenha estabelecido um sequenciamento estratigráfico preciso em seu mapeamento estabeleceu correlações litológicas com os grupos Quebra Osso (ultramáfico) e Nova Lima (Vulcanossedimentar máfico médio)> Neste recorte o autor não encontrou rochas equivalentes ao Grupo Maquiné (Clástico Superior).

No mapeamento geológico de Davies (1993), utilizado como subsídio ao presente trabalho (Figura 03), o Supergrupo Rio das Velhas é reportado como indiviso. No entanto, para viabilizar a identificação do material de origem utilizou-se como suporte a sequência estratigráfica (Tabela 03) estabelecida por Schorscher (1991) *apud* Davies (1993) correspondente a este supergrupo para o Quadrilátero Ferrífero.

A porção da vertente leste da Serra do Pinho é embasada litologicamente por corpos intrusivos e pela sequência metassedimentar proterozóica Supergrupo Espinhaço. As rochas desta sequência encontradas são consideradas as de ocorrência mais meridional encontradas em Minas Gerais (DAVIES, 1993).

Os metassedimentos do Supergrupo Espinhaço apresentam estruturas sedimentares bem preservadas, entretanto os efeitos do evento tectônico-metamórfico proterozóico é evidente na estrutura das rochas, sobretudo no mergulho da foliação, apresentando ângulos médios e baixos para E e falhas inversas para W. Segundo Davies (1993) o Supergrupo Espinhaço na Serra do Pinho pode ser subdividido em três subunidades litoestratigráficas, duas delas correlatas as da região de Diamantina, as formações Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel (PFLUG, 1968 *apud* DAVIES, 1993). A outra subunidade consiste-se em uma fina unidade basais de xistos e quartzos-clorídricos que correlativos a Sequência de Xistos Verdes de Kneidl e Schorscher (1972) *apud* Davies (1993).

São litotipos da Formação Sopa-Brumadinho os conglomerados intraformacionais com seixos de itabiritos quartzo-hematíticos, em um conjunto de metassedimentos quartzítico e muscovita-xistos, imaturos. Os metassedimentos do Supergrupo Minas estão presentes nesta formação na forma de seixos itabiríticos que compõem os metaconglomerados. A Formação Galho do Miguel é composta por quartzitos puros (Figura 0) e localmente podem ser observadas variações para quartzitos ferruginosos e com estratificações plano-paralelas.

**TABELA 03 – Sequência estratigráfica do Supergrupo Rio das Velhas**

Supergrupo	Grupo	Formação	Litologia	Ambiente Depositional	Espessura aprox. em metros
Rio das Velhas ("Belt Greensone") Cinturão de Rochas Verdes	Maquiné	Casa Forte	Quartzitos Maciços e xistosos sericíticos e cloríticos com níveis intercalados de sericita e clorita-xistos e filitos. Quartzitos, em parte cloríticos e sericíticos com lentes de conglomerados intraformacionais mono-e polomíticos (seixos de "metachert", BIF-fácies carbonática, quartzo de veio, quartzos, xistos, filitos, metamáficas e (?) metaultramáficas) com pirritas detríticas e estratificação cruzada de porte decimétrico.	Depósito tipo Molassa	>600
		Palmital	Sericita-quartzo-xistos e filitos com micas verdes (cromíferas) às vezes grafitosos e subordinadamente de quartzitos e grauvacas.		~ 600 a ausente ~ L400max.
	Nova Lima	Indiviso	Filitos em grande parte cloríticos, clorita-xistos, sericita-xistos, metapelitos em geral, metagrauvas máficas, metamáficas de origem vulcânica e sub-vulcânica, metaultramáficas, intercalações de formações ferríferas (BIF tipo "algoma") de fácies carbonática, sulfetada, oxidada e silicática, formações marganesíferas, "metachert", ferruginoso, xistos grafitosos, dolomitos, quartzitos raros conglomerados bimodais com seixos e blocos de formação ferrífera em matriz metapelítica. Estruturas de deformação gravitacional ("slumping" e "sliding").	Predominam condições de águas profundas, depósitos tipo "flisch" sedimentos químicos e atividades vulcânicas e pós vulcânica (hidrotermal-exalativas) subaquática	>4000
	Quebra Osso	Indiviso	Ultramáficas (Komatitos peridotíticos) a máficas efusivas e com texturas maciças metamórficas (F. xistos verdes médio a anfibolito inferior) c/ rara intercalações de formações ferríferas (BIF tipo "algoma") e "metachert" predominam derrames maciços com disjunção poliedral, "gurlandas" de "spinifex" e brechação nas partes basal e topo, e lava brechadas. Ocorrem lavas almofadadas, "spinifex", e rochas ultramáficas piroclásticas e afaníticas (ex-hialinas?)	Vulcanismo ultramáfico a máfico subaquático	>600
Contato basal (?) tectônico com mltologias do complexo migmatito-granulítico de Minas Gerais					

Fonte: Schorscher (1991) *apud* Davies (1993)

Os corpos intrusivos recortam as sequências supracrustais do Supergrupo Espinhaço na vertente leste e também outras porções da Serra do Pinho associadas a sequências do Supergrupo Rio das Velhas. Segundo Davies (1993) estes corpos são constituídos por rochas pré-metamórficas da Suite Metaígneia Subvulcânica Básica, metabasitos e anfibolitos, que também foram afetadas pelo metamorfismo regional do ciclo Minas/Espinhaço.



**FIGURA 04: Foto do quartzito puro da Formação Galho do Miguel**

### 3.2. *Geomorfologia e Aspectos Pedológicos*

Segundo o Mapeamento Geomorfológico regional da bacia do Rio Doce (EPE, 2007), a Serra do Pinho está inserida na unidade geomorfológica Alinhamentos de Cristas do Quadrilátero Ferrífero, que é apresentada neste estudo como um prolongamento da Unidade Planáltica do Espinhaço.

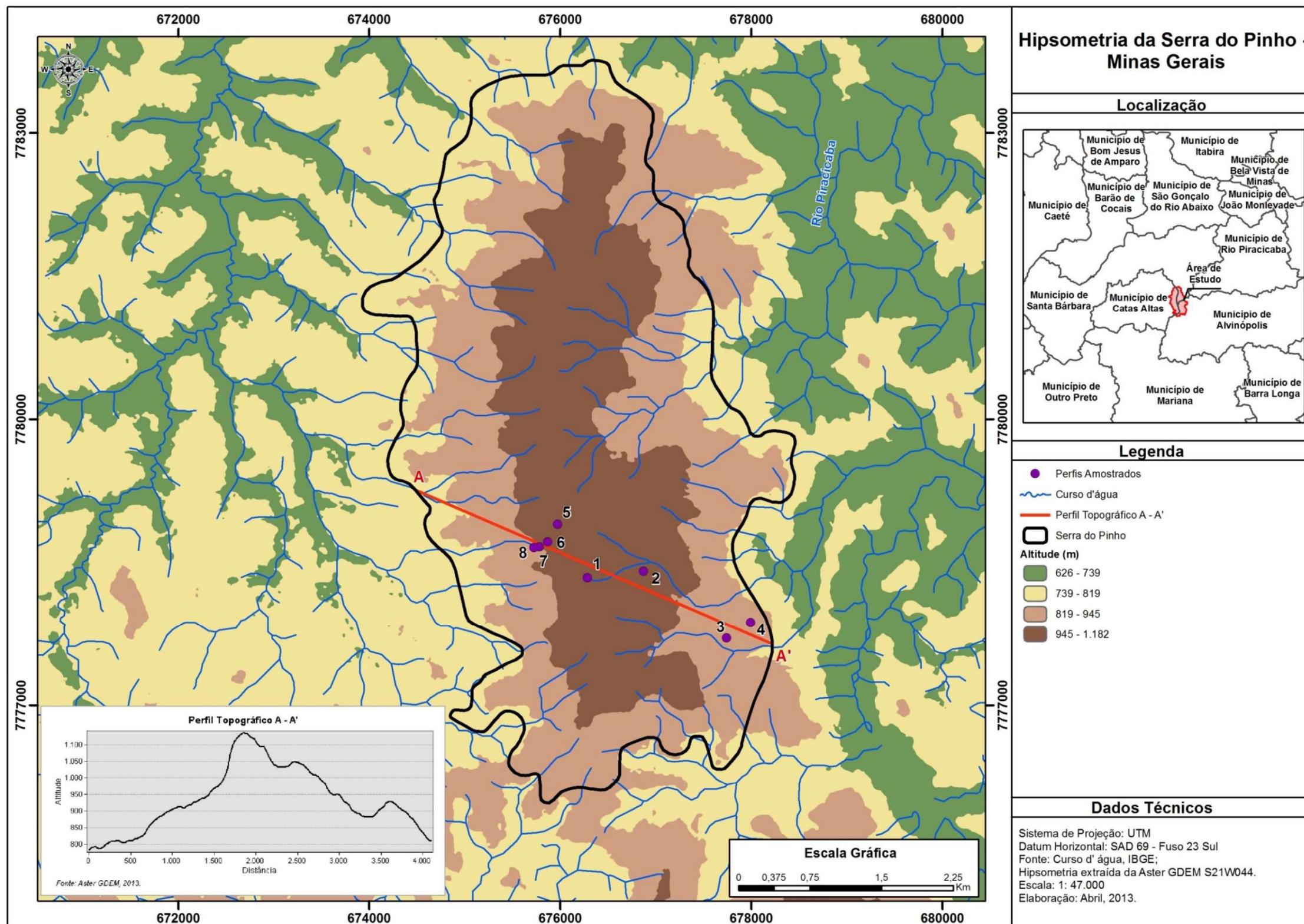
A Serra do Pinho é um conjunto serrano residual, com alinhamento no sentido nortesul, cujo condicionante estrutural da litologia proporciona morfologia muito diferenciada as suas vertentes. Devido ao mergulho da litologia, com caimento para E e ângulo de inclinação superior a 30° (Figura 05), a vertente oeste apresenta uma escarpa de declividade muito acentuada, enquanto a sua vertente leste apresenta topografia mais suave, configurando-se como crista assimétrica que pode ser denominada, devido a suas características, de Hogback (IBGE, 2009).



**FIGURA 05: Foto do mergulho dos afloramentos da vertente Oeste, com caimento para E**

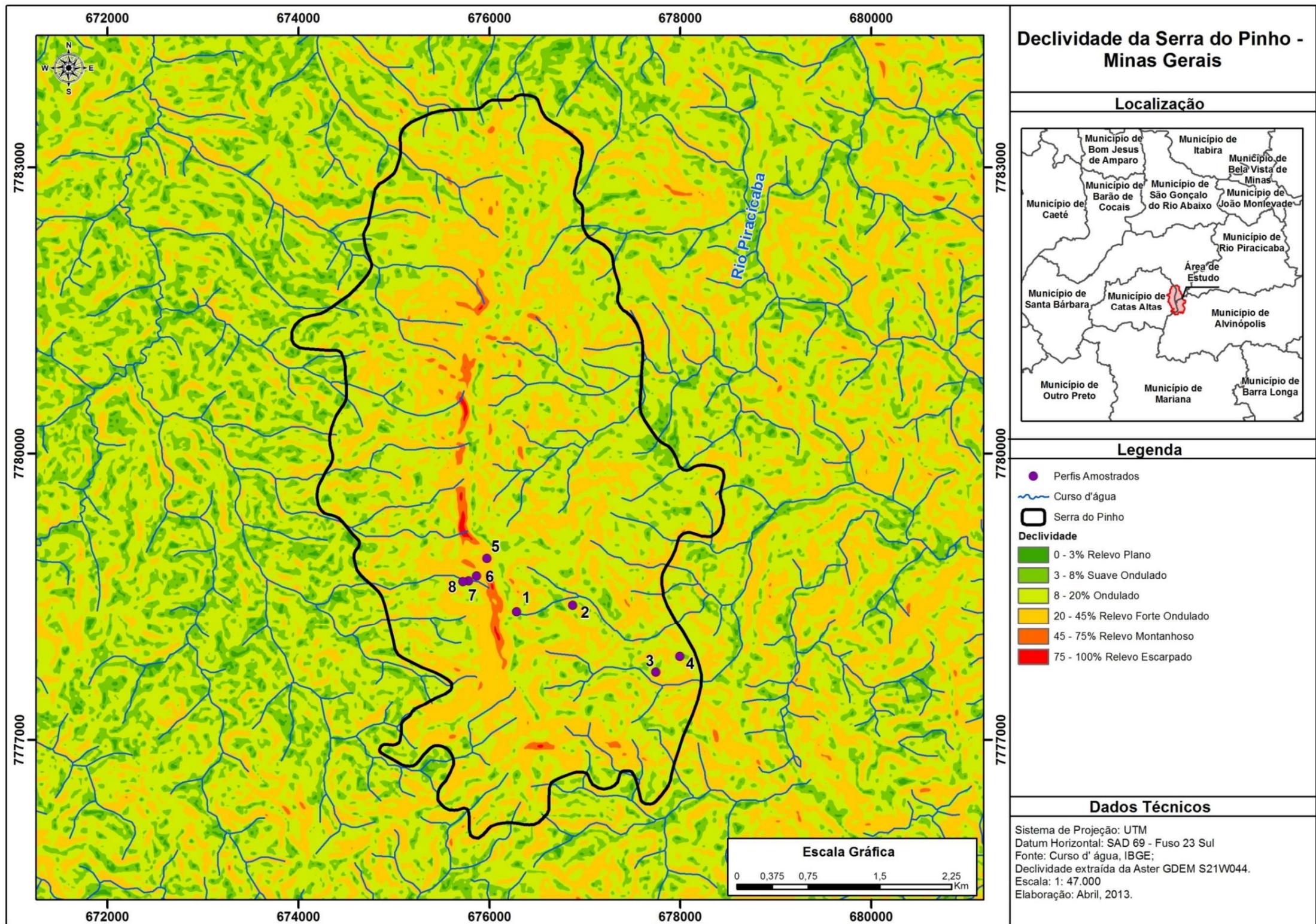
A hipsometria (Figura 06) da área evidencia a Serra do Pinho como um ressalto na paisagem local, atingindo as cotas altimétricas mais elevadas da área, com topos aguçados que ultrapassam 1.100m, com gradiente altimétrico, entre base e topo da serra, de cerca de 300 m. A dinâmica do relevo da Serra do Pinho é condicionado pela forte declividade (Figura 07), sobretudo de sua vertente oeste. O relevo local, de maneira geral, pode ser classificado como forte ondulado.

Segundo o Mapa de solos de Minas Gerais (UFV *et. al*, 2010) a do Serra do Pinho está inserida em unidade de mapeamento que contempla uma associação de solos intrinsecamente relacionada ao relevo forte ondulado. Fazem parte dessa associação o LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico.



Layout: Débora Luiza Alves

FIGURA 06: Mapa Hipsométrico

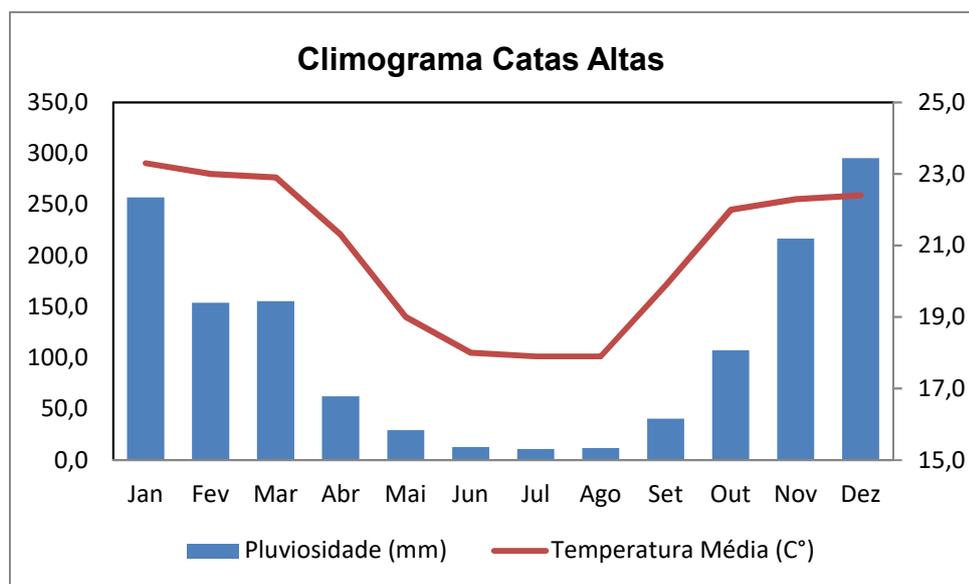


Layout: Débora Luiza Alves

FIGURA 07: Mapa de Declividade

### 3.3. Aspectos Climáticos

Segundo a classificação climática de Köppen o clima da região de Catas Altas pode ser classificado como Cwb (AYOADE, 2010), com chuvas de verão e verão moderadamente quente (Figura 08). A temperatura média varia ao longo do ano entre 16 e 24°C e a precipitação nos meses de maior pluviosidade apresenta médias mensais acima de 200mm e nos meses mais secos não atingem mais de 20mm. A média do volume anual precipitado é de 1352 mm (CEMIG, 1971-1990).



Fonte: CEMIG (1961-1990)

**FIGURA 08: Climograma de Catas Altas**

O contexto climático da região é característico de uma zona de transição climática que mescla características das regiões de baixas latitudes, definida por duas estações bem marcadas uma seca e uma úmida, e da região de altas latitudes, que possuem quatro estações bem delimitadas, uma de chuvas abundantes e outra seca além da marcante variação de temperatura ao longo do ano (NIMER, 1989).

O regime transicional dessa região se inclina mais para o clima tropical, com duas estações muito bem marcadas uma seca e uma chuvosa. Apresenta, contudo, uma grande variabilidade térmica ao longo do ano, se considerado as médias máximas do verão e mínimas do inverno (Tabela 04) (NIMER, 1989; CEMIG, 1961-1990).

**TABELA 04 - Média de temperaturas máximas e mínimas**

	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)
<b>Janeiro</b>	29,3	18,0
<b>Fevereiro</b>	29,1	17,7
<b>Março</b>	29,0	17,6
<b>Abril</b>	27,8	15,9
<b>Mai</b>	26,2	12,8
<b>Junho</b>	25,4	11,8
<b>Julho</b>	25,5	11,7
<b>Agosto</b>	25,7	11,6
<b>Setembro</b>	27,4	13,2
<b>Outubro</b>	28,2	16,6
<b>Novembro</b>	28,3	17,6
<b>Dezembro</b>	28,2	17,9

Fonte: CEMIG (1961-1990)

Segundo Nimer (1989), a incidência da radiação solar é determinante na caracterização climática dessa região, sendo que, nessa área, o sol atinge zênite duas vezes por ano submetendo-a a forte radiação solar ao longo de todo ano.

A época mais quente do ano se estende de setembro a março, quando o ângulo de incidência dos raios solares é maior. Neste período, o tempo de exposição a esses raios solares é mais recorrente o que torna os dias mais longos. Já no período mais frio, solstício de inverno, os raios solares incidem com maior inclinação, com ângulos menores, aquecendo menos a superfície e, conseqüentemente, proporcionando entrada de massas de ar frio provenientes dos pólos (NIMER, 1989).

### 3.4. *Vegetação*

A formação vegetacional da região recebe a denominação de Floresta Estacional Semidecidual. Esse tipo de formação vegetal está condicionada a conceitos ecológicos relacionados à variação das estações climáticas. Ela ocorre em dois tipos de climas: o tropical, com um período de chuvas intensas e outro período de estiagem, e o subtropical, que não possui um período seco, mas está condicionado a um período de baixas temperaturas, o que provoca uma seca fisiológica durante o período de inverno. A variação altimétrica também exerce influência na constituição vegetacional, determinando quatro formações de acordo com a altimetria – Aluvial, Terras Baixas, Submontana e Montana (IBGE, 1997).

A constituição da vegetação local é fortemente marcada pela influência geomorfológica – com altitude média superior a 800m – que possibilita sua classificação, de acordo com critérios altimétricos, em Floresta Estacional Semidecidual Montana e pelos aspectos climáticos, que determinam as condições fito-fisionômicas da região.

Por meio de imagens de satélite do programa *Google Earth* e observações de campo pode se observar que vertente leste da Serra do Pinho é coberta por uma densa mata secundária, que se estende até o sopé da serra, e segue acompanhando o leito dos rios e córregos presentes na região. A mata secundária pode ser verificada pela presença da família *Cecropiaceae*, pouco exigente em relação às condições ambientais e, geralmente, encontradas em áreas degradadas em recuperação (MONTOVANI *apud* BATISTA, 2008). Nas regiões mais planas, que se seguem à vertente, há a presença de grandes extensões de áreas de pastagem e áreas de cultivo de eucalipto. Na face oeste, a vertente também é coberta pela mata secundária (Figura 09), e nas áreas aplainadas adjacentes, observa-se uma grande parte do terreno ocupada pela silvicultura de eucalipto.



**FIGURA 09: Mata secundária que recobre parte vertente oeste**

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A elaboração deste trabalho compreendeu quatro etapas. A primeira delas abrangeu a etapa inicial de revisão bibliográfica, a segunda a coleta das amostras em campo, a terceira as análises laboratoriais e a quarta a discussão dos resultados obtidos.

### 4.1. *Revisão bibliográfica*

A etapa de revisão bibliográfica foi subdividida em torno de duas temáticas: fatores de formação do solo e caracterização da área de estudo.

A temática fatores de formação do solo foi abordada utilizando como referência obras clássicas e recentes sobre esta temática, além de artigos publicados em periódicos e anais de eventos.

De posse dos dados secundários relativos a área de estudo foram elaborados mapas com a utilização do programa ArcGis 10.1. Foram elaborados mapas de localização, Geológico, declividade e Hipsométrico que tiveram como principal fonte as bases vetorizadas curvas de nível, hidrografia, rodovias e municipal do Geominas e do IBGE, além dos estudos acima referidos, elaborados por Débora Luiza Alves na escala 1:47:000. Esses mapas contribuíram como subsídio as atividades de campo e foram inseridos na caracterização da área de estudo deste trabalho.

### 4.2. *Campo*

O trabalho de campo consistiu e de etapas para reconhecimento da área e para coletas de amostra e descrição de perfis.

A metodologia de investigação, ou método de prospecção, utilizada foi a topossequência que consiste-se na avaliação de solos e suas variações correlacionadas a superfícies geomórficas. Nesta metodologia seleciona-se pontos de amostragem, dentro de um espaço pré-fixado, a partir de alterações nessas variáveis. Os perfis analisados foram selecionadas de acordo com variações na paisagem, condicionadas pela topografia e litologia, e por mudanças nas características do solo (EMBRAPA, 1995). No caso da área de estudo como se trata de uma área em que há mudança litológica com a variação das cotas altimétricas pode ser denominada topolitossequência, conforme comumente é abordada na literatura relativa a temática.

Foram analisadas duas topolitossequências, uma em cada vertente da serra do Pinho. Tanto na vertente leste quanto na oeste foram amostrados quatro perfis, totalizando oito perfis amostrados. Na vertente leste utilizou-se em todos os pontos de amostragem cortes de estrada, que foram limpos removendo, verticalmente, cerca de 10cm de sua superfície. Na vertente oeste em três pontos de amostragem foram utilizados cortes de estrada, dos quais três precisaram ser aprofundados até que se atingisse 200cm. No outro ponto de amostragem utilizou-se a declividade acentuada para a abertura do perfil. Um corte foi realizado aprofundando verticalmente, até que um ângulo de 90° fosse atingido, e horizontalmente, até que se um horizonte com rochosidade foi alcançado e impediu o aprofundamento.

Os perfis selecionados foram subdivididos em horizontes e cada um deles medido e submetido a análises, que utilizou os parâmetros descritos no Manual de descrição e coleta de solos no campo (SANTOS *et al.*, 2005). Em campo foi realizada a descrição morfológica do perfil e posteriormente de cada um dos horizontes identificados foi extraída uma amostra deformada de cerca de 500g que foi encaminhada para laboratório.

#### 4.3. Laboratório

Todas as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em uma peneira com malha de 2mm. O material proveniente deste procedimento, a terra fina seca ao ar (TFSA), foi utilizada como base a todos os procedimentos laboratoriais realizados.

As amostras foram fracionadas e devidamente preparadas conforme recomendação das análises a serem realizadas. Em seguida foram encaminhadas para os laboratórios específicos.

As análises textural, argila dispersa em água (ADA) e pH foram realizadas no Laboratório de Solos e Geomorfologia do Instituto de Geociências (IGC), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). As análises de química rotina (complexo sortivo, matéria orgânica e P) e ataque sulfúrico foram realizadas pelo Laboratório de Análises Químicas de Fertilidade do Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A análise mineralógica foi realizada pelo prof. João C. Ker, pesquisador do mesmo departamento desta universidade.

##### a) Análises Físicas

As análises físicas compreenderam as análises de granulometria e argila dispersa em água (ADA).

Para granulometria foi utilizado o método da pipeta em que a 10g TFSA foi dispersa com NaOH 0,1 mol/L e agitada por 15 minutos. A fração areia foi separada por uma peneira com malha de 0,2mm, a fração argila determinada pelo método da pipeta e a fração silte foi calculada por diferença (EMBRAPA, 1997).

Na determinação da ADA 10g de TFSA foi dispersa em água e a quantificação da argila determinada pelo método da pipeta.

#### b) Análises Químicas

Estas compreenderam as análises de rotina (matéria orgânica, pH, P e complexo sortivo) e ataque sulfúrico.

##### - C Orgânico e Matéria Orgânica

Para a dosagem do teor de C orgânico foram utilizadas 0,5g de TFSA, triturada em gral de porcelana, adicionadas 10ml de solução 1/6 mol/L de  $K_2Cr_2O_7$  e 20ml de  $H_2SO_4$  concentrado (mínimo 96%). A solução foi agitada e deixada em repouso na capela por 20 a 30 min.

Posteriormente foram adicionados solução 40 ml de água, 10 ml de  $H_3PO_4$  (mínimo 85%), 0,2g de NaF e cinco gotas de difenilamina e a solução foi titulada com  $FeSO_4$  0,5 mol/L (UFV, 2005).

O teor de matéria orgânica foi estimado pela equação:

$$\text{Matéria orgânica (g/kg)} = C \text{ (g/kg)} \times 1,724$$

Essa equação parte do pressuposto que o C orgânico perfaz cerca de 58% da composição média do húmus (EMBRAPA, 1997).

##### - pH

Para a aferição do pH do solo tanto em água quanto em KCl foi utilizada a proporção 1:2,5 (10ml de TFSA para 25ml de líquido). A solução de KCl 1,0 mol/L foi preparada com 74,5g de KCl e água até que fosse atingido 1L.

A solução, solo mais água ou KCl, foi agitada com bastão de vidro e após uma hora de repouso foi novamente agitada e o potenciômetro mergulhado até a sua estabilização para a leitura do pH. Antes das medições o potenciômetro foi aferido com as soluções padrão pH 4 e pH 7 (EMBRAPA, 1997). Para todas as amostras foram realizadas três repetições e o resultado apresentado é a média dessas três leituras.

– Complexo Sortivo

Potássio ( $K^+$ )

O potássio foi obtido com a utilização do extrator Mehlich-1 (0,05 mol/L de HCl + 0,0125 mol/L de  $H_2SO_4$ ), em solução de 5cm<sup>3</sup> de TFSA para 50ml de extrator. A solução foi agitada por 5 minutos, em um agitador circular a 200rpm, e posteriormente deixada em repouso por cerca de 16h.

Cerca de 10ml da solução sobrenadante foi pipetada e por meio do espectrofotômetro de emissão em chama foi realizada a leitura de seu teor (EMBRAPA, 1997; UFV, 2005).

Cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e Magnésio ( $Mg^{2+}$ )

Para a extração de cálcio e magnésio foi preparada uma solução com 10cm<sup>3</sup> de TFSA e 100ml do extrator KCl 1,0mol/L. A solução depois de agitada por 5 minutos, em um agitador circular a 200rpm, foi mantida em repouso por aproximadamente 16h.

Uma fração de 0,5ml foi retirada da amostra e colocada em tubo de ensaio, onde foi acrescido 10ml de solução de  $SrCl_2$  (5,1120g de  $SrCl_2 + 6H_2O$ ). A amostra após ser agitada foi inserida no espectrofotômetro de absorção atômica, devidamente calibrado, para a leitura do teor destes elementos (UFV, 2005).

Alumínio Trocável ( $Al^{3+}$ )

Para a extração do alumínio foi utilizado o extrator KCl 1,0 mol/L, solução com proporção de 10cm<sup>3</sup> de TFSA para 100ml de extrator. A amostra foi agitada por 5 minutos, com agitador circular a 200rpm, e deixada em repouso por aproximadamente 16h.

Após esses período 25ml da porção sobrenadante da solução foi colocada em um erlenmeyer e foi adicionado três gotas de indicador azul de bromotimol, a 1%, e a solução foi titulada com NaOH 0,025 mol/l (EMBRAPA, 1997; UFV, 2005).

#### H + Al

Para a análise de H+Al uma solução com 5cm<sup>3</sup> de TFSA e 75ml de acetato de cálcio 0,5 mol/L a pH 7,0 foi agitada por 10 minutos e deixada em repouso por cerca de 16h.

A amostra foi pipetada e uma fração de 25ml foi colocada em um erlenmeyer e adicionadas duas gotas de fenolftaleína. Em seguida essa amostra foi titulada por NaOH 0,025 mol/L (UFV, 2005)

#### – Fósforo (P)

Para a extração do fósforo foi utilizado o extrator Mehlich-1, na proporção de 50ml de extrator para 5cm<sup>3</sup> de TFSA. A solução foi agitada por 5 minutos em agitador circular, a 200rpm, e deixada em repouso por 16h.

Da porção sobrenadante da solução foi pipetado 5ml no qual foram adicionados 5ml de reagente de trabalho<sup>1</sup>. Após 30 minutos a solução foi encaminhada para o espectrofotômetro de absorção molecular para a quantificação do teor de P (UFV, 2005).

#### – Ataque Sulfúrico

A análise de ataque sulfúrico teve início na mistura de 1g de TFSA à solução de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diluído 1:1). A solução foi fervida por 30 minutos, com a utilização de um condensador de refluxo. Após seu resfriamento foram adicionados 50ml de água e a amostra foi filtrada com balão aferido de 200ml. A partir do conteúdo filtrado mensurou-se os teores de ferro, alumínio, titânio, manganês e fosforo total (EMBRAPA, 1997). A sílica foi mensurada a partir do resíduo.

Esta análise foi realizada somente no horizonte diagnóstico (B) de cada perfil analisado, e quando em sua ausência realizado no horizonte C.

---

<sup>1</sup> O reagente de trabalho é uma solução composta por 200ml de solução 725 (vide manual UFV, 2005), 1,6g de ácido ascórbico (vitamina C) e água destilada até completar 1L.

- Análise Mineralógica

A fração argila foi separada pelo método da pipeta e a amostra precisou ser lavada para a remoção do excesso de hidróxido de sódio (NaOH) utilizado na dispersão da argila. A fração argila do solo foi diluída em água a solução foi agitada por 20 minutos em um aparelho de ultrassom e em seguida colocada em uma centrífuga por 50 minutos para a separação de água e argila. Cada amostra foi submetida a este processo por duas vezes, até que uma redução substancial de pH, mais próxima ao pH do solo, fosse identificada.

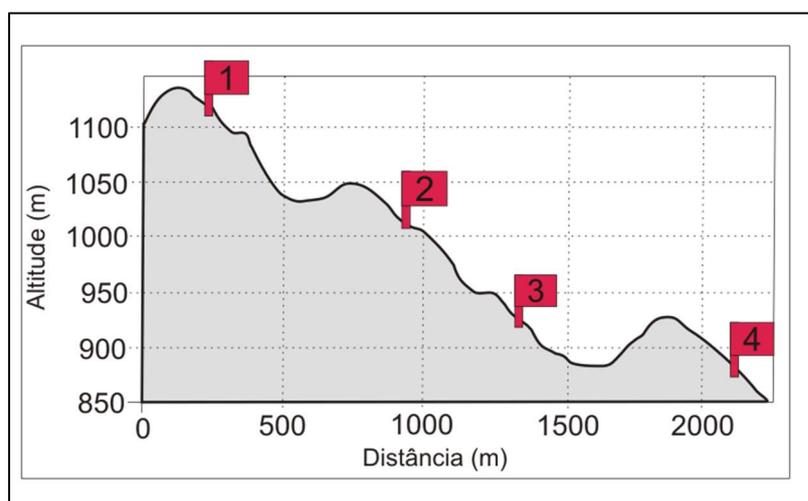
Após este processo as amostras foram tratadas com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio, para remoção do óxido de ferro livre. Este material em estado pastoso foi disposto em lâminas e, após secagem, irradiados em difratômetro de raio-X, com tubo de cobre e filtro de níquel (RESENDE, 2011; EMBRAPA, 1997). Os dados obtidos por meio de difratogramas foram avaliados e os minerais identificados conforme padrões estabelecidos nas fichas de difração elaboradas pelo Joint Committee on powder diffraction standards (JCPDS).

Esta análise foi realizada somente no horizonte diagnóstico (B) de cada perfil analisado, e quando em sua ausência realizado no horizonte C.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Topolitossequência da Vertente Leste (TVL)

Na Topolitossequência da Vertente Leste (TVL) da Serra do Pinho, de formato convexo, foram analisados quatro perfis de solos situados nos seguintes segmentos: topo, meia encosta e sopé (Figura 10). As classes de solo que constituem essa topolitossequência, do topo para a base, são: CAMBISSOLO HÁPLICO Perférico típico – CXj (perfil 1), NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico - RQo (perfil 2), LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico – LVdf (perfil 3) e ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico - PAd (perfil 4).



**Figura 10: Perfil Topográfico da TVL**

A topolitossequência possui relevo classificado como ondulado à forte ondulado, com declives variando de 8 e 45%, conforme o mapa de declividade (Figura 07).

As classes pedológicas observadas nesta topolitossequência são associadas a uma litologia muito heterogênea. O perfil 1 tem como material originário os conglomerados intraformacionais, com seixos de itabiritos (quartzo-hematíticos), da Formação Sopa Brumadinho, enquanto os perfis 2 e 4 são derivados de quartzitos da Formação Galho do Miguel (DAVIES, 1993). O perfil 3, embora também situado na Formação Galho do Miguel, (Figura 03), apresentou características, que serão discutidas mais adiante, que evidenciaram se tratar de um material de origem diferente do que constitui os demais perfis, menos silicoso, possivelmente associado à intrusões magmáticas.

### 5.1.1. Análises Morfológicas

De maneira geral os perfis da TVL apresentaram profundidade moderada, com o horizonte C, pouco alterado por processos pedogenéticos (IBGE, 2007), localizados mais próximo à superfície se comparados a TVO. O Cambissolo foi o perfil de menor profundidade, com a soma dos horizontes A+AC com 74 cm, enquanto nos perfis 3 e 4 os horizontes A + B apresentaram, respectivamente 111 e 98 cm de profundidade. Se somados ao horizonte C todos os perfis apresentaram mais de 200 cm de profundidade, não apresentando contato com a rocha sã, conforme dados gerais e morfológicos apresentados pelas tabelas 05 a 08.

**TABELA 05 – Descrição Geral e Morfológica do Perfil 1**

Perfil 1		
Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Perférico típico (CXj)		
Data da Coleta: 07/ 09/2012	Localização: Vertente Leste - Coordenada: 23 K 676283,688/7778340,844	
Situação: Topo	Declividade: 44%	Altitude: 1103 m
Relevo Regional: Forte Ondulado	Relevo Local: Forte Ondulado	Erosão: Não Aparente
Formação Geológica: Sopa Brumadinho	Litologia: Conglomerado	
Rochosidade: Não Rochosa	Pedregosidade: Muito Pedregoso	
Drenagem: Bem Drenado	Vegetação Primária: Floresta Estacional Semidecidual	
Uso Atual: Mata Nativa Secundária		
Descrição Morfológica:		
A	0-35 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, úmido e seca); argilo-siltosa; forte pequena granular; macia, firme, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.	
Bi	35-74 cm; vermelho-escuro (2.5YR 3/6, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, seco); argilo-siltosa; forte muito pequena blocos angulares, ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.	
C	74-171+ cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e vermelho-escuro (2.5YR 3/6, seco); franco-argilosa; moderada muito pequena blocos angulares; macia, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa.	
Raízes: No horizonte A muitas e finas. No horizonte A e C comuns e finas. No horizonte C poucas e finas.		
Obs. Solo muito pedregoso, sobretudo no horizonte C. Presença de blocos de concreções lateríticas.		

**TABELA 06 - Descrição Geral e Morfológica do Perfil 2**

Perfil 2		
Classificação: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (RQo)		
Data da Coleta: 07/09/2012	Localização: Vertente Leste - Coordenadas 23K 676870,502/7778408,194	
Situação: Corte de estrada/Meia Vertente	Declividade: 66%	Altitude: 1018 m
Relevo Regional: Forte Ondulado	Relevo local: Forte Ondulado/Montanhoso	Erosão: Desmoronamento dos cortes de estrada
Formação Geológica: Galho do Miguel	Litologia: Quartzito	
Rochocidade: Não Rochosa	Pedregosidade: Muito Pedregosa	
Drenagem: Acentuadamente Drenado	Vegetação Primária: Floresta Estacional Semidecidual	
Uso Atual: Silvicultura (Eucalipto)		
Descrição Morfológica:		
A	0-40 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 2.5/2, úmido) e bruno-avermelhado (5YR 4/3, seco); areia; fraca média grumosa; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.	
AB	40-79 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); areia franca; fraca muito pequena blocos subangulares, macia, solta, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.	
Bw	79-150 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco); areia franca com muitos cascalhos; grão simples; solta, solta, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.	
C	150-200* cm; vermelho (2.5YR 4/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); mosqueado branco-rosado (7.5YR 8/2); areia franca; maciça; solta, solta, não plástica e não pegajosa.	
Raízes: No Horizonte A poucas e finas, no horizonte AB poucas muito finas/médias, no horizonte B poucas muito finas/finas e no horizonte C raras e muito finas.		
Obs. Muitos Cascalhos no Horizonte B.		

**TABELA 07 - Descrição Geral e Morfológica do Perfil 3**

Perfil 3		
Classificação: LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico (LVdf)		
Data da Coleta: 07/09/2012	Localização: Vertente Leste - Coordenada 23K 677741,619/7777704,192	
Situação: Corte de Estrada/ meia encosta	Declividade: 42%	Altitude: 913 m
Relevo Regional: Forte Ondulado	Relevo local: Forte Ondulado	Erosão: Não Aparente
Rochocidade: Não Rochoso	Pedregosidade: Não Pedregoso	
Formação Geológica:	Intrusão Magmática	
Drenagem: Bem Drenado	Vegetação Primária: Floresta Estacional Semidecidual	
Uso Atual: Silvicultura		
Descrição Morfológica:		
A	0-22 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/3, seco); franco-argilo-arenosa; moderada muito pequena grumos; ligeiramente dura, firme, muito plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.	
Bw	22-111 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e vermelho escuro (2.5YR 3/6, seco); argila; forte pequena/média blocos subangulares, dura, friável, plástica e pegajosa; transição ondulada e abrupta.	
C	111-190+ cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, seco); franco-argilosa; moderada muito pequena blocos angulares; dura, friável, plástica e muito pegajosa.	
Raízes: No horizonte A muitas e muito finas, no horizonte B poucas e muito finas e no horizonte C são raras.		

**TABELA 08 - Descrição Geral e Morfológica do Perfil 4**

Perfil 04		
Classificação: ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (PAd)		
Data da Coleta: 09/09/2012	Localização: Vertente Leste - Coordenadas 23K 677993,472/7777867,689	
Situação: Corte de estrada/ Meia encosta ao sopé	Declividade: 48%	Altitude: 882m
Relevo Regional: Forte Ondulado	Relevo local: Forte Ondulado /Montanhoso	Erosão: Desmoronamento dos cortes de estrada
Rochocidade: Não Rochosa	Pedregosidade: Muito Pedregosa	
Formação Geológica: Galho do Miguel	Litologia: Quartzito	
Drenagem: Fortemente Drenado	Vegetação Primária: Floresta Estacional Semidecidual	
Uso Atual: Silvicultura/ Área adjacente à mineração de areia		
Descrição Morfológica:		
A	0-30 cm; bruno-acinzentado (7.5YR 3/3, úmido) e bruno (7.5YR 4/4, seco); areia; fraca pequena e grumos; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.	
Bt	30-98 cm; bruno-forte (7.5YR 4/6, úmido) e bruno-forte (7.5YR 5/8, seco); franco-arenosa; moderada média blocos angulares, macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.	
C1	98-145 cm; bruno-forte (7.5YR 4/6, úmido) e bruno-forte (7.5YR 5/8, seco); franco-arenosa e muito pedregosa; maciça; solto, solto, não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.	
C2	145-203 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco) mosqueado 30% grandes branco-rosado (5YR 8/2); areia; grão simples; solto, solto, não plástica e não pegajosa.	
Raízes: No horizonte A muitas e muito finas. No Horizonte B raras e muito finas. No horizonte C1 comuns e finas.		
Obs. A Pedregosidade é restrita ao horizonte C1.		

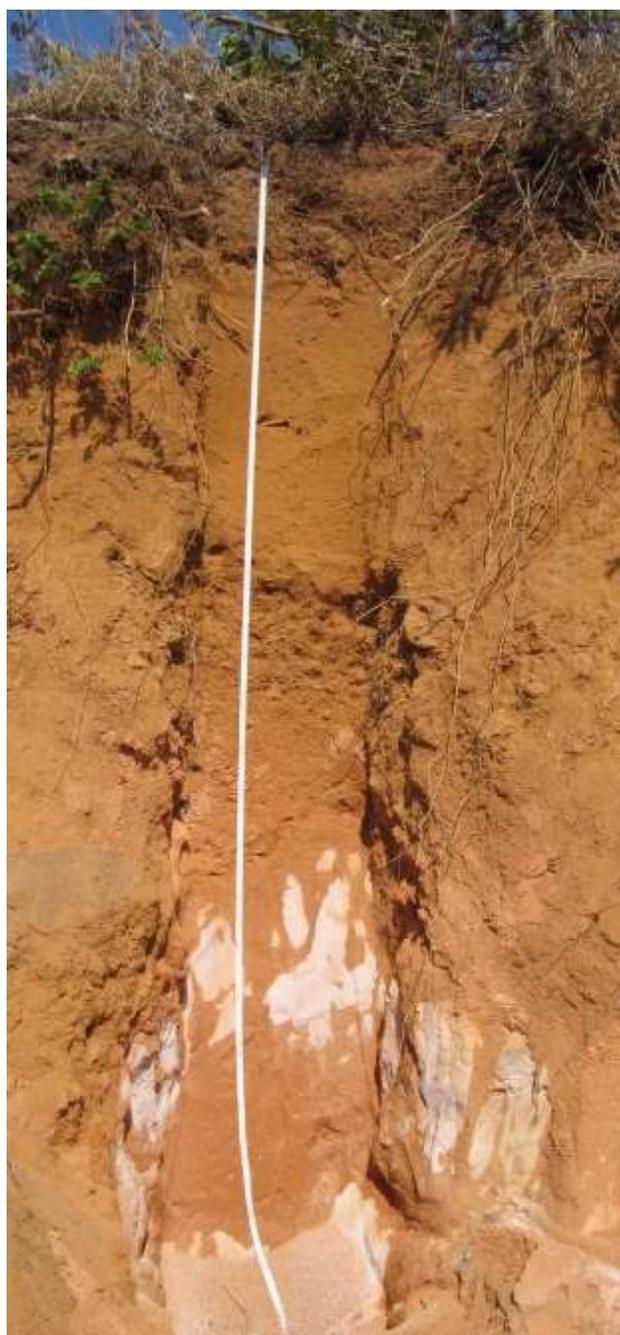
Na análise e classificação da cor do solo, determinada por Munsell (2009), foi observado que, apesar da heterogeneidade do material de origem, a maior parte dos perfis avaliados apresentaram matizes avermelhadas, predominando a coloração bruno-avermelhada-escura (Figura 11), conforme descrição morfológica nas tabelas 05 a 08. Isto pode ser atribuído a influência do ferro, presente em grande quantidade, sobretudo, nos perfis 1 e 3, na forma de hematita.



**FIGURA 11: Foto do Neossolo Quartzarênico (perfil 2)**

A coloração avermelhada predominante foi exceção no perfil 4 que apresentou matiz de coloração mais clara, classificada como Bruno-forte (7.5YR), influência do quartzito,

material de origem deste perfil (Figura 12), que é composto por minerais com baixo teor de ferro, conforme expresso na análise de ataque sulfúrico. Além disso, dentre os quatro perfis analisados nesta vertente, este perfil foi aquele que apresentou mineralogia, apresentada no item seguinte, com baixa ocorrência de hematita, principal mineral responsável pela coloração vermelha dos solos (KER, 1997).



**FIGURA 12: Foto do Argissolo Amarelo de cor bruno-forte (perfil 4)**

A estrutura dos agregados nos perfis apresentou, de maneira geral, grau de estruturação do horizonte diagnóstico variando de moderada à forte, em blocos angulares e subangulares de tamanho muito pequeno a médio. Observou-se que, perfis que apresentaram maiores teores de argila em sua composição granulométrica, foram aqueles que apresentaram grau forte de estruturação, em blocos angulares e subangulares, ocorrência similar também esteve presente em Santos *et al.* (2010).

O perfil 2 classificado como Neossolo Quartzarêncico, associado ao material de origem quartzítico, apresentou estrutura grão simples em decorrência da textura muito arenosa, classificada texturalmente como areia franca. Santos *et al.* (2002) afirmam que solos de granulometria mais grosseira são mais facilmente erodíveis devido à baixa agregação de partículas. Esta susceptibilidade é evidente na observação da distribuição pedológica na área de estudo, na qual as porções associadas a esta tipologia de solo apresentam na base dos cortes de estrada bancos de areia, que evidenciam processos de desmoronamento. Além disso, observou-se em alguns trechos das estradas bolsões de areia, em áreas sujeitas à acumulação de sedimentos, que dificultavam a circulação de veículos.

A consistência seca dos agregados apresentou grande variabilidade, no entanto, em presença de umidade todos apresentaram certo grau de friabilidade, variável de muito friável a friável. Em relação à plasticidade e pegajosidade, observou-se que os teores de argila comandaram o comportamento desses solos quando molhados. Conforme esperado, o solo que apresentou maiores teores de argila, o perfil 3, foi o único que apresentou comportamento plástico e pegajoso. Os demais perfis apresentaram comportamento variando de não plástico a ligeiramente plástico e não pegajoso a pegajoso.

#### 5.1.2. Análises Laboratoriais

Considerando a textura predominante nos perfis desta topolitossequência observou-se que os solos associados à litologia quartzítica da Formação Galho do Miguel, (Perfis 2 e 4), apresentaram textura predominantemente arenosa sendo classificados, respectivamente, como areia franca e franco-arenosa, conforme apresentado nas tabelas 9 a 12. Os perfis 1 e 3 apresentaram teores de argila superiores a 40%, sendo que o perfil 1 teve sua textura alocada na classe textural argilo-siltosa e o perfil 3 na classe argila, sendo essa uma das evidências que corroboram com a afirmação de que o perfil 3 (Figura 13), embora esteja situado em uma mesma formação que os perfis 2 e 4, apresenta material de origem com características distintas do originário desses perfis.

**TABELA 09 – Análises Químicas e Físicas do Perfil 1**

Perfil 1												
Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Perférico típico (CXj)												
Análises Químicas e Físicas												
Hor.		Composição Granulométrica			ADA	Grau de flocc.	Relação Silte/Argila	MO	C Orgânico	pH (1:2,5)		
Sim.	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila						água	KCl	Δ pH
		g kg				%	dag/kg	dag/kg				
A	0-35	178	417	405	9	97,87	1,03	1,14	0,66	4,55	4,52	-0,03
Bi	35-74	135	441	425	1	99,86	1,04	6,59	3,82	4,81	4,74	-0,07
C	74-171+	290	382	327	0	100,00	1,17	2,03	1,18	5,32	5,39	0,06
Complexo Sortivo												
Hor.	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al + H	t	Valor T	V%	Sat. por Al	P Assimilável	
cmol c. /dm <sup>3</sup>									%	mg/dm <sup>3</sup>		
A	0,06	0,05	0,17	0,28	0,59	16,30	0,87	16,58	1,69	67,82	1,70	
Bi	0,00	0,02	0,19	0,21	0,00	10,30	0,21	10,51	2,00	0,00	1,20	
C	0,00	0,01	0,21	0,22	0,00	4,70	0,22	4,92	4,47	0,00	0,90	
Ataque Sulfúrico												
Hor.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Ki		Kr			
g/kg												
Bi	29,1	465,7	422,4	49	8,9	1,2	0,11		0,07			

**TABELA 10 – Análises Químicas e Físicas do Perfil 2**

Perfil 2												
Classificação: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (RQo)												
Análises Químicas e Físicas												
Hor.		Composição Granulométrica			ADA	Grau de flocc.	Relação Silte/Argila	MO	C Orgânico	pH (1:2,5)		
Sim.	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila						água	KCl	Δ pH
		g kg			%		dag/kg	dag/kg				
A	0-40	870	44	86	0	99,88	0,51	2,53	1,47	4,65	4,08	-0,57
AB	40-79	833	57	111	1	99,32	0,51	2,03	1,18	5,05	4,60	-0,45
Bw	79-150	784	86	130	3	97,31	0,66	1,14	0,66	5,18	4,59	-0,59
C	150-200+	883	35	82	2	97,99	0,43	0,76	0,44	5,32	4,75	-0,57
Complexo Sortivo										V%	Sat. por Al	P Assimilável
Hor.	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al + H	t	Valor T				
cmol c. /dm <sup>3</sup>										%		mg/dm <sup>3</sup>
A	0,03	0,02	0,31	0,36	0,88	9,70	1,24	10,06	3,58	70,97	1,50	
AB	0,00	0,01	0,27	0,28	0,20	6,60	0,48	6,88	4,07	41,67	1,50	
Bw	0,01	0,01	0,27	0,29	0,10	4,50	0,39	4,79	6,05	25,64	2,40	
C	0,01	0,01	0,10	0,12	0,00	2,90	0,12	3,02	3,97	0,00	2,30	
Ataque Sulfúrico												
Hor.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Ki		Kr			
g/kg												
Bw	18	59	58,9	10,1	2,5	0,6	0,52		0,32			

**TABELA 11 – Análises Químicas e Físicas do Perfil 3**

Perfil 3												
Classificação: LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico (LVdf)												
Análises Químicas e Físicas												
Hor.		Composição Granulométrica			ADA	Grau de floc.	Relação Silte/Argila	MO	C Orgânico	pH (1:2,5)		
Sim.	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila						água	KCl	Δ pH
g kg					%		dag/kg	dag/kg				
A	0-22	552	160	288	4	98,73	0,56	6,46	3,75	4,64	4,05	-0,60
Bw	22-111	368	226	405	0	100,00	0,56	2,53	1,47	4,99	4,83	-0,15
C	111- 190+	380	234	387	0	100,00	0,60	1,77	1,03	4,62	4,93	0,31
Hor.	Complexo Sortivo								V%	Sat. por Al	P Assimilável	
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al + H	t	Valor T				
	cmol c. /dm <sup>3</sup>								%		mg/dm <sup>3</sup>	
A	0,01	0,02	0,14	0,17	1,27	15,00	1,44	15,17	1,12	88,19	1,80	
Bw	0,00	0,01	0,12	0,13	0,00	4,20	0,13	4,33	3,00	0,00	0,05	
C	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	4,50	0,10	4,60	2,17	0,00	0,70	
Hor.	Ataque Sulfúrico										Ki	Kr
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO						
	g/kg											
Bw	33,6	181,2	230,4	22,7	4	0,8					0,31	0,17

**TABELA 12 – Análises Químicas e Físicas do Perfil 4**

Perfil 04												
Classificação: ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (PAd)												
Análises Químicas e Físicas												
Hor.		Composição Granulométrica			ADA	Grau de foc.	Relação Silte/Argila	MO	C Orgânico	pH (1:2,5)		
Sim.	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila						água	KCl	Δ pH
		g kg				%	dag/kg	dag/kg				
A	0-30	886	32	83	1	99,33	0,38	2,15	1,25	4,68	4,16	-0,52
Bt	30-98	772	78	150	3	97,95	0,52	1,14	0,66	4,79	4,36	-0,43
C1	98-145	793	41	166	2	99,01	0,25	0,76	0,44	5,05	4,46	-0,58
C2	145-203	896	80	24	0	98,54	3,36	0,51	0,30	5,57	4,64	-0,93
Complexo Sortivo												
Hor.	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al + H	t	Valor T	V%	Sat. por Al	P assimilável	
cmol c. /dm <sup>3</sup>									%	mg/dm <sup>3</sup>		
A	0,07	0,02	0,07	0,16	0,88	6,60	1,04	6,76	2,37	84,62	1,10	
Bt	0,00	0,01	0,07	0,08	0,39	5,00	0,47	5,08	1,57	82,98	0,90	
C1	0,00	0,00	0,06	0,06	0,10	4,00	0,16	4,06	1,48	62,50	0,60	
C2	0,00	0,00	0,07	0,07	0,10	1,90	0,17	1,97	3,55	58,82	1,60	
Ataque Sulfúrico												
Hor.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Ki		Kr			
g/kg												
Bt	23,6	87,3	48,3	7,5	2,5	0,5	0,46		0,34			

Observou-se uma correlação direta entre material de origem e distribuição das frações texturais dos solos. Assim como identificaram Souza *et al.* (2010), no qual as variações dos teores de quartzo na composição do material de origem influíram diretamente na textura desses solos.

A relação textural entre os horizontes A e B dos perfis estudados evidenciou que os mesmos, com exceção do perfil 1, apresentaram translocação de argila do horizonte superficial para o horizonte subsuperficial. O maior valor de gradiente textural ocorreu no perfil 4, sendo este perfil caracterizado como horizonte B textural (Bt). No caso do perfil 3, o gradiente de 1,4 não atende ao critério para caracterização com Bt, sendo este perfil classificado como Latossolo.



**FIGURA 13: Perfil 3 do Latossolo com elevado teor de argila**

O perfil 1 apresentou em sua composição textural os maiores teores de silte, superior a 380 g/kg. O perfil 3 apresentou teor superior a 220 g/kg também significativo se comparado aos demais perfis dessa topossequência cujos teores não ultrapassam 100 g/kg.

O valor de soma de bases é baixo em todos os perfis dessa topolitossequência, no entanto, os valores do perfil 4 foram ainda inferiores aos demais. Em todos os perfis esses valores foram um pouco maiores no horizonte superficial devido a influência da matéria orgânica. Essa distrofia está intrinsecamente relacionada ao material de origem pobre em bases e à intensa lixiviação, comandada pelos altos índices pluviométricos. Os valores de V% apresentaram-se muito baixos, inferiores em todos os perfis a 7%, sendo considerados solos distróficos, de baixíssima fertilidade.

Os perfis amostrados apresentaram pH ácido com valores variando entre 4,6 e 5,6 em H<sub>2</sub>O, e 4 e 5,4 em KCl. De maneira geral, os solos são mais ácidos em superfície tornando-se menos ácidos em subsuperfície, fato que pode ser atribuído à influência da matéria orgânica. Segundo Rolim Neto *et al.* (2009), solos derivados de material de origem muito pobre associado a elevada lixiviação de cátions trocáveis, comandada pelos elevados índices pluviométricos, podem levar ao acúmulo relativo de H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup>, acidez potencial, o que torna esses solos mais ácidos.

Os valores de  $\Delta$ pH em todos os perfis desta topolitossequência evidenciaram que eles possuem carga líquida negativa. Entretanto em todos eles, sobretudo nos perfis 1 e 3, os índices de  $\Delta$ pH foram muito próximos de zero, corroborando com os elevados índices de floculação da argila, próximos a 100%, fortemente influenciados por essas características (BENITES & MENDONÇA, 1998).

De maneira geral, os teores de Al decresceram dos horizontes superficiais para os subsuperficiais, sendo que nos perfis 1 e 3, o teor de Al trocável estava presente somente no horizonte superficial. Os valores mais significativos de saturação por Al correspondem aos perfis 2 e 4 onde, no caso deste último, todos os horizontes apresentaram valores superiores a 50%.

Nesta topolitossequência, as análises de ataque sulfúrico realizadas nos horizontes diagnósticos dos perfis, trouxeram ainda mais evidências quanto a heterogeneidade do material de origem.

Os teores de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> apresentaram-se mais elevados nos perfis de granulometria mais fina, apresentados pelas tabelas 09 a 12 No perfil 1, situado no topo da vertente, associado aos conglomerados da Formação Sopa Brumadinho, foram encontrados os valores mais elevados: 465,7 g/kg de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e 422,7 g/kg de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. O teor de ferro deste solo é alto e sua origem, está relacionada a presença de seixos de itabiritos (quartzo-hematíticos) na composição dos conglomerados (Figura 14). O teor de ferro deste perfil é tão elevado que ele foi enquadrado na subordem Cambissolo Háplico Perférico típico, que contempla aqueles que apresentam Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> maior ou igual a 360 g/kg (EMBRAPA, 2006).



**FIGURA 14: Foto dos seixos de itabirito provenientes dos conglomerados em meio a massa do solo no perfil 1**

Conforme a tabela 11, os teores de  $Al_2O_3$  e  $Fe_2O_3$  também foram elevados no perfil 3, merecendo destaque o de  $Fe_2O_3$  de 230,4 g/kg. Nos perfis de granulometria mais grosseira, os teores de ferro e alumínio apresentaram valores baixos, muito semelhantes entre si, sendo mais uma evidencia do material de origem em comum.

Os teores de silício ( $SiO_2$ ) demonstraram pouca participação deste elemento na composição da TFSA nos quatro perfis avaliados. Entretanto, vale ressaltar que a fração areia, sobretudo, nos perfis 2 e 4 é composta basicamente por minerais de quartzo, provenientes do material de origem quartzítico. Isso pode ocorrer devido a maior resistência deste mineral, que é um tectossilicato, frente a ação intempérica (ANDRADE, 2001). Os teores de quartzo nestes solos são significativos de tal maneira que uma das principais atividades econômicas desenvolvidas na área de estudo é a extração de areia para a construção civil, conforme também foi identificado por Davies (1993) (Figura 15).

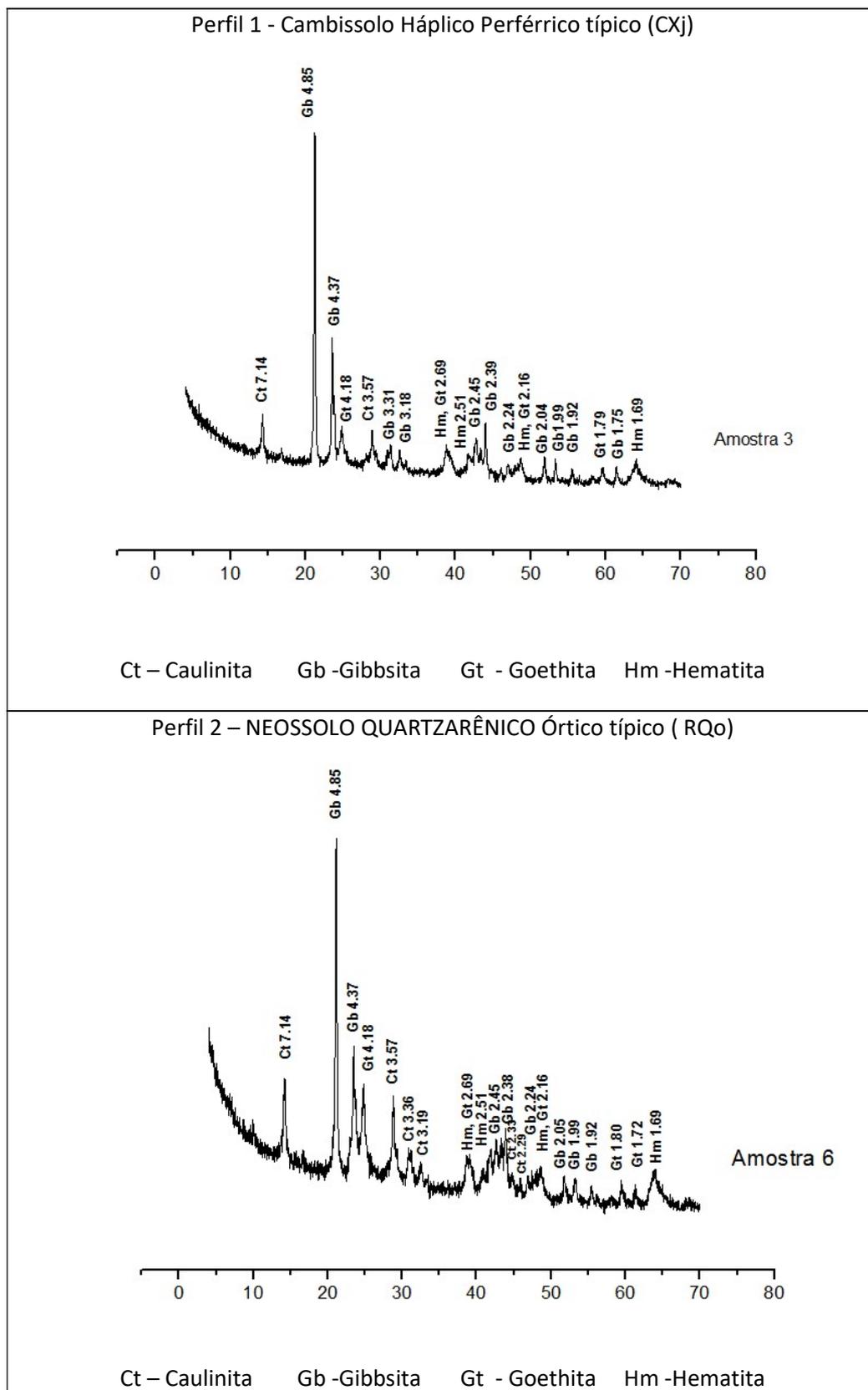


**FIGURA 15: Foto da extração de areia na área dos quartzitos da Formação Galho do Miguel**

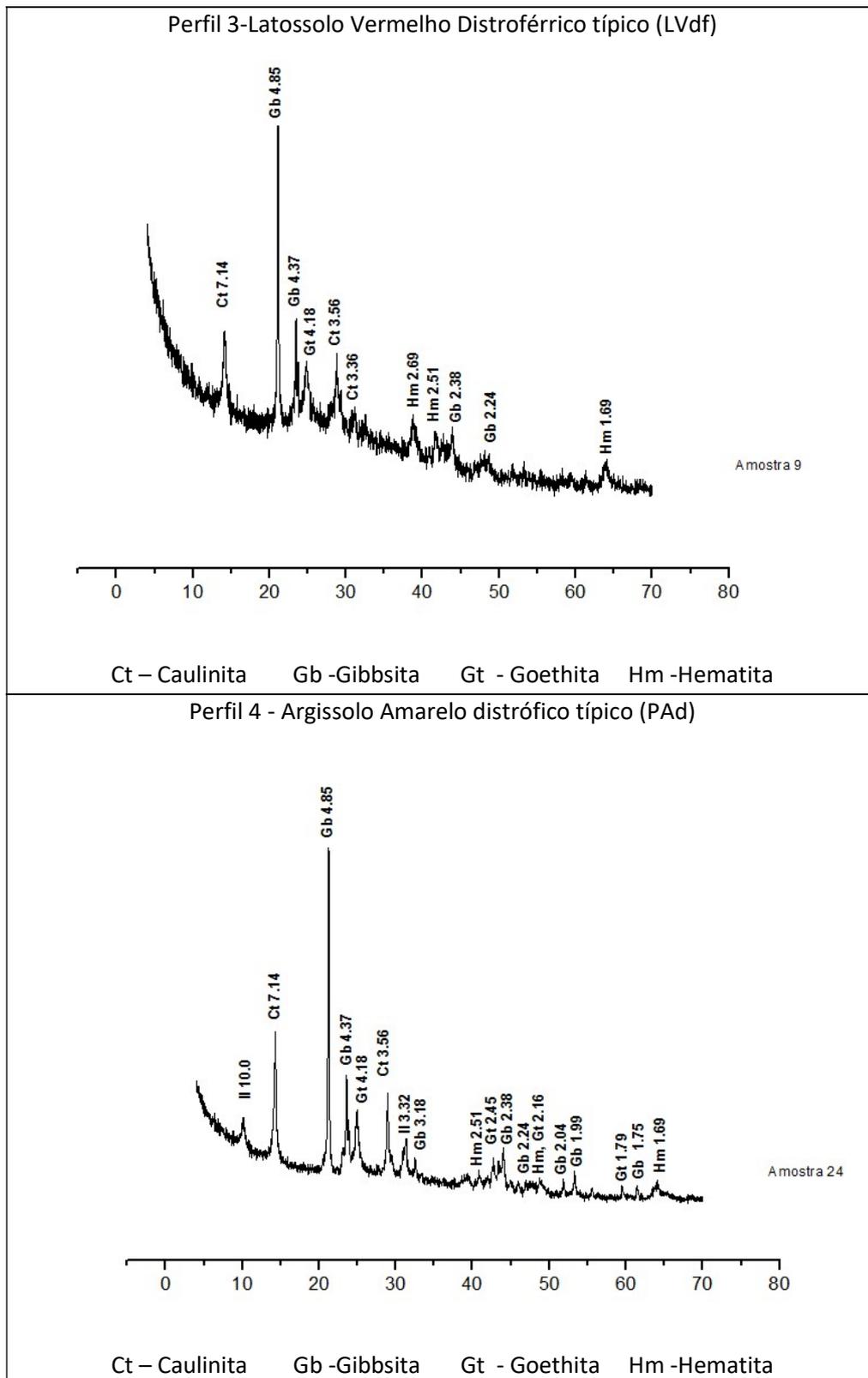
Andrade (1997), por meio das análises de ataque sulfúrico, observou que a influência do material de origem, de constituição máfica ou ácida, nos teores de óxidos presentes no solo, assim como observado neste estudo. Os solos provenientes de rochas máficas, ricas em compostos ferromagnesianos, apresentaram maiores teores de óxidos de Fe e Al, enquanto nos solos provenientes de rochas ácidas, com maiores teores de silício, apresentaram teores bem inferiores aos primeiros.

O índice de intemperismo mensurado por meio da relação molecular  $K_i$  apresentou valores muito baixos nesta topolitossequência, o que possivelmente está associado as características do material originário. Os índices  $K_i$  e  $K_r$ , que apresentaram valores inferiores a 0,75 em todos os perfis, indicam que os solos são gibbsíticos-oxídicos (EMBRAPA, 2006), em consonância aos difratogramas dos perfis apresentados a seguir.

Nos quatro perfis, a mineralogia evidenciada pelos difratogramas de raio X, figuras 16 e 17, apresentaram como pico de maior expressão o 4.85Å da Gibbsita, corroborando com os índices de  $k_i$  e  $k_r$  que evidenciaram o caráter gibbsítico-oxídico destes solos.



**FIGURA 16: Difractogramas do horizonte diagnóstico dos perfis 1 e 2.**



**FIGURA 17: Difractogramas do horizonte diagnóstico dos perfis 3 e 4.**

Os difratogramas evidenciaram, assim como algumas análises supracitadas, o elevado grau de intemperismo dos solos da TVL, não apresentando minerais primários na fração coloidal desses perfis.

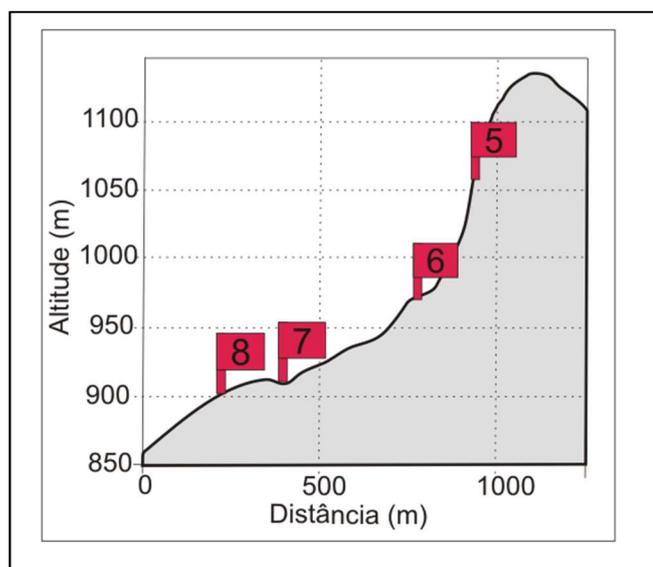
Quando comparados solos provenientes de mesmo material de origem, perfil 2 e 4, observa-se que a constituição mineralógica do perfil 2 apresenta picos mais expressivos para óxidos de ferro, hematita e goethita, sendo evidencia de uma composição mineralógica com maior teor desse elemento. Os picos de caulinita 7,14 e 3,56Å também são mais expressivos nesse perfil. Essas características explicitam o que poderia ser uma diferenciação de material de origem, tendo em vista que a Formação Galho do Miguel abrange quartzitos puros e quartzitos ferruginosos (DAVIES, 1993). Entretanto, vale ressaltar, que os teores de ferro das análises de ataque sulfúrico não apresentaram diferenças significativas entre esses perfis, dificultando a afirmação dessa diferenciação.

## 5.2. *Topolitossequência da Vertente Oeste (TVO)*

Na Topolitossequência da Vertente Oeste (TVO) da Serra do Pinho também foram amostrados quatro perfis, situados em distintos segmentos de vertente: sendo um deles no ombro, dois em meia vertente, um deles numa porção onde há ruptura de declive, e sopé, conforme Figura 18. Essa topolitossequência é constituída do topo para a base pelas tipologias de solo: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico – CXvd (perfil 5), LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico – LVd (perfil 6), ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abrupto - PVd (perfil 7) e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico - LVd (perfil 8).

A TVO é embasada litologicamente no topo por rochas da Formação Sopa-Brumadinho, do Supergrupo Espinhaço, e nas demais porções da vertente por rochas do Supergrupo Rio das Velhas. O topo, onde há presença de afloramentos rochosos, e o ombro da encosta, onde foi amostrado o perfil 5, são associados a quartzitos que também compõem a Formação Sopa-Brumadinho (Schorscher, 1991 *apud* Davies, 1993). Os demais perfis estão associados a um mesmo material de origem, correspondente ao Grupo Nova Lima, que segundo Schorscher (1991) *apud* Davies (1993), nesta área a litologia não pôde ser definida.

A TVO está situada em uma vertente muito declivosa, associada a uma escarpa que constitui-se como o front de um hogback. Conforme demonstrado na Figura 07 essa topolitossequência insere-se em uma porção da vertente na qual predomina o relevo como forte ondulado, com declividade entre 20 a 45%.



**Figura 18: Perfil Topográfico da TVO**

O perfil 7 está situado em uma porção da vertente onde há uma quebra no declive, configurando uma área receptora de sedimentos. Essa característica refletiu em peculiaridades que diferiu este perfil dos demais que compõem esta toplotossequência, conforme será abordado posteriormente.

#### 5.2.1. Análises Morfológicas

Em campo, na avaliação do sequenciamento e verificação da espessura dos horizontes, observou-se que os perfis situados em porções mais declivosas apresentaram menor profundidade, perfil 5 ( $A+AB+Bi= 106$  cm) e 6 ( $A+AB+Bw= 168$  cm), conforme descrição geral e morfológica nas tabelas 13 a 16. Os perfis situados em porções menos declivosas, perfil 7 ( $colúvio+A+BA+Bt = +200$  cm) e 8 ( $A+AB+Bw= +200$  cm), são de maior profundidade. Assim também foi observado por Rossi e Queiroz Neto (2001), que atribuíram o menor grau de evolução dos solos à declividade, que condiciona a maior ação da morfogênese em detrimento a pedogênese.

Nesta toplotossequência, mesmo os solos menos espessos, apresentaram maior profundidade, principalmente, se comparada a TVL, ainda que diante de uma declividade maior. Isto pode estar relacionado na TVL a susceptibilidade ao intemperismo das rochas que compõem o Supergrupo Rio das Velhas. Davies (1993) identificou essa susceptibilidade como característica marcante das litologias deste Supergrupo, pois encontrou dificuldades

**TABELA 13 – Descrição Geral e Morfológica do Perfil 5**

Perfil 5		
Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (CXvd)		
Data da Coleta: 08/09/2012	Localização: Vertente Oeste - Coordenadas 23K 675971,849/7778898,644	
Situação: Trincheira/ Ombro da Encosta	Declividade: 80%	Altitude: 1061m
Relevo Regional: Forte Ondulado	Relevo local: Escarpado	Erosão: Não Aparente
Rochocidade: Rochosa	Pedregosidade: Pedregosa	
Formação Geológica: Sopa Brumadinho	Litologia: Quartzito	
Drenagem: Bem Drenado	Vegetação Primária: Floresta Estacional Semidecidual	
Uso Atual: Mata Secundária		
Descrição Morfológica:		
A	0-40 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, úmido) e bruno-avermelhado (2.5YR 5/3, seco); franco-argilo-arenosa; forte pequena grumosa; ligeiramente dura, firme, não plástica, e não pegajosa; transição ondulada e clara.	
AB	40-62 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, seco); franco-argilo-arenosa e pedregosa; moderada pequena blocos subangulares, dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.	
Bi	62-106 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e vermelho-escuro (2.5YR 3/6, seco); franco-argilo-arenosa; forte pequena/média blocos angulares; macia, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa, transição ondulada e clara.	
C	106-170+ cm; bruno-avermelhado (2.5YR 5/4, úmido) e vermelho-escuro (2.5YR 3/6, seco); franco-argilo-arenosa muito pedregosa; forte pequena/média blocos angulares; macia, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa.	
Raízes: No horizonte A muitas e muito finas. No Horizonte AB comuns e muito finas. No horizonte B raras e finas.		
Obs.: A Pedregosidade está restrita aos horizontes AB e C		

**TABELA 14 – Descrição Geral e Morfológica do Perfil 6**

Perfil 6		
Classificação: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd)		
Data da Coleta: 08/09/2012	Localização: Vertente Oeste - Coordenadas 23K 675865,729/7778716,491	
Situação: Baixa Vertente	Declividade: 46%	Altitude: 961m
Relevo Regional: Forte ondulado	Relevo local: Forte ondulado/montanhoso	Erosão: Laminar
Rochocidade: Rochosa	Pedregosidade: Pedregosa	
Formação Geológica: Grupo Nova Lima	Litologia:	
Drenagem: Bem drenado	Vegetação Primária: Floresta Estacional Semidecidual	
Uso Atual: Mata secundária		
Descrição Morfológica:		
A	0-34 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/3, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, seco); franco-argilosa; forte muito pequena grumos; dura, firme, não plástica e muito pegajosa; transição plana e gradual.	
AB	34-65 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e bruno-avermelhado (2.5YR 4/3, seco); franco-argilosa; forte muito pequena granular, macia, friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.	
Bw	65-168 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e vermelho (2.5YR 4/6, seco); argila; moderada pequena/média blocos angulares; dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.	
C	168-200+ cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, seco); franco-argilo-arenosa; moderada pequena/média blocos angulares; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.	
Raízes: No horizonte A muita e muito finas/finas. No horizonte AB muita e finas. No horizonte B comuns e finas. No horizonte C raras e médias.		

**TABELA 15 – Descrição Geral e Morfológica do Perfil 7**

Perfil 7		
Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico (PVd)		
Data da Coleta: 08/09/2012	Localização: Vertente Oeste - Coordenadas 23K 675780,591/7778664,983	
Situação: Corte de estrada ruptura de declive	Declividade: 42%	Altitude: 887m
Relevo Regional: Forte Ondulado	Relevo local: Forte Ondulado	Erosão: Laminar
Rochocidade: Não Rochosa	Pedregosidade: Não Pedregosa	
Formação Geológica: Grupo Nova Lima	Litologia:	
Drenagem: Bem Drenado	Vegetação Primária: Floresta Estacional Semidecidual	
Uso Atual: Mata nativa muito alterada entremeada por eucalipto		
Descrição Morfológica:		
	0-32 cm; vermelho-escuro (2.5YR 3/6, úmido) e vermelho (2.5YR 4/6, seco); argila; moderada pequena/média blocos angulares; macia, friável, plástica, pegajosa; transição ondulada e abrupta.	
Ab	32-80 cm; preto (5YR 2.5/1, úmido) e preto (5YR 2.5/1, seco); franco-arenosa; grão simples, solta não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.	
BA	80-112 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); franco-argilosa; forte pequena/média blocos angulares; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa, transição plana e gradual.	
Bt	112- 195*cm bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e vermelho-escuro (2.5YR 3/6, seco); argila; forte média/grande blocos angulares; ligeiramente dura, muito friável, muito plástica e pegajosa.	
Raízes: Na camada superficial (colúvio) raras e finas. No Horizonte A (enterrado) comuns e finas. No Horizonte AB raras e muito finas.		

**TABELA 16 – Descrição Geral e Morfológica do Perfil 8**

Perfil 8		
Classificação: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd)		
Data da Coleta: 09/09/2012	Localização: Vertente Oeste - Coordenadas 23K 675722,44/7778655,052	
Situação: Corte de estrada/ Sopé da Vertente	Declividade: 55%	Altitude: 914m
Relevo Regional: Forte Ondulado	Relevo local: Forte Ondulado/ Montanhoso	Erosão: Não Aparente
Rochocidade: Não Rochoso	Pedregosidade: Não Pedregoso	
Formação Geológica: Grupo Nova Lima	Litologia:	
Drenagem: Bem drenado	Vegetação Primária: Floresta Estacional Semidecidual	
Uso Atual: Mata secundária		
Descrição Morfológica:		
A	0-39 cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/3, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, seco); franco-argilosa; forte muito pequena/pequena grumos; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e gradual.	
AB	39-84 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); argila; forte pequena blocos subangulares, muito dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e gradual.	
Bw	84-200+ cm; bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/4, úmido) e vermelho (2.5YR 5/6, seco); argila; forte grande/média blocos angulares; ligeiramente dura, muito friável plástica e pegajosa.	
Raízes: No horizonte A comuns e muito finas/finas. No horizonte AB comum e finas e muito finas. No horizonte B raras e finas.		

ao estudá-lo devido à ausência de afloramentos rochosos e ao elevado grau de alteração das rochas.

Todos os perfis desta topossequência apresentaram coloração de matiz muito avermelhada correspondente, em sua maioria, a matiz 2.5YR (MUNSELL, 2009), com cor bruno-avermelhado-escuro (Figura 19).



**FIGURA 19:** Foto do Latossolo de coloração bruno-avermelhado-escuro (perfil 6)

Os perfis apresentaram bom desenvolvimento estrutural, com grau moderado a forte, tamanho pequeno a médio blocos angulares. Esses dados demonstram a influência dos maiores teores de argila na constituição destes perfis. Nos perfis 6, 7 e 8, em que o teor de argila foi maior, a consistência destes solos quando secos, foi caracterizada como dura a ligeiramente dura tornando-se friável a muito friável, em presença de umidade. Todos os perfis da TVO apresentaram, quando molhados, consistência variando de ligeiramente plástica a muito plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa, mostrando a influência do elevado teor de argila, superior a 200 g/kg.

Por meio das observações de campo pôde-se constatar que o perfil 7 apresenta, além de influências quanto ao seu posicionamento topográfico, características que evidenciam intervenção antrópica. Este perfil apresenta horizonte A enterrado e sua constituição expõe indícios de queima, alto teor de matéria orgânica e coloração muito escura, classificada, segundo Munsell (2009) como preto (5YR 2.5/1, úmido) (Figura 20).



**FIGURA 20: Foto do horizonte A enterrado perfil 7**

A camada superficial, que está sobreposta ao horizonte A, apresentou características muito diferentes dos horizontes subjacentes, o que evidenciou que não se trata de material formado *in situ*. A ausência de pedogeneização e de matéria orgânica na composição deste material pode ser indício de uma deposição recente. Essas informações associadas a ausência de evidências de transporte deste material, na área adjacente ao perfil, sinalizam a possibilidade deste material ter sido depositado por atividades antrópicas.

#### 5.2.2. Análises laboratoriais

No que tange a textura observa-se que os perfis 6, 7 e 8 apresentaram valores muito semelhantes na distribuição das frações texturais. A fração areia nesses perfis oscilou entre 300 e 400 g/kg, com valores próximos para a fração argila, conforme descrição nas tabelas 17 a 20. A fração silte permaneceu abaixo dos 200 g/kg na maior parte deles, o que lhes confere a classificação franco-argilosa (SANTOS *et al.*, 2005).

A distribuição das frações texturais no perfil 5 diferiu-se dos demais perfis (Tabela 17). Neste perfil a fração argila não ultrapassou 227 g/kg, sendo a fração textural areia mais representativa, oscilando entre 479 e 583 g/kg ao longo do perfil. Essa característica pode indicar material de origem diferente dos demais perfis desta toplotossequência, pois mesmo diante de uma declividade maior apresentou granulometria mais grosseira, diferentemente do que foi encontrado por Santos *et al.* (2002) em que as texturas mais grosseiras foram encontradas em áreas menos declivosas.

A granulometria mais grosseira, predominante em todos os horizontes do perfil 5, pode indicar material de origem com maiores teores de quartzo, mais resistente ao intemperismo. Além disso, os maiores teores de silte e a presença de rochosidade e pedregosidade evidenciam o menor estágio de intemperismo deste solo, também proporcionado pelo relevo escarpado.

A relação textural dentro de cada perfil evidencia que houve translocação de argila do horizonte superficial para o horizonte subsuperficial, em todos os perfis dessa toplotossequência. Entretanto, somente o perfil 7 apresentou gradiente textural superior a 1,5, suficiente para caracterizá-lo como horizonte B textural. O gradiente textural 2,7 deste perfil e o fato dele possuir mudança textural abrupta, fez com que ele fosse classificado no quarto nível categórico como abrupto (EMBRAPA, 2006).

A relação silte/argila apresentou valores mais elevados no perfil 5 (Figura 21), solo de menor espessura ( $A+AB+Bi < 106$  cm) que está situado ombro da vertente, porção mais

**TABELA 17 – Análises Químicas e Físicas do Perfil 5**

Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (CXvd)												
Análises Químicas e Físicas												
Hor.		Composição Granulométrica			ADA	Grau de foc.	Relação Silte/Argila	MO	C Orgânico	pH (1:2,5)		
Sim.	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila						água	KCl	Δ pH
		g kg			%		dag/kg	dag/kg				
A	0-40	583	211	206	1	99,66	1,02	5,45	3,16	4,41	4,02	-0,39
AB	40-62	500	274	227	1	99,67	1,21	3,93	2,28	4,61	4,11	-0,50
Bi	62-106	479	294	227	3	98,64	1,30	2,91	1,69	4,59	4,18	-0,42
C	106-170+	486	291	223	8	96,43	1,31	2,15	1,25	5,09	4,34	-0,75
Hor.	Complexo Sortivo								V%	Sat. por Al	P assimilável	
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al+ H	t	Valor T				
	cmol c. /dm <sup>3</sup>								%		mg/dm <sup>3</sup>	
A	0,12	0,06	0,17	0,35	1,85	13,00	2,20	13,35	2,62	84,09	9,80	
AB	0,04	0,03	0,15	0,22	1,37	10,00	1,59	10,22	2,15	86,16	3,50	
Bi	0,00	0,02	0,15	0,17	1,27	7,40	1,44	7,57	2,25	88,19	0,30	
C	0,00	0,02	0,13	0,15	0,88	6,60	1,03	6,75	2,22	85,44	0,60	
Hor.	Ataque Sulfúrico										Ki	Kr
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO						
	g/kg											
Bi	55,8	183,4	50,6	5,2	2,9	0,5					0,52	0,44

**TABELA 18 – Análises Químicas e Físicas do Perfil 6**

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd)												
Análises Químicas e Físicas												
Hor.		Composição Granulométrica			ADA	Grau de floc.	Relação Silte/Argila	MO	C Orgânico	pH (1:2,5)		
Sim.	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila						água	KCl	Δ pH
		g kg			%		dag/kg	dag/kg				
A	0-34	454	202	343	11	96,86	0,59	4,82	2,80	4,94	4,15	-0,79
AB	34-65	428	197	376	11	97,06	0,52	3,93	2,28	4,79	4,08	-0,71
Bw	65- 168	375	217	409	11	97,27	0,53	3,04	1,76	4,89	4,08	-0,81
C	168- 200+	512	191	297	11	96,38	0,64	2,91	1,69	4,85	4,18	-0,68
Hor.	Complexo Sortivo								V%	Sat. por Al	P assimilável	
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al + H	t	Valor T				
	cmol c. /dm <sup>3</sup>								%		mg/dm <sup>3</sup>	
A	0,13	0,09	0,17	0,39	1,17	11,30	1,56	11,69	3,34	75,00	0,20	
AB	0,08	0,09	0,10	0,27	1,46	9,80	1,73	10,07	2,68	84,39	0,90	
Bw	0,03	0,05	0,13	0,21	1,07	8,20	1,28	8,41	2,50	83,59	0,60	
C	0,02	0,06	0,07	0,15	1,17	8,20	1,32	8,35	1,80	88,64	0,30	
Hor.	Ataque Sulfúrico							Ki	Kr			
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO						
	g/kg											
Bw	77,30	252,90	55,10	6,30	2,10	0,40	0,52	0,46				

**TABELA 19 – Análises Químicas e Físicas do Perfil 7**

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico (PVd)												
Análises Químicas e Físicas												
Hor.		Composição Granulométrica			ADA	Grau de foc.	Relação Silte/Argila	MO	C Orgânico	pH (1:2,5)		
Sim.	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila						água	KCl	Δ pH
		g kg			%		dag/kg	dag/kg				
	0-32	421	133	446	15	96,55	0,30	4,06	2,35	5,47	4,72	-0,74
Ab	32-80	601	263	136	5	96,57	1,93	21,55	12,50	5,45	4,73	-0,71
AB	80-112	439	193	367	5	98,72	0,53	3,55	2,06	5,45	4,94	-0,51
Bt	112-195+	439	155	406	11	97,27	0,38	1,90	1,10	5,54	4,58	-0,96
Complexo Sortivo									V%	Sat. por Al	P assimilável	
Hor.	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al + H	t	Valor T				
cmol c. /dm <sup>3</sup>									%		mg/dm <sup>3</sup>	
	3,31	0,55	0,15	4,01	0,00	6,40	4,01	10,41	38,52	0,00	0,20	
Ab	11,19	0,65	0,09	11,93	0,00	13,70	11,93	25,63	46,55	0,00	2,20	
AB	3,44	0,57	0,07	4,08	0,00	5,20	4,08	9,28	43,97	0,00	0,60	
Bt	1,52	0,48	0,08	2,08	0,10	6,10	2,18	8,18	25,43	4,59	0,00	
Ataque Sulfúrico												
Hor.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO			Ki	Kr		
g/kg												
Bt	84,5	239,8	77,3	8	2	0,5			0,60	0,50		

**TABELA 20 – Análises Químicas e Físicas do Perfil 8**

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd)												
Análises Químicas e Físicas												
Hor.		Composição Granulométrica			ADA	Grau de foc.	Relação Silte/Argila	MO	C Orgânico	pH (1:2,5)		
Sim.	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila						água	KCl	Δ pH
		g kg				%	dag/kg	dag/kg				
A	0-39	417	198	385	2	99,56	0,51	4,69	2,72	4,81	4,14	-0,67
AB	39-84	382	197	421	13	96,83	0,47	3,80	2,20	5,16	4,19	-0,96
Bw	84-200+	361	175	464	0	99,98	0,38	2,03	1,18	5,08	4,42	-0,66
Hor.	Complexo Sortivo								V%	Sat. por Al	P assimilável	
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al + H	t	Valor T				
	cmol c. /dm <sup>3</sup>								%		mg/dm <sup>3</sup>	
A	0,10	0,04	0,10	0,24	0,98	11,80	1,22	12,04	1,99	80,33	0,80	
AB	0,08	0,03	0,12	0,23	0,88	9,80	1,11	10,03	2,29	79,28	0,60	
Bw	0,06	0,02	0,10	0,18	0,39	3,20	0,57	3,38	5,33	68,42	0,10	
Hor.	Ataque Sulfúrico						Ki	Kr				
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO						
	g/kg											
Bw	82,5	269,5	67,1	6,8	2	0,4	0,52	0,45				

escarpada e elevada da TVO, apresentando em sua maior parte valor superior a 1,2. O mesmo foi constatado por Campos *et al.* (2007) e Campos *et al.* (2011) que encontraram valores mais elevados de relação silte/argila nas porções mais escarpadas das vertentes e também no sopé.



**FIGURA 21: Foto do Perfil 5 – Cambissolo com relação silte/argila superior a 1,2**

Nos demais perfis essa relação permaneceu inferior a 0,6. Os menores valores, inferiores a 0,5, foram encontrados nos solos mais profundos, perfis 7 e 8, o que segundo Campos *et al.* (2011) é um indicativo de solos muito intemperizados, assim como também foi constatado na TVL.

Os índices de floculação são elevados o que pode ser atribuído, segundo Andrade *et al.* (1997), a elevados teores de óxidos de ferro e alumínio presentes no solo que influenciam diretamente a estabilidade dos agregados. A participação desses óxidos, sobretudo de alumínio (gibbsita), nos perfis da TVO corrobora como essa informação, conforme será discutido posteriormente nas análises dos difratogramas de raio X.

Os perfis 5, 6 e 8 apresentaram acentuada pobreza em bases trocáveis, sendo que o V% apresentou valores inferiores a 5%, o que pode estar associado à pobreza do material de origem e à lixiviação acentuada desencadeada pelos elevados índices pluviométricos.

O perfil 7 apresentou V% mais elevado que os demais perfis, com valores entre 25 e 46%, embora ainda seja considerado um solo distrófico (V% < 50%). A pobreza menos acentuada deste solo pode ser atribuída ao fato deste perfil estar situado em uma área receptora de sedimentos e, esta área, estar circundada por cultivos de eucalipto que utilizam massivamente corretivos agrícolas. Além disso, essa área aparentemente já foi utilizada para queima ou estocagem de carvão, o que justifica também o aporte de matéria orgânica mais significativo no horizonte A (enterrado) 21,55 dag/kg, bem superior ao presente nos demais perfis, que não ultrapassa 5 dag/kg.

Com exceção do perfil 7, todos os perfis avaliados apresentam índices consideráveis de alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ), o que condicionou uma saturação por alumínio elevada que chegou a apresentar nos perfis 5 e 6, valores superiores a 80%. Entretanto, os teores de  $Al^{3+}$ , por serem inferiores a 4 mol c./dm<sup>3</sup>, não possibilitam a sua classificação como alítico.

Os valores  $Al^{3+}$  (acidez trocável) e H + Al (acidez potencial) nos perfis 5, 6 e 8 apresentaram-se mais elevados em superfície decrescendo em profundidade. O perfil 7 não apresentou teor de alumínio trocável em sua composição, o que influenciou diretamente o pH deste solo que apresentou valor superior a 5,4 (pH em água), menos ácido que os demais perfis que, em sua maioria, apresentaram pH menor que 5.

Os valores de  $\Delta pH$  na TVO também demonstraram que todos os perfis possuem carga líquida negativa, no entanto, com valores próximos a zero. Assim como na TVL esses valores impulsionaram os elevados percentuais dos índices de floculação, muito próximos a 100%, sendo um pouco menores em alguns horizontes que apresentaram maior eletronegatividade, corroborando com Benites & Mendonça (1998) que demonstram a correspondência entre esses parâmetros.

Os valores de  $SiO_2$ ,  $AlO_3$  e  $Fe_2O_3$  identificados por meio das amostras de ataque sulfúrico foram menores no perfil 1, enquanto nos demais perfis esses valores foram um pouco mais elevados, sem grandes alterações entre si. Essa diferença pode estar associada a um material de origem mais ácido, com maiores teores de Si, que segundo Andrade *et al.*

(1997), tem influência direta na quantidade total de óxidos de Fe e Al presentes nos solos. Neste estudo não foi observado uma correlação direta entre teor de SiO<sub>2</sub> e textura arenosa, conforme observado por Silva *et al.* (2001).

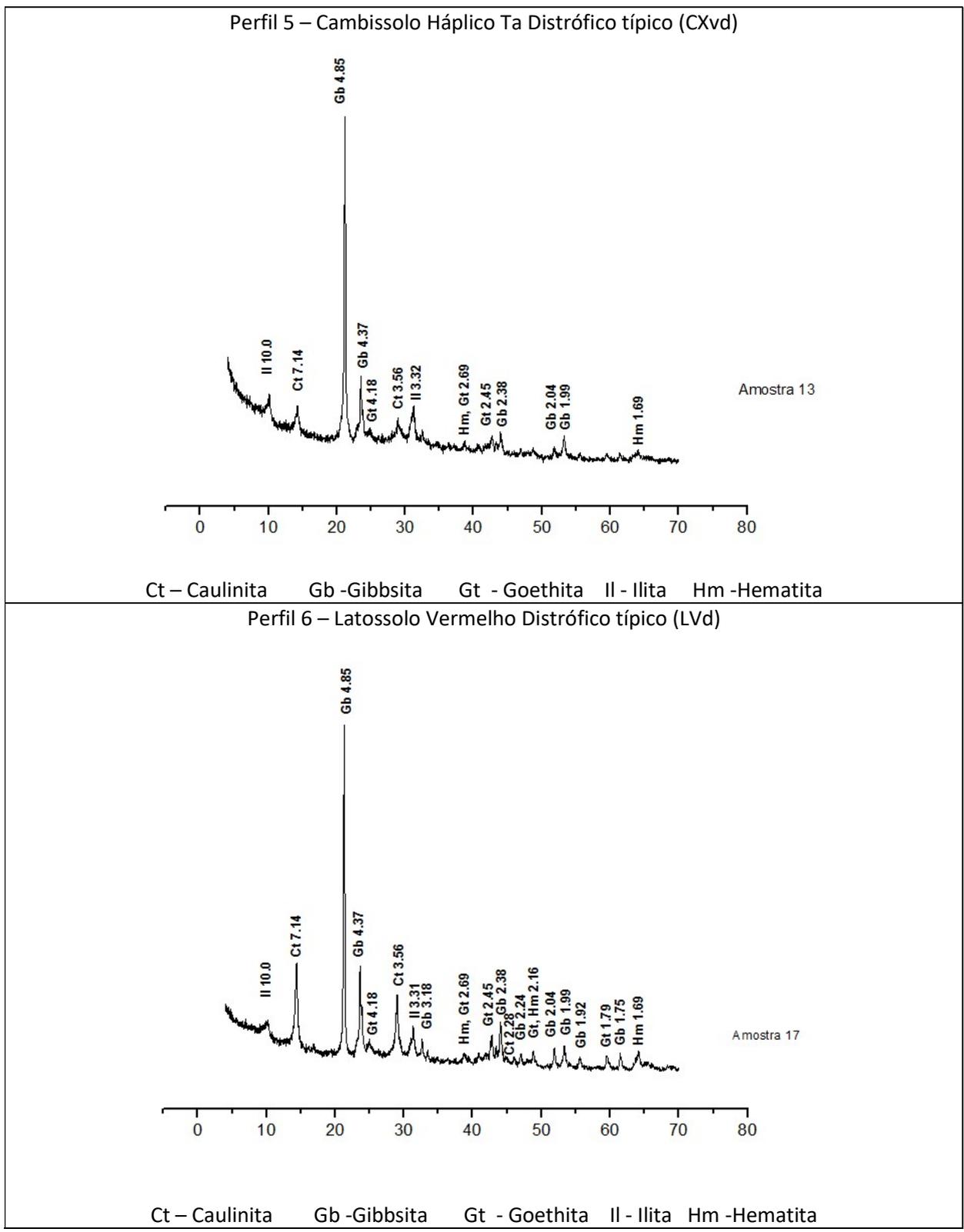
Em todos os perfis avaliados, os valores de Ki e Kr foram inferiores a 0,6, evidenciando o elevado grau de intemperismo desses perfis. Devido a esse valor ser inferior a 0,75 para os dois parâmetros, em todos os quatro perfis analisados esses solos podem ser considerados como gibbsíticos-oxidicos (EMBRAPA, 2006).

As análises de difração de raio X evidenciaram que tratam-se de solos gibbsíticos-oxidicos sendo que os principais picos em evidência, comum a todos os difratogramas, correspondem a 4,85 e 4,37Å, o que indica presença da gibbsita, conforme Figuras 22 e 23.

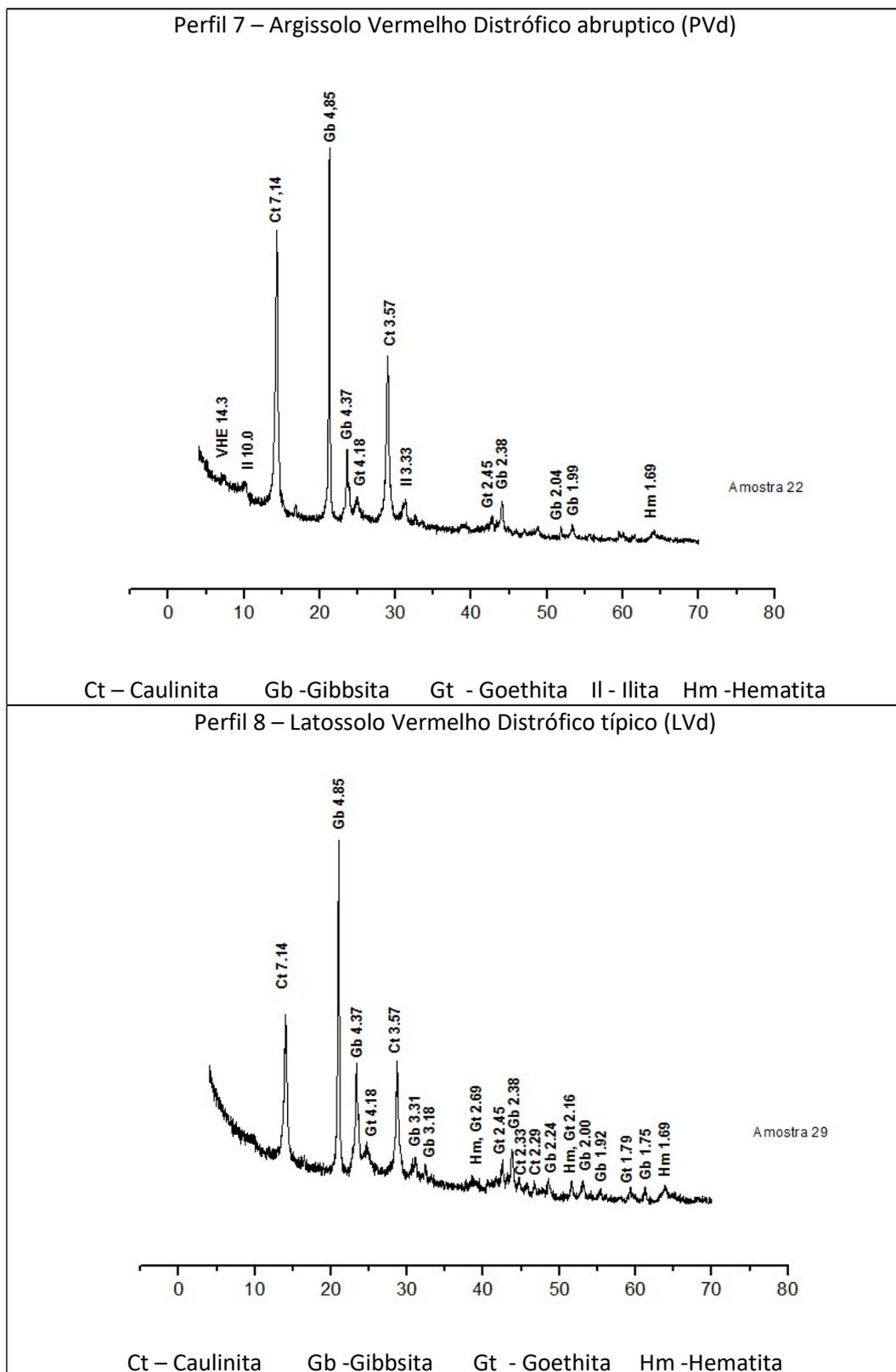
Os maiores teores de caulinita foram observados no perfil 7, picos 7,14 e 3,57Å, que podem estar associados a posição topográfica deste perfil, situado em uma porção da vertente onde há quebra de declive. Figueiredo *et al.* (2004) também observaram presença de caulinita nas áreas de coluvionamento nos segmentos de meia e baixa vertente, embora esperassem encontrar argilas do tipo 2:1.

No perfil 8, situado no sopé da vertente, os valores da caulinita também apresentaram-se mais elevados do que nos demais perfis, embora menos em evidência que no perfil 7. O que pode estar associado ao Si proveniente das porções topográficas mais elevadas que foi carregado e depositado sobre essas porções da vertente, concentrando-se mais na porção onde há quebra de declive. O que também foi observado por Ghidin *et al.* (2006), que constataram que as porções topográficas mais elevadas favorecem a formação de Gibsita devido a perda de Si, enquanto nas porções mais rebaixadas do relevo, a concentração de Si favorece a recombinação entre Si e Al para a formação da caulinita.

A presença de hematita e goethita é mais significativa nos perfis 6 e 8 (Figura 24), embora também estejam presentes no perfil 7. A presença desses minerais pode ser mais uma evidência que difere a composição do material de origem que deu origem a esses perfis daquele originário do perfil 5, que também apresenta esses minerais em sua composição mas numa proporção bem menos expressiva.



**FIGURA 22: Difractogramas do horizonte diagnóstico dos perfis 5 e 6.**



**FIGURA 23: Difratomogramas do horizonte diagnóstico dos perfis 7 e 8.**



**FIGURA 24: Foto do Latossolo Vermelho (Perfil 8), solo TVO com teores mais significativos de óxidos de Fe**

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, subsidiados pelas análises realizadas em campo e em laboratório, conseguiram atender aos objetivos almejados pelo presente trabalho. Por meio desses resultados pôde-se identificar a distribuição pedológicas nas duas vertentes que compõem a Serra do Pinho e compreender quais fatores de formação tiveram mais influência na constituição destes solos.

A distribuição de solos ao longo das duas vertentes apresentou resultados esperados tendo em vista que os fatores de formação relevo e litologia foram de fato os principais condicionantes à essa distribuição. No entanto, a forma de atuação de cada um deles expôs algumas peculiaridades.

A heterogeneidade do material de origem que compõe TVL da Serra do Pinho fez com que os solos herdassem características que diferissem muito os perfis entre si, sobretudo no que tange a textura. Observou-se que nesta topolitossequência as propriedades herdadas da litologia exerceram mais influência sobre a distribuição dos solos na paisagem do que de qualquer outro fator de formação.

Na TVO, embora também apresente diferenciação litológica, as características dos perfis demonstraram uma maior influência do relevo no processo de formação dos solos. Observou-se que mesmo os solos provenientes de um mesmo litotipo predominante, que abrange três dos quatro perfis analisados, apresentaram características distintas condicionadas pela declividade e posicionamento na vertente.

Se comparadas a TVL e TVO inferes-se que embora expostas às mesmas condições climáticas, os solos da vertente oeste, de maneira geral, apresentaram maior profundidade e maior grau de desenvolvimento do que os da vertente leste, embora o contrário fosse esperado tendo em vista a condicionante topográfica, proporcionada pela morfologia das vertentes mais escarpada na primeira do que na segunda. A justificativa para estes resultados está na composição do material de origem, que apresentaram maiores teores de quartzo na TVL.

## 7. REFERÊNCIAS

ANDRADE, H. & SOUZA, J. J. de. **Solos: origem, componentes e organização**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

ANDRADE, H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; DEMATTÊ, J. L. I. & ANDRADE, F. V. Pedogeomorfologia e micropedologia de uma sequência Latossolo-areia quartzosa hidromórfica sobre rochas cristalinas do estado do Amazonas. **Revista Geonomos**, v. 5, n. 1, 55-66, 1997.

ATKINS, P. W. & JONES, L.. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 965 p.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 332 p.

BATISTA, C. U. N.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; MEDRI, C. & PIMENTA, J. A. Tolerância à inundação de *Cecropia pachystachya* Trec. (Cecropiaceae): aspectos ecofisiológicos e morfoanatômicos. **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n.1, 91-98, Jan./Mar. 2008.

BENITES, V. M. & MENDONÇA, E. S. Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 22, p. 215-221, 1998.

BUNTING, B. T. (Tradução de T. S. Newlands). **Geografia do solo**. Rio de Janeiro: Zahar, 1971. 257p.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R. & CAMARGO, L. A. Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito-basalto na região de Pereira Barreto, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 519-529, 2007.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S. de ; RIBEIRO FILHO, M. R. & SOUZA, R. V. C. C. de. Relações solo-paisagem em uma topossequência sobre substrato granítico em Santo Antônio do Matupi, Manicoré (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 13-23, 2011.

Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG – Dados de temperatura e precipitação. Catas Altas: CEMIG, 1961-1990.

DAVIES, H. K., SCHORSCHER, H. D. & ALVES, M. G.. Geologia da Quadrícula Bateias 1:25.000, borda leste do Quadrilátero ferrífero, MG. In: **IX Simpósio de Geologia de Minas Gerais - SBG**, p. 42-44, 1997.

DAVIES, H. P. K. **Petrogênese e evolução crustal precambriana da região de Bateias (Quadrícula 1: 25.000 NE da folha topográfica Catas Altas 1: 50.000), Quadrilátero Ferrífero-MG**. São Paulo, 265p. 1993. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1995. 101p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed, Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

Empresa de Pesquisa Energética, EPE. **Avaliação ambiental integrada (AAI) dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia do Rio Doce**. Sondotécnica, 2007. 461 p.

ESPINDOLA, C. R. **Retrospectiva crítica sobre a pedologia: um repasse bibliográfico**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2008. 397p.

FIGUEIREDO, M. A.; VARAJÃO, A. F. D. C.; FABRIS, J. D.; LOUTFI, I. S. & CARVALHO, A. P. Alteração superficial e pedogeomorfologia no sul do Complexo Bação - Quadrilátero Ferrífero (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 713-729, 2004.

GHIDIN, A. A.; MELO, V. de F.; LIMA, V. C. & LIMA, J. M. J. C. Toposseqüências de Latossolos originados de rochas basálticas no Paraná: I-mineralogia da fração argila. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 293-306, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 1976. **Mapa Topográfico de Catas Altas**. Folha SF.23-X-B-I-1. Rio de Janeiro, IBGE. Escala 1:50.000.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1997. 208 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 316 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 175p.

JENNY, H. **Factors of soil formation: a system of quantitative pedology**. New York: DoverPublications. com, 1941. 281p.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Revista Geonomos**, v. 5, n. 1, p. 17-40, 1997.

KIEL, E. J. **Manual de edafologia. relações solo-planta**. São Paulo: Editora Agronômica CERES, 1979. 264 p.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 177 p.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456p.

MUNSELL. **Munsell soil-color charts: with genuine Munsell color chips**. Munsell color, 2009.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1989. 421p.

PATON, T. R. **The formation of soil material**. London: George Allen & Unwin LTD, 1978. 143 p.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J. & JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W. & FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 297-305, 2004.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. 4. ed. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. Viçosa: UFLA, 2002.

RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J. C. & REZENDE, S. B. de. **Mineralogia de solos brasileiros: Interpretação e aplicações**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2011. 201p.

ROLIM NETO, F. C.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; CORRÊA, M. M.; COSTA, L. M.; PARAHYBA, R. da B. V.; GUERRA, S. M. S. & HECK, R. Topolitossequências de solos do Alto Paranaíba: atributos físicos, químicos e mineralógicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1795-1809, 2009.

ROSSI, M. & QUEIROZ-NETO, J. P. Relações solo/paisagem em regiões tropicais úmidas: o exemplo da Serra do Mar em São Paulo, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 14, p. 11-23, 2001.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C. & ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5 ed. Viçosa: SBCS, 2005. 100p.

SANTOS, A. C. dos; SALCEDO, I. H. & CANDEIAS, A. L. B. Relação entre o relevo e as classes texturais do solo na microbacia hidrográfica de Vaca Brava, PB. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 54, 86-94, 2002.

SANTOS, A. do C.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos.; BERNINI, T. de A.; COOPER, M.; NUMMER, A. R. & FRANCELINO, M. R. Gênese e classificação de solos numa topossequência no ambiente de mar de morros do médio Vale do Paraíba do Sul, RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1297-1314, 2010.

SILVA, M.; ANJO, L. D.; PEREIRA, M. & NASCIMENTO, R. Estudo de topossequência da baixada litorânea fluminense: efeitos do material de origem e posição topográfica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 965-976, 2001.

SILVA, R. F. da.; AQUINO, A. M. de.; MERCANTE, F. M. & GUIMARÃES, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 697-704, 2006.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, M. F. de S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M. & ARAÚJO, R. S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.

SOUZA, R. V. C. C. D.; RIBEIRO, M. R., SOUZA JUNIOR, V. S. D.; CORRÊA, M. M.; ALMEIDA, M. D. C. D.; CAMPOS, M. C. C., RIBEIRO FILHO, M. R. & SCHULZE, S. M. B. Caracterização de solos em uma topoclimosequência no maciço de triunfo-sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1259-1270, 2010.

TAUK, S. M. Biodegradação de resíduos orgânicos no solo. **Revista Brasileira de Geociência**, v. 20, p. 299-301, mar/dez. 1990.

Universidade Federal de Viçosa, UFV. **Manual do Laboratorista**. Viçosa, 2005. 33p.

Universidade Federal de Viçosa (UFV), Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F. & CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. In: **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v. IV. 2005. p.145-192.

ZILLI, J. E.; RUMJANEK, N. G., XAVIER, G. R., COSTA COUTINHO, H. L. da & NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 20, n. 3, p. 391-411, 2003.