

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA DO SOLO

**PEDOGÊNESE EM TOPOSSEQUÊNCIAS GRANÍTIICAS NO
MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE, RS.**

Paula Suélen Corrêa de Medeiros

(TESE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

**PEDOGÊNESE EM TOPOSSEQUÊNCIAS GRANÍTIAS NO
MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE, RS.**

Paula Suélen Corrêa de Medeiros

Engenheira Agrônoma (UFSM)
Mestre em Ciência do Solo (UFRGS)

Tese apresentada como
parte dos requisitos para
obtenção do Grau de
Doutora em Ciência do Solo.

Porto Alegre, julho de 2014

CIP - Catalogação na Publicação

MEDEIROS, PAULA SUÉLEN CORRÊA DE
PEDOGÊNESE EM TOPOSSEQUÊNCIAS GRANÍTICAS NO
MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE, RS. / PAULA SUÉLEN CORRÊA
DE MEDEIROS. -- 2014.
135 f.

Orientador: PAULO CÉSAR DO NASCIMENTO.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Ciência do Solo, Porto Alegre, BR-RS,
2014.

1. PEDOGÊNESE. 2. LESSIVAGEM. 3. RELAÇÃO SOLO-
PAISAGEM. 4. ARGISSOLOS. 5. CAMBISSOLOS. I.
NASCIMENTO, PAULO CÉSAR DO, orient. II. Título.

PAULA SUÉLEN CORRÊA DE MEDEIROS

PEDOGÊNESE EM TOPOSSEQUÊNCIAS GRANÍTIAS NO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE, RS

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ciência do Solo.

Prof. Orientador: Paulo César do Nascimento

Aprovada em 14 de julho de 2014.
Homologada em 18 de agosto de 2015.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Carlos Alberto Bissani
UFRGS

Prof. Norberto Dani
UFRGS

Prof. Ricardo Simão Diniz Dalmolin
UFSM

*“Dedico este trabalho ao meu filho
Luiz Henrique, que me inspira
a cada dia a trabalhar
por um mundo melhor.”*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e ao meu filho Luiz Henrique Corrêa Miguel;

A minha família em especial, minha Mãe, Nirma Souza Corrêa, minhas irmãs Luciana Inaiá Corrêa Recchia, Liliana Tainá Corrêa e aos meus irmãos Pedro Roberto Corrêa de Medeiros e Marion Corrêa Recchia pelo incentivo e por me ajudarem na criação do meu filho neste período de doutorado, pelo carinho e apoio sempre dedicado a mim e principalmente por todo amor que recebi nesta fase;

A Roseli, Wilson e Pablo Miguel pelo incentivo e ajuda na criação do meu filho;

Ao meu querido orientador Paulo César do Nascimento, muito mais que um orientador, um amigo, um pai, um exemplo de pessoa a ser seguido, por todo incentivo e apoio e por todas as vezes que acreditou em mim e no meu trabalho;

Aos meus pais Luiz Américo Cabral Garcia (pai de coração) pelo carinho e a Paulo Roberto de Medeiros pelo incentivo;

As amigas Catiline Schmitt, Jéssica Oliveira, Tatiana Finato, Bianca Ott Andrade, Graciela Castilhos e Rosele dos Santos pelo carinho;

Ao amigo Adão Luis pela ajuda em laboratório e por toda a amizade dedicada a mim; aos colegas e amigos do laboratório de Química e Fertilidade do Solo, e aos colegas e amigos Pedologia e uso do solo.

Ao professor Alberto Vasconcellos Inda, co-orientador neste trabalho, pela ajuda e pela amizade;

Aos professores, membros da banca, Ricardo Simão Diniz Dalmolin, Carlos Alberto Bissani e Norberto Dani pela participação e colaboração;

Aos bolsistas de iniciação científica Ana Luiza Dable e Leonardo Cenci e a Luis Fernando da Silva e Tatiana Finato pela ajuda na condução do trabalho;

A Robberson Settubal pela ajuda e orientação área do Morro São Pedro;

Aos amigos, colegas e funcionários do PPG Ciência do Solo pela acolhida, ajuda e ensinamentos;

Aos colegas de trabalho e amigos Rosangela Botelho e Daniel Pontoni pelo suporte e ajuda no período final da tese e ao meu namorado Jorge Kwasinski Filho pelo apoio e ajuda na parte das correções.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

*“A todos que colaboraram
de alguma forma para
elaboração deste trabalho
... eu agradeço!”*

PEDOGÊNESE EM TOPOSSEQUÊNCIAS GRANÍTICAS NO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE, RS. ¹

Autor: Paula Suélen Corrêa de Medeiros

Orientador: Paulo César do Nascimento

RESUMO

Os solos das áreas de morros de Porto Alegre apresentam distribuição intrincada, resultado das variações do relevo a curtas distâncias, e também das variações do material de origem. As características do ambiente, de modo geral, parecem facilitar a ocorrência de processos de formação em grau relativamente expressivo, convivendo com características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas que indicam baixo grau de intemperismo e desenvolvimento pedogenético. Com o objetivo de caracterizar, classificar e avaliar a influência de fatores e processos de formação em solos destas áreas, foram escolhidas duas topossequências de solos graníticos no município de Porto Alegre, os morros Santana (MS) e São Pedro (MSP). O primeiro teve cinco perfis representativos escolhidos, enquanto, no segundo, foram selecionados três perfis de solo. Foram feitas a descrição morfológica e coleta de amostras deformadas e não deformadas dos principais horizontes pedogenéticos, para realização de análises macro e micromorfológicas, físicas, químicas e mineralógicas. Os resultados mostraram a presença de perfis pouco profundos, com horizonte C a menos de 100 cm de profundidade. As características físicas destacaram o gradiente textural em seis dos oito perfis avaliados, com exceção dos perfis P1 do MS e P2 do MSP. Este dado, associado ao grau de flocculação em horizontes transicionais, e a relação entre argila fina e argila total, reforça a hipótese de ocorrência de lessivagem. Os solos mostraram maior tendência ao distrofismo no MS, mas os perfis do terço inferior da encosta são eutróficos nos dois locais, indicando influência da posição da topossequência na lixiviação e remoção de cátions. As análises elementares, obtidas pelo ataque sulfúrico (s) e dissoluções seletivas em ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (d) e oxalato de amônio (o), também mostraram grau de intemperismo maior no MS, expressos pelos menores valores do índice Ki e relação Fed/Fes próxima a 1. A relação Feo/Fed foi um maior em P1 do MSP, em área de topo aplainado, sendo um indicativo de drenagem restrita. A mineralogia mostrou minerais primários na fração silte de todos os perfis estudados e mineralogia caulinitica associada a presença minerais 2:1. A micromorfologia mostrou presença de revestimentos e preenchimentos de argila, mesmo em perfis de solos com grau de intemperismo pouco avançado. Pode-se confirmar a Lessivagem como processo pedogenético predominante. Os perfis P2, P3 e P4 do MS (posições de encosta) mostram grau de intemperismo químico avançado, apesar do pouco desenvolvimento em termos morfológicos e micromorfológicos. Os Argissolos são predominantes nas topossequências, com presença de Cambissolos com caráter argilúvico (evidenciado pelo gradiente textural e

¹Tese de doutorado em Ciência do Solo. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (121p.) Julho, 2014. Trabalho realizado com apoio financeiro CNPq.

revestimentos de argila) nas encostas média e sopé (MS) e Neossolos em posições de topo convexo (MS) e encosta superior (MSP).

PEDOGENESIS IN GRANITICS TOPOSEQUENCE IN PORTO ALEGRE, RS.²

Autor: Paula Suélen Corrêa de Medeiros

Adviser: Paulo César do Nascimento

ABSTRACT

Soils on granitic hills in the Porto Alegre city show complex pattern of distribution, due to relief pattern and parent material very variable. The environmental features seem to improve the soil forming process, while the soil morphological, physical, chemical and mineralogical features show low weathering. Two toposequences were chosen aiming to characterize, classify and assess the soil factors and process on these areas. Both are located in Porto Alegre municipality on granitic soils, one in Santana Hill (MS) and another in São Pedro Hill (MSP). Five soil profiles were installed along the first toposequence, while in the second one three soil profiles were chosen. Soil morphological description and the sampling of undisturbed soil cores and disturbed soil samples were done in the main soil horizons. Soil macro and micromorphologic physical, chemical and morphological analysis were done. The results indicate the occurrence of shallow soils with C horizon in depth of 100 cm. The soil textural gradient was highlighted by the soil physical analysis in six of eight profiles analysed, except by the P1 (MS profile) and P2 (MSP profile). This information, added to the low degree of flocculation in transitional horizons and the relation between fine clay and total clay, give support to the hypothesis of soil lessivage. The soils tend to be more dystrophic in MS, except by two regions, which are eutrophic on lower elevations, highlighting that toposequences position affect leaching and cation loss. The samples analyzed by attack by H₂SO₄ (s) and extracted by sodium dithionite citrate bicarbonate (d) and ammonium oxalate (o), showed higher leaching degree in MS. The relation Fe_o/Fe_d was higher in P1 (MSP), located in a flat top, indicating poor drainage. Primary minerals were found in silt fraction in all studied profiles, while clay fraction is represented by a caulinitic mineralogy with 2:1 clay. Clay coatings and infillings were found in the micromorphology analysis, even in low weathered soils profiles. Lessivage was the main pedogenetic process. High chemical weathering rates were found in P2, P3 and P4 profiles in MS, even in low developed soils in morphologic and micromorphologic terms. Argissolos predominate, with presence of Cambissolos and Neossolos convex in top positions (MS) and slope with steep slopes (MSP).

²Doctoral thesis in Soil Science. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (121p). July, 2014. Research supported by CNPq.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Geomorfologia e geologia de Porto Alegre	3
2.2	Pedologia de Porto Alegre	6
2.3	Origem do gradiente textural	8
2.4	Indicadores de pedoambiente	12
3	HIPÓTESES E OBJETIVOS	17
3.1	Hipóteses	17
3.2	Objetivo	17
3.2.1	Objetivos específicos	17
4	MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1	Descrição morfológica e coleta de amostras	20
4.2	Análises físicas	20
4.3	Análises químicas	22
4.4	Análises mineralógicas	23
4.5	Análises micromorfológicas	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1	Morfologia dos solos e distribuição na paisagem	25
5.2	Atributos físicos	28
5.3	Atributos químicos	33
5.4	Teores dos elementos obtidos por ataque sulfúrico	35
5.5	Teores de Ferro e alumínio obtidos por dissoluções seletivas	39
5.6	Mineralogia	43
5.7	Micromorfologia	58
5.8	Gênese e Classificação dos solos	66
6	CONCLUSÕES	70
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
8	APÊNDICES	77
8.1	Descrição morfológica dos perfis de solos do Morro Santana	77
8.2	Descrição Morfológica dos perfis de solos do Morro São Pedro	89
8.3	Descrição micromorfológica dos perfis de solos do Morro Santana	96
8.4	Descrição micromorfológica dos perfis de solos do Morro São Pedro	112

RELAÇÃO DE TABELAS

1. Morfologia dos solos do Morro Santana	26
2. Morfologia dos solos do Morro São Pedro	27
3. Atributos físicos dos solos dos Morros Santana e São Pedro	30
4. Química dos solos do Morro Santana e do Morro São Pedro	34
5. Teores dos elementos obtidos por ataque sulfúrico e dissoluções seletiva solos do Morro Santana e Morro São Pedro	36
6. Síntese da micromorfologia dos horizontes de interesse dos perfis de solos do Morro Santana e Morro São Pedro	61

RELAÇÃO DE FIGURAS

1. Mapa geomorfológico do Município de Porto Alegre (1:40000).....	4
2. Mapa da geologia do Município de Porto Alegre (1: 50000)	5
3. Levantamento de Solos do Município de Porto Alegre (1: 50000).....	7
4. Esquema da topossequências Morro Santana e Morro São Pedro	21
5. Difratoformas de raios-X da fração silte dos perfis de solos P1, P2 e P3 do Morro Santana.. ..	48
6. Difratoformas de raios-X da fração silte dos perfis de solos P4 e P5 do Morro Santana.,	49
7. Difratoformas de raios-X da fração silte dos perfis de solos P1, P2 e P3 do Morro São Pedro.. ..	50
8. Difratoformas de raios-X da fração argila dos perfis P1 e P2 do Morro Santana.	51
9. Difratoformas de raios-X da fração argila dos perfis P3 e P4 do Morro Santana.	52
10. Difratoforma de raios-X da fração argila do perfil P5 do Morro Santana..	53
11. Difratoformas de raios-X da fração argila dos perfis P1 e P2 do Morro São Pedro.	54
12. Difratoforma de raios-X da fração argila dos perfil P3 do Morro São Pedro.	55
13. Difratoformas de raios-X das amostras orientadas da fração argila desferrificada dos perfis P4 e P5 do Morro Santana.	56
14. Difratoformas de raios-X das amostras orientadas da fração argila desferrificada dos perfis P2 e P3 do Morro São Pedro.....	57

15. Fotomicrografias dos horizontes de interesse dos perfis de solos do Morro Santana.	65
16. Fotomicrografias dos horizontes de interesse dos perfis de solos do Morro São Pedro.....	66

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento dos processos que levaram o solo à sua condição presente e que estão agindo atualmente auxilia na predição da relação solo-paisagem, da interação entre solo e ambiente, assim como, do seu comportamento às mudanças sofridas devido ao seu uso e manejo. Dentre os fatores de formação do solo, o relevo pode ser considerado muito mais como um agente de remoção do que de formação do solo (Jenny, 1941) e apresenta grande variabilidade na paisagem. Isto proporciona a regiões com topografia irregular, uma diversidade de solos com características bastante diferenciadas, e por fim, com diferentes aptidões ao uso e manejo deste recurso, e suscetibilidades a impactos ambientais.

Em regiões de morros graníticos no Sul do Brasil têm sido identificados solos com gradiente textural acentuado, juntamente com características de baixo grau de intemperismo, como pequena espessura de solum, estrutura fracamente desenvolvida e presença de minerais alteráveis ao longo do perfil (Corrêa de Medeiros, et al., 2013; Silveira, 1984; Almeida, 1992). Isto tem dificultado a identificação destas classes a campo, pois estes solos apresentam um caráter transicional entre as classes Argissolos e Cambissolos (Bastos, 1991).

A presença de um gradiente textural no perfil de solo implica em uma maior suscetibilidade à erosão, devido à diminuição da permeabilidade e formação de lençol freático suspenso, que possibilita a movimentação lateral de soluções (Kampf et al., 2008), principalmente em áreas com relevo declivoso. Estudos em áreas do Rebordo do Planalto do Estado do Rio Grande do Sul (RS) demonstraram que as maiores perdas de solos ocorreram em

áreas com maiores declividades e tipos de solos menos desenvolvidos e que estas perdas atingem mais de $20 \text{ t.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ (Miguel, 2010).

A caracterização mais precisa sobre os solos pouco desenvolvidos nas áreas de morros graníticos em Porto Alegre (RS), contribui para a definição mais clara sobre a distribuição e os processos pedogenéticos envolvidos na formação destes solos. Desta forma, subsídios importantes foram conseguidos no que diz respeito ao enquadramento destes perfis em sistemas de classificação taxonômica, colaborando inclusive para atualização destes sistemas. Devem, ainda, contribuir para as atividades de mapeamento de solos em escala mais detalhada em relação aos levantamentos já existentes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Geomorfologia e geologia de Porto Alegre*

A variabilidade espacial dos solos em Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, está relacionada principalmente ao relevo. O relevo é contemplado por Buol et al. (1997) como um fator de formação do solo, que influencia significativamente no material de origem e tempo de mudanças erosivas e de deposições, e no clima e biota, devido ao regime hídrico diferenciado. O município apresenta duas unidades morfoestruturais (Ross, 1992): o Escudo Uruguaio Sulriograndense que tem como unidade morfoescultural o Planalto Uruguaio Sulriograndense e, a Bacia Sedimentar de Pelotas, representada pela morfoescultura denominada Planície e/ou Terras Baixas Costeiras (Fujimoto & Dias, 2012). O Planalto Uruguaio Sulriograndense é constituído por rochas graníticas e é formada por um conjunto de morros com topos convexos e por colinas. A Planície Costeira é constituída por sedimentos (lagunar e fluvial) configurando áreas planas.

As áreas com relevo em padrão de morros apresentam altitudes entre 210 a 311m e declividades entre 10 a 20% (Figura 1). Os topos e as altas vertentes dos morros apresentam estrutura físico-química de desagregação/decomposição através de fraturas e esfoliação esferoidais, retrabalhando os matacões e as rochas expostas. São áreas representadas por corpos graníticos divididos em cinco unidades litólicas distintas, que são granito Viamão (descritos como migmatitos homogêneos por Schneider, 1974), granito

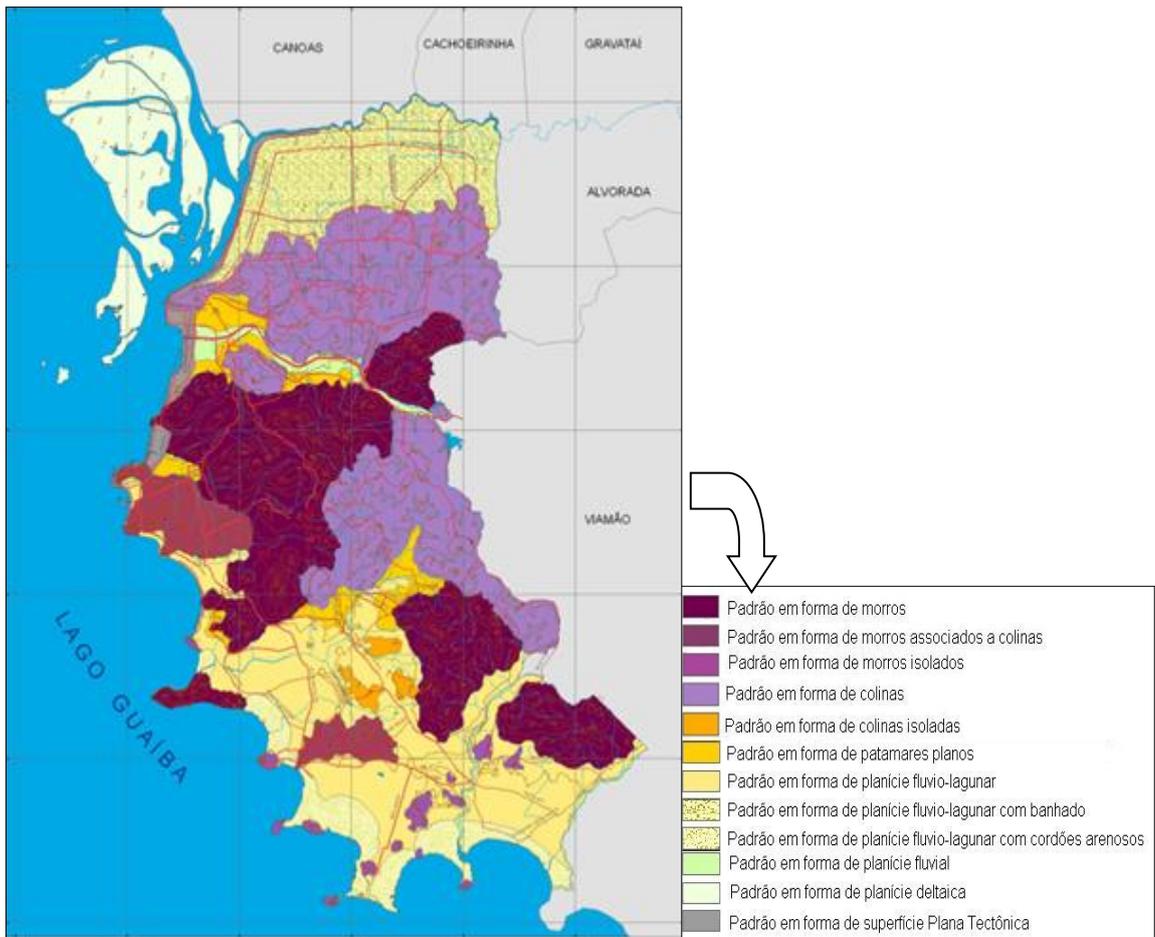


Figura 1. Mapa geomorfológico do Município de Porto Alegre (1:40000) (Fugimoto & Dias, 2008).

Independência, granito Canta Galo, granito Ponta Grossa e granito Santana. São constituídos por quartzo (SiO_2), feldspato potássico ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$), feldspato calco-alcálico ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}/ \text{Na}_2\text{O}$), mica biotita ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{K}_2\text{O}$) e mica moscovita ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$), mais hornblenda em menor proporção e outros minerais acessórios (Philipp, 2008). A proporção dos minerais presentes variam para cada unidade litológica, assim como variam o tamanho dos minerais (textura). Associados a estas unidades ocorrem diques de riólitos, dacitos e diabásios, devido a manifestações tardias do magmatismo na região. (Figura 2).

Duas unidades graníticas destacam-se nos morros de Porto Alegre: o granito Santana e o granito Viamão. O granito Santana é considerado a principal estrutura tectônica e feição geomorfológica, denominada a Crista de Porto Alegre. Normalmente encontra-se pouco intemperizado, com uma peque-

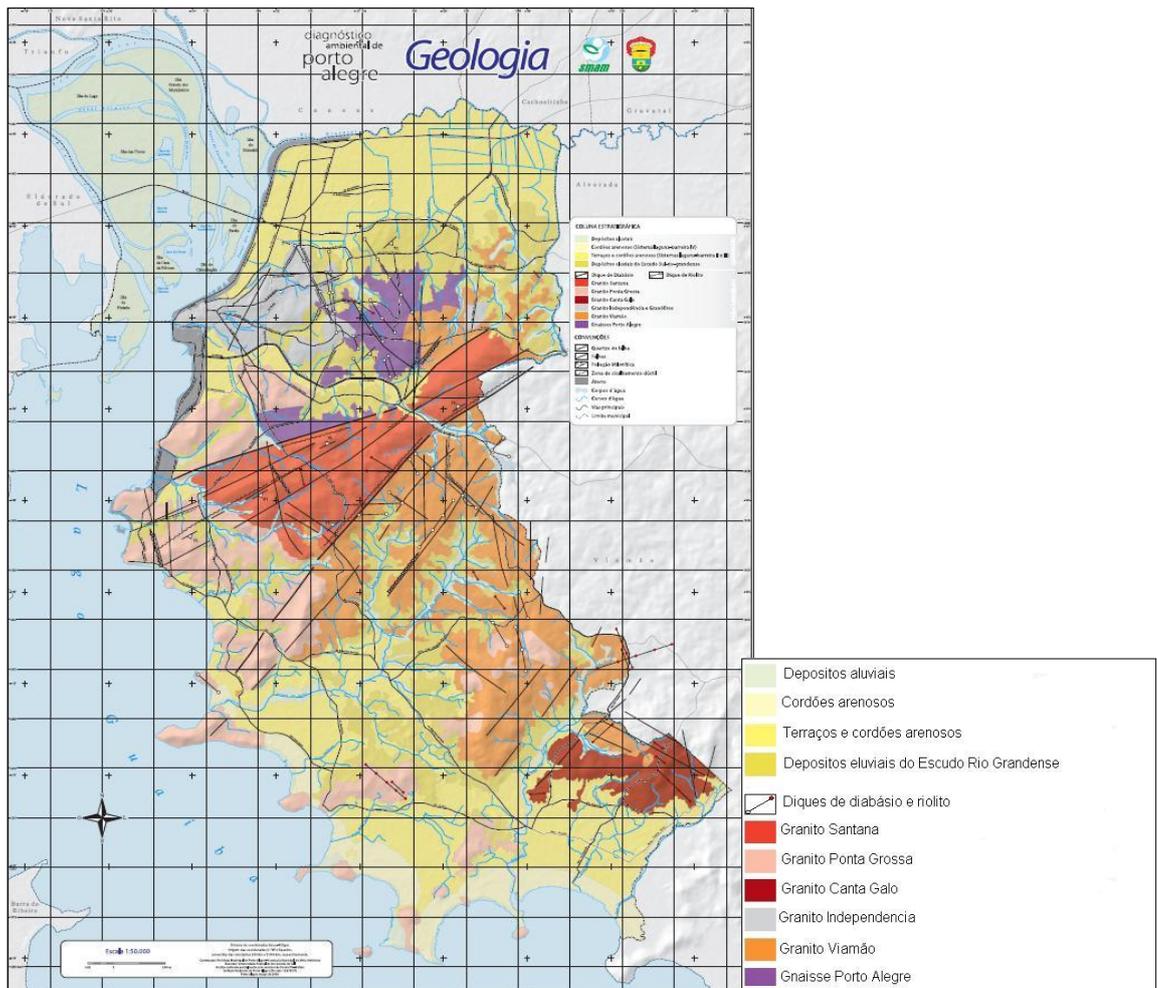


Figura 2. Mapa da geologia do Município de Porto Alegre (1: 50000). Philipp (2008).

na cobertura de rocha alterada. Apresenta cor rosa claro a branca e alguns pontos manchas escuras representam aporte de MnO_2 hidrotermal (Philipp, 2008). A textura é equigranular grossa a média (minerais com tamanho de 5 a 12 mm). A mineralogia é composta por K-feldspato e quartzo, plagioclásio e biotita em raras ocorrências e titanita, zircão, apatita, alanita e opacos. O granito Viamão estende-se por grande parte de Porto Alegre e comumente encontra-se alterado com um a três metros de solo arenoso recobrimo-o. Apresenta cor cinza média a escura, porém nos locais de alteração, o granito é cinza claro, amarelo e laranja escuro. A textura é porfiritica, com 15 a 35% de megacristais de feldspato com 1 a 5 cm imersos em uma matriz equigranular media a grossa de composição granodioritica. A mineralogia essencial é

composta por K-feldspato, plagioclásio, quartzo e biotita, e os minerais acessórios são zircão, apatita, alanita, titanita, e opacos (Philipp, 2008).

Na região central de Porto Alegre, o gnaiss (denominado migmatitos heterogêneos por Schneider et al., 1974), recobre uma porção de uma área com relevo em forma de colinas (Fujimoto & Dias, 2012). São bastante afetados pela alteração intempérica e apresentam uma relação de contato observado diretamente com os Granitos Viamão, Independência e Santana (Figura 2). O contato com o Granito Santana é tectônico definido por uma zona de cisalhamento dúctil subvertical e no Granito Viamão existe ocorrência de xenólitos de rochas ortognáissicas em seu interior. As áreas em forma de patamares planos e planícies são formadas por um material mais jovem, sedimentos lacustres e marinhos e também por sedimentos de rochas ígneas e metamórficas que se originaram ao longo das margens do Rio Guaíba. São materiais sedimentares areno-argilosos com grau variável de consolidação, associados à matriz argilosa e óxidos de ferro, como agentes cimentantes.

2.2 *Pedologia de Porto Alegre*

Porto Alegre apresenta pedologia muito associada a geomorfologia e geologia local, conforme percebe-se na Figura 3 em comparação as Figuras 1 e 2. Nas áreas com relevo padrão em forma de morros e colinas e geologia granítica foram identificados como associações de Cambissolos e Neossolos, e em uma pequena porção, representada por grupos Indiferenciados de Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelo e Associações de Argissolos e Cambissolos. Segue um padrão de ocorrência de Neossolos Litólicos e Regolíticos e Cambissolos Háplicos nos topos e encostas com relevo forte ondulado e Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos nas encostas e topos com relevo suave ondulado a ondulado (Schneider et al., 2008).

Nos topos convexos dos morros, Schneider et al. (2008) relatam a ocorrência das associações Neossolos Litólicos e Regolíticos, que não apresentam horizonte B pedogenético, são rasos, cascalhentos e pouco

evoluídos pedogeneticamente. Apresentam cores amareladas a avermelhadas e diferem entre si, pela profundidade do contato lítico, que no Neossolo Litólico ocorre dentro dos primeiros 50 cm do solo (EMBRAPA, 2013). Em topo plano côncavo do Morro São Pedro, sudeste de Porto Alegre, Setubal (2010) verificou a ocorrência de um perfil de solo com indícios de hidromorfismo, sendo raso e pouco desenvolvido.

Nas áreas com relevo suave ondulado a ondulado ocorrem os Argissolos que são profundos, bem desenvolvidos, com cores amareladas a avermelhadas, muito cascalentos em superfície e argilosos em subsuperfície. Apresentam forte relação textural, estruturas bem desenvolvidas e ocorrem associados a Argissolos Vermelho-Amarelos. São mapeados nas áreas de encosta média e inferior dos morros graníticos (Bastos, 1991; Schneider et al., 2008; Corrêa de Medeiros et al., 2013).

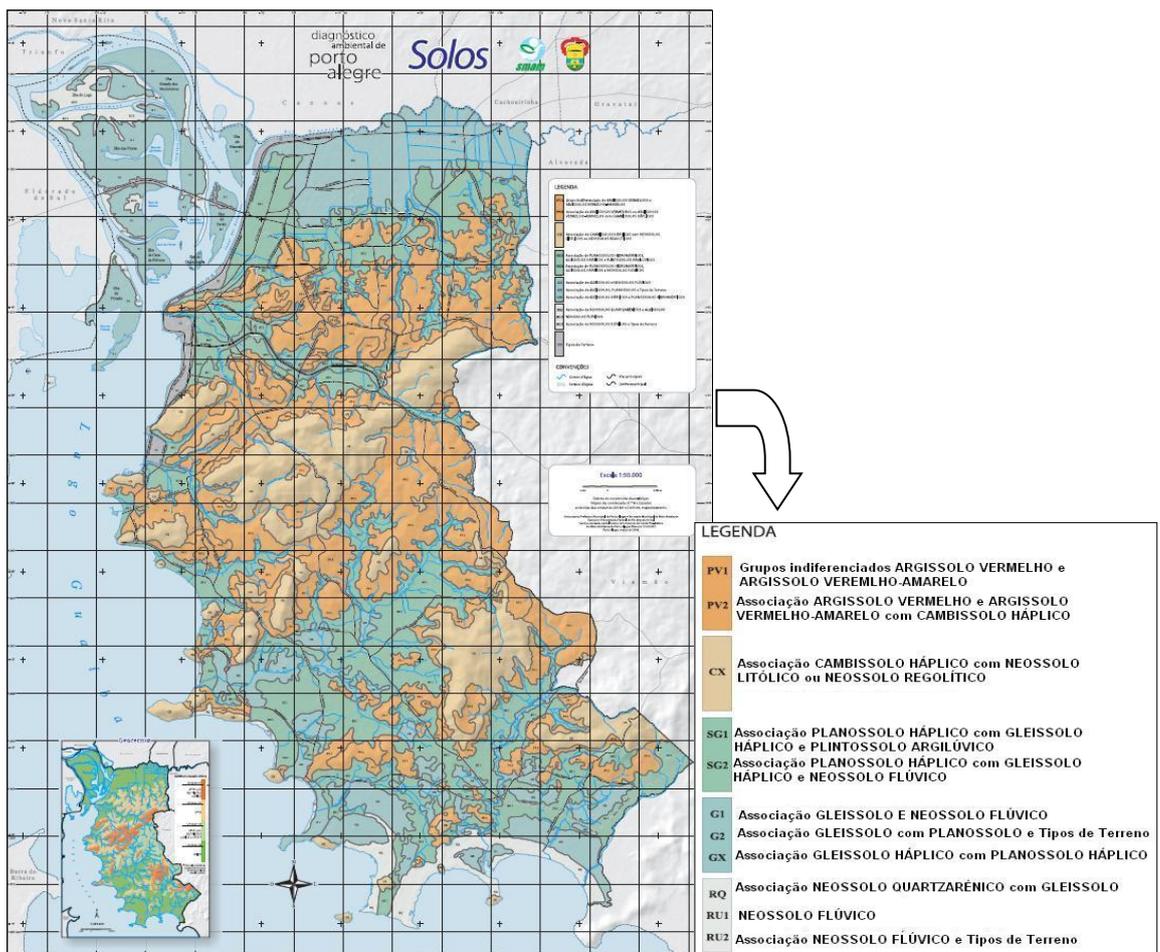


Figura 3. Levantamento de Solos do Município de Porto Alegre (1: 50000). Schneider et al. (2008).

Os Cambissolos, mapeados nas encostas declivosas dos morros, apresentam horizonte subsuperficial B incipiente (EMBRAPA, 2013), caracterizados pelo grau de intemperismo pouco avançado e cores brunadas. São pouco profundos, cascalhentos e com distribuição da argila homogênea ao longo do perfil ou gradiente textural insuficiente para caracterizar como horizonte B textural (EMBRAPA, 2013). Bastos (1991) observou que os Cambissolos Háplicos de Porto Alegre, em termos de evolução pedogenética, constituem uma fase intermediária de um perfil de Neossolo Litólico a um Argissolo Vermelho-amarelo. Corrêa de Medeiros et al. (2013), caracterizando os solos de morros de Porto Alegre, identificaram um Argissolo em uma encosta com 35% de declividade. Os resultados da granulometria indicaram alta relação textural ($B/A > 2,0$), porém as características morfológicas, químicas e mineralógicas foram indicativas de baixo intemperismo.

Nas áreas de sopé dos morros, o processo de intemperismo por erosão natural é quase inexistente e a infiltração de água é limitada, pois se acumula na paisagem, transformando o microclima do solo e favorecendo o desenvolvimento de processos pedogenéticos como ferrólise, que ocorre associada a lessivagem, assim como formação *in situ* da argila a partir do intemperismo presente nos minerais primários do horizonte Bt, formando assim os Planossolos, Plintossolos em áreas graníticas. As áreas de material de origem sedimentos de depósitos aluviais e eluviais encontram-se localizadas nas planícies (Figura 1 e 2) e estas condições propiciam o desenvolvimento de condições severas de hidromorfismo, favorecendo o desenvolvimento dos Gleissolos. Ainda nas planícies nas margens do Rio Guaíba e Laguna dos Patos, a presença de Neossolos Flúvicos pode ser verificada, pois este tipo de solo forma-se a partir de deposições de sedimentos aluviais, onde um horizonte A assenta sobre camada ou horizonte C (EMBRAPA, 2013).

2.3 Origem do gradiente textural

O horizonte B pedogenético apresenta maior expressão dos processos pedogenéticos, devido ao fato de não ter interferência direta do ambiente em que se encontra, sendo “protegido” pelo horizonte A. A coloração

deste horizonte é mais intensa (vermelha, amarela ou cinza), em comparação aos horizontes A e C, e uma das principais características é a presença de estruturas bem desenvolvidas, podendo ou não apresentar maior concentração de argila (Streck et al., 2008). Apresenta grande parte ou total alteração do material de origem, estrutura granular, em blocos, ou prismática, evidência de remoção de carbonatos, concentração residual de sesquióxidos e ainda materiais iluviais (Fanning & Fanning, 1989).

Quando o horizonte B apresenta teores de argila muito maiores do que nos horizontes superficiais, forma um gradiente textural no perfil de solo. A origem do gradiente de textura é alvo de muitas discussões que não permitem uma compreensão clara, pois geralmente ocorre como resultado de uma associação de processos, o que é mais comum na natureza. A hipótese mais provável para a gênese do gradiente textural nos morros de Porto Alegre, conforme estudado por Corrêa de Medeiros et al. (2013) é o processo de lessivagem que se desenvolve em condições de boa drenagem. Este processo é descrito por Duchaufour et al. (1982) como sendo o movimento vertical de materiais na solução do solo, mais especificamente, movimento das partículas minerais em suspensão.

A lessivagem é considerada como um dos mais atuantes processos pedogenéticos em diferentes tipos de solos e clima (Jamagne, 1978). A infiltração da água no perfil de solo transportando partículas finas em suspensão dos horizontes superficiais (eluviação) para horizontes subsuperficiais (iluviação) obstrui os poros destas camadas (Fanning & Fanning, 1989) formando horizontes mais adensados. O horizonte eluvial, isto é, de perda de argila, apresenta características específicas, que uma vez formada, acentuam o desenvolvimento do processo, tais como um menor grau de flocculação. Quanto maior a entrada de água no perfil, maior é a dispersão das argilas e assim, maior a translocação. Em condições de eluviação extrema, ocorre a formação de um horizonte E alábico (EMBRAPA, 2013), cuja principal característica é a quase que total remoção do material coloidal, sendo horizontes arenosos e com cores claras, refletindo a dominância das frações silte e areia.

Enquanto isso, o horizonte iluvial, que está recebendo o material translocado, apresenta maior densidade, devido à obstrução dos poros. Esta obstrução ocorre devido à deposição da argila nas paredes dos poros, que vai acumulando, até o preenchimento total. Em determinados casos, esta deposição mostra a orientação das argilas, apresentando um aspecto luminoso na parede do poro, representado a cerosidade, atributo diagnóstico essencial na identificação de horizontes B Textural e B Nítico, assim como na distinção de estes e outros horizontes (EMBRAPA, 2013). No entanto, pode ocorrer em escala microscópica, sendo visualizada em análise da microestrutura do solo, sendo feições pedológicas de revestimentos e preenchimentos (Bullock et al, 1985).

Quénard et al. (2011) sugerem que a lessivagem ocorre em três processos: Mobilização, translocação e deposição. A mobilização e floculação de partículas no solo dependem da natureza das partículas e das interações entre eles, ou seja, interações entre a composição química e mineralógica do solo. A mobilização é facilitada quando a carga da superfície dos colóides é maior, isto é, solos com minerais 2:1, dispersam mais que solos com argilominerais 1:1 (Seta & Karathanasis, 1997), ao passo que solos com cátions polivalentes causariam maior floculação, enquanto monovalentes causam dispersão (Gal et al., 1984). Mecanismos físicos também geram efeitos na mobilização e translocação das partículas tais como ciclos de umedecimento e secagem (Kaplan et al., 1993), assim como tensões capilares e impacto da gota chuva nos agregados. Faivre (1988) demonstrou que as chuvas em alta intensidade são determinantes na ocorrência de lessivagem em solos devido à destruição dos agregados, onde as partículas ficam suspensas na solução do solo (mobilização) e são transportados pela água de percolação, mostrando também a influência do clima neste processo.

Em Porto Alegre, o material de origem granítica permite a formação de solos com uma textura mais grossa, em função da presença significativa de quartzo auxiliando em uma maior entrada de água no perfil de solo. Além da facilidade na translocação de argilas dispersas na solução do solo, seja por mecanismos químicos e físicos, auxilia e acelera processos de intemperismo químico do material, principalmente nas áreas com relevo ondulado. Nas

posições de “ombro” e encosta do relevo, além do processo de eluviação/iluviação, é comum o movimento lateral de partícula ocorrendo uma deposição destes minerais nas cotas mais baixas da topossequência.

Juntamente com a translocação vertical e horizontal de partículas ocorre o transporte de bases trocáveis, fato que não possibilita que somente o processo de lessivagem atue em um determinado solo. Enquanto a água infiltra no perfil e proporciona maior intemperismo dos minerais primários e secundários, através de hidrólise, há liberação de cátions da estrutura dos minerais intemperizados, ficando estes dispersos na solução do solo. Estes cátions são translocados e muitas vezes, lixiviados do perfil. Este processo configura uma das etapas do processo pedogenético de ferralitização. A lessivagem tende a ocorrer, também associada ao processo de bioturbação, conforme verificado por Phillips (2007), onde o autor observou que a gênese do gradiente textural em solos da Planície Costeira da Carolina do Norte (EUA) estava relacionada a uma combinação destes dois processos. Mafra et al. (2001) constataram que a formação do gradiente de textura de solos derivados de arenito em Piracicaba, SP, estava relacionada aos processos de lessivagem e ferrólise, atuando concomitantemente, assim como formação “*in situ*” das argilas, como processo secundário. Há estudos que indicam, entretanto, que a lessivagem atua como processo secundário na formação do gradiente textural, como constatado por McKeague et al. (1981) onde uma verificação quantitativa indicou que em 34 horizontes B texturais estudados, apenas 1% da argila presente nele era de origem iluvial. Quenárd et al. (2011), verificaram que a lessivagem atuou como processo principal apenas em 12% dos perfis com gradiente textural que constam no Banco de Solos da França.

Em solos da Planície Costeira do RS derivados de sedimentos arenoargilosos, Almeida et al. (1997) indicaram a ocorrência de ferrólise na formação do gradiente textural, devido à destruição na caulinita no topo do horizonte B associada a lessivagem. A ferrólise forma-se, muitas vezes, a partir de um adensamento do horizonte subsuperficial devido à argiluviação, sendo freqüente em solos com drenagem imperfeita, com ciclos de umedecimento e secagem, logo, de redução e oxidação do íon Fe. Na fase de oxidação, a passagem de Fe^{2+} a Fe^{3+} , libera íons de H^+ capaz de deslocar cátions da

estrutura dos argilominerais, desestruturando-os e assim a dissolução de argila pelo intemperismo torna o perfil de solo predominantemente mais arenoso no topo (Brinkman, 1970).

Ferrólise tende a ocorrer em áreas planas, próximas a mananciais hídricos e sujeitas a inundações, geralmente sopé de morros ou baixadas entre coxilhas. Assim como, em microsítios anaeróbicos presentes em solos bem drenados. A principal característica dos solos formados por este processo é a presença de um forte gradiente textural, mostrado muitas vezes, por mudança textural abrupta. Como ocorre em zonas com drenagem imperfeita, geralmente os solos formados por este processo apresentam cores acinzentadas, e com mosqueados e ou cores variegada e o horizonte “ferrolizado” apresenta cor esbranquiçada. Nestes, os valores de CTC_{pH7} são mais baixos em relação aos outros horizontes e pode ocorrer maior intercalação de polímeros de Al e Fe nas entrecamadas. Outra característica é uma maior saturação por bases nos horizontes B, em comparação aos demais horizontes, em função da remoção dos cátions básicos das estruturas dos minerais que sofreram degradação pela acidificação.

A neoformação de argilas no pedoambiente e a remoção por erosão seletiva também contribuem para a formação do gradiente textural. Oliveira et al. (2008) verificaram que o principal processo que estaria formando gradiente textural em Luvisolos no Semi Árido Brasileiro era a remoção preferencial (erosão diferencial) da argila dos horizontes superficiais. Hugget (1976) concluiu em seu estudo que, assim como compostos químicos, materiais minerais em suspensão também foram transportados lateralmente em solos da Inglaterra. Outra característica que pode favorecer o desenvolvimento do gradiente textural são as discontinuidades litológicas, decorrentes da deposição de camadas sedimentares sobre um perfil já existente (Schaetzl, 1998).

2.4 Indicadores de pedoambiente

As diversas combinações dos fatores de formação do solo criam condições para o desenvolvimento de diversos processos pedogenéticos,

consistindo em uma combinação de reações químicas, biológicas e físicas cuja ação e intensidade são condicionadas pelos fatores ambientais. Desta maneira são produzidos diferentes tipos de solos com características específicas do processo predominante na sua formação. Estas características podem ser morfológicas, como cor e estrutura, verificadas em uma observação à campo, assim como atributos físicos, químicos, mineralógicos e micromorfológicos determinados em laboratório.

Através da cor, entre os atributos morfológicos, pode-se fazer uma avaliação indireta sobre propriedades importantes, além de refletir a combinação dos fatores de formação (Schneider et al., 2007). Sendo os óxidos de ferro um dos principais agentes responsáveis pela cor do solo, Kämpf & Schwertmann (1983) ressaltam que cores avermelhadas estão relacionadas à presença de hematita e cores amarelas à presença goethita no solo, sendo que a proporção de formação destes óxidos de ferro é dependente da umidade e temperatura da região e ainda do material de origem. A matéria orgânica é o outro agente responsável pela cor do solo, influenciando na sua luminosidade, sendo que cores mais escuras estão relacionadas à deposição de material orgânico no solo (Schneider et al., 2007). Cores mosqueadas e/ou variegadas são relacionadas a presença de hidromorfismo temporário no solo ou ainda materiais em diferentes estágios de alteração. Em Porto Alegre os solos graníticos são descritos por Schneider et al. (2008), em geral, com cores avermelhadas, pouco escuras e com presença de mosqueados nos horizontes subsuperficiais. Corrêa de Medeiros et al. (2013) descreveram uma topossequência granítica no Morro da Extrema em Porto Alegre e verificaram solos com cores amarelas, com matizes mais amarelas que 7,5YR, podendo estar relacionadas com a baixa atividade de ferro em solução que favoreceu a formação de goethita nestes perfis (Churchman, 1999).

A relação argila fina:argila total, entre os atributos físicos, é um bom indicador do processo de lessivagem atuando na formação do gradiente textural. Tendo em vista que as partículas que são passíveis de serem translocadas ao longo de um perfil de solo são as de menor tamanho, o aumento desta relação em profundidade sugere a natureza iluvial das argilas (Bortoluzzi et al., 2008; Corrêa de Medeiros et al., 2013). Outra determinação

importante é a verificação de descontinuidade litológica, estimada pelo valor de uniformidade (VU), adaptado de Schaetzl (1998) que é obtida pela razão entre as frações granulométricas de um horizonte superficial e as frações granulométricas do seu horizonte subjacente, onde valores próximos a 1 denotam descontinuidade litológica entre os horizontes. A relação areia fina:areia total também é utilizada como indicador, sendo que a uniformidade dos valores desta relação nos horizontes do solo, indicam formação a partir de um mesmo material de origem (Ribeiro, 1980).

O estudo de pedoambientes e processos pedogenéticos são auxiliados por outras determinações importantes como as relações de intemperismo, relacionados aos atributos químicos. O índice Ki, que é a relação molecular entre a sílica e a alumina, fornece uma estimativa do grau de intemperismo de solos tropicais e subtropicais (Oliveira, 2001) e para os Latossolos brasileiros, o Ki é uma medida indireta das proporções relativas de caulinita e gibbsita (Resende & Santana, 1998). Outro índice importante para determinação de grau de intemperismo é a relação ferro (Fe) extraído por ditionito-citrato-bicarbonato (Fe_d), que solubiliza formas de óxidos de ferro pedogênicos, por Fe extraído com ácido sulfúrico (Fe_s), que, além destes, extrai formas de Fe ainda em materiais primários. A razão Fe_d/Fe_s permite uma estimativa da intensidade de intemperização do material e representa a transformação dos silicatos contendo Fe^{2+} em óxidos contendo Fe^{3+} (Kämpf & Curi, 2000). Quanto mais próximo o valor de 1, mais Fe contido em minerais primários (Fe^{2+}) terá se intemperizado, formando óxidos de Fe pedogênicos (Fe^{3+}). Em solos de granito em Porto Alegre, Corrêa de Medeiros et al. (2013) verificaram perfis com gradiente textural acentuado, porém apresentando índices Ki maiores que 2,2 e relação Fe_d/Fe_s entre 0,6 e 0,8, indicando, estes dois últimos parâmetros, solos com grau de intemperismo intermediário. Silva (2000) também encontrou valores de Ki maiores que 2,0 em perfis de Argissolos desenvolvidos de rochas sedimentares e metamórficas no Nordeste Brasileiro, porém a relação Fe_d/Fe_s foi superior a 0,9.

A análise mineralogia do solo caracteriza outra ferramenta importante no diagnóstico da gênese, sendo que óxidos de ferro como hematita e goethita, caracterizam-se como bons indicadores pedoambientais (Kämpf &

Curi, 2000). Schwertmann & Taylor (1989) relatam que o modelo de formação de óxidos de ferro prevê que estes minerais apresentem alta estabilidade termodinâmica e baixa solubilidade, persistindo no solo por longo período, em condições de boa drenagem. Contudo, aumento nos teores de matéria orgânica, umidade e atividade microbiana favorecem os principais mecanismos de dissolução e remobilização dos óxidos de Fe no ambiente pedogênico, os quais incluem reações de redução e de complexação (Schwertmann, 1991). Observações da mineralogia da fração TFSA em difratogramas de raios X ajudaram na indicação do processo pedogenético atuante em solos graníticos de Porto Alegre (Corrêa de Medeiros et al., 2013). Neste trabalho foi verificado um aumento na intensidade dos reflexos de caulinita em profundidade, indicando possível migração deste filossilicato, já que os picos menos intensos foram verificados nos horizontes de transição A2.

A micromorfologia é outro instrumento que vem a contribuir para deduções de processos pedogenéticos envolvidos na formação do solo (Castro et al., 2003), sendo muito eficiente, principalmente, na detecção de transporte vertical da argila e sua imobilização no horizonte B (lessivagem), constituindo-se em uma contribuição para os estudos pedológicos. A análise micromorfológica de solos permite caracterizar as organizações pedológicas visando à diferenciação e classificação de horizontes ou perfis de solo, avaliar seus estágios de evolução e grau de equilíbrio, sobretudo face ao uso e manejo neles empregados (Castro et al., 2003). A análise do material obtido enfatiza a detecção e caracterização da matriz do solo com seus constituintes (material grosso e material fino), e da organização desta em feições estruturais, além da distribuição, tamanho e possível preenchimento dos poros, com feições específicas, como por exemplo, os revestimentos e preenchimentos (Bullock et al., 1985). Segundo Chauvel (1979) o estudo da micromorfologia do solo visa dar sequência ao trabalho de análise morfológica a campo.

Em estudo de gênese numa topossequência de gnaisses no ambiente Mar de Morros no Rio de Janeiro, Santos (2009) verificou através de análises micromorfológicas a presença de revestimentos e preenchimentos de argila em lamelas delgadas, no entanto o atributo de cerosidade não foi visualizado a

campo. Oliveira et al. (2004) verificaram em seus estudos que a disparidade observada nas distintas feições micromorfológicas corroboraram para a identificação de uma mudança de material de origem entre os horizontes Bt e B plânico em solos planossólicos do Sertão do Araripe (PE), mostrando que a análise micromorfológica foi fundamental para a detecção de outros processos formadores de gradiente textural. Oliveira et al. (2008), estudando da gênese de Luvisolos e Planossolos em Pernambuco constataram ainda, que as principais feições micromorfológicas encontradas estariam relacionadas com o intemperismo dos minerais primários, à dinâmica de formação e dissolução dos compostos de Fe e à reorganização da massa do solo em função das mudanças de umidade do solo decorrentes das alternâncias entre períodos secos e chuvosos.

3 HIPÓTESES E OBJETIVOS

3.1 Hipóteses

A lessivagem é o principal processo pedogenético atuando nas áreas de morros de Porto Alegre, sendo favorecida pelas condições do ambiente (fatores de formação do solo - clima subtropical com estações bem definidas, relevo ondulado, material de origem com granulometria grossa) e permitindo a sua ocorrência mesmo em solos com desenvolvimento pedogenético pouco expressivo;

A distribuição de solos nestas áreas mostra, como consequência deste ambiente, ocorrência de solos com caráter transicional, envolvendo principalmente as classes dos Argissolos e dos Cambissolos.

3.2 Objetivo

Investigar a natureza e intensidade dos processos pedogenéticos envolvidos na formação dos solos de morros graníticos de Porto Alegre.

3.2.1 Objetivos específicos

- Avaliar as características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas de perfis de solos em topossequência nos morros de Porto Alegre;

- Enquadrar os solos estudados nas classes estabelecidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos;
- Fornecer subsídios para adequação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), no que se refere ao quarto nível categórico dos Argissolos e Cambissolos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado em duas áreas de morros representativas das condições de relevo e geologia presentes no município de Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Foram estabelecidas topossequências (Hall, 1983), que permitiram avaliar a variação de características dos solos relacionadas às posições de relevo.

Porto Alegre encontra-se na Região Sul do Brasil, entre as coordenadas geográficas 29°55'56" e 30°16'05" (S) - 51°01'08" e 51°16'00" (O). O clima é Subtropical úmido (Cfa), segundo Koppen, com temperatura média anual de 19,5°C e precipitação média em torno de 1300 mm ano⁻¹. A distribuição da precipitação é regular entre as estações do ano, porém com déficit hídrico no período de dezembro a abril. A vegetação predominante é de Floresta Estacional Semidecidual, com áreas de formações pioneiras (matas hígrófilas, influência lacustre) e áreas de tensão ecológica, com características de vegetação de estepe.

As áreas escolhidas para o desenvolvimento do trabalho são os morros presentes nas regiões centro e sul, respectivamente, do Município, envolvendo duas unidades litológicas graníticas: no Morro Santana (30°3'11,53"S - 51°7'31,06" O) em área experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com predominância do Granito Santana (Philipp, 2008), e no Morro São Pedro (30°10'56,13"S - 51°06'23,97" O), em área utilizada para atividades de pesquisa e educação ambiental pela Organização Não Governamental Econsciência, onde predomina o Granito Viamão (Figura 2). Destas unidades foram escolhidas duas topossequências para a execução de trabalho.

4.1 Descrição morfológica e coleta de amostras

Foram abertas trincheiras em pontos escolhidos a partir de prospecção inicial das áreas, com observações de vários pontos. Na topossequência do Morro Santana foram escolhidos 5 pontos de amostras em 5 posições na paisagem conforme pode ser visualizado na Figura 4a: P1 - topo convexo com 12% de declividade ($30^{\circ}03'11,53''\text{S}$ - $51^{\circ}07'31,06''\text{O}$), P2 - encosta superior com 15% de declividade ($30^{\circ}03'07,55''\text{S}$ - $51^{\circ}07'23,58''\text{O}$), P3 - encosta média com 25% de declividade ($30^{\circ}02'54,3''\text{S}$ - $51^{\circ}07'12,69''\text{O}$), P4 - encosta inferior com 30% de declividade ($30^{\circ}02'38,28''\text{S}$ e $51^{\circ}07'0,34''\text{O}$) e P5 – sopé com 8% de declividade ($30^{\circ}02'22,64''\text{S}$ - $51^{\circ}07'6,46''\text{O}$). No Morro São Pedro foram descritos e coletados 3 perfis de solos representativos da paisagem local conforme visualizado na Figura 4b: P1 - topo plano a côncavo com 3% de declividade ($30^{\circ}10'56,13''\text{S}$ - $51^{\circ}06'23,97''\text{O}$), P2 - encosta superior com 24% de declividade ($30^{\circ}10'44,14''\text{S}$ - $51^{\circ}06'21,63''\text{O}$) e P3 - encosta inferior com 15 de declividade ($30^{\circ}10' 51,07''\text{S}$ – $51^{\circ}06' 3,02''\text{O}$). Os perfis foram descritos e coletados de acordo com Santos et al (2005). Amostras indeformadas foram coletadas dos principais horizontes pedogenéticos para análise micromorfológica (Castro et al., 2003) Para execução de análises laboratoriais foram coletadas amostras deformadas de todos os horizontes e foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas (peneira malha 2 mm) obtendo-se a fração terra fina seca ao ar (TFSA) e a fração retida na peneira, determinando-se a porcentagem de cascalho.

4.2 Análises físicas

A composição granulométrica foi determinada após dispersão de amostras da fração terra fina seca ao ar (TFSA) com NaOH $0,1\text{ mol L}^{-1}$ e agitação mecânica por duas horas. A fração areia foi separada por tamisação úmida em peneira com malha de $0,053\text{mm}$ e ainda feita separação das frações areia fina e areia grossa em peneira de malha de $0,2\text{ mm}$ para a determinação da relação areia fina/areia grossa. A fração argila foi determinada pelo método da pipeta e o silte calculado por diferença (EMBRAPA, 1997). O mesmo

procedimento foi utilizado, sem a adição de dispersante químico (NaOH), para a determinação da argila dispersa em água (ADA), permitindo o cálculo do grau de floculação deste material (EMBRAPA, 1997).

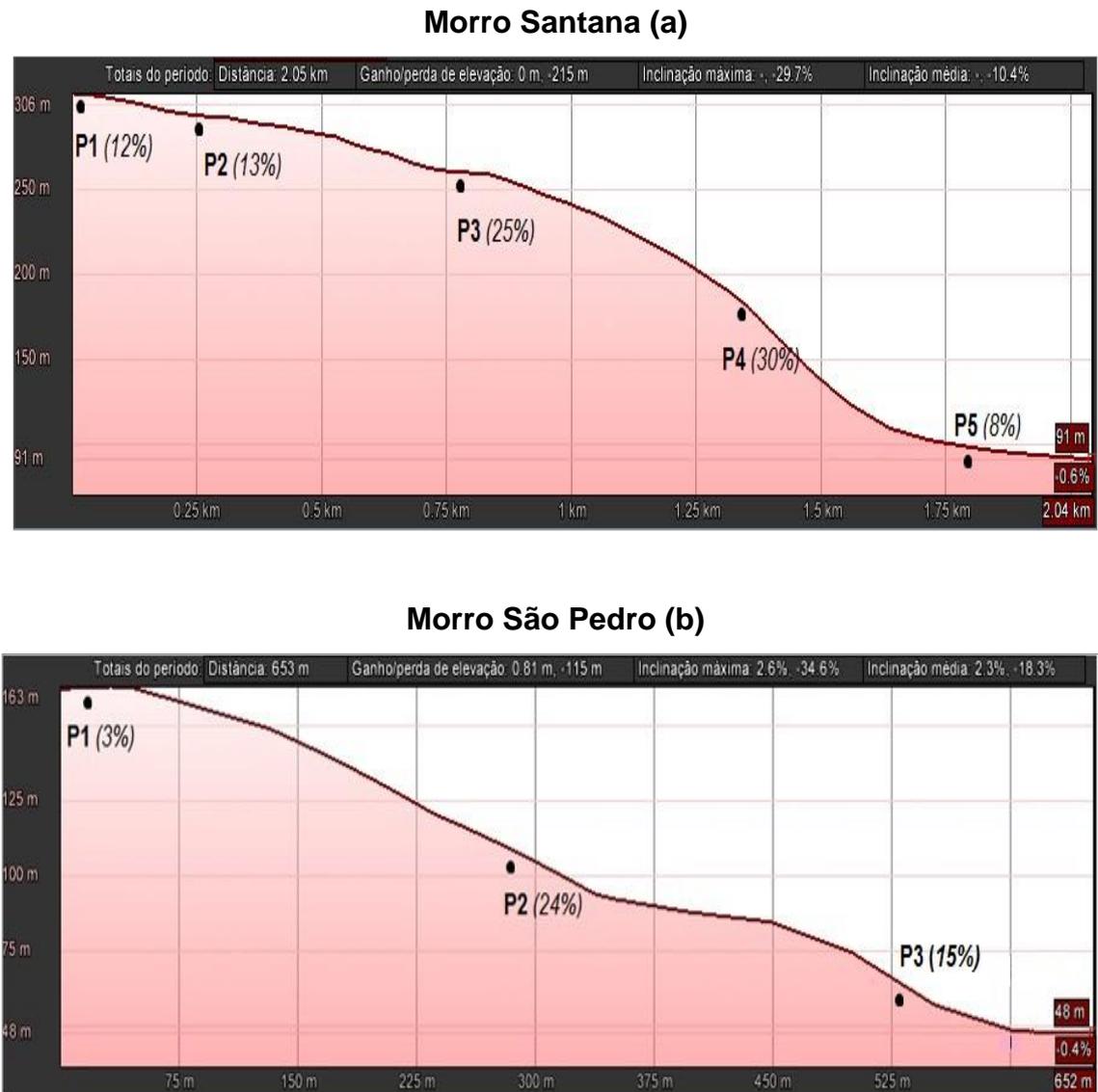


Figura 4. Esquema da toposequências Morro Santana (a) e Morro São Pedro (b), pontos, declividades e distancia entre os pontos.

Para verificar a presença de descontinuidade litológica no perfil, calculou-se a relação areia fina:areia total e o valor de uniformidade (VU) adaptado de Schaeztl (1998), através da expressão:

$$VU = \left\{ \left[\frac{(S + AF)}{(A - AF)} \right]_{\text{horizonte superficial}} / \left[\frac{(S + AF)}{(A - AF)} \right]_{\text{horizonte subjacente}} \right\} - 1,0$$

em que VU é o valor de uniformidade; S é a fração silte; A é a fração areia; e AF é a fração areia fina.

A fração argila, por constituir-se das partículas mais intemperizadas da composição do solo, é um bom indicador de reações de intemperismo ocorrentes, assim como o seu tamanho inferior a 2µm, garante uma reatividade expressiva, influenciando em reações químicas ocorrentes. Devido a isso, foi realizado a separação desta fração por dispersão com NaOH (6%) e coletada com pipeta a partir de um tempo necessário para sedimentação da fração silte (EMBRAPA, 1997). Este tempo de sedimentação é determinado segundo a lei de Stokes, que leva em conta a temperatura e o tamanho da partícula, conforme descrito em Hillel (1998). As amostras foram floculadas com HCl 1 mol L⁻¹, separada do sobrenadante, lavadas sucessivamente com álcool etílico para eliminação do excesso de sais e colocadas para secar em estufa a 40 °C. A fração argila foi fracionada em argila fina e argila grossa por centrifugação (Jackson, 1965) para obtenção da relação argila fina:argila total.

4.3 Análises químicas

Foram determinados os teores de K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ trocável e carbono orgânico total conforme procedimentos descritos em Embrapa (1997). Os teores de H⁺ + Al³⁺ foram determinados por extração com acetato de cálcio, e posterior titulação com NaOH (EMBRAPA, 1997). A partir dos dados analíticos foram calculadas a capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7,0, a saturação por alumínio (Al%) e a saturação por bases (V%), segundo EMBRAPA (1997).

Teores de SiO₂, Fe₂O₃ (Fe_s), Al₂O₃, TiO₂ e MnO₂ foram extraídos por meio de ataque sulfúrico (EMBRAPA, 1997), onde 20mL de ácido sulfúrico diluído 1:1 (H₂SO₄ d =1,84) foi colocado em tubos digestores contendo amostras de 1 grama da fração TFSA e fervidas por 30 minutos em bloco digestor. Após as amostras esfriarem foi adicionado ao extrato 50 mL de água

destilada e filtrados com papel filtro. O extrato filtrado foi completado com água destilada em balão volumétrico de 250 mL e armazenado em frascos de vidro. Os teores dos elementos obtidos com a extração foram determinados por espectroscopia de absorção atômica (EAA).

O resíduo retido no papel filtro foi utilizado para a determinação do silício (SiO_2). Este resíduo foi transferido para os mesmos tubos digestores, onde foi realizada a extração com H_2SO_4 , com água destilada e adicionados 4 mL de NaOH 30% em cada amostra, que foram aquecidas no bloco digestor até início de fervura. Após, o resíduo foi novamente filtrado e passado para balões volumétricos de 200 mL. O teor de silício do resíduo foi determinado por espectroscopia de absorção atômica (EAA).

Foram realizadas dissoluções seletivas com ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) de sódio a 80 °C (Mehra & Jackson, 1960) para determinar o ferro relativo aos óxidos de ferro pedogênicos (Fed) (inclui óxidos cristalinos, de baixa cristalinidade, e não-cristalinos). Também foi determinado nesta extração o alumínio, que se refere aos óxidos de alumínio presente no solo, ou as formas de alumínio presentes na estrutura dos óxidos de ferro. O ferro referente aos óxidos de Fe de baixa cristalinidade (Fe_o) foi extraído com oxalato de amônio $[(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ 0,2 mol L^{-1} a pH 3,0 na ausência de luz (Schwertmann, 1964). Também com extração de oxalato de amônio foi determinado teores de alumínio que se refere as formas de baixa cristalinidade deste elemento. Os elementos extraídos pelas dissoluções seletivas foram determinados por espectroscopia de absorção atômica (EAA). Tanto as determinações dos teores de ferro e alumínio por dissoluções seletivas, bem como dos diversos elementos por ataque sulfúrico das amostras foram realizadas no Laboratório de Química do Solo, Departamento de Solos da UFRGS.

4.4 Análises mineralógicas

A difratometria de raios X (DRX) é uma ferramenta importante nos estudos de gênese do solo, em geral no diagnóstico de rotas intempéricas de um perfil. A DRX foi realizada em amostras das frações silte e argila de todos

os horizontes. Amostras destas frações foram e moídas em gral de ágata para confecção das laminas em pó sem orientação e foram irradiadas no aparelho D2 Phaser (Bruker) no intervalo de 4 a 40 °2θ, com velocidade de varredura de 2 °2θ/minuto. Em determinados horizontes, onde a DRX apontou presença de minerais 2:1, foi realizados tratamentos específicos na fração argila, visando identificação segura dos minerais. A remoção de óxidos de ferro com DCB para identificação de argilominerais 1:1 foi realizada nas amostras e posteriormente foram saturadas com íons de potássio (KCl). Após foram confeccionadas laminas orientadas que foram secas ao ar (25°C) e sofreram tratamentos térmicos nas temperaturas de 110, 350 e 550°C. As amostras também foram saturadas com íons de magnésio (MgCl6H₂O) e confeccionadas laminas orientadas, seguida de solvatação com etilenoglicol (Resende et al, 2005). A identificação dos minerais a partir das reflexões obtidas será realizada considerando-se as tabelas de identificação de Brindley & Brown (1980) e a montagem dos difratogramas e identificação dos picos foi realizada através do programa Diffract Suite Eva.

4.5 *Análises micromorfológicas*

Com o objetivo de identificar feições pedológicas específicas relacionadas a processos pedogenéticos foram coletadas amostras indeformadas e orientadas horizonte B pedogenético de seu horizonte subjacente (ou de transição) ou nos horizontes onde houve maior expressividade do processo de formação do solo (Castro et al., 2003). As amostras foram coletadas em coleta caixas plásticas (saboneteiras) e após secagem em estufa, foram impregnadas com resina Araldite GY 279 e catalisador Aradur HY951BR para preservação das feições originais. Após secagem em temperatura ambiente, foram confeccionadas seções delgadas (30μ) em laminas que foram analisadas em microscópio petrográfico com polarizador (XLP) seguindo critérios estabelecidos por Bullock et al. (1985). Estes procedimentos foram realizados no Centro de Estudos em Petrologia e Geoquímica (CPGq), do IG-UFRGS. Para confecção das fotomicrografias foi utilizado uma câmera fotográfica de 12 MbPixels.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 *Morfologia dos solos e distribuição na paisagem*

Nas Tabelas 1 e 2 encontra-se uma síntese das descrições morfológicas dos perfis de solos estudados, a descrição completa com fotos pode ser verificada nos apêndices, item 8.1. Os perfis de solos do morro Santana apresentaram características morfológicas semelhantes, no topo e encostas do morro, sendo bastante divergentes do perfil observado no sopé do morro (Tabela 1). Nas condições de topos e encostas, os solos são bem drenados, com cores amareladas e muito cascalhentos em quase todos os horizontes. Com exceção do perfil P1, com espessura de 40 cm e que não apresentou horizonte B pedogenético, os solos apresentaram profundidade (até o horizonte C) em torno de 100cm e forte gradiente textural, sendo no perfil P4 foi verificada cerosidade pouca e fraca. Predominaram a classe textural franco argilo arenosa nos horizontes superficiais e argila nos horizontes subsuperficiais, assim como estruturas fracamente desenvolvidas.

No perfil P5, localizado no sopé do Morro, a espessura de solum foi maior que 120 cm (Tabela 1), predominando as cores vermelhas. A classe textural indicou solos com menores teores de argila, quando comparado aos perfis das encostas do morro. Também foi constatado gradiente textural ao longo do perfil, e nos horizontes com maiores teores de argila foi observada cerosidade pouca e fraca. É provável que os solos presentes nesta posição do relevo tenham recebido sedimentos provindos de cotas mais altas da topossequência.

Tabela 1. Morfologia dos solos do Morro Santana.

Hz.	Profundidade, cor úmida , classe textural, estrutura, consistência, transição e cerosidade
<i>P1 - Neossolo Litólico Distrófico típico</i>	
A1	0 - 12 cm; 7,5 YR 3/3; franca; fraca, muito pequena, granular/grãos simples; friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana
A2	12 - 21 cm; 7,5 YR 2,5/2; franca; fraca, muito pequena, granular/grãos simples; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana
A3	21 - 32 cm; 5 YR 3/2; franca; fraca, muito pequena, blocos subangulares/ grãos simples; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e plana
CR	32 - 40+ cm; variegada (5 YR 7/6; 7,5 YR 6/8); areia; maciça; extremamente firme, não plástica e não pegajosa
<i>P2 – Cambissolo Háplico Alítico típico</i>	
A1	0-10 cm; 10YR 3/3; franca; fraca, pequena, granular; firme, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana
A2	10-26 cm; 10YR 3/4; franco argilosa; fraca, pequena, granular; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana
BA	26-36/50 cm; 10 YR 3/2; argila; fraca, pequena, blocos subangulares / fraca, pequena, granular; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada
Bi	36/50-70/85 cm; variegada (10 YR 2,5/2; 7,5 YR 5/8); argila; moderada, grande, blocos subangulares; firme; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada
BC	70/85 – 100+ cm; variegada (10 YR 3/3; 2,5 YR 4/8; 7,5 YR 5/8); argila; moderada, grande, blocos subangulares/ moderada, média, laminar; firme, não plástica e não pegajosa
<i>P3 - Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abruptico</i>	
A1	0-18/22 cm; 10 YR 3/3; franco argilo arenosa; fraca, média, granular; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana
A2	18/22-28/33 cm; 10 YR 3/3; franco argilo arenosa; fraca, média, granular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana
Bt	28/33-39/62 cm; variegada (10 YR 2/2; 2,5 YR 4/8); argila; moderada, grandes, blocos subangulares/ fraca, média, granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada
Cr	39/62 – 105+ cm; variegada (2,5 YR 4/8; 5 YR 4/8; 10 YR 2/2); franca; maciça que se desfaz em moderada, grandes, blocos subangulares; firme, não plástica e não pegajosa
<i>P4 - Argissolo Amarelo Eutrófico abruptico</i>	
A1	0 – 8/15 cm; 7,5 YR 3/4; franco arenosa; grãos simples/ fraca, pequena a média, granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada
A2	8/15 – 40/48 cm; 7,5 YR 3/3; areia franca; grãos simples/ fraca, pequena a média, blocos subangulares; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e ondulada
Bt	40/48 – 50/63 cm; 7,5YR 3/4 com mosqueados 2,5 YR 4/8; franco argilosa; fraca, pequena a média, blocos subangulares que se desfazem em grãos simples; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada; cerosidade fraca e pouca
C	50/63 – 95+ cm; variegada (5YR 7/8; 2,5YR 4/6; 10R 2,5/1); franca; fraca, média, blocos subangulares que se desfazem em grãos simples; firme, não plástica e não pegajosa
<i>P5 – Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico</i>	
A1	0 - 7 cm; 7,5 YR 3/4; franca; moderada, média, granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana
A2	7 - 18 cm; 7,5 YR 4/4; franca; moderada, grande, blocos subangulares/moderada, pequena, granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana
BA	18 - 44 cm; 5YR 4/6; franco argilosa; forte, grande, blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição difusa e plana
Bi	44 - 74 cm; 2,5YR 4/8; franco argilosa; forte, grande, blocos subangulares; firme; plástica e pegajosa; transição difusa e plana, cerosidade fraca e pouca
BC	74 – 120+ cm; 2,5YR 4/8; franco siltosa; firme, ligeiramente plástica e pegajosa

Tabela 2. Morfologia dos solos do Morro São Pedro.

H_z	Profundidade, cor, classe textural, estrutura, consistência, transição e cerosidade
<i>P1 – Argissolo Bruno Acinzentado Distrófico úmbrico</i>	
A1	0 – 9/12 cm; 7,5 YR 3/2; franco arenosa; moderada, pequena, granular; friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e ondulada.
A2	9/12 - 25 cm; 7,5 YR 2,5/2; franca; moderada, média, granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
Bt	25 – 55/60 cm; 10YR 3/3; franco argilosa; moderada, média, blocos subangulares; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e ondulada; cerosidade pouca e fraca.
BCf*	55/60 - 95 cm; 10YR 4/2, mosqueado comum médio 2,5YR 3/6; argilosa; maciça que se desfaz em forte, grande, blocos subangulares; friável (mosqueado com consistência firme); ligeiramente plástica e pegajosa.
C	95 – 130+ - variegada (7,5YR 6/1, 10YR 5/8); franco argilo arenosa.
<i>P2 – Neossolo Regolítico Eutrófico típico</i>	
A1	0 – 4 cm; 5YR 2,5/2; franco arenosa; moderada, pequena a média, granular; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
A2	4 – 18/20 cm; 5YR 3/2; franco arenosa; fraca, média, granular; muito friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e ondulada
C/A	18/20 – 80/82 cm; variegada (5YR 6/8, 5YR 7/4); franco arenosa; fraca, pequena granular; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e ondulada.
Cr	80/82-92+cm; variegada (7,5YR5/8, 10YR 7/6); areia franca; friável a firme
<i>P3 - Argissolo Vermelho Eutrófico abruptico</i>	
A1	0-16/20 cm; 5 YR 3/3; franco arenosa; fraca, pequena, granular; muito friável e ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.
A2	16/20 – 26/40 cm; 5YR 3/4; franco arenosa; fraca/moderada, granular, blocos angulares, pequenas/ medias; muito friável e não plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.
Bt1	26/40 – 72 cm; 5YR 4/4; franco-argilo-arenosa; moderada, grande, blocos angulares; firme, muito firme e plástica, pegajosa; transição gradual plana.
Bt2	72 -100 cm; 2,5YR3/6; argila; moderada/forte, grande, blocos angulares; firme e plástica pegajosa; transição gradual plana; cerosidade comum e moderada
Bt3	100 -120+ cm; 2,5YR 3/4; argila; forte, grande blocos angulares; firme, plástica, pegajosa; comum e moderada

* plintita ocupando menos de 5% do horizonte

Outra explicação para a diferença morfológica em relação aos perfis das encostas e topo do Morro Santana é a ausência de cascalhos no perfil P5 (Tabela 3), assim como a declividade, que foi inferior a 8% (Figura 4a) neste compartimento pode ter colaborado para a formação de uma zona de acúmulo, com boa drenagem.

Os solos do Morro São Pedro apresentaram diferenças morfológicas marcantes (Tabela 2), devido à diferença de declividade e a posição na paisagem. No topo do Morro, com declividade inferior a 3%, a forma côncava do relevo local proporcionou um ambiente com drenagem imperfeita, formando um perfil de solo com cores amareladas e mosqueadas. Setubal (2010),

avaliando os padrões ambientais do Morro São Pedro, também constatou a presença de solos muito mal drenados em topo côncavo. O hidromorfismo nos horizontes subsuperficiais do perfil P1 foi evidenciado pela formação de plintita, ocupando menos de 5% do volume do horizonte BCf (Tabela 2). Em todos os horizontes foi verificada a presença de estruturas em grau forte de desenvolvimento e gradiente textural no perfil, suficiente para caracterizar um horizonte B textural (Tabela 3), assim como presença de cerosidade no horizonte Bt.

O perfil P2, localizado em uma encosta sob mata nativa e declividade de 22% (Figura 4b), é considerado raso (EMBRAPA, 2013), com profundidade inferior a 50 cm. Ausência de horizonte B pedogenético, classe textural franco arenosa ao longo do perfil, cores vermelhas e estruturas em grau moderado a fraco de desenvolvimento caracterizam este perfil (Tabela 2). Trata-se de um solo em estágio de intemperismo moderado ou pouco expressivo e provavelmente o relevo local condiciona a pedogênese deste solo.

Na encosta inferior do Morro São Pedro, com declividade de 15% foi verificado um perfil de solo bem desenvolvido morfologicamente. O perfil P3 apresentou espessura do solum de mais de 120 cm, com cores vermelhas, forte gradiente textural, estruturas moderadas grandes em blocos subangulares e bastante cascalhentos (Tabela 2). Nos horizontes Bt2 e Bt3 foi verificada a presença de cerosidade comum e moderada, que pode ser indicativa de argila iluvial. Solos com forte gradiente textural em áreas com declividade alta também foram identificados nas encostas do Morro Santana e também em uma encosta com declividade de 35% no Morro da Extrema em Porto Alegre (Corrêa de Medeiros et al., 2013). Estes solos apresentaram em comum a presença de cascalho ao longo do perfil, que pode ter facilitado a infiltração de água mesmo nestas áreas com relevo forte ondulado.

5.2 Atributos físicos

Nas duas topossequências, foram observados solos com forte gradiente textural, mostrado pela relação B/A em valores suficientes para caracterizar horizontes do tipo B textural (EMBRAPA, 2013) e presença de

cerosidade de determinados perfis de solos. Na topossequência do Morro Santana, os perfis de solos nas posições de encostas apresentaram relações texturais de 1,65 a 2,42 (Tabela 3). O perfil P2 apresentou uma relação B/A de 1,65 e foi insuficiente para caracterizar um horizonte B textural. Porém, a relação silte/argila inferior a 0,4 no horizonte B indica um intemperismo em grau avançado, além de aumento considerável dos teores de argila fina nos horizontes subsuperficiais, que indica uma translocação vertical destas partículas no perfil de solo.

No perfil P3 e no perfil P4 foi constatada mudança textural abrupta e menores valores de grau de floclação (GF) nos horizontes A2 (Tabela 3). Estes valores de GF nos horizontes de transição (A2) permitem estimar a maior suscetibilidade do material coloidal ao transporte mecânico dos fluxos de água. Também foi verificado nestes perfis valores crescentes da relação argila fina:argila total em profundidade (até o horizonte Bt). Isso indica a ocorrência dos processos de translocação vertical de argila, tendo em vista um empobrecimento da fração argila fina ($< 0,2 \mu\text{m}$) nos horizontes superficiais, seguido de um enriquecimento e seus teores no horizonte B.

No perfil P4 há um menor valor da relação argila fina:argila total no horizonte A2, sugerindo o início de formação de um horizonte E eluvial. O valor de uniformidade (VU) inferior a 0,6, assim como pequena amplitude dos valores da relação areia fina:areia total (inferior a 0,05) dos perfis P3 e P4 indicam que a formação do gradiente textural não apresenta relação com descontinuidade litológica. No perfil P3 poder-se-ia inferir grau avançado de intemperismo, assim como no perfil P4, visto que trata-se de um solo bem drenado e atende as condições de desenvolvimento de lessivagem como principal processo pedogenético. Porém, a relação silte/argila do horizonte iluvial do perfil P4 é maior que 0,8, sendo indicativa de grau de intemperismo pouco avançado.

O perfil P1, localizado no topo do morro, foi diagnosticado no campo como Neossolo, por não apresentar um horizonte B pedogenético. Porém, a granulometria indicou relação silte/argila igual a 0,7 em um horizonte inicialmente identificado como A3, enquanto em seus horizontes subjacentes (A1 e A2) esta relação foi maior ou igual a 1. Entretanto, não foi verificado o desenvolvimento de estruturas ou cores mais cromadas, conforme observado na Tabela 1.

Tabela 3. Atributos físicos dos solos dos Morros Santana e São Pedro.

Hz	AT	AF	AG	Silte	Argila	Ada	Gf	Ca	AF: AT	Arg f/ Arg t	S/ A	B/A	Vu
----- g kg ⁻¹ -----				----- % -----									
<i>MS P1 – Neossolo Litólico Distrófico típico</i>													
A1	585	119	466	207	209	114	45	31	0,20	0,74	0,99		-0,23
A2	468	91	378	290	241	102	58	48	0,19	0,64	1,20		-0,15
A3	578	78	501	172	249	109	56	40	0,13	0,70	0,69		
<i>MS P2 – Cambissolo Háptico Alítico típico</i>													
A1	507	104	403	231	262	129	51	28	0,21	0,64	0,88		-0,24
A2	536	79	457	178	286	134	53	43	0,15	0,71	0,62		-0,36
BA	447	44	403	137	416	106	74	37	0,10	0,89	0,33	1,65	0,12
Bi	379	42	336	134	487	162	67	26	0,11	0,87	0,27		0,97
BC	288	71	217	186	526	136	74	12	0,25	0,86	0,35		
<i>MS P3 - Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abrupto</i>													
A1	581	96	485	201	218	46	79	49	0,17	0,60	0,92		-0,14
A2	570	79	490	168	262	113	57	42	0,14	0,71	0,64		0,29
Bt	320	71	248	212	469	138	71	16	0,22	0,79	0,45	1,96	0,58
Cr	472	157	314	327	202	103	48	20	0,33	-	1,62		-0,18
<i>MS P4 - Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto</i>													
A1	689	142	547	159	152	85	44	17	0,21	0,66	1,05		-0,02
A2	686	148	537	214	100	60	40	40	0,22	0,60	2,13		-0,05
Bt	431	110	321	264	305	119	61	10	0,26	0,79	0,86	2,42	0,39
C	444	164	280	347	209	28	87	13	0,37	0,48	1,66		
<i>MS P5 – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico</i>													
A1	480	194	286	260	259	149	42	1	0,40	0,69	1,00		0,11
A2	513	211	302	234	254	156	38	1	0,41	0,73	0,92		-0,12
BA	421	165	256	219	360	177	51	2	0,39	0,86	0,61	1,41	-0,05
Bi	419	157	262	215	365	189	48	2	0,38	0,86	0,59		0,05
BC	477	178	299	216	307	173	43	2	0,37	0,87	0,70		
<i>MSP P1 Argissolo Bruno Acinzentado Distrófico úmbrico</i>													
A1	591	135	456	240	170	50	70	0	0,23	0,65	1,41		-0,22
A2	504	136	368	254	242	93	61	6	0,27	0,72	1,05		-0,19
Bt	349	85	264	262	389	145	63	26	0,24	0,88	0,67	1,89	0,25
BC	316	59	257	210	475	115	76	40	0,19	0,87	0,44		
<i>MSP P2 – Neossolo Regolítico Eutrófico típico</i>													
A1	671	227	444	196	134	38	71	17	0,34	0,55	1,47		0,02
A2	678	230	449	190	132	52	60	7	0,34	0,54	1,44		-0,21
C/A	685	283	403	199	116	62	46	8	0,41	0,52	1,71		0,66
Cr	838	293	545	100	63	18	71	12	0,35	-	1,59		
<i>MSP P3 - Argissolo Vermelho Eutrófico abrupto</i>													
A1	634	205	429	216	151	51	66	37	0,32	0,56	1,43		0,14
A2	661	202	459	192	147	69	53	23	0,31	0,56	1,30		-0,04
Bt1	520	169	352	146	333	159	60	22	0,32	0,73	0,44	2,58	-0,16
Bt2	460	173	287	134	406	218	55	35	0,38	0,74	0,33		0,25
Bt3	446	131	316	139	415	199	62	14	0,29	0,75	0,33		

Hz = horizonte; Prof = profundidade; AT= areia total; AF = areia fina; AG = areia grossa; Ada = argila dispersa em água; GF= grau de floculação; Ca = cascalho; Arg.f = argila fina; Arg.t = argila total; B/A = media da argila no B (excluído BC)/ media de argila no A); VU = índice de uniformidade

O perfil P5 foi inicialmente identificado como um Argissolo Vermelho, devido ao gradiente textural e aparentemente apresentar um horizonte de perda de argila (A2), assim como a cor vermelha intensa de seus horizontes subsuperficiais (Tabela 1). Porém a granulometria mostrou uma relação B/A inferior a 1,5, e a cerosidade foi pouca e fraca, sendo atributos insuficiente para caracterizar um horizonte B textural (EMBRAPA, 2013). Em contrapartida, os valores da relação argila fina/argila total foram crescentes até o horizonte Bi, mostrando aumento e acúmulo dos teores de argila fina neste horizonte. Associado à presença de cerosidade, este dado é um indício de processo de lessivagem atuando nesta posição da paisagem. A relação silte/argila do perfil P5 foi entre 0,6 a 0,7 (Tabela 3), indicando um grau de intemperismo moderado.

O GF foi crescente em profundidade, entre 38 e 51% sendo que o menor valor foi verificado no horizonte A2. Neste perfil não foi verificado indícios de descontinuidade litológica, pois os valores de VU foram inferiores a 0,6 e foi observada pequena amplitude entre os valores da relação areia fina:areia total (AF:AT). Porém, maiores teores de areia fina foram observados neste perfil, variando entre 160 a 210 g kg⁻¹, enquanto que nos perfis localizados em cotas mais altas do Morro Santana, os teores não ultrapassaram 165 g kg⁻¹ (Tabela 3). Percebe-se, inclusive, uma correlação negativa significativa de 0,73 ($R^2 = 0,53$; $r = -0,73$; $p < 0,01$) entre os teores de areia fina e a altitude nas topossequências estudadas, sugerindo que estas partículas foram passíveis de translocação lateral na topossequência.

Na topossequência do Morro São Pedro foi observado no topo côncavo (Figura 4b) um perfil de solo com indícios de hidromorfismo. O perfil P1 apresentou gradiente textural de 1,89, enquadrando o horizonte B como textural (EMBRAPA, 2013). O horizonte BCf apresentou um teor de argila maior que no horizonte B, chegando a 474 g kg⁻¹, assim como, relação silte/argila de 0,44, indicando um horizonte bastante intemperizado (Tabela 3). A superfície côncava pode ter contribuído para um maior fluxo de água no perfil de solo favorecendo o transporte vertical de argila, conforme verificado por Santos et al. (2010). Dados da relação argila fina/argila total reforçam a hipótese de ocorrência de lessivagem neste perfil, visto que a relação aumenta em profundidade, de 0,65 no horizonte A, para 0,88 no horizonte Bt. O valor de GF

para o horizonte A2 (61%) foi inferior aos outros horizontes deste perfil, sugerindo uma maior possibilidade de translocação de argilas. Além da lessivagem, é provável que a formação do gradiente tenha colaboração do processo de ferrólise nesta condição de relevo, e que as reações de oxir-redução proporcionaram a formação do caráter plíntico no horizonte BCf. Não foram verificados indícios de descontinuidade litológica no perfil 1, observado nos valores de uniformidade ($VU < 0,6$) e relação AF:AT homogênea no perfil.

O perfil P2 do Morro São Pedro foi caracterizado com Neossolo devido a ausência de um horizonte B (Tabela 2). Apresentou teores de argila em torno de 200 g kg^{-1} , com distribuição homogênea ao longo do perfil, assim como 670 g Kg^{-1} de areia total, sendo que em torno de 450 g kg^{-1} corresponde à fração areia grossa. A relação silte/argila foi superior a 1,4, indicando o baixo grau de intemperismo deste perfil de solo. O valor de uniformidade indicou uma possível descontinuidade litológica, apresentando o horizonte C/A um VU igual a 0,661, enquanto que nos horizontes A1 e A2 estes valores foram de 0,02 e - 0,218 (Tabela 3). Phillips (2008) indica que na área do Morro São Pedro, dominada pelo granito Viamão, ocorre constantes falhas, diques de diabásio e riolito, assim como manchas do granito Ponta Grossa, o que pode vir a explicar a possível alteração no material de origem. A razão AF:AT manteve uma distribuição homogênea ao longo do perfil com amplitudes inferiores a 0,1, não sendo indicador de descontinuidade do material de origem.

Na encosta inferior do morro São Pedro, as cores vermelhas do perfil P3 e suas estruturas bem desenvolvidas (Tabela 1) apontavam para a um solo bem desenvolvido, o que foi confirmado pelo forte gradiente textural, mostrado pela relação B/A superior a 2,5. Trata-se de um perfil de solo cascalhento (cascalho em torno de 30%) e muito arenoso nos horizontes superficiais, apresentando mais de 65% de areia total nos horizontes A1 e AB (Tabela 3). A relação silte/argila nos horizontes Bt1, Bt 2 e Bt3 foi de 0,44, 0,33 e 0,33, respectivamente, indicando um grau de intemperismo avançado. As características morfológicas e dados granulométricos indicam que a lessivagem estaria colaborando como processo pedogenético principal na formação do gradiente textural deste solo. A relação argila fina:argila total corrobora com esta hipótese, pois mostra incremento da fração argila fina do horizonte A1

para o horizonte Bt3, de 0,56 para 0,75. O menor valor de GF do horizonte A2 em relação ao horizonte Bt1 reforça esta hipótese.

5.3 Atributos químicos

Os resultados encontrados indicaram em geral solos quimicamente pobres e ácidos, com caráter distrófico, isto é, com menos de 50% de saturação por bases em seus horizontes (EMBRAPA, 2013) (Tabela 4). Estes dados corroboram com o levantamento de solos de Porto Alegre (Schneider et al., 2008) e com estudos realizados por Corrêa de Medeiros et al. (2013) e Bastos (1991). Entretanto os perfis P4 e P5 do Morro Santana e o perfil P3 do Morro São Pedro, que se encontram nas posições de menores cotas, apresentaram o caráter eutrófico. Valores de soma de bases (SB) foram maiores nestes perfis de solos, e isto pode estar relacionado a um transporte lateral de partículas, provindas dos solos de cotas maiores. Foi observada uma correlação negativa significativa de 79% entre a altitude e o valor de SB dos horizontes subsuperficiais. No perfil P4 do Morro Santana, o horizonte A2 apresentou menores teores de SB e CTC_{pH7} , quando comparado aos outros horizontes deste perfil de solo, indicando um horizonte de perda.

O carbono orgânico total (C.org) foi maior nos horizontes superficiais (em comparação aos horizontes subsuperficiais) e pode ter contribuído para a maior quantidade de bases trocáveis e maior CTC_{pH7} (Tabela 4). No entanto, não foi verificada uma relação significativa entre estas variáveis (C.org., CTC_{pH7} e SB) nas amostras de solos estudadas. O que ocorre é uma relação inversa entre as variáveis em questão, mostrando um aumento da CTC em profundidade, ao passo que a MO diminui consideravelmente. Tanto no Morro Santana, como no Morro São Pedro, a CTC dos solos esta relacionada com o teor de argila, apresentando uma correlação positiva significativa de 70 % ($R^2 = 0,709$).

Em geral os perfis de solos apresentaram baixa atividade de argila (valor T menor que 27 cmolc kg^{-1} nos horizontes B), estando em desacordo apenas o perfil P1 do Morro Santana e o perfil P2 do Morro São Pedro, pois se trata de Neossolos, classe que engola solos com desenvolvimento pedogenético pouco evoluído.

Tabela 4. Química dos solos do Morro Santana e do Morro São Pedro.

Hz	pH	Al	V	M.O	Corg.	Al ³⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	SB	Al+H	CTC	T
	H ₂ O	-----	-----	%	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	pH ₇	
<i>MS P1 – Neossolo Litólico Distrófico típico</i>														
A1	4,7	21,2	29,9	5,2	3,0	1,1	2,6	1,1	0,3	0,1	4,1	9,6	13,7	66
A2	4,6	29,5	27,7	4,4	2,6	1,3	2,1	0,8	0,2	0,0	3,1	8,1	11,2	46
A3	4,7	51,1	21,0	4,0	2,3	2,3	1,5	0,6	0,1	0,0	2,3	8,3	10,6	42
<i>MS P2 – Cambissolo Háplico Alítico típico</i>														
A1	5,1	2,4	48,0	5,8	3,4	0,2	3,3	2,0	0,7	0,1	6,1	6,6	12,7	48
A2	4,8	33,3	29,8	4,5	2,6	1,8	1,4	1,3	0,8	0,1	3,6	8,5	12,1	42
BA	4,5	80,3	8,9	3,5	2,0	5,4	0,1	0,7	0,4	0,1	1,3	13,3	14,6	35
Bi	4,5	83,6	8,8	2,0	1,2	5,1	0,1	0,5	0,3	0,1	1,0	10,3	11,3	23
BC	4,3	88,1	8,0	1,1	0,6	5,9	0,1	0,4	0,2	0,1	0,7	9,2	9,9	19
<i>MS P3 - Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abrupto</i>														
A1	4,7	48,5	19,1	3,4	2,0	1,6	0,8	0,5	0,4	0,0	1,7	7,2	8,9	41
A2	4,5	70,0	14,3	3,2	1,9	2,8	0,6	0,3	0,3	0,0	1,2	7,2	8,4	32
Bt	4,5	81,1	10,4	2,0	1,2	4,3	0,6	0,3	0,1	0,0	1,1	8,6	9,7	20
Cr	4,6	62,1	24,4	0,8	0,5	1,8	0,7	0,3	0,1	0,0	1,1	3,4	4,5	22
<i>MS P4 - Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto</i>														
A1	5,2	9,4	54,7	2,6	1,5	0,3	1,8	0,8	0,3	0,0	2,9	2,4	5,3	35
A2	5,3	7,7	41,4	2,1	1,2	0,2	1,6	0,6	0,2	0,0	2,4	3,4	5,8	58
Bt	4,9	35,9	55,3	1,6	0,9	1,4	1,1	1,3	0,2	0,0	2,6	2,1	4,7	15
C	4,9	35,9	52,1	0,8	0,5	1,4	1,0	1,4	0,1	0,0	2,6	2,3	4,9	23
<i>MS P5 – Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico</i>														
A1	5,0	9,4	54,7	3,4	2,0	0,6	3,5	1,9	0,3	0,1	5,9	4,8	10,7	41
A2	4,7	35,2	36,5	1,8	1,0	1,9	1,9	1,3	0,2	0,1	3,5	6,1	9,6	38
BA	5,1	12,3	64,1	1,2	0,7	0,7	2,7	2,1	0,1	0,1	5,1	2,8	7,9	22
Bi	5,0	12,7	68,6	0,8	0,5	0,7	2,2	2,4	0,1	0,1	4,8	2,2	7,0	19
BC	5,0	23,4	54,1	0,7	0,4	1,0	1,3	1,8	0,1	0,1	3,3	2,8	6,1	20
<i>MSP P1 Argissolo Bruno Acinzentado Distrófico úmbrico</i>														
A1	4,8	48,3	19,0	3,1	1,8	1,4	1,0	0,4	0,1	0,0	1,6	6,4	8,0	46
A2	4,8	60,5	17,6	2,6	1,5	2,3	1,0	0,4	0,1	0,0	1,5	7,0	8,5	35
Bt	4,9	71,5	15,6	2,1	1,2	3,5	0,9	0,4	0,1	0,0	1,4	7,6	9,0	23
BC	5,2	55,4	35,1	0,9	0,5	4,1	1,7	1,4	0,1	0,1	3,2	6,1	9,3	20
<i>MSP P2 – Neossolo Regolítico Eutrófico piceo</i>														
A1	4,3	15,0	42,5	3,7	2,2	0,6	2,6	0,6	0,2	0,0	3,4	4,6	8,0	60
A2	4,1	58,3	27,0	1,9	1,1	1,4	0,7	0,2	0,1	0,0	1,0	2,7	3,7	28
C/A	5,0	17,3	75,0	0,4	0,2	0,5	1,7	0,6	0,1	0,0	2,4	0,8	3,2	28
Cr	5,1	31,8	75,0	-	-	0,7	0,9	0,6	0,0	0,0	1,6	0,5	2,1	32
<i>MSP P3 - Argissolo Vermelho Eutrófico abrupto</i>														
A1	5,0	5,7	52,4	3,1	1,8	0,2	2,0	0,9	0,4	0,0	3,3	3,0	6,3	42
A2	5,0	13,0	48,8	1,4	0,8	0,3	1,3	0,6	0,1	0,0	2,1	2,1	4,2	28
Bt1	5,1	11,5	69,1	0,9	0,5	0,5	2,3	1,4	0,1	0,0	3,8	1,7	5,5	17
Bt2	5,1	5,1	63,8	1,0	0,6	0,2	2,1	1,5	0,1	0,0	3,7	2,1	5,8	14
Bt3	5,0	13,4	62,9	0,8	0,5	0,6	1,8	1,9	0,1	0,1	3,9	2,3	6,2	15

HZ = Horizontes; V = saturação por bases; M.O. = matéria orgânica; C org = carbono orgânico; SB = soma de bases; T = atividade da fração argila

Altos teores de alumínio trocável (Al^{3+}) foram observados na maioria dos perfis de solos das topossequências estudadas (Tabela 4), sendo que os perfis de solos P2 e P3 do Morro Santana e o P1 do Morro São Pedro apresentam caráter alítico (EMBRAPA, 2013). Estes valores elevados estão relacionados com o material de origem, que é rico em quartzo e feldspato potássico (K feldspato - $KAlSi_3O_8$), basicamente. Os produtos do intemperismo do feldspato potássico são hidróxido de alumínio, argila silicatada (caulinita), assim como, íons de potássio e sílica coloidal. Estes dois últimos íons são móveis no solo, ao passo que os hidróxidos de alumínio, têm preferência na adsorção por apresentar maior carga ($3+$) que os demais íons, acumulando-se no solo.

5.4 Teores dos elementos obtidos por ataque sulfúrico

A partir da extração com ataque sulfúrico foram obtidos os valores dos óxidos de silício, alumínio, ferro, titânio e manganês dos solos estudados (Tabelas 5a e b). Teores de silício variam de 48 a 271 $g\ kg^{-1}$ e apresentaram um aumento significativo em profundidade em todos os solos estudados, exceto no perfil P1 do Morro Santana. O alumínio apresentou o mesmo comportamento e os teores variaram de 26 a 171 $g\ kg^{-1}$. O aumento destes elementos em profundidade pode ser explicado pelos maiores teores de argila nos horizontes subsuperficiais.

O índice K_i é relação molecular entre a silício e a alumínio e fornece uma estimativa do grau de intemperismo do solo. Para os perfis de solos estudados, os valores de K_i variaram de 2,3 a 3,4 (Tabela 5a e b), indicando presença de minerais 2:1 no sistema solo (Mello et al., 1995). Valores altos deste índice (maiores que 2,2) são atribuídos a solos com baixo grau de intemperismo, no entanto esses valores não são compatíveis com a CTC_{pH7} dos perfis de solos estudados. Os valores de CTC foram inferiores a 15 $cmol_c\ kg^{-1}$ (Tabela 4), o que pode caracterizar solos com um maior grau de intemperismo. Perfis de solos graníticos estudados na região de Porto Alegre também mostram valores incompatíveis de CTC e índice K_i (Corrêa de Medeiros et al., 2013; Brasil, 1973). Embora, o ataque com ácido sulfúrico

Tabela 5. a) Teores dos elementos obtidos por ataque sulfúrico (s) e dissoluções seletivas (d = ditionito citrato bicarbonato de sódio e o = oxalato de amônio) dos solos do Morro Santana.

Hz	Ataque Sulfúrico				Dissoluções seletivas						Relações		
	Fe _s	Si _s	Al _s	Ti _s	Mn _s	Ki	Fe _d	Al _d	Fe _o	Al _o	Fe _d / Fe _s	Fe _o / Fe _d	Al _d / Fe _d
----- g kg ⁻¹ -----													
<i>MS P1 – Neossolo Litólico Distrófico típico</i>													
A1	34,2	140,3	81,9	7,3	0,27	2,9	21,6	7,6	1,6	3,5	0,63	0,07	0,35
A2	27,6	132,8	74,9	6,7	0,17	3,0	20,5	7,6	1,8	3,8	0,74	0,09	0,37
A3	28,6	117,5	85,5	6,8	0,12	2,3	23,6	9,4	1,8	4,5	0,82	0,08	0,40
<i>MS P2 – Cambissolo Háptico Alítico típico</i>													
A1	26,0	125,8	70,4	7,1	0,23	3,0	24,5	6,3	1,4	2,9	0,94	0,06	0,26
A2	32,2	184,1	96,6	8,0	0,15	3,2	24,0	7,9	1,5	3,4	0,75	0,06	0,33
BA	42,5	219,9	140,8	8,4	0,11	2,7	35,3	14,1	1,8	5,5	0,83	0,05	0,40
Bi	42,8	205,7	139,2	9,2	0,11	2,5	36,8	11,0	1,7	5,6	0,86	0,05	0,30
BC	52,9	271,5	172,3	7,8	0,08	2,7	38,2	11,7	1,1	4,8	0,64	0,03	0,31
<i>MS P3 - Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abruptico</i>													
A1	23,9	121,2	61,3	4,8	0,17	3,4	20,5	6,4	2,6	4,0	0,75	0,13	0,32
A2	27,0	119,5	89,8	5,1	0,10	2,3	25,9	9,5	2,6	4,6	0,84	0,10	0,37
Bt	36,2	230,1	153,7	6,2	0,09	2,5	31,2	10,9	2,1	6,1	0,86	0,07	0,35
Cr	27,2	216,6	151,0	3,5	0,05	2,4	19,1	4,7	2,1	3,8	0,70	0,11	0,25
<i>MS P4 - Argissolo Amarelo Eutrófico abruptico</i>													
A1	21,1	81,1	50,4	4,7	0,49	2,7	17,7	3,4	1,9	1,7	0,84	0,10	0,19
A2	18,6	56,2	40,5	4,7	1,86	2,4	17,3	3,3	2,5	1,5	0,93	0,14	0,19
Bt	34,3	155,3	101,5	7,9	0,82	2,6	27,0	5,5	2,9	3,3	0,79	0,11	0,20
C	27,6	151,9	91,3	5,2	0,39	2,8	16,1	3,2	3,4	2,7	0,58	0,21	0,20
<i>MS P5 – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico</i>													
A1	26,3	116,4	28,0	8,6	0,15	2,4	18,7	3,6	1,3	1,7	0,71	0,07	0,19
A2	23,1	97,6	36,6	8,0	0,17	2,3	17,0	3,5	1,0	1,6	0,73	0,06	0,20
BA	29,2	133,2	80,4	8,1	0,20	2,8	20,3	3,9	1,3	1,8	0,61	0,06	0,19
Bi	29,4	142,0	79,2	8,2	0,18	3,0	21,6	4,1	1,2	1,9	0,65	0,05	0,19
BC	29,0	132,3	86,5	8,2	0,20	2,6	19,0	3,6	1,1	1,6	0,65	0,06	0,19

Hz= horizontes; Ki = SiO₂*1,7 / Al₂O₃. **Obs.** Os valores dos elementos estão apresentados na forma de óxidos.

Tabela 5. b) Teores dos elementos obtidos por ataque sulfúrico (s) e dissoluções seletivas (d = ditionito citrato bicarbonato de sódio e o = oxalato de amônio) dos solos do Morro São Pedro.

Hz	Ataque Sulfúrico						Dissoluções seletivas				Relações		
	Fe _s	Sis	Al _s	Ti _s	Mn _s	Ki	Fe _d	Al _d	Fe _o	Al _o	Fe _d /Fe _s	Fe _o /Fe _d	Al _o /Fe _d
----- g kg ⁻¹ -----													
<i>MSP P1 Argissolo Bruno Acinzentado Distrófico úmbrico</i>													
A1	12,6	65,4	42,0	6,2	0,19	2,6	7,0	2,3	2,5	1,8	0,56	0,36	0,33
A2	17,6	100,9	61,6	7,9	0,17	2,8	10,5	3,8	2,7	2,6	0,60	0,25	0,36
Bi	27,6	154,5	95,3	11,0	0,19	2,8	13,8	6,3	1,0	3,8	0,50	0,07	0,46
BC	39,1	221,5	128,4	10,6	0,21	2,9	21,7	6,9	0,7	4,4	0,55	0,03	0,32
<i>MSP P2 – Neossolo Regolítico Eutrófico típico</i>													
A1	14,5	51,3	26,4	5,2	0,74	3,3	7,5	1,3	1,2	1,4	0,52	0,16	0,18
A2	12,1	45,5	26,0	5,4	0,65	3,0	7,3	1,4	1,2	1,9	0,60	0,17	0,20
C/A	19,0	101,2	74,2	5,4	0,35	2,3	6,7	1,3	0,4	0,8	0,31	0,07	0,19
Cr	16,4	63,8	39,1	4,8	0,35	2,8	6,9	0,7	0,2	0,3	0,37	0,03	0,10
<i>MSP P3 - Argissolo Vermelho Eutrófico abruptico</i>													
A1	15,3	55,5	31,8	8,3	0,62	3,0	10,6	2,0	1,3	1,0	0,61	0,12	0,19
A2	15,0	48,4	33,0	7,8	0,47	2,5	9,5	1,4	1,1	0,8	0,63	0,12	0,15
Bt1	28,7	133,6	81,6	10,0	0,30	2,8	18,3	2,7	1,6	1,5	0,64	0,09	0,14
Bt2	31,8	153,5	88,9	10,5	0,30	2,9	21,1	2,9	1,7	1,9	0,66	0,08	0,14
Bt3	30,2	163,3	98,7	11,1	0,25	2,8	23,8	3,1	1,6	1,8	0,79	0,07	0,13

Hz= horizontes; Ki = SiO₂*1,7 /Al₂O₃. **Obs.** Os valores dos elementos estão apresentados na forma de óxidos.

preveja que apenas os minerais secundários sejam atacados pelo método (EMBRAPA, 1997) é possível que haja uma extração de silício de quartzo presente na fração silte e argila o que pode superestimar os valores de silício, e assim, aumentar o índice Ki. Problemas, como a dificuldade de determinação de Si e Al, assim como na variação das metodologias, motiva um uso cada vez menor do índice ki em solos com baixos teores de argila (Oliveira, 2001).

Nos perfis de solos P1 e P2 do Morro Santana foram verificados os maiores teores de silício e alumínio em comparação aos outros perfis estudados, no entanto, os valores do índice Ki não variaram. Estes perfis de solos também apresentaram maior teor de argila nos horizontes subsuperficiais, o que pode explicar os maiores teores destes elementos. Valores do índice Ki (Tabela 5a) foram semelhantes aos outros perfis de solos, pois seus aumentos são diretamente proporcionais.

O teor de ferro obtido pelo ataque sulfúrico se refere à totalidade das formas de ferro no solo, tanto as pedogênicas, com as formas de ferro ainda em materiais primários, que serão liberados pelo intemperismo. Os valores de Fe_s nos solos estudados foram de 12,1 a 59,6 g kg^{-1} (Tabela 5a e b). Estes valores foram crescentes em profundidade em todos os perfis de solos, exceto o P1 do Morro Santana, que se trata de um Neossolo Litólico. Os maiores teores foram observados nos horizontes B dos perfis P2 e P3 do Morro Santana, que são os horizontes com maiores teores de argila. Considerando os teores de silício e alumínio no solo, pode-se considerar que estes solos apresentaram baixos teores de ferro, o que está relacionado à pequena contribuição do ferro na composição do granito. Corrêa de Medeiros et al. (2013) também verificaram baixos teores de ferro total (Fe_s) em solos graníticos de Porto Alegre.

Os teores de titânio e manganês foram pouco expressivos, em comparação aos outros elementos obtidos pelo ataque sulfúrico nos solos estudado e estes baixos teores estão relacionados à pequena participação destes elementos no material de origem. O titânio foi inferior a 10 g kg^{-1} , sendo maior nos horizontes subsuperficiais. O manganês foi inferior a 1 g kg^{-1} e apresentou distribuição homogênea nos perfis de solos. Valores semelhantes de titânio e manganês foram verificados em Argissolos graníticos da região

sudeste de Porto Alegre (Corrêa de Medeiros et al., 2013) e em Argissolos e Cambissolos de rochas metamórficas em solos de morros do Rio de Janeiro (Santos et al., 2010).

5.5 Teores de Ferro e alumínio obtidos por dissoluções seletivas

Valores de ferro obtido pela extração por ditionito citrato bicarbonato de sódio (DCB), que extrai as formas de óxidos de ferro pedogênicos cristalinos e não cristalinos, variaram de 6,7 a 23,8 g kg⁻¹. São valores considerados baixos e representam menos de 3% da composição do solo, no entanto, estão associados à pequena participação de ferro na constituição do material de origem (Kämpf e Curi, 2000). Os menores teores de Fe_d foram observados nos horizontes superficiais, aumentando em profundidade até o horizonte B e BC dos solos estudados, exceto para o perfil P1 do Morro Santana e o perfil P2 do Morro São Pedro. Percebe-se que nos perfis de solos do topo e encostas do Morro Santana, há uma maior concentração de Fe_d, assim como, maior concentração de ferro obtido pelo ataque sulfúrico, que extrai as formas que ainda serão liberadas pelo intemperismo. Estes maiores teores estão relacionados ao maior teor de argila (Tabela 3) encontrado nestes perfis de solos.

Outra possibilidade do maior teor de formas de ferro encontradas nos perfis P2 e P3 do Morro Santana pode estar relacionada ao material de origem. Segundo Bastos (1991), o granito Santana apresenta 1% da sua composição formada por biotita, mineral que poderia estar colaborando como fonte de Fe. No entanto, pode estar ocorrendo influência dos diques de diabásio e riólitos, comuns nesta topossequência, mas ressalta-se que não foram verificados indícios de descontinuidade litológica nos perfis de solos estudados.

A relação Fe_d/Fe_s estima a intensidade de intemperização do material de origem e determina a transformação dos silicatos contendo Fe²⁺ em óxidos contendo Fe³⁺ (Kämpf e Curi, 2000). Quanto mais próximo de 1, maior o grau de intemperismo de um solo, pois grande parte do ferro presente no material primário já transformou-se em formas pedogênicas. Valores próximos

a 1 foram verificados nos horizontes A e B dos perfis de solos P2, P3 e P4 do Morro Santana (Tabela 5a). Os perfis de solos P1 e P5 do Morro Santana apresentaram a razão Fe_d/Fe_s com valores entre 0,6 e 0,7, sendo menores quando comparado aos outros perfis desta topossequência. Trata-se de um perfil de Neossolo Litólico e um Cambissolo Háplico, respectivamente, que são solos com um grau de desenvolvimento menos acentuado, pois não há atuação de um processo pedogenético dominante. No entanto, o perfil P2 da mesma topossequência foi classificado como um Cambissolo Háplico e a relação Fe_d/Fe_s foi superior a 0,8, mostrando-se mais sensível aos processos de intemperismo.

Os teores de ferro extraído com oxalato de amônio (Fe_o) se referem aos óxidos de ferro com baixo grau de cristalinidade ou não cristalinos. A matéria orgânica do solo pode ser considerada um inibidor da cristalinidade de óxidos de ferro pedogenéticos (Schwertmann, 1988), assim como ambientes com deficiência de oxigênio, onde ocorre dissolução e neoformação dos minerais e a substituição isomórfica de Fe por Al na estrutura dos minerais. Para os solos estudados a presença de óxidos de ferro com baixo grau de cristalinidade é pouco pronunciada, variando de 0,2 a 3,4 g kg⁻¹. Os perfis de solos P3 e P4 do Morro Santana apresentaram os maiores teores de Fe_o , quando comparado aos outros perfis estudados das duas topossequências, no entanto, também foram verificados os maiores teores de Fe_d . As formas de ferro com menor cristalinidade nos perfis P3 e P4 pode estar associada a um aumento na taxa de liberação do ferro pelo intemperismo, que condiciona a cristalinidade dos óxidos (Schwertmann, 1988). A posição na paisagem em que se encontram estes perfis (Figura 4a) pode estar contribuindo para uma maior infiltração de água no perfil, o que acelera os processos de intemperismo químico, liberando o ferro presente nos minerais primários.

A razão Fe_o/Fe_d permite avaliar o conteúdo de óxidos de ferro pouco cristalizados ou não cristalinos em relação a totalidade dos óxidos de ferro pedogênicos (Fe_d), sendo o aumento da razão correspondente à diminuição da cristalinidade (Schwertmann, e Kampf, 1983). Os valores variaram de 0,1 a 0,2 em todos os perfis de solos estudados, exceto para o perfil P1 do Morro São Pedro, onde estes valores foram de 0,3 a 0,4 nos horizontes superficiais. Este perfil encontra-se no topo do morro e a paisagem forma um relevo plano e

côncavo o que favorece uma variação do lençol freático temporário, diminuindo a oxigenação do solo e favorecendo a neoformação de formas menos cristalinas. Levando em consideração que o teor de matéria orgânica não variou em relação aos outros perfis de solos, atribui-se este maior valor da relação Fe_o/Fe_d a posição na paisagem em que se desenvolveu o perfil de solo. Em adição a este dado, percebe-se que neste mesmo perfil, foram verificados maiores teores de alumínio extraído com oxalato de amônio (Al_o), podendo estar relacionado a substituição de ferro por alumínio nos óxidos de ferro de baixa cristalinidade (Parfitt & Childs, 1988), muito comum em solos que sofreram o processo pedogenético de ferrólise em algum grau de atuação.

As extrações seletivas de alumínio mostraram baixos teores do elemento, quando comparado ao alumínio extraído com ataque sulfúrico (Fe_s). O Al extraído com DCB (ditionito citrato bicarbonato de sódio) se refere ao alumínio que se encontra na estrutura dos óxidos de alumínio e dos óxidos de ferro pedogênicos pela substituição isomórfica (Parfitt & Childs, 1988; Shadfan 1985). Os valores variaram de 0,7 a 14 g kg⁻¹ (Tabelas 5a e b) e foram crescentes em profundidade. Os solos estudados apresentam altos teores de silício, que impedem a cristalinização dos óxidos de alumínio, sendo ambientes inadequados à formação de gibbsita (Anjos et al., 1995). A relação Al_d/Fe_d indica quanto do óxido de ferro pedogênico já sofreu substituição isomórfica por alumínio, e através deste dado pode-se fazer uma estimativa do grau de intemperismo do solo. Nos solos estudados a razão Al_d/Fe_d foi de 0,1 a 0,4, sendo nos perfis P1, P2 e P3 do Morro Santana os maiores valores, de 0,3 a 0,4. Os horizontes subsuperficiais destes perfis de solos apresentaram relação Fe_d/Fe_s superiores a 0,8, indicando um grau de intemperismo avançado e proporcionando maiores possibilidades de substituição isomórfica. Nos horizontes superficiais do perfil P1 do Morro São Pedro, os valores da razão Fe_d/Fe_s foram inferiores a 0,6, entretanto os valores da relação Al_d/Fe_d também foram entre 0,3 e 0,4. Shadfan et al (1985) apontam muita variabilidade nos dados das dissoluções seletivas para determinar o grau de substituição isomórfica.

Os valores de Al_o são, em alguns perfis de solos, maiores que os teores de Al_d , mas ainda assim representam um valor pequeno quando comparado aos teores de alumínio extraído com ataque sulfúrico. Os valores

variaram de 0,3 a 6,1 g kg⁻¹ e apresentaram crescimento em profundidade, tal como o Al_d. O Al extraído com oxalato de amônio refere-se as formas de alumínio presente na estrutura dos óxidos de ferro de baixa cristalinidade ou ainda da estrutura das caulinitas de baixa cristalinidade (McKeague & Day, 1966). Esta última hipótese pode ser confirmada pela maior concentração de Al_o em horizontes subsuperficiais, os quais apresentaram os maiores teores de argila, que no caso dos solos estudados é basicamente caulinitica (conforme será visto no item 5.6). Estes horizontes subsuperficiais também apresentaram os maiores teores de silício extraído com ataque sulfúrico, que contribui para a formação de compostos aluminosos de baixa cristalinidade. Coelho & Vidal-Torrado (2003) atribuíram o crescimento do Al_o no horizontes Bt de um Argissolo Vermelho Amarelo desenvolvido de arenito em São Paulo a atuação do processo de ferrólise. A ferrolise é o mecanismo capaz de desestruturar a caulinita, favorecendo a formação de compostos de baixa cristalinidade.

O horizonte BCf do perfil P1 do Morro São Pedro, localizado em um topo concavo (Figura 4b) apresentou crescimento do Al_o em profundidade e, assim como nos outros perfis de solos de ambas topossequências, não apresentou crescimento das formas pouco cristalinas de ferro nos horizontes subsuperficiais. Todavia houve um crescimento das bases trocáveis neste horizonte BCf e um valor SB o dobro dos horizontes sobrejacentes. A liberação do Fe²⁺, na fase de anaerobiose pela desestruturação dos óxidos de ferro, ocupa os sítios de troca, deslocando os cations trocáveis para a solução do solo (Brinkman, 1969.). Os cations Ca²⁺, Mg²⁺ e o K⁺ suspensos na solução do solo ficam volúveis à translocação para horizontes subjacentes, aumentando os valores de SB. Este mecanismo, associado aos maiores valores de Al_o no horizonte BCf, pode ser um indício de colaboração do processo de ferrólise na formação do gradiente textural do perfil P1 do Morro São Pedro. Simas et al. (2005) encontrou valores de Al_o crescentes em profundidade em solos graníticos e gnássicos na Serra da Mantiqueira, MG, no entanto estava relacionado ao processo de iluviação de compostos orgânicos, que caracteriza podzolização. No caso dos perfis de solos estudados neste trabalho, o processo de podzolização não foi constatado, pois os valores de carbono orgânico (C org), Fe_o e relação Fe_o/Fe_d não apresentaram crescimento nos horizontes subsuperficiais.

5.6 Mineralogia

A mineralogia dos solos de morros de Porto Alegre muito representa seu material de origem granítica. Os granitos de Porto Alegre são constituídos por quartzo, feldspatos potássicos, e uma pequena participação de minerais máficos, como a biotita. Corrêa de Medeiros (2010), analisando os solos do Morro da Extrema, na região sudeste de Porto Alegre, derivados do granito Canta Galo, verificou no difratograma de raios-X de uma amostra em pó de rocha inalterada picos de feldspatos e quartzo, sendo que o reflexo de minerais 2:1 não foi verificado, devido sua pequena participação na composição granítica do local.

Nos perfis de solos estudados, a mineralogia da argila é basicamente caulínica, que é o argilomineral secundário 1:1 resultante da dissolução dos minerais primários (feldspatos e micas) e reprecipitação do silício e alumínio, assim como da dessilicação dos minerais secundários 2:1. Há presença de picos de quartzo, em intensidades consideráveis, que pode ser resultante da contaminação das amostras com quartzos presentes na fração silte. No entanto, há estudos que relatam presença de quartzo na fração argila de solos graníticos/gnáissicos, mostrando a grande estabilidade destes minerais no solo (Oliveira et al., 2004; Silva, 2000). Nos perfis P4 e P5 do Morro Santana e P2 e P3 do Morro São Pedro foi verificada a presença de minerais 2:1 nas amostras em pó da argila, principalmente nos horizontes superficiais. Análise das lâminas orientadas após os tratamentos específicos confirma a presença de micas, visto que podem ser tão estáveis no ambiente quanto as caulinitas. Na fração silte, os difratogramas de amostras em pó dos perfis de solos estudados, indicaram presença de quartzo com picos intensos e de traços (picos menos expressivos) de K feldspatos e plagioclásios (Ca e Na – feldspatos). No perfil P2 do Morro São Pedro foi constatada a presença de minerais 2:1 (observado no pico $d = 10,07 \text{ \AA}$) e picos mais intensos de feldspato, confirmando um grau de intemperismo menos avançado, em relação aos outros perfis de solos, das duas toposequências.

O perfil P1 do Morro Santana apresentou reflexos de quartzos expressivos, assim como de feldspatos em menor intensidade na fração silte (Figura 5). No entanto, a fração argila (Figura 8) é predominantemente

caulinítica, com reflexos intensos da caulinita em todos os horizontes, associada a picos de quartzo em menor intensidade. De acordo com a relação Fe_d/Fe_s , este perfil foi considerado com um grau de intemperismo avançado, podendo ser observada, também, na baixa CTC_{pH7} , baixa soma de bases, assim como elevado teores de alumínio (Tabela 4).

Em condições de intenso intemperismo, a formação da caulinita é favorecida pela dissolução dos minerais primários e reprecipitação do silício, assim como pode ocorrer formação através da dessilicação dos minerais secundários 2:1. No caso dos solos derivados do granito este argilomineral se origina através da transformação das micas, tendo uma sequência de intemperismo, provável, do tipo mica → vermiculita, mica → vermiculita com hidróxi de Al nas entrecamadas (VHE) → caulinita (Volkoff et al., 1989). No entanto, pode ocorrer a transformação direta dos feldspatos em caulinita (Melo & Wypych, 2009), através da recristalinização do silício e alumínio, elementos solubilizados no intemperismo físico e químico de feldspatos. Em condições de relevo ondulado em encosta convexa, o intemperismo físico atua intensamente, quebrando os feldspatos em várias partículas, o que possibilita maior facilidade de atuação da hidrólise (intemperismo químico) que solubiliza a sua camada externa e libera grandes quantidades de silício, alumínio e potássio na solução do solo. Esta segunda rota de formação da caulinita, provavelmente, é a que esta ocorrendo no perfil P1, pois os difratogramas de raios-x do silte apontaram picos de feldspatos pouco expressivos.

O perfil P2 e o perfil P3, da mesma topossequência, apresentou mineralogia da fração silte e da fração argila muito semelhante a do perfil P1. Na fração silte há presença de picos intensos de quartzo e picos pouco expressivos de feldspatos (Figura 5), sendo a fração argila basicamente caulinítica (Figura 8 e 9). Na fração argila os picos de quartzos são pouco expressivos, com maior intensidade nos horizontes superficiais, denotando o maior grau de intemperismo nestes horizontes, já que são minerais muito resistentes ao intemperismo. Há uma distribuição homogênea da caulinita em todos os horizontes e um pico pouco expressivo no horizonte superficial A1. No perfil P2 verificou-se a presença do rutilo, óxido de titânio (TiO_2), o que denota um avançado grau de intemperismo, já que trata-se de um mineral persistente no ambiente, como o quartzo. A mineralogia tanto do perfil P2, como o perfil P3

está de acordo com a relação Fe_d/Fe_s , que indica baixo grau de intemperismo, assim como baixos valores de soma de bases, pH ácido e altos teores de alumínio (Al^{3+} e saturação por alumínio). Também corrobora com as dissoluções por ataque sulfúrico, que mostraram altos teores de alumínio (Al_s) e silício (Si_s), principais componentes da caulinita.

Os perfis P4 e P5 do Morro Santana apresentaram mineralogia muito semelhante em relação aos perfis das cotas superiores, P1, P2 e P3, como presença de quartzo e feldspatos na fração silte (Figura 6), assim como, quartzo e caulinita na fração argila, com traços de rútilo (Figura 9 e 10). No entanto, percebe-se nos horizontes superficiais traços de minerais 2:1, observado um pico de $d=10,00$ e $10,02\text{\AA}$. Para identificação segura destes minerais, foram realizados os tratamentos específicos em amostras de argila desferrificada dos horizontes A2 e B destes perfis. Analisando os difratogramas das amostras tratadas do perfil P4 (Figura 13), percebe-se que o pico referente ao mineral 2:1 (representado por $d=9,98$ e $9,99\text{\AA}$) não mostrou alteração após os tratamentos de saturação com potássio e posterior aquecimento e saturação com magnésio e posterior saturação com etilenoglicol. Isto mostra grande estabilidade dos espaços entrecamadas, comum nas micas que apresentam elevada carga na camada com potássio, daí a propriedade não expansiva (Fanning et al, 1989).

No horizonte A2 do perfil P5, os difratogramas das amostras tratadas (Figura 13) mostraram-se semelhantes aos difratogramas das amostras tratadas do perfil P4, e a presença de mica foi diagnosticada pela não modificação do pico $d=9,99\text{\AA}$. No entanto, há uma tendência de assimetria deste pico, mostrando que não ocorreu total contração das camadas no tratamento térmico de 550°C . Isso pode estar relacionado à presença de micas ou associadas à presença de minerais 2:1 com hidroxil nas entrecamadas, que são minerais pedogênicos formados em ambientes ácidos pela intercalação de polímeros de Al nas entrecamadas das estruturas das esmectitas, proporcionando grande estabilidade ao mineral (Kampf & Curi, 2003; Kampf et al., 1995) e conferindo a estes minerais, maior resistência ao intemperismo (Azevedo & Vidal-Torrado, 2009), por este motivo ocorre em horizontes superficiais.

No horizonte Bi do perfil P5, os difratogramas mostraram deslocamento do pico $d=9,98 \text{ \AA}$, sendo identificado em $d=14,07 \text{ \AA}$ após saturação com magnésio e um pico em $d=17,50 \text{ \AA}$, indicando a presença de esmectita neste horizonte. As esmectitas são minerais 2:1 pedogênicos formadas, neste caso, a partir do intemperismo das micas e vermiculitas (Luz et al., 1992) e são identificadas com base na reflexão basal 001, variando com a natureza dos cations nas entrecamadas ($14,00$ a $15,00 \text{ \AA}$ com Mg; $17,00$ a $18,00 \text{ \AA}$ com Mg + etilenoglicol). O pedoambiente rico em Si e Al pode ter colaborado para a formação deste mineral, assim como posição na paisagem (sopé) pode ter proporcionado um ambiente com menor lixiviação. Dados químicos ($V\% < 50\%$, $K_i=3,0$ e relação $Fe_d/Fe_s > 0,8$) reforçam a idéia de menor grau de intemperismo deste perfil de solo quando comparado aos perfis de solos das cotas superiores. O não desaparecimento do pico $d=9,98 \text{ \AA}$ comprova ocorrência concomitante de micas, com esmectitas mostrando a evolução da rota de intemperismo da mica para a caulinita.

No perfil P1 do Morro São Pedro, os difratogramas da fração silte (Figura 7) mostraram-se semelhantes aos dos perfis do Morro Santana, assim como os difratogramas da fração argila (Figura 11). Na fração silte ocorre predomínio de quartzo e feldspatos, assim como mineralogia caulinítica na fração argila. A mineralogia caulinítica da fração argila ocorre associada a picos de quartzo, que são mais expressivos nos horizontes subsuperficiais, mostrando maior resistência ao intemperismo e assim como traços de rutilo no horizonte A1.

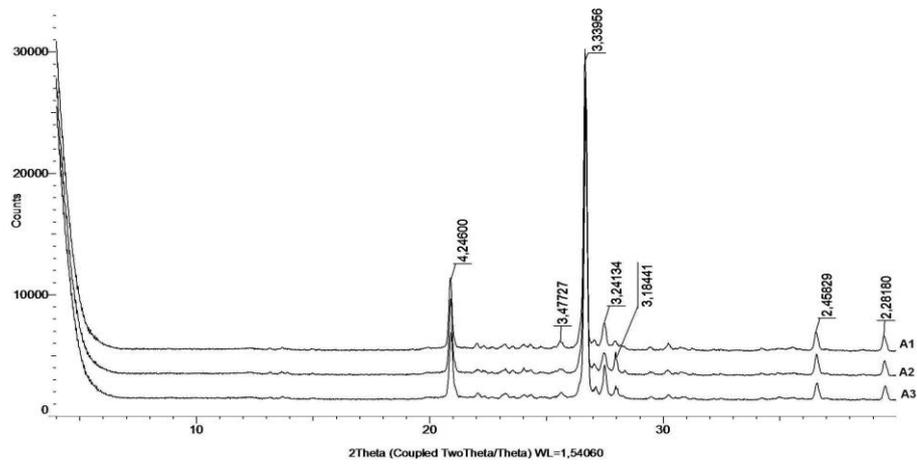
No perfil P2, os difratogramas da fração silte (Figura 7) evidenciaram o menor grau de intemperismo deste solo, já percebido em alguns atributos químicos, como caráter eutrófico, Fe_d/Fe_s inferior a $0,65$ e $K_i=3,0$. A presença de picos de feldspatos associada a um pico de mica ($d=10,07$) no horizonte C/A denota a presença de minerais ainda em alteração (minerais alteráveis), o que fica claro quando observado o difratograma da fração argila deste horizonte, com picos de feldspatos mais expressivos quando comparado aos difratogramas da fração argila em pó dos outros perfis de solos estudados. Analisando a fração argila do perfil P2 em geral, percebe-se picos de caulinitas, associadas a picos de feldspatos, em geral, com a mesma intensidade de reflexão em todos os horizontes (Figura 11). Há presença de um pico de

mineral 2:1, observado na reflexão $d=10,02\text{\AA}$, que tende a ser mais expressivo nos horizontes superficiais, e quase que inexistente no horizonte Cr. Análise de amostras de argila desferrificada do horizonte A2 não mostrou alteração do pico $d=9,99\text{\AA}$ (pico referente aos minerais 2:1), mesmo após os tratamentos de saturação com potássio seguido de tratamento térmico e saturação com magnésio seguido de solvatação com etilenoglicol (Figura 14), indicando a presença de micas. Assim, como nos perfis P4 e P5 do Morro Santana, a presença da mica no horizonte A2 demonstra a maior resistência deste mineral ao intemperismo.

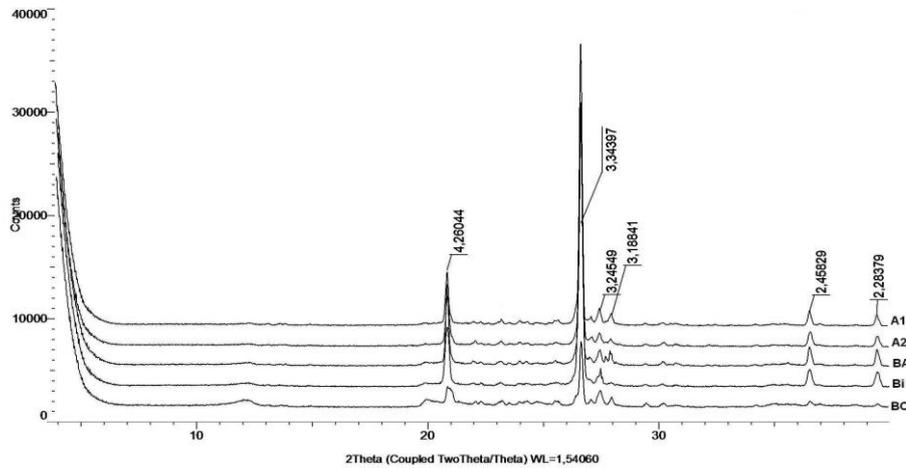
No horizonte C/A do perfil P2 do Morro São Pedro o pico referente à reflexão do mineral 2:1 ($d=9,96\text{\AA}$) não mostrou alteração após tratamento de saturação com potássio, seguidos de tratamentos térmicos de 110 e 350°C. No entanto no tratamento com potássio, seguido de aquecimento a 550°C, verificou-se uma assimetria do pico, indicando as micas ocorrem associadas a presença de minerais 2:1 com hidróxido de alumínio nas entrecamadas. No caso de horizontes subsuperficiais com baixíssimo grau de intemperismo ($F_{ed}/F_{es} < 0,4$), como é o caso do horizonte C/A, a intercalação ocorre devido aos altos teores de Al, liberado no intemperismo do feldspato, podendo estar expressando uma rota intempérica mica \rightarrow vermiculita \rightarrow VHE \rightarrow caulinita. Assim, a formação da caulinita estaria sendo retardada pela intercalação da vermiculita.

O perfil P3 do Morro São Pedro apresentou difratogramas da fração silte (Figura 7) muito semelhantes aos outros perfis de solos, tanto do Morro Santana, como da mesma topossequência, Morro São Pedro, mostrando quartzo associado a picos de reflexão de feldspatos em menor intensidade. A mineralogia da fração argila (Figura 12) é basicamente caulínica com picos de mesma intensidade em todos os horizontes, ocorrendo associados a picos de quartzo que aumentam a intensidade nos horizontes superficiais. Também ocorre a presença de micas ($d=10,01\text{\AA}$), visualizada pela não alteração do pico após os tratamentos de saturação com potássio e posterior aquecimento térmico e saturação com magnésio seguido de solvatação com etilenoglicol na fração argila desferrificada (Figura 14 pico $d=9,99\text{\AA}$). A presença da mica com picos mais expressivos nos horizontes superficiais pode estar indicando um grau de intemperismo menos avançado, corroborando com atributos químicos

MS - Perfil 1



MS - Perfil 2



MS - Perfil 3

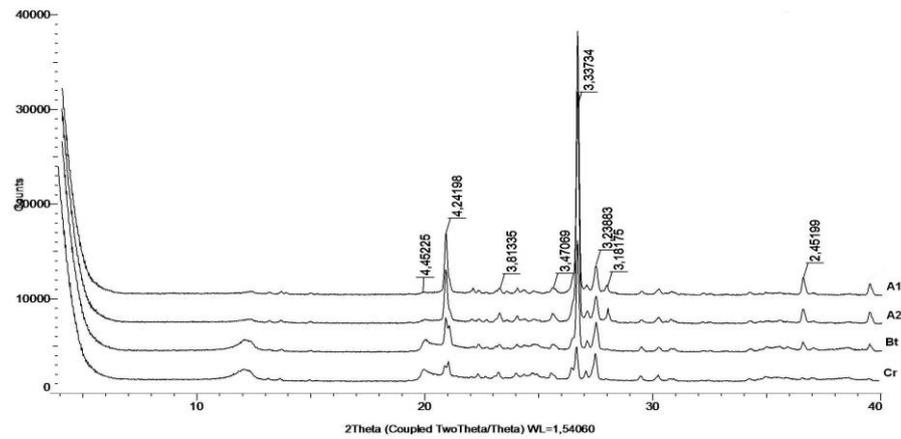


Figura 5. Difratoigramas de raios-X da fração silte dos perfis de solos P1, P2 e P3 do Morro Santana. Quartzo = 4,26, 424, 3,34, 3,33, 2,45 e 2,28 Å; K -Feldspato = 3,81, 3,47, 3,24, 3,23 Å; Na - Feldspato = 3,18 Å.

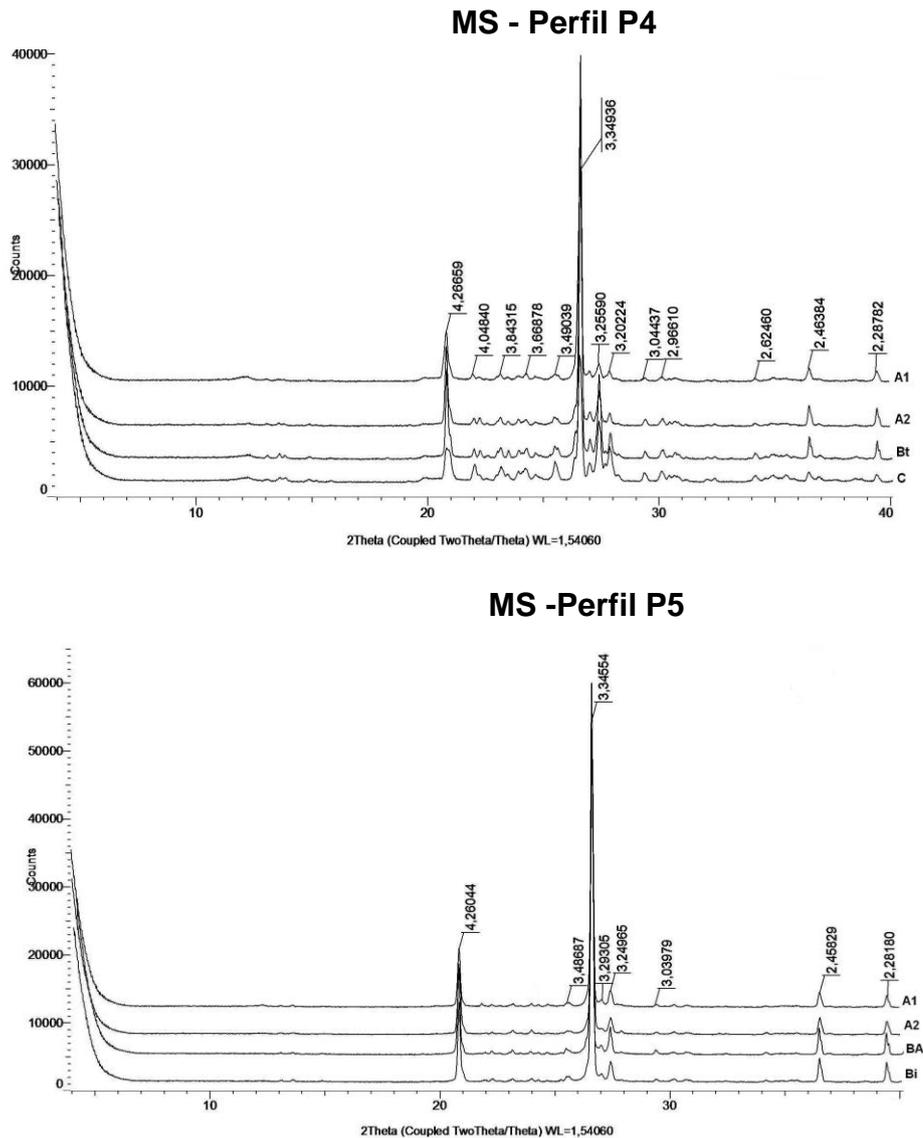


Figura 6. Difratogramas de raios-X da fração silte dos perfis de solos P4 e P5 do Morro Santana. Quartzo = 4,26, 3,34, 3,33, 2,46, 2,45 e 2,28 Å; K -Feldspato =3,84, 3,66, 3,49, 3,48, 3,29, 3,25, 3,24, 3,23, 3,04, 3,03, 2,96, 2,62 Å; Na – Feldspato = 4,04, 3,20 Å.

(Tabela 4 e 5b) que indicaram grau de intemperismo menos avançado em relação aos outros perfis de solos da mesma topossequência e dos perfis de solos do Morro São Pedro. Ou ainda, pode indicar migração por translocação lateral de minerais micáceos provindos do perfil P2.

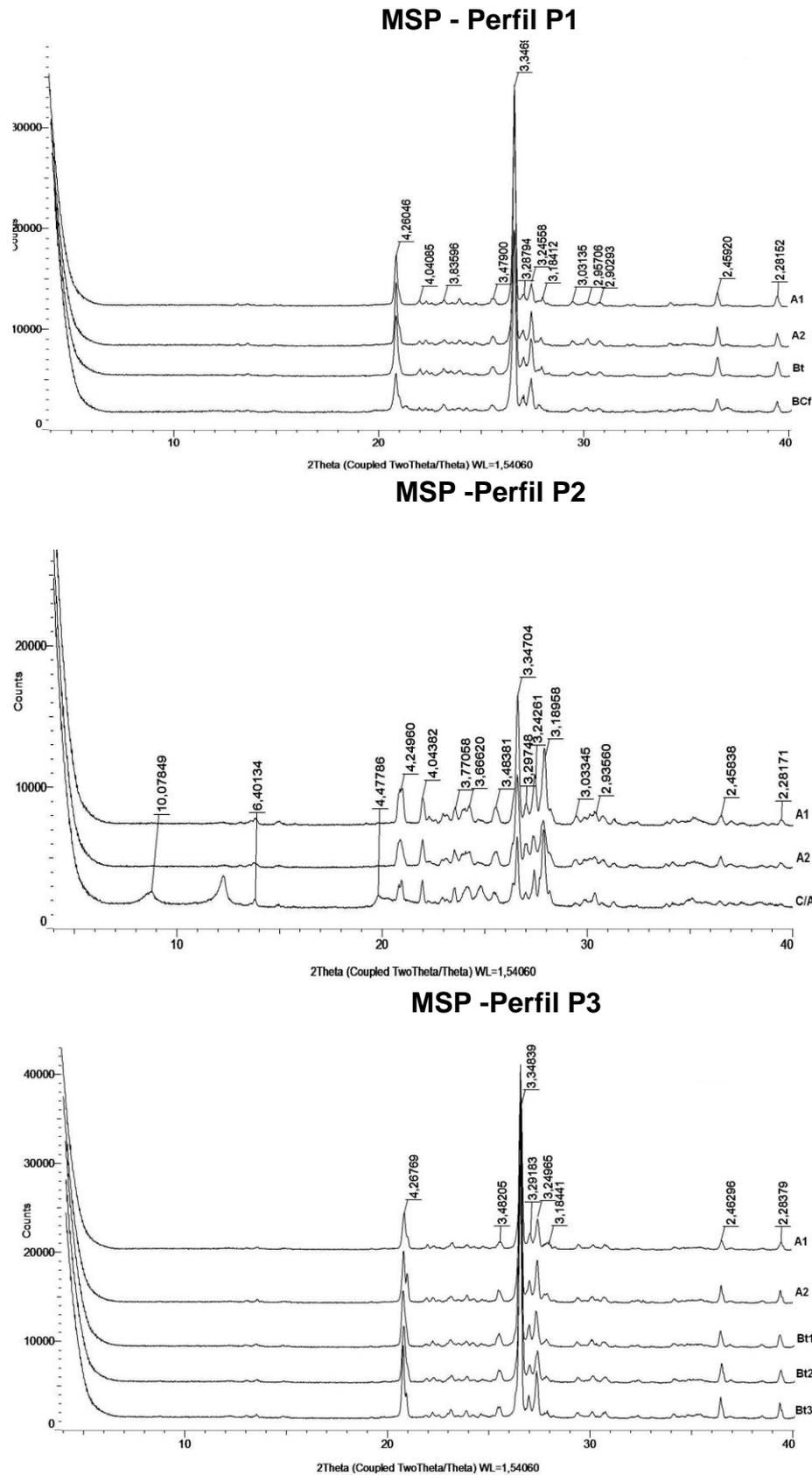
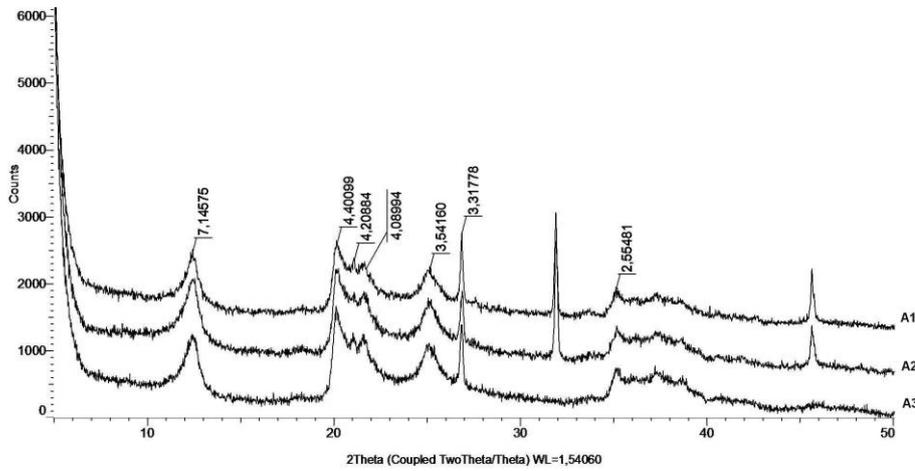


Figura 7. Difratoogramas de raios-X da fração silte dos perfis de solos P1, P2 e P3 do Morro São Pedro. Quartzo = 4,26, 4,24, 3,34, 2,46, 2,45 e 2,28 Å; K -Feldspato =3,83, 3,66, 3,48, 3,47, 3,29, 3,28, 3,24, 3,03, 2,95, 2,93, 2,90 Å; Na - Feldspato = 6,40, 4,04, 3,77, 3,18 Å; Mica = 10,07 Å.

MS Perfil P1



MS Perfil P2

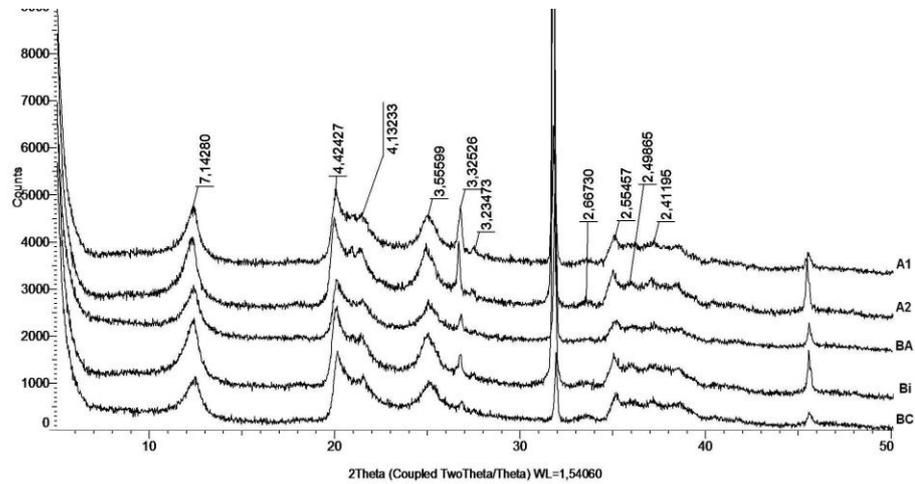


Figura 8. Difratogramas de raios -X da fração argila dos perfis P1 e P2 do Morro Santana. Caulinita $d = 7,14; 4,42, 4,40, 3,55, 3,54, 2,55 \text{ \AA}$; Quartzo $d = 4,20, 3,32, 3,31 \text{ \AA}$; K-Feldspato = $4,06, 4,13 \text{ \AA}$; Rutilo = $3,23, 2,49 \text{ \AA}$. Picos não identificados referem-se a halita.

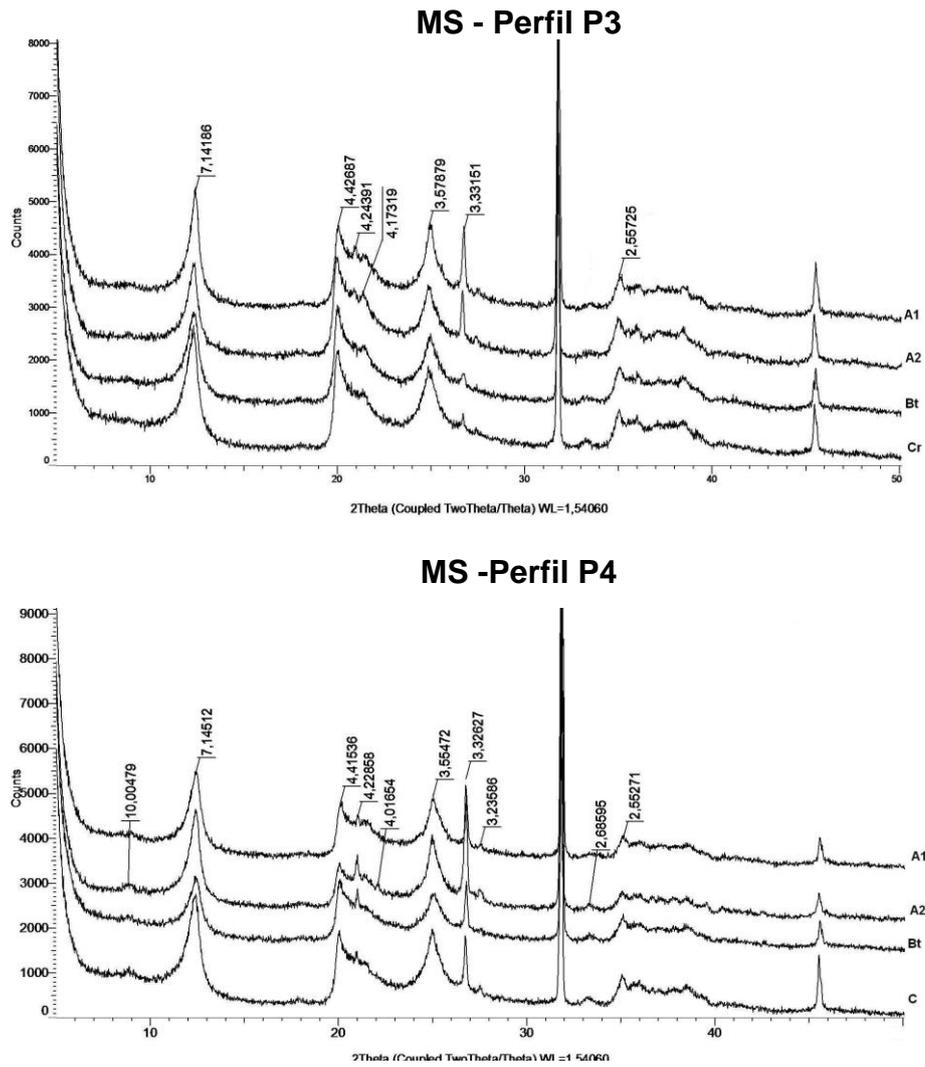


Figura 9. Difratoformas de raios -X da fração argila dos perfis P3 e P4 do Morro Santana. Caulinita $d = 7,14; 4,42, 4,41, 3,57, 3,55, 2,55 \text{ \AA}$; Quartzo $d = 4,24, 3,33, 3,32, \text{ \AA}$; K-Feldspato = $4,17, 4,01 \text{ \AA}$; Rutilo = $3,23 \text{ \AA}$; Mica = $10,00 \text{ \AA}$. Picos não identificados referem-se a halita.

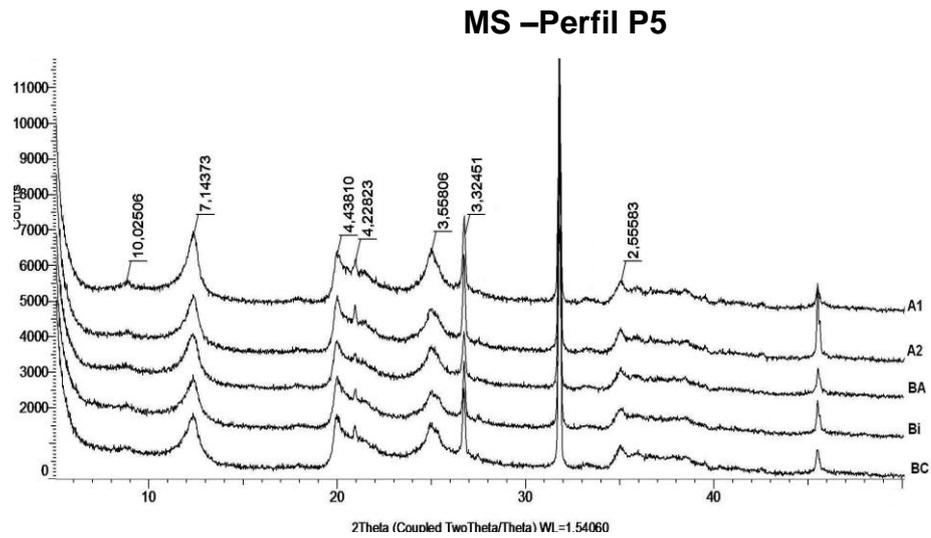


Figura 10. Difratoograma de raios -X da fração argila do perfil P5 do Morro Santana. Caulinita $d = 7,14; 4,43, 3,55, 2,55 \text{ \AA}$; Quartzo $d = 4,22, 3,32, 4,22 \text{ \AA}$; Mica = $10,02 \text{ \AA}$. Picos não identificados referem-se a halita.

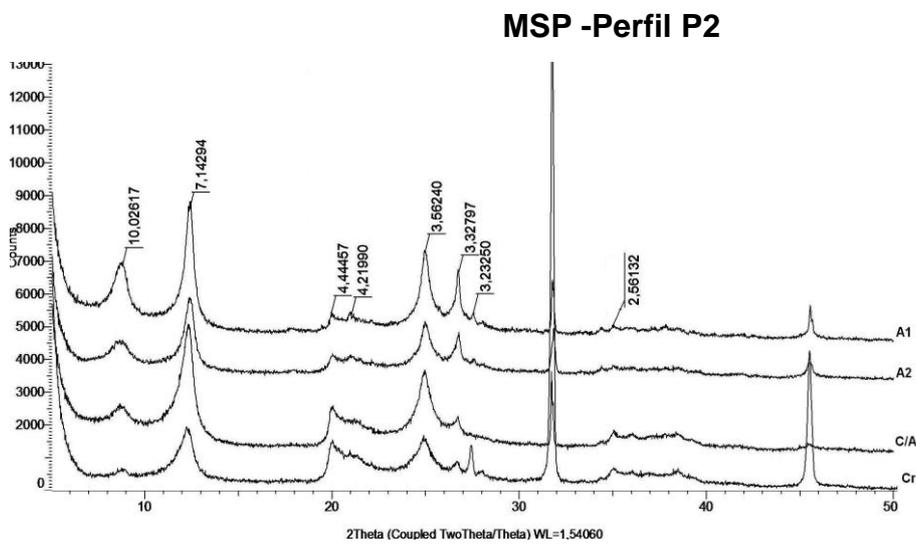
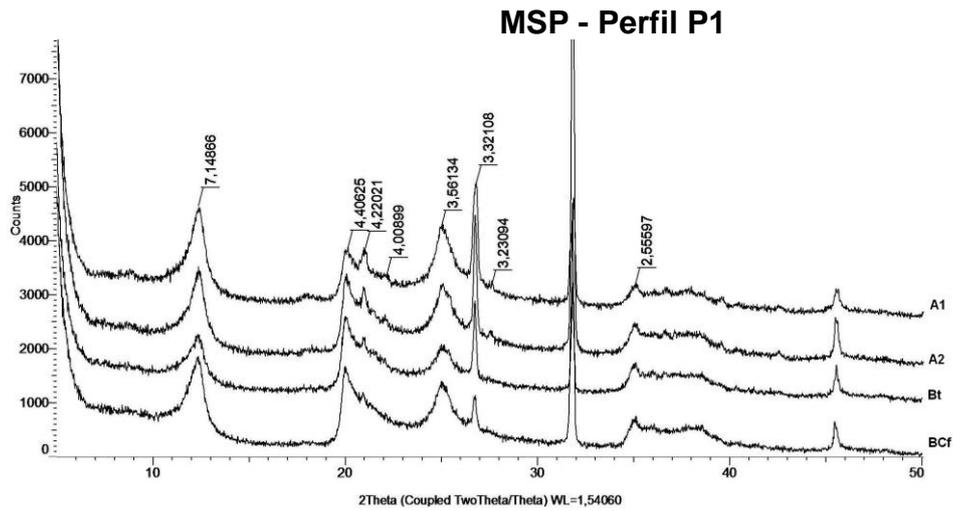


Figura 11. Difratoigramas de raios -X da fração argila dos perfis P1 e P2 do Morro São Pedro. Caulinita $d = 7,14; 4,44, 4,40, 3,56, 2,56, 2,55$ Å; Quartzo $d = 4,22, 3,32$; K-Feldspato = $4,13, 4,00$ Å; Rutilo = $3,23$ Å; Mica = $10,02$ Å. Picos não identificados referem-se a halita.

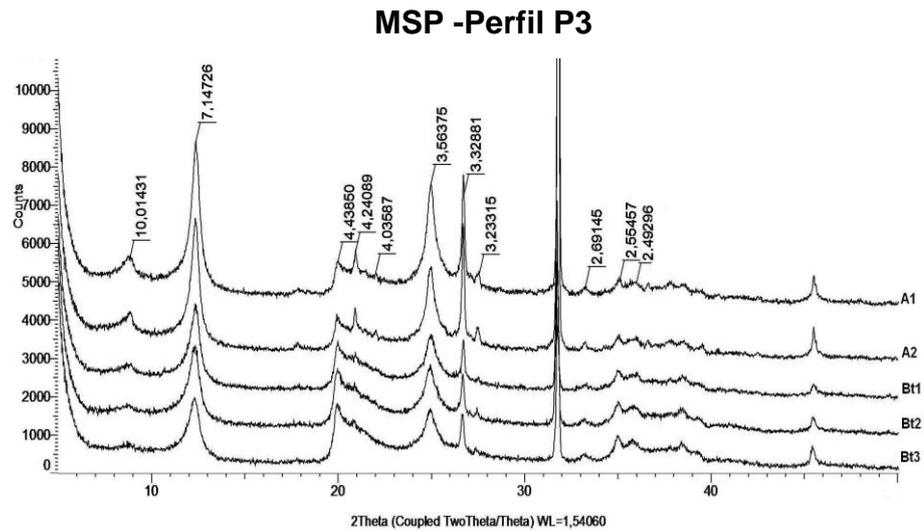


Figura 12. Difratoograma de raios -X da fração argila do perfil P3 do Morro São Pedro. Caulinita $d = 7,14; 4,43, 3,56, 2,55 \text{ \AA}$; Quartzo $d = 4,24, 3,32$; K-Feldspato $= 4,03 \text{ \AA}$; Rutilo $= 3,23, 2,49 \text{ \AA}$; Mica $= 10,01 \text{ \AA}$. Picos não identificados referem-se a halita.

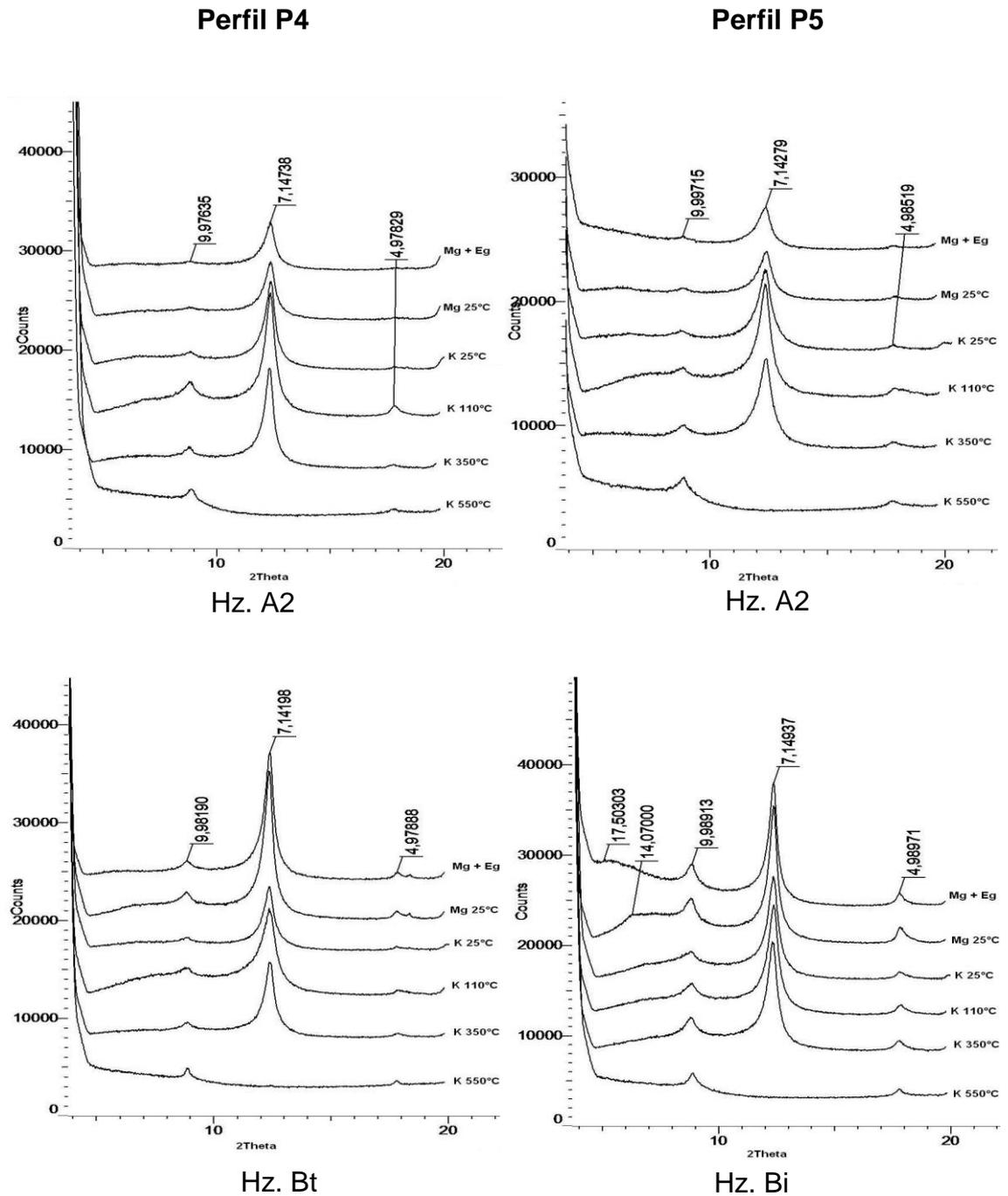


Figura 13. Difratoformas de raios-X das amostras orientadas da fração argila desferrificada dos perfis P4 e P5 do Morro Santana. Caulinita $d = 7,14$; Mica $d = 9,97$ a $9,99$, $4,97$, $4,98$ Å.

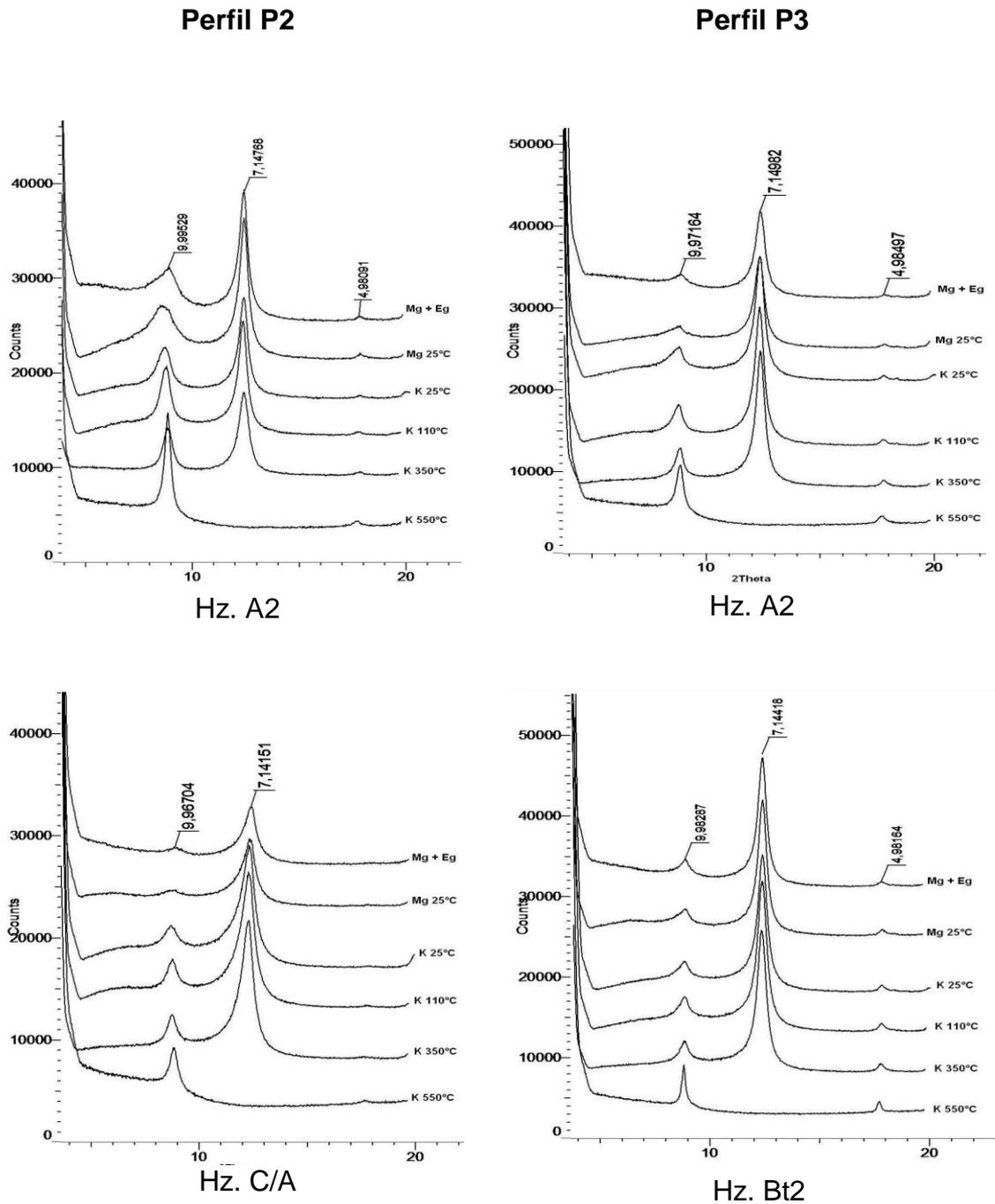


Figura 14. Difratogramas de raios-X das amostras orientadas da fração argila desferificada dos perfis P2 e P3 do Morro São Pedro. Caulinita $d = 7,14$; Mica $d = 9,97, 9,98, 4,98 \text{ \AA}$.

5.7 Micromorfologia

Os perfis de solos estudados nas duas topossequências apresentaram atributos micromorfológicos muito semelhantes. Trata-se de solos com microestruturas em blocos subangulares moderadamente desenvolvidos, com presença marcante de material grosso, representado pelo quartzo, porosidade de 20 a 30% e material fino marcado por fabricas birrefringentes salpicada granida e feições pedológicas de revestimentos (Bullock et al., 1985) (Tabela 6a e b e itens 8.1 e 8.2). No perfil P1 do Morro Santana, o horizonte A3 apresenta distribuição relativa porfírica aberta, onde partículas grossas se distribuem irregularmente em uma massa de material fino (Stoops & Jongerius, 1985) e a microestrutura em blocos subangulares em grau moderado de desenvolvimento (Tabela 6a). A porosidade é do tipo empacotamento composto na maioria, que denota o arranjo de poros comunicantes ou não, que ocorre entre os agregados com faces não acomodadas entre si ou empacotamento composto, cujos poros ocorrem entre grãos e pequenos agregados (Brewer, 1965). O quartzo representa quase que 100% do material grosso, é pobremente selecionado e com grau de alteração de 25 a 75% e com algumas fissuras impregnadas com ferro. Em pontos localizados da lamina ocorrem raros preenchimentos soltos descontínuos provavelmente formados por movimentos do solo que causaram a desagregação de parte da matriz.

No perfil P2 do Morro Santana, quando analisado o horizonte BA percebe-se uma micromorfologia muito semelhante ao perfil P1, no entanto, a microestrutura aparentemente é mais desenvolvida. Os grãos de quartzo dominam e o material fino apresenta coloração mais avermelhada, apresentando ocasionais revestimentos de argila nos poros. No horizonte Bi, nota-se que além de revestimentos de argila nos poros, ocorrem raros preenchimentos densos completos (Figura 15a). Essas feições pedológicas são indicadoras de lessivagem, no entanto não há evolução dos revestimentos e preenchimentos em profundidade, assim como o fato de apresentarem a mesma coloração da matriz mostra que ainda é um processo incipiente.

No perfil P3, os revestimentos são ocasionais no horizonte A2 e no horizonte Bt, os revestimentos são abundantes (10 a 20%) na cor brunada

amarelada, estando de acordo com a cor do material fino do horizonte A2 (Figura 15b). Este fato é um indício forte de iluviação de argila provinda do horizonte A2. Neste perfil de solo foi verificado um forte gradiente de textura e relação argila:argila total crescente em profundidade (Tabela 3), que associados a presença destes revestimentos confirmam a origem iluvial na argila no horizonte Bt. Ainda no horizonte Bt foi verificado que os revestimentos de argila ocorrem associado a presença de feldspatos em alteração (15c), identificados na difratometria de raios -x da fração silte (Figura 5).

No perfil P4, a micromorfologia é muito semelhante aos perfis das cotas superiores da topossequência. No horizonte A2, ocorre a presença de revestimentos de poros ocasionais e no horizonte Bt revestimentos muitos a abundantes. No horizonte Bt do perfil P4, 5% do material grosso é composto por feldspatos em grau de alteração de 25 a 75% (Tabela 6b, Figura 15d), indicando que apesar da atuação do processo pedogenético, mostrado pelos revestimentos e por atributos físicos (relação B/A >2; relação argila fina/argila total crescente em profundidade), o grau de intemperismo no horizonte é moderado. Esta hipótese é sustentada principalmente pela difratometria de raios-x, que aponta picos de feldspatos na fração silte e presença de minerais 2:1 na fração argila (Figuras 6, 9 e 13).

O perfil P5 do Morro Santana apresentou a micromorfologia diferente em relação aos perfis das cotas superiores da topossequência. A distribuição relativa é porfírica fechada (menor espaço entre os agregados) e as microestruturas em blocos subangulares em grau fortemente desenvolvidas (bem desenvolvidas) (Tabela 6b). A porosidade é mais desenvolvida, formada por poros interagradados do tipo cavidades e câmaras e intraagregados formadas por cavidades e fissuras. As cavidades são poros com formas e tamanhos variados e as câmaras são, em geral, cavidades interconectadas (Brewer, 1964). Há também a presença de canais transagregados, que são poros que atravessam agregados primários e secundários formados, provavelmente, por raízes. O quartzo representa quase que 100% do material grosso, e ocorre associado a presença de feldspatos em grau avançado de alteração. No horizonte BA ocorrem muitos revestimentos de poros e ocasionais preenchimentos densos completos, ao passo que no horizonte Bi, os revestimentos de poros são abundantes e os preenchimentos densos

completos são muitos (Figura 15e e f). No entanto, o gradiente textural não foi suficiente para caracterizar o horizonte como Bt e não foi verificada a campo cerosidade, sendo percebida apenas em grau fraco de desenvolvimento. Isto mostra o caráter transicional deste perfil de solo, de Cambissolo para a Argissolo.

Os atributos macromorfológicos do perfil P5 do Morro Santana (Tabela 1) também mostraram maior desenvolvimento da estrutura, em relação aos outros perfis da topossequência, no entanto atributos químicos (Tabela 4) e mineralógicos (Figura 6,10 e 13) são indicadores de grau de intemperismo menos avançado. Santos et al. (2010) também verificaram a presença de revestimentos de argila no horizonte Bi de um Cambissolo, assim como Silva (2013), no entanto, a última autora considerou que a presença de revestimentos e preenchimentos estava relacionada a formação *in situ* de argila.

No perfil P1 do Morro São Pedro, o horizonte A2 mostrou-se com uma microestrutura em blocos subangulares, porém fracamente desenvolvida (Tabela 6c). A relação G/F foi de 3/5 indicando a dominância do material fino. A presença de quartzo é marcante, no entanto, ocorre associado a feldspatos em avançado grau de intemperismo. O material fino apresenta cor amarela devido

Tabela 6. a) Síntese da micromorfologia dos horizontes de interesse dos perfis P1, P2 e P3 do Morro Santana.

Hz	Componentes					Microestrutura	Fundo Matricial			Feições Pedológicas
	MG	MF	P	GF	Dist. Rel.		Porosidade	MG	MF	
	-----%-----						<i>P1 – Neossolo Litólico Distrófico típico</i>			
A3	50	20	30	5/2	Porfírica aberta	Blocos subangulares – mod. desenvolvidos não acomodados	Empacotamento complexo	Quartzo com alteração de 25 a 75%	Cor brunada com, fabricas birrefringentes salpica granida	Preenchimentos solos contínuos raros
							<i>P2 – Cambissolo Háptico Alítico típico</i>			
BA	50	20	30	5/2	Porfírica aberta	Blocos subangulares – bem desenvolvidos não acomodados	Empacotamento composto e cavidades intra agregado	Quartzos com alteração de 25 a 75%	Cor vermelha amarelada com fabricas birrefringentes salpicada granida e poro estriada	Revestimentos de poros típicos ocasionais e nódulos de ferro típicos
Bi	50	20	30	5/2	Porfírica aberta	Blocos subangulares – bem desenvolvidos não acomodados	Empacotamento composto e cavidades intra agregados	Quartzos com alteração de 25 a 75%	Cor vermelha amarelada com fabricas birrefringentes salpicada granida e poroestriada	Revestimentos de poros típicos ocasionais, preenchimentos densos completos raros e nódulos de ferro típicos
							<i>P3 – Argissolo Vermelho Amarelo Alítico abruptico</i>			
A2	50	20	30	5/2	Porfírica aberta	Blocos subangulares – mod. desenvolvidos não acomodados	Empacotamento composto	Quartzos com alteração de 25 a 75% e fedpsatos com mais de 75% de alteração	Cor brunada e fabrica birrefringentes indiferenciada	Revestimentos de poros típicos ocasionais , preenchimentos soltos contínuos raros
Bt	50	20	30	5/2	Porfírica	Blocos subangulares – mod. desenvolvidos não acomodados	Empacotamento composto e cavidades intra agregados	Quartzos com alteração de 25 a 75%	Cor brunada avermelhada com fabricas birrefringentes estriadas ao acaso e poroesirada	Revestimentos de poros típicos abundantes na cor brunada amarelada

Hz= horizontes; MG = material grosso; MF= material fino; Dist. Rel. = distribuição relativa; mod = moderado

Tabela 6. b). Síntese da micromorfologia dos horizontes de interesse dos perfis P4 e P5 do Morro Santana.

Hz	Componentes				Dist. Re.	Microestrutura	Fundo Matricial			Feições Pedológicas
	MG	MF	P	GF			Porosidade	MG	MF	
-----%-----										
<i>P4 - Argissolo Amarelo Eutrófico abrupático</i>										
A2	60	20	20	3/1	Porfírica aberta	Blocos subangulares – mod. desenvolvidos não acomodados	Empacotamento complexo e cavidades intra agregados	Quartzos com alteração de 25 a 75%	Cor brunada com fabricas birrefringentes salpicada granida e granuloestriada	Revestimentos de poros típicos ocasionais, preenchimentos soltos descontínuos muitos e hiporrevestimentos de grãos ocasionais
Bt	50	20	30	5/2	Porfírica aberta	Blocos subangulares – mod. desenvolvidos não acomodados	Empacotamento complexo e cavidades e camaras intra agregados	Quartzos com alteração de 2,5 a 25% e feldspatos com alteração de 25 a 75% de	Cor brunada com fabricas birrefringentes granuloestriadas	Revestimentos de poros típicos muitos, preenchimentos soltos contínuos ocasionais, hiporrevestimentos de grãos ocasionais e nódulos de ferro típicos
<i>P5 -Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico</i>										
BA	30	50	20	3/5	Porfírica fechada	Blocos subangulares – bem desenvolvidos não acomodados	Interagregados cavidade e camaras e intragregados cavidades e fissuras	Quartzos e feldspatos com alteração de 25 a 75%	Cor vermelha com fabricas birrefringentes poroestriadas e granuloestriadas	Revestimentos de poros típicos muitos, preenchimentos densos completos ocasionais, hiporrevestimentos de grãos muitos e nódulos de ferro típicos
Bi	30	50	20	3/5	Porfírica fechada	Blocos subangulares – bem desenvolvidos não acomodados	Interagregados cavidade e camaras e intragregados cavidades e canais transagregados	Quartzos fespatos com alteração de 25 a 75%	Cor vermelha com fabricas birrefringentes salpicada granida, poroestriadas, granuloestriadas e monoestriadas	Revestimentos de poros típicos e crescentes abundantes, preenchimentos densos completos muitos, hiporrevestimentos de grãos muitos e nódulos de ferro típicos

Hz= horizontes; MG = material grosso; MF= material fino; Dist. Rel. = distribuição relativa; mod = moderado

Tabela 6. c) Síntese da micromorfologia dos horizontes de interesse dos perfis P1, P2 e P3 do Morro São Pedro.

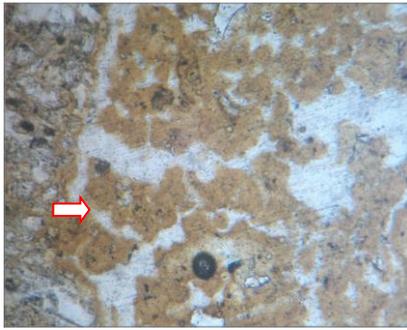
Hz	Componentes					Dist.Rel.	Microestrutura	Fundo Matricial			Feições Pedológicas
	MG	MF	P	GF	Porosidade			MG	MF		
-----%-----											
<i>P1 – Argissolo Bruno Acinzentado Distrófico úmbrico</i>											
A2	30	50	20	3/5	Porfírica fechada	Bl.subangulares – bem desenvolvidos não acomodados	Inter. cavidade e camaras e intra cavidades e fissuras	Quartzos e feldspatos com alteração de 25 a 75%	Cor amarela com fabricas birref. salpicada granida e estriadas	Revestimentos de poros típicos raros, preenchimentos e nódulos de ferro típicos	
<i>P2 - Neossolo Regolítico Eutrófico típico</i>											
A2	50	25	25	2/1	Porfírica fechada	Bl.subangulares – fracamente desenvolvidos não acomodados	Inter. cavidade e camaras e intra. cavidades e fissuras	Quartzos, feldspatos e micas com alteração de 25 a 75%	Cor amarela avermelhada com fabricas birref. salpicada granida	Preenchimento solto contínuo ocasional e nódulos de ferro típicos	
C/A	60	15	25	4/1	Quitônica	Apedal	Empacotamento complexo fechado	Quartzos com alteração de 2,5 a 25%, feldspatos e micas com alteração de 25 a 75%	Cor vermelha amarelada com fabricas birref.indiferenciadas	Revestimentos de poros típicos ocasionais e nódulos de ferro típicos	
<i>P3 - Argissolo Vermelho Eutrófico abruptico</i>											
A2	50	30	20	5/3	Porfírica fechada	Bl. subangulares – bem desenvolvidos não acomodados	Inter.cavidade e camaras e intra. cavidades e canal transagredados	Quartzos e feldspatos com alteração de 25 a 75%	Cor vermelha com fabricas birref. salpicada granida e granuloestriadas	Revestimentos de poros típicos muitos, preenchimentos densos completos ocasionais	
Bt2	35	40	25	7/8	Porfírica fechada	Bl.subangulares – bem desenvolvidos não acomodados	Inter. cavidade e camaras e intra. cavidades e fissuras	Quartzos e feldspatos com alteração de 25 a 75%,	Cor vermelha com fabricas birref. salpicada granida e estriadas	Revestimentos de poros típicos abundantes, preenchimentos densos completos muitos	

Hz= horizontes; MG = material grosso; MF= material fino; Dist. Rel. = distribuição relativa; bl.= blocos; inter= interagregados; intra= intraagregados; birref = birrefringente,

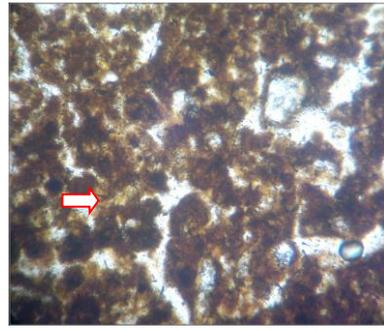
a condição de drenagem mais impedida, em relação aos outros perfis de solos e a presença de revestimentos de argila nos poros é rara.

O horizonte A2 do Perfil P2 também apresentou uma microestrutura fracamente desenvolvida, mostrada por blocos subangulares e porosidade representada por câmaras e cavidades inter e intraagregados. O baixo grau de evolução pedogenética deste perfil fica evidente na análise do material grosso, sendo o quartzo dominante, no entanto presença de feldspatos e micas e ocupam em torno de 20% da secção analisada (Figura 16a e b). A presença desses minerais foi constatada também na análise mineralógica (Figura 7, 11 e 14). No horizonte C/A 60% da lamina é constituída por material grosso, microestrutura é em grãos simples (apedal) e porosidade do tipo empacotamento complexo. Dentre o material grosso, há quartzos que dominam, feldspatos em graus de alteração variados e micas (estes dois últimos somam 30% do material grosso), assim como presença de nódulos de ferro. Há presença de revestimentos de argila nos poros e grãos, indicando uma migração de argila no perfil de solo, sendo um bom indicativo de ocorrência de lessivagem ocorrendo em solo ainda em estágio de desenvolvimento incipiente (Figura 16c e d).

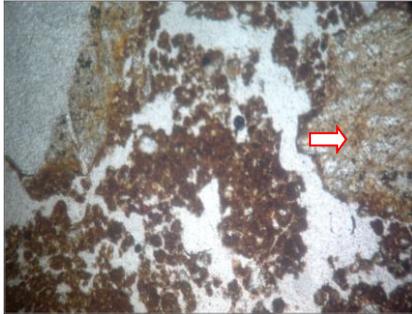
No perfil P3, tanto o horizonte A2, como o horizonte Bt2 são muito semelhantes ao perfil P5 do Morro Santana. A microestrutura é em blocos subangulares bem desenvolvidos, com porosidade de câmaras e cavidades, tanto inter como intraagregados e há ocorrência de transagregado em forma de canal no horizonte A2. O material grosso é composto basicamente por quartzos que ocorrem juntamente com feldspatos em diferentes graus de alteração. No horizonte A2 verifica-se a presença de revestimentos e preenchimentos de 5 a 10% (Figura 16e), ao passo que no horizonte Bt2 estes são abundantes (10 a 20%) (Figura 16f). Os revestimentos e preenchimentos apresentam cor vermelha, mesma cor da matriz, no entanto no horizonte Bt2 apresentam um grau de laminação indicando que sua formação ocorreu em etapas, sugerindo o caráter iluvial da argila.



a)P2Bi -Revestimento do poro (10x)



b)P3Bt Revestimento do poro (10x)-



c)P3Bt – Feldspato em alteração (2,5x)-



d)P4Bt – Feldspato em alteração (10x)-

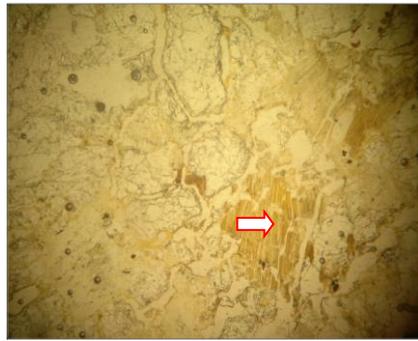


e) P5Bi – Revestimento do poro (10x)

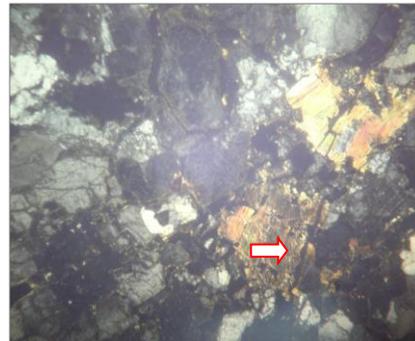


f) P5Bi – Revestimento do poro (10x - XLP)

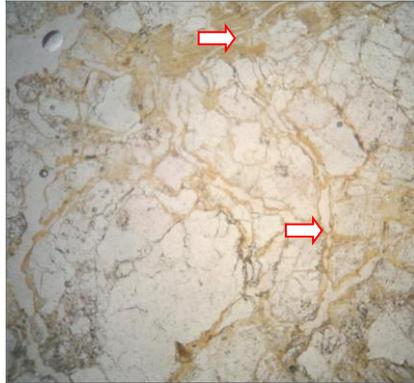
Figura 15. Fotomicrografias dos horizontes de interesse dos perfis de solos do Morro Santana – XLP = luz polarizada.



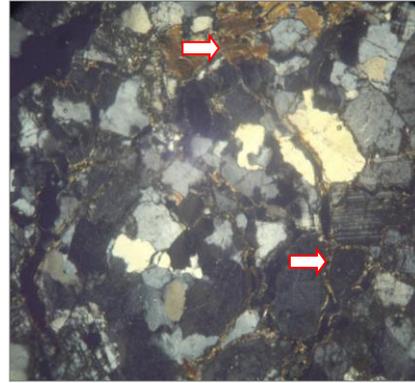
a) P2A2- Mica em alteração (2,5x)



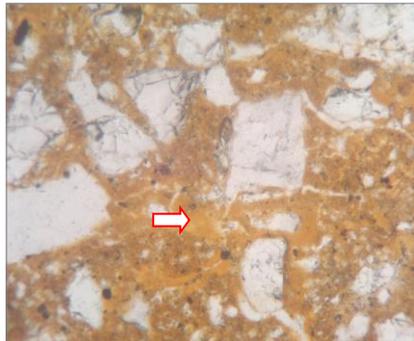
b) P2A2- Mica em alteração (2,5x - XLP)



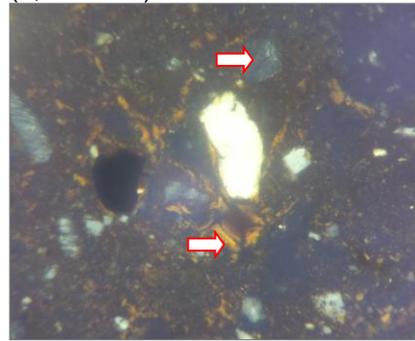
c) P2C/A – Micas e revestimentos (2,5x)



c)P2C/A –Micas, feldspatos e revestimentos (2,5x - XLP)



d) P3A2.- Revestimentos (10x)



e)P3Bt2 – Revestimentos e feldspatos (10x - XLP)

Figura 16. Fotomicrografias dos horizontes de interesse dos perfis de solos do Morro São Pedro – XLP = luz polarizada.

5.8 Gênese e Classificação dos solos

O perfil P1 da topossequência do Morro Santana, localizado no topo do morro em uma situação de declividade de 12%, apresentou horizonte A moderado, ausência de horizonte B pedogenético e a profundidade não ultrapassou os 50 cm. O caráter distrófico deste solo levou à classificação no SiBCS (EMBRAPA, 2013) em Neossolo Litólico Distrófico típico e corrobora

com o Levantamento Semidetalhado de solos de Porto Alegre (Schneider et al., 2008), que indica ocorrência de Neossolos nos topos dos morros graníticos.

O perfil P2, classificado como Cambissolo Háplico Alítico típico localizado na encosta superior com 13% de declividade apresentou horizonte A moderado e uma relação B/A de 1,65 sendo insuficiente para caracterizar como um horizonte B textural. No entanto, apesar de ser um perfil de solo com baixo grau de desenvolvimento pedogenético, alguns atributos químicos mostraram um grau mais avançado de intemperismo, como o caráter alítico (que o classificou em 3º nível categórico), alta acidez, baixa saturação por bases, maiores teores das formas de ferro (Fe_s e Fe_d), relação Fe_d/Fe_s , onde os valores são próximos a 1,0, assim como a mineralogia apontou para um perfil de solo com predominância de caulinita e quartzo. A posição na paisagem em que se encontra pode estar favorecendo um maior fluxo de água, acelerando processos de hidrólise e lixiviação. A análise da micromorfologia do horizonte BA e Bi apontaram revestimentos dos poros, indicando processo de iluviação em evolução. Esta característica associada a relação B/A de 1,65 conferem a este perfil um caráter argilúvico.

O perfil P3, localizado na encosta média da topossequência, foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Alítico abrupto e o perfil P4, localizado na encosta inferior, como Argissolo Amarelo Eutrófico típico. Estes dois perfis apresentaram A moderado, cores amareladas e relação B/A maior que 1,9, suficiente para classificar como horizonte B textural. Nestes, as características morfológicas indicadoras de um grau de desenvolvimento pedogenético pouco avançado (visualizado pela pequena espessura, cores variegadas, estruturas fracamente desenvolvidas e presença de minerais primários alteráveis no horizonte Bt) ocorrem concomitantemente a atributos químicos ($Fe_d/Fe_s > 0,8$, $CTC_{pH7} < 17 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e mineralogia da fração argila indicadores de maior intemperismo. A micromorfologia também mostra uma microestrutura fracamente desenvolvida, no entanto há revestimentos de argila nos poros, indicando processos de iluviação. Ambos encontram-se em situações de declividade maior que 20%, podendo estar facilitando os fluxos de água no perfil mais intensamente, mobilizando e translocando as partículas (argila) a ponto do desenvolvimento do gradiente de textura se efetivar.

Entretanto, maior desenvolvimento morfológico não ocorre devido às taxas de pedogênese se equivalerem às taxas de erosão natural.

O perfil P5, no sopé do morro Santana, foi em declividade de 8% foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico. Apresentou características morfológicas diferentes, em relação aos perfis das cotas superiores da topossequência. As cores são mais vermelhas (matizes mais vermelhas que 5YR), estruturas bem desenvolvidas e maior espessura do solum. Porém a relação B/A não foi suficiente para caracterizar um horizonte B textural, assim como a cerosidade verificada foi pouca e fraca. A microestrutura, os atributos químicos e mineralógicos indicaram menor grau de intemperismo para este perfil, mostrado por alta saturação por bases ($> 50\%$), relação Fe_d/Fe_s inferior a 0,7 e mineralogia com presença de minerais alteráveis (feldspatos e micas). A posição na paisagem pode ter favorecido o recebimento de sedimentos das cotas mais altas da topossequência, assim como proporcionou maiores taxas de pedogênese. No entanto, o intemperismo químico pode ter atuado mais lentamente devido às taxas de passagem de água no perfil (infiltração) ser mais limitada pela paisagem. Assim como no P2, a presença de revestimentos de argila no horizonte BA e Bi do perfil P5 e a relação B/A de 1,41 são indicativas de um caráter argilúvico. Isso justificaria a inclusão do subgrupo Argissólico na ordem dos Cambissolos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013).

Na topossequência do morro São Pedro, o perfil P1, localizado em uma área de relevo plano côncavo, no topo do morro apresentou forte gradiente textural ($B/A > 1,89$). Esta condição pode ter favorecido, além do processo de iluviação de argila, formação de zonas de oxi-redução, responsável pela formação de plintita ocupando menos de 5% do horizonte BC. O solo foi classificado como Argissolo Bruno Acinzentado Distrofíco úmbrico devido a apresentar matizes mais amarelas que 5YR no horizonte B e valores e cromas menores que 4, sendo mais escurecido que seu horizonte subjacente (BCf) e caráter distrófico. O horizonte A foi classificado como proeminente. Os atributos químicos mostraram menor evolução pedogenética deste perfil e menor grau de cristalinização dos óxidos, mostrado por uma maior relação Fe_o/Fe_d e presença de maiores teores de Al_o . Neste perfil de solo, além da

lessivagem atuando como principal processo de formação, é possível que esteja ocorrendo ferrólise em estágio inicial de desenvolvimento.

O perfil P2, localizado na encosta superior do morro São Pedro, foi identificado um Neossolo Regolítico Eutrófico típico, pois não apresentou horizonte B pedogenético e o contato lítico foi a uma profundidade superior a 50 cm. Na condição de relevo em que se encontra o perfil P2 (declividade de 25%), diferentemente de como ocorreu no Morro Santana, se manifestou uma pedogênese e intemperismo em grau fraco a moderado, mostrado pelas características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas. O menor grau de desenvolvimento desde perfil de solo pode ser associado a um menor grau de fraturamento do material de origem.

Na encosta inferior da topossequência, com declividade de 15% foi identificado o perfil P3 como Argissolo Vermelho Eutrófico abrupto. Este solo apresentou forte gradiente textural (relação B/A > 2,5) mostrado por uma mudança textural abrupta, cores vermelhas e presença de cerosidade. O caráter eutrófico sugere recebimento de cátions solúveis na solução, das cotas mais altas da topossequência. A presença de micas mais expressiva nos horizontes superficiais pode ser um indicativo deste processo. Maiores fluxos de água no perfil de solo podem ser responsáveis por um desenvolvimento mais acelerado do processo pedogenético, ficando evidente a atuação marcante da lessivagem na análise micromorfológica que mostra grande parte da secção observada do horizonte Bt2 ocupada por revestimentos e preenchimentos de argila. No entanto os atributos químicos mostraram um grau de intemperismo menos avançado em comparação aos perfis de solos localizados nas encostas do morro Santana. Assim como nos perfis P3 e P4 do morro Santana, a alta relação B/A e revestimentos de argila nos horizontes Bt do perfil P3 do morro São Pedro, associados à presença de minerais primários alteráveis visíveis justificariam a inclusão do subgrupo Cambissólico na ordem dos Argissolos do SiBCS (EMBRAPA, 2013).

6 CONCLUSÕES

- Predomínio de solos com gradiente textural, e ao que indicam os atributos morfológicos, físicos, químicos, mineralógicos e micromorfológicos (presença de cerosidade comum e pouca, relação textural $> 1,7$ associado a menores valores de grau de flocculação nos horizontes A2, ausência de indícios de descontinuidade litológica, mineralogia da fração argila caulínica e presença de revestimentos e preenchimentos de argila nos horizontes B e seus transicionais) com origem no processo de lessivagem. Em uma situação de relevo plano côncavo há indicativos de contribuição do processo de ferrólise, assim como nas posições de menores cotas, recebimento de partículas translocadas lateralmente.

- Atributos químicos (relação Fed/Fes superior a 0,7) apontam para um maior grau de intemperismo nos perfis de solos do Morro Santana, entretanto o perfil P5 concilia atributos químicos e mineralógicos de menor grau de intemperismo, com características que mostram maior desenvolvimento pedogenético. Os perfis de solos do Morro São Pedro, assim como, o perfil P5 do Morro Santana, mostraram menor evolução do intemperismo, marcado pela relação Fed/Fes inferior a 0,7, índice Ki maior que 2,2 e alta saturação por bases ($V > 50\%$). A mineralogia apontou presença de minerais alteráveis na fração silte e argila (feldspatos e micas), assim como presença de argilominerais 2:1 na fração argila, corroborando com o menor grau de desenvolvimento pedogenético destes perfis.

- No topossequência do Morro Santana foi identificado no topo Neossolo Litólico (P1), na encosta superior e no sopé, Cambissolo Háptico com caráter argiluvico, marcado pela presença de relação $B/A > 1,4$ e revestimentos e preenchimentos de argila (P2 e P5). Nas encostas média e inferior foram identificados Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Amarelo (P3 e P4). Na topossequência do morro São Pedro um Argissolo Bruno Acinzentado foi identificado no topo plano côncavo (P1) e Neossolo Regolítico na encosta superior (P2). Na encosta inferior identificou-se um Argissolo Vermelho com caráter cambissólico, e este caráter marcado, principalmente, pela presença de minerais alteráveis (P3).

- Com base nos atributos dos perfis de Cambissolos do Morro Santana (P2 e P5), que apresentam caráter argilúvico, sugere-se ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS a inclusão do subgrupo Argissólico na Ordem dos Cambissolos e com base nos atributos dos perfis de Argissolos (P3 e P4 do Morro Santana e P3 do Morro São Pedro), que apresentam B textural pouco espessos com presença de minerais primários alteráveis visíveis sugere-se a inclusão do subgrupo Cambissólico na Ordem dos Argissolos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.A. **Degradação do topo do horizonte B de um Podzólico Vermelho-Amarelo abrupto da Planície Costeira do RS.** 1992. 152 f. Tese (Doutorado) -Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.

ALMEIDA, J.A.; KLAMT, E.; KÄMPF, N. Gênese do contraste textural e da degradação do horizonte B de um Podzólico Vermelho-Amarelo da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas v. 21, n.2, p.1221-1233, 1997.

ANJOS, L.H.C.; FRANZMEIER, D.P; SCHULZE, D.G. Formation of soil with plinthite on a toposequence in Maranhão State, Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 64, p. 257-279. 1995.

BASTOS, C.A.B. **Mapeamento de caracterização geomecânica das unidades geotécnicas de solos oriundos de granitos, gnaisses e migmatitos de Porto Alegre.** 1991. 156 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

BORTOLUZZI, E.C.; PERNES, M.; TESSIER, D. Mineralogia de partículas envolvidas na formação de gradiente textural em um Argissolo subtropical. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p. 997-1007, 2008.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul.** Recife: DNPEA-MA, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).

BRINDLEY, G.W.; BROWN, G. **Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification.** London: Mineralogical society, 1980. 493 p.

BRINKMAN, R. Ferrollysis, a hidromorphic soil forming process. **Geoderma**, Amsterdam, v. 3, p.199-206, 1970.

BULLOCK, P. et al. **Handbook for soil thin section description.** Albrington: Waine Research, 1985. 152p.

BUOL, S.W. et al. **Soil genesis and classification**. 4.ed. Iowa, USA: Panima, 1997. 527 p.

CASTRO, S.S. de et al. Micromorfologia do solo: bases e aplicações. **Tópicos em ciência do solo**, Viçosa, v.3, p.107-164. 2003.

COELHO, M.R.; VIDAL-TORRADO, P. Caracterização e gênese de perfis plínticos desenvolvidos de arenito do grupo Bauru. I – química. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p. 483-494. 2003.

CORRÊA de MEDEIROS, P.S. et al. Caracterização e classificação de solos graníticos em topossequência na região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1210-1217, 2013.

CORRÊA de MEDEIROS, P.S. **Processos pedogenéticos, caracterização e classificação de solos em topossequência granítica na Região Sudeste de Porto Alegre**. 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

CHURCHMAN, G.F. The alteration and formation of soils minerals by weathering. In: SUMMER, M.E (Ed). **Handbook of soil science**. Washington D.C.: CRC Press, 1999. p. F3 F59.

DUCHAUFOR, P. **Pedology: pedogenesis and classification**. London: George, Allen, and Unwin, 1982. 448 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 221p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. 3 ed. Brasília, 2013. 353p.

FAIVRE, P. **Lessivage et planosolisation dans les séquences de sols caractéristiques des milieux intrandins de Colombie (Amérique du Sud)**. 1988. Thèse (Doct.) - Etat Un. Nancy, U.E.R – G.S.M., 1988.

FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **Soil morphology, genesis, and classification**. New York: John Wiley e Sons, 1989.

FUJIMOTO, N. S. V. M.; DIAS, T. S. Elaboração do mapa geomorfológico do município de Porto Alegre – RS. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v.34, n.2, p. 113-138. 2012.

HALL, G. F. **Pedology and geomorphology**. In: PEDOGENESIS and soil taxonomy. New York (USA): Elsevier, 117-140. 193. p.

HILLEL, D. **Environmental soil physics**. New York: Academic Press, 1998. 770p.

HUGGET, R.J. Lateral translocation of soil plasm through a small valley basin in the Northaw Great Wood, Hertfordshire. **Earth Surface Process**, Philadelphia, v.1, p.99 – 109, 1976.

JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis: advanced course**. 2.ed. Madison, 1965. 991p.

JAMAGNE, M. Les processus pédogénétiques dans une séquence évolutive rogressive sur formations limoneuses loessiques en zone tempérée froide et humide. **Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences**, Paris, v. 286, n.1, p. 25-27, 1978.

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

KAPLAN, D.I. et al. Soil-bourne mobile colloids as influenced by water flow and organic carbon. **Environmental Science and Technology**, Boca Raton, v.27, p. 1193–1200, 1993.

KAMPF, N.; SCHWERTMANN, U. Goethite and hematite in a climosequence in Southern Brasil and their application in classification of Kaolinitic soils. **Geoderma**, Amsterdam, v.29, p. 27 – 39, 1983.

KÄMPF, N.; CURI, N. Óxidos de ferro: indicadores de ambientes pedogênicos. **Tópicos em ciência do solo**, Viçosa, v.1, p.107-138, 2000.

KAMPF, N. et al. Metodologia para classificação de solos quanto à resistência a impactos ambientais decorrentes da deposição final de resíduos. **FEPAM em Revista**, Porto Alegre, v.2, n.1, p. 11-17, 2008.

MAFRA, A.L. et al. Pedogênese de uma seqüência de solos desenvolvidos de arenito na região de Piracicaba (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.355-369, 2001.

MCKEAGUE, J.A. et al. Evaluation of criteria for argillic horizons (Bt) of soil in Canada. **Geoderma**, Amsterdam, v. 25, p. 63-74, 1981.

MEHRA, O.P.; JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. **Clays and Clay Minerals**, Oxford, v.7, p.317- 327, 1960.

MELO, V. F. et al. Reserva mineral e caracterização mineralógica de alguns solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.2, p. 159-164, 1995.

MIGUEL, P. **Caracterização pedológica, uso da terra e modelagem da perda de solo em áreas de encosta do Rebordo do Planalto do RS**. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

OLIVEIRA, J.B. **Pedologia aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 414p.

OLIVEIRA, L.B. et al. Mineralogia, micromorfologia e gênese de solos planossólicos do Sertão do Araripe, Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.4, p.665-678, 2004.

OLIVEIRA, L.B. et al. Micromorfologia e gênese de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.6, p.2407-2423, 2008.

PARFITT, R.L.; CHILDS, C.W. Estimation of forms of Fe and Al: A review, and analysis of contrasting soils by dissolution and Mossbauer methods. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v.26, p.121-144, 1988.

PHILLIPS, J.D. Development of texture contrast soils by combination of bioturbation and translocation. **Catena**, Amsterdam, v.70, n.1, p. 92-104, 2007.

PHILIPP, R.P. Geologia de Porto Alegre. In: DIAGNÓSTICO Ambiental de Porto Alegre: Geologia, Solos, Drenagem, Vegetação/ Ocupação e Paisagem. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008. 84p.

QUÉNARD, L. et al. Lessivage as a major process of soil formation: a revisitation of existing data. *Geoderma*, Amsterdam, v.167/168, p. 135–147, 2011.

RESENDE, M. et al. **Mineralogia de solos brasileiros: interpretações e aplicações**. Lavras: Editora UFLA, 2005.192p.

RIBEIRO, M.V. **Mineralogia da fração grosseira de Latossolos sob cerrado do município de Rio Paranaíba-MG**. Lavras: ESAL, 1980. 51p.

SIMAS, F.N.B. et al. Chemistry, mineralogy and micropedology of highland soils on crystalline rocks of Serra da Mantiqueira, southeastern Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v.125, p.187-201. 2005.

SETUBAL R. B. **Vegetação campestre subtropical de um morro granítico no Sul do Brasil, Morro São Pedro, Porto Alegre, RS**. 2010. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista da Pós-Graduação de USP**, São Paulo, n.6, p.17-29,1992.

SANTOS, A.C. et al. 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**, Viçosa. V.34,n.4. p.1297-1314, 2010.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2005. 100 p.

SCHAETZL, R. Lithologic discontinuities in some soils on drumlins theory, detection, and application. **Soil Science**, Baltimore, v.163, n.7, p. 570-590, 1998.

SCHNEIDER A.W.; LOSS, E.L.; PINTO J.L. **Mapa geológico da folha de Porto Alegre, RS**. Escala 1:50000. Porto Alegre: Instituto de Geociências UFRGS, Brasília : CNPq, 1974.

SCHNEIDER, P.; KLAMT, E; GIASSON, E. **Morfologia do Solo**: subsidio para caracterização e interpretação de solos a campo. Guaíba: Agrolivros, 2007. 72p.

SCHNEIDER, P.; KLAMT, E.; KÄMPF, N.; GIASSON, E. Solos de Porto Alegre. In: **Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre: Geologia, Solos, Drenagem, Vegetação/ Ocupação e Paisagem**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008. 84p.

SCHWERTMANN, U. Differenzierung der eisenoxide des bodens durch extraction mit ammoniumoxalat-lösung. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, Berlin, v.105, p.194-202, 1964.

SCHWERTMANN, U.; KÄMPF, N. Óxidos de ferro jovens em ambientes pedogenéticos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.3, p. 251-255, 1983.

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R. M. Iron oxides. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. (Ed.). **Minerals in soil environments**. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 379 – 438.

SILVA, M.S.L. da. **Caracterização e gênese do adensamento subsuperficial em solos de tabuleiro do semi-árido do Nordeste do Brasil**. 2000. 127f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SILVEIRA, R.J.C da. **Variabilidade das características de solos e relações solo superfície geomórfica na encosta do Sudeste do Rio Grande do Sul**. 1984. 139f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1984.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS, UFRGS, 2008. 116 p.

8 APÊNDICES

8.1 *Descrição morfológica dos perfis de solos do Morro Santana*

Perfil P1 - Neossolo Litólico Distrófico típico A moderado

LOCALIZAÇÃO: 30°3'11,53"S - 51°7'31,06" O

DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL: Declividade de 12%, sob campo sujo

ALTITUDE: 310 m

LITOLOGIA: Rochas ígneas intrusivas

MATERIAL ORIGINÁRIO: Granito

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado

EROSÃO: Laminar fraca

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta estacional semidecidual

USO ATUAL: Área de conservação, campo sujo – pinus, caraguatás, vassouras (*nome científico*)

DESCRITO E COLETADO POR: Paula Suélen Corrêa de Medeiros, Paulo César do Nascimento, Luis Fernando da Silva e Israel Rosa Machado

DATA: 04 de novembro de 2011

Descrição Morfológica

A1 0-12 cm; 7,5 YR 3/3 (úmida); franca ; fraca, muito pequena, granular/grãos simples; friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

A2 12-21 cm; 7,5 YR 2,5/2 (úmida); franca; fraca, muito pequena, granular/grãos simples; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

A3 21-32 cm; 5 YR 3/2 (úmida); franca; fraca, muito pequena, blocos subangulares/ grãos simples; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e plana.

CR 32 – 40+ cm; variegada (5 YR 7/6; 7,5 YR 6/8); areia;maciça; extremamente firme, não plástica e não pegajosa

CASCALHO: muito cascalhento no A1, A2 e A3 (difícil percepção da textura e da consistência devido a presença de cascalho).

RAÍZES: Muitas no A1, A2 e A3.

OBSERVAÇÕES: Não foi verificado presença de cerosidade em nenhum dos horizontes



Alegre -RS.

PERFIL P1

Símbolo	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (g Kg ⁻¹)				Cascalho (%)	Argila Dispersa (g Kg ⁻¹)	Grau de Flocluação (%)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila			
A1	0-12	466	119	207	209	31	114	45
A2	12-21	378	91	290	241	48	102	58
A3	21-32	501	78	172	249	40	109	56

Ataque por H ₂ SO ₄ d = 1,84 (g Kg ⁻¹)						Ki	Kr	P (mg Kg ⁻¹)	C (gKg ⁻¹)	pH (H ₂ O)
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	K ₂ O					
140,3	81,9	34,2	7,3	0,27	-	2,9	-	-	3,0	4,7
132,8	74,9	27,6	6,7	0,17	-	3,0	-	-	2,6	4,6
117,5	85,5	28,6	6,8	0,12	-	2,3	-	-	2,3	4,7

Complexo sortivo (cmolc Kg ⁻¹)								V (%)	Al (%)
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H + Al ³⁺	SB	Al ³⁺	CTC _{pH 7}		
2,6	1,1	0,3	0,1	9,6	4,1	1,1	13,7	29,6	21,2
2,1	0,8	0,2	0,0	8,1	3,1	1,3	11,2	27,7	29,5
1,5	0,6	0,1	0,0	8,3	2,3	2,3	10,6	21,0	51,1

Perfil P2 - Cambissolo Háplico Alítico típico A moderado

LOCALIZAÇÃO: 30°03'07,55"S - 51°07'23,58" O

DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL: Declividade de 13%, sob campo sujo

ALTITUDE: 293 m

LITOLOGIA: Rochas ígneas intrusivas

MATERIAL ORIGINÁRIO: Granito

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado

EROSÃO: Laminar moderada

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta estacional semidecidual

USO ATUAL: Área de conservação

DESCRITO E COLETADO POR: Paula Suélen Corrêa de Medeiros, Paulo César do Nascimento e Luis Fernando da Silva

DATA: 17 de outubro de 2011

Descrição Morfológica

A1 0-10 cm; 10YR 3/3 (úmida); franca; fraca, pequena, granular; firme, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

A2 10-26 cm; 10YR 3/4 (úmida); franco argilosa; fraca, pequena, granular; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

BA 26-36/50 cm; 10 YR 3/2 (úmida); argila; fraca, pequena, blocos subangulares / fraca, pequena, granular; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.

Bi 36/50-70/85 cm; variegada (10 YR 2,5/2; 7,5 YR 5/8); argila; moderada, grande, blocos subangulares; firme; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.

BC 70/85 – 100+ cm; variegada (10 YR 3/3; 2,5 YR 4/8; 7,5 YR 5/8); argila; moderada, grande, blocos subangulares/ moderada, média, laminar; firme, não plástica e não pegajosa

CASCALHO: muito cascalhento no A1, A2 e Bi, cascalhento no C/B

RAÍZES: Muitas no A1, comuns no A2; poucas no Bi e raras no C/B e C.

OBSERVAÇÕES: Não foi verificado presença de cerosidade em nenhum dos horizontes; presença de “bolsões” de fragmentos de rocha ao longo do BC.



Perfil de Cambissolo Háplico, Porto Alegre_RS.

PERFIL P2

Símbolo	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (g Kg ⁻¹)				Casca lho (%)	Argila Dispersa (g Kg ⁻¹)	Grau de Flocu lação (%)		
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila					
A1	0-10	403	104	231	262	28	129	51		
A2	10-26	457	79	178	286	43	134	53		
BA	26-36/50	403	44	137	416	37	106	74		
Bi	36/50-70/85	336	42	134	487	26	162	67		
BC	70/85-100+	217	71	186	526	12	136	74		
Ataque por H ₂ SO ₄ d = 1,84 (g Kg ⁻¹)										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Ki	Kr	P (mg Kg ⁻¹)	C (gKg ⁻¹)	pH (H ₂ O)
125,8	70,4	26,0	7,1	0,23	-	3,0	-	-	3,4	5,1
184,1	96,6	32,2	8,0	0,15	-	3,2	-	-	2,6	4,8
219,9	140,8	42,5	8,4	0,11	-	2,7	-	-	2,0	4,5
205,7	139,2	42,8	9,2	0,11	-	2,5	-	-	1,2	4,5
271,5	172,3	52,9	7,8	0,08	-	2,7	-	-	0,6	4,3

Complexo sortivo (cmol _c Kg ⁻¹)								V (%)	Al (%)
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H + Al ³⁺	S	Al ³⁺	CTC _{pH 7}		
3,3	2,0	0,7	0,1	6,6	6,1	0,2	12,7	48,0	2,4
1,4	1,3	0,8	0,1	8,5	3,6	1,8	12,1	29,8	33,3
0,1	0,7	0,4	0,1	13,3	1,0	5,4	14,6	8,9	80,3
0,1	0,5	0,3	0,1	10,3	1,0	5,1	11,3	8,8	83,6
0,1	0,4	0,2	0,1	9,2	0,7	5,9	9,9	8,0	88,1

Perfil P3 - Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abrupto A moderado

LOCALIZAÇÃO: 30°2'54,3"S - 51°7'12,69" O

DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL: Declividade de 25%, sob campo
sujo

ALTITUDE: 275 m

LITOLOGIA: Rochas ígneas intrusivas

MATERIAL ORIGINÁRIO: Granito

PEDREGOSIDADE: pouco pedregosa.

ROCHOSIDADE: pouco rochosa.

RELEVO LOCAL: Forte Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado

EROSÃO: sulcos moderados

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta estacional semidecidual

USO ATUAL: Área de conservação, campo sujo – pinus, caraguatás, vassouras (*nome científico*)

DESCRITO E COLETADO POR: Paula Suélen Corrêa de Medeiros, Paulo César do Nascimento

DATA: 27 de outubro de 2011

Descrição Morfológica

A1 0-18/22 cm; 10 YR 3/3(úmida); franco argilo arenosa; fraca, média, granular; muito friável, não plástica e não pegajosa;transição clara e plana.

A2 18/22-28/33 cm; 10 YR 3/3 (úmida); franco argilo arenosa; fraca, média, granular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

Bt 28/33-39/62 cm; variegada (10 YR 2/2; 2,5 YR 4/8); argila; moderada, grandes, blocos subangulares/ fraca, média, granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.

Cr 39/62 – 105+ cm; variegada (2,5 YR 4/8; 5 YR 4/8; 10 YR 2/2); franca ;maciça que que desfaz em moderada,grandes, blocos subangulares; firme, não plástica e não pegajosa

CASCALHO: muito cascalhento no A1, A2

RAÍZES: Muitas no A1 e A2

OBSERVAÇÕES: Não foi verificado presença de cerosidade em nenhum dos horizontes.



Perfil de Argissolo Vermelho Amarelo, Porto Alegre-RS.

PERFIL P3

Símbolo	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (g Kg ⁻¹)				Casca lho (%)	Argila Dispersa (g Kg ⁻¹)	Grau de Floculação (%)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila			
A1	0-18/22	485	96	201	218	49	46	79
A2	18/22-28/33	490	79	168	262	42	113	57
Bt	28/33-39/62	248	71	212	469	16	138	71
Cr	39/62-105+	314	157	327	202	20	103	48

Ataque por H ₂ SO ₄ d = 1,84 (g Kg ⁻¹)						Ki	Kr	P (mg Kg ⁻¹)	C (gKg ⁻¹)	pH (H ₂ O)
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	K ₂ O					
121,2	61,3	23,9	4,8	0,17	-	3,4	-	-	2,0	4,7
119,5	89,8	27,0	5,1	0,10	-	2,3	-	-	1,9	4,5
230,1	153,7	36,2	6,2	0,09	-	2,5	-	-	1,2	4,5
216,6	151,0	27,2	3,5	0,05	-	2,4	-	-	0,5	4,6

Complexo sortivo (cmolc Kg ⁻¹)								V (%)	Al (%)
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H + Al ³⁺	S	Al ³⁺	CTC _{pH 7}		
0,8	0,5	0,4	0,0	7,2	1,7	1,6	8,9	19,1	48,5
0,6	0,3	0,3	0,0	7,2	1,2	2,8	8,4	14,3	70,0
0,6	0,3	0,1	0,0	8,6	1,1	4,3	9,7	10,4	81,1
0,7	0,3	0,1	0,0	3,4	1,1	1,8	4,5	24,4	62,1

Perfil 4 - Argissolo Amarelo Distrófico abruptico A moderado

LOCALIZAÇÃO: 30° 2'38,28" S e 51° 7'0,34" O

DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL: Declividade de 28-30%, sob campo sujo

ALTITUDE: 191 m

LITOLOGIA: Rochas ígneas intrusivas

MATERIAL ORIGINÁRIO: Granito

PEDREGOSIDADE: Pouco pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: ondulado

EROSÃO: Laminar moderada

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta estacional semidecidual

USO ATUAL: Área de conservação, campo sujo – pinus, caraguatás, vassouras

DESCRITO E COLETADO POR: Paula Suélen Corrêa de Medeiros, Paulo César do Nascimento, Luis Fernando da Silva e Tatiana Finato

DATA: 14 de dezembro de 2011

Descrição Morfológica

A1 0 – 8/15 cm; 7,5 YR 3/4 (úmida); franco arenosa; grãos simples/ fraca, pequena a média, granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.

A2 8/15 – 40/48 cm; 7,5 YR 3/3 (úmida); areia franca; grãos simples/ fraca, pequena a media, blocos subangulares; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e ondulada.

Bt 40/48 – 50/63 cm; 7,5YR 3/4 com mosqueados 2,5 YR 4/8 (úmida); franco argilosa; fraca, pequena a media, blocos subangulares que se desfazem em grãos simples; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada; cerosidade pouca e fraca.

C 50/63 – 95+ cm; variegada (5YR 7/8; 2,5YR 4/6; 10R 2,5/1); franca; fraca, média, blocos subangulares que se desfazem em grãos simples; firme, não plástica e não pegajosa.

CASCALHO: cascalhento no horizonte A1, Bt e C e muito cascalhento no A2.

RAÍZES: muitas no A1, comuns no A2 e no Bt e raras no C.

PERFIL P4

Símbolo	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (g Kg ⁻¹)				Casca lho (%)	Argila Dispersa (g Kg ⁻¹)	Grau de Flocu lação (%)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila			
A1	0 – 8/15	547	142	159	152	17	85	44
A2	8/15 – 40/48	537	148	214	100	40	60	40
Bt	40/48 -50/63	321	110	264	305	10	119	61
Cr	50/63 – 95+	280	164	347	209	13	28	87

Ataque por H ₂ SO ₄ d = 1,84 (g Kg ⁻¹)						Ki	Kr	P (mg Kg ⁻¹)	C (gKg ⁻¹)	pH (H ₂ O)
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	K ₂ O					
81,1	50,4	21,1	4,7	0,49	-	2,7	-	-	1,5	5,2
56,2	40,5	18,6	4,7	1,86	-	2,4	-	-	1,2	5,3
155,3	101,5	34,3	7,9	0,82	-	2,6	-	-	0,9	4,9
151,9	91,3	27,6	5,2	0,39	-	2,8	-	-	0,5	4,9

Complexo sortivo (cmolc Kg ⁻¹)								V (%)	Al (%)
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H + Al ³⁺	S	Al ³⁺	CTC _{pH 7}		
1,8	0,8	0,3	0,0	2,4	2,9	0,3	5,3	54,7	9,4
1,6	0,6	0,2	0,0	3,4	2,4	0,2	5,8	41,4	7,7
1,1	1,3	0,2	0,0	2,1	2,6	1,4	4,7	55,3	35,9
1,0	1,4	0,1	0,0	2,3	2,6	1,4	4,9	52,1	35,9



Perfil de Argissolo Amarelo, Porto Alegre -RS

Perfil 5 - Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico A moderado

LOCALIZAÇÃO: 30°02'22,64"S - 51°07'6,46" O

DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL: Declividade de 6%, sob mata secundária

ALTITUDE: 95 m

LITOLOGIA: Rochas ígneas intrusivas

MATERIAL ORIGINÁRIO: Granito

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: Laminar fraca

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: mata secundária

USO ATUAL: Área de conservação

DESCRITO E COLETADO POR: Paula Suélen Corrêa de Medeiros, Paulo César do Nascimento e Luis Fernando da Silva

DATA: 23 de novembro de 2011

Descrição Morfológica

A1 0 - 7 cm; 7,5 YR 3/4 (úmida); franca; moderada, média, granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

A2 7 - 18 cm; 7,5 YR 4/4 (úmida); franca; moderada, grande, blocos subangulares/moderada, pequena, granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

BA 18 - 44 cm; 5YR 4/6; franco argilosa; forte, grande, blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição difusa e plana.

Bi 44 - 74 cm; 2,5YR 4/8; franco argilosa; forte, grande, blocos subangulares; firme; plástica e pegajosa; transição difusa e plana, cerosidade pouca e fraca.

BC 74 – 120+ cm; 2,5YR 4/8; franco siltosa ; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

CASCALHO: cascalhento no horizonte A.

RAÍZES: comuns no A1, raras no A2; raras no Bt1



Perfil Cambissolo Háplico, Porto Alegre -RS

PERFIL P5

Símbolo	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (g Kg ⁻¹)				Cascalho (%)	Argila Dispersa (g Kg ⁻¹)	Grau de Floculação (%)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila			
A1	0-7	286	194	260	259	1	149	42
A2	7-18	302	211	234	254	1	156	38
BA	18-44	256	165	219	360	2	177	51
Bi	44-74	262	157	215	365	2	189	48
BC	74-120+	299	178	216	307	2	173	43

Ataque por H ₂ SO ₄ d = 1,84 (g Kg ⁻¹)						Ki	Kr	P (mg Kg ⁻¹)	C (gKg ⁻¹)	pH (H ₂ O)
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	K ₂ O					
116,4	28,0	26,3	8,6	0,15	-	2,4	-	-	2,0	5,0
97,6	36,6	23,1	8,0	0,17	-	2,3	-	-	1,0	4,7
133,2	80,4	29,2	8,1	0,20	-	2,8	-	-	0,7	5,1
142,0	79,2	29,4	8,2	0,18	-	3,0	-	-	0,5	5,0
132,3	86,5	29,0	8,2	0,20	-	2,6	-	-	0,4	5,0

Complexo sortivo (cmolc Kg ⁻¹)								V (%)	Al (%)
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H + Al ³⁺	S	Al ³⁺	CTC _{pH 7}		
3,5	1,9	0,3	0,1	4,8	5,9	0,6	10,7	54,7	9,4
1,9	1,3	0,2	0,1	6,1	3,5	1,9	9,6	36,5	35,2
2,7	2,1	0,1	0,1	2,8	5,1	0,7	7,9	64,1	12,3
2,2	2,4	0,1	0,1	2,2	4,8	0,7	7,0	68,6	12,7
1,3	1,8	0,1	0,1	2,8	3,3	1,0	6,1	54,1	23,4

8.2 Descrição Morfológica dos perfis de solos do Morro São Pedro

Perfil P1 - Argissolo Bruno Acinzentado Distrófico úmbrico A proeminente

LOCALIZAÇÃO: 30°10'56,13"S - 51°06'23,97" O

DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL: Declividade de 3%, sob campo úmido

ALTITUDE: 165 m

LITOLOGIA: Rochas ígneas intrusivas

MATERIAL ORIGINÁRIO: Granito Viamão

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano

RELEVO REGIONAL: ondulado

EROSÃO: não aparente

DRENAGEM: Bem drenado a moderadamente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: floresta estacional semidecidual

USO ATUAL: Área de conservação

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César do Nascimento, Luis Fernando da Silva, Ana Luíza Dable, Robberson Setubal

DATA: 24 de março de 2012

Descrição Morfológica

A1 0 – 9/12 cm; 7,5 YR 3/2 (úmida); franco arenosa; moderada, pequena, granular; friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e ondulada.

A2 9/12 - 25 cm; 7,5 YR 2,5/2 (úmida); franca; moderada, média, granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

Bt 25 – 55/60 cm; 10YR 3/3 (úmida); franco argilosa; moderada, média, blocos subangulares; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e ondulada; cerosidade pouca e fraca.

BCf 55/60 - 95 cm; 10YR 4/2, mosqueado comum médio 2,5YR 3/6 (úmida); argilosa; maciça que se desfaz em forte, grande, blocos subangulares; friável (mosqueado com consistência firme); ligeiramente plástica e pegajosa.

C 95 – 130+ - variegada (7,5YR 6/1, 10YR 5/8) (úmida); franco argilo arenosa.

RAÍZES: muitas no A1, comuns no A2 e Bt e poucas no BCf.

Plintita ocupando menos de 5% do volume do horizonte BCf.

Horizonte BCf foi determinado por tradagem.

PERFIL P1

Símbolo	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (g Kg ⁻¹)				Casca lho (%)	Argila Dispersa (g Kg ⁻¹)	Grau de Flocculação (%)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila			
A1	0 – 9/12	456	135	240	170	0	50	70
A2	9/12 - 25	368	136	254	242	6	93	61
Bt	25 - 55/60	264	85	262	389	26	145	63
BCf*	55/60 - 95	257	59	210	475	40	115	76
C	95 -130+	-	-	-	-	-	-	-

Ataque por H ₂ SO ₄ d = 1,84 (g Kg ⁻¹)						Ki	Kr	P (mg Kg ⁻¹)	C (gKg ⁻¹)	pH (H ₂ O)
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	K ₂ O					
65,4	42,0	12,6	6,2	0,19	-	2,6	-	-	1,8	4,8
100,9	61,6	17,6	7,9	0,17	-	2,8	-	-	1,5	4,8
154,5	95,3	27,6	11,0	0,19	-	2,8	-	-	1,2	4,9
221,5	128,4	39,1	10,6	0,21	-	2,9	-	-	0,5	5,2

Complexo sortivo (cmolc Kg ⁻¹)								V (%)	Al (%)
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H + Al ³⁺	S	Al ³⁺	CTC _{pH 7}		
1,0	0,4	0,1	0,0	6,4	1,6	1,4	8,0	19,0	48,3
1,0	0,4	0,1	0,0	7,0	1,5	2,3	8,5	17,6	60,5
0,9	0,4	0,1	0,0	7,6	1,4	3,5	9,0	15,6	71,5
1,7	1,4	0,1	0,1	6,1	3,2	4,1	9,3	35,1	55,4



Perfil de Argissolo Bruno Acinzentado, Porto Alegre, RS.

Perfil 2 - Neossolo Regolítico Eutrófico típico A moderado

LOCALIZAÇÃO: 30°10'44,14"S - 51°06'21,63" O

DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL: Declividade de 22 a 24%, sob campo úmido

ALTITUDE: 128 m

LITOLOGIA: Rochas ígneas intrusivas

MATERIAL ORIGINÁRIO: Granito Viamão

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado

EROSÃO: laminar ligeira; sulcos

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: floresta estacional semidecidual

USO ATUAL: Área de conservação

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César do Nascimento, Luis Fernando da Silva, Ana Luíza Dable, Robberson Setubal

DATA: 24 de março de 2012

Descrição Morfológica

A1 0 – 4 cm; 5YR 2,5/2 (úmida); areia franca; moderada, pequena a média, granular; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.

A2 4 – 18/20 cm; 5YR 3/2 (úmida); areia franca a franco arenosa; fraca, média, granular; muito friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e ondulada.

C/A 18/20 – 80/82 cm; variegada (5YR 6/8, 5YR 7/4) (úmida); areia franca; fraca, pequena, granular; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clareal e ondulada.

Cr 80/82 – 92+ cm; variegada (7,5YR 5/8, 10YR 7/6); areia franca; maciça; friável a firme.

RAÍZES: muitas no A1, comuns no A2 e raras no C/A e Cr.



Perfil de Neossolo Regolítico, Porto Alegre, RS

PERFIL P2

Símbolo	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (g Kg ⁻¹)				Cas calho (%)	Argila Dispersa (g Kg ⁻¹)	Grau de Flocculação (%)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila			
A1	0 – 4	444	227	196	134	17	38	71
A2	4 – 18/20	449	230	190	132	7	52	60
C/A	18/20–80/82	403	283	199	116	8	62	46
Cr	80/82 – 92+	545	293	100	63	12	18	71

Ataque por H ₂ SO ₄ d = 1,84 (g Kg ⁻¹)						Ki	Kr	P (mg Kg ⁻¹)	C (gKg ⁻¹)	pH (H ₂ O)
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	K ₂ O					
51,3	26,4	14,5	5,2	0,74	-	3,3	-	-	2,2	4,3
45,5	26,0	12,1	5,4	0,65	-	3,0	-	-	1,1	4,1
101,2	74,2	19,0	5,4	0,35	-	2,3	-	-	0,2	5,0
63,8	39,1	16,4	4,8	0,35	-	2,8	-	-		5,1

Complexo sortivo (cmol _c Kg ⁻¹)								V (%)	Al (%)
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H + Al ³⁺	S	Al ³⁺	CTC _{pH 7}		
2,6	0,6	0,2	0,0	4,6	3,4	0,6	8,0	42,5	15,0
0,7	0,2	0,1	0,0	2,7	1,0	1,4	3,7	27,0	58,3
1,7	0,6	0,1	0,0	0,8	2,4	0,5	3,2	75,0	17,3
0,9	0,6	0,0	0,0	0,5	1,6	0,7	2,1	75,0	31,8

Perfil 3 – Argissolo Vermelho Eutrófico abrupto

LOCALIZAÇÃO: 30°10' 51,07"S – 51°06' 3,02" O

DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL: Declividade de 15 - 16% sob mata nativa primária.

ALTITUDE: 47 m

LITOLOGIA: Rochas ígneas intrusivas

MATERIAL ORIGINÁRIO: Granito São Pedro

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

RELEVO LOCAL: Ondulado

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Boa.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Mata nativa primária.

USO ATUAL: Área de preservação.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César do Nascimento, Luis Fernando da Silva e Ana Luísa Wentz Dable

DATA: 22 de junho de 2012

Descrição Morfológica

A 0-16/20 cm; 5 YR 3/3 (úmida); areia/franco arenosa; fraca, pequena, granular; muito friável e ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.

AB 16/20 – 26/40 cm; 5YR 3/4(úmida); areia/franco arenosa; fraca/moderada, granular, blocos angulares, pequenas/ medias; muito friável e não plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara ondulada.

Bt₁ 26/40 – 72 cm; 5YR 4/4 (úmida); franco-argilo-arenosa; moderada, grande, blocos angulares; firme, muito firme e plástica, pegajosa; transição gradual plana.

Bt₂ 72 -100 cm; 2,5YR3/6 (úmida); franco-argilosa; moderada/forte, blocos angulares grandes; firme e plástica pegajosa; transição gradual plana.

Bt₃ 100 -120+ cm; 2,5YR 3/4 (úmida); franco- argilosa; forte, grande blocos angulares; firme e plástica, pegajosa.

CASCALHO: com cascalho nos horizontes AB e Bt₃ e cascalhento nos horizontes Bt₁ e Bt₂.

RAÍZES: Comuns no A e AB; poucas no Bt₁ e raras no horizonte Bt₂ e Bt₃.

OBSERVAÇÕES: Foi verificada a presença de pouca cerosidade no horizonte Bt₂ e cerosidade comum a moderada no horizonte Bt₃.

Presença de horizonte O (serapilheira) 0- 2 cm



Perfil de Argissolo Vermelho, Porto Alegre, RS

PERFIL P3

Símbolo	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (g Kg ⁻¹)				Cascalho (%)	Argila Dispersa (g Kg ⁻¹)	Grau de Flocculação (%)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila			
A1	0-16/20	429	205	216	151	37	51	66
A2	16/20 – 26/40	459	202	192	147	23	69	53
Bt1	26/40 – 72	352	169	146	333	22	159	60
Bt2	72 -100	287	173	134	406	35	218	55
Bt3	100 -120+	316	131	139	415	14	199	62

Ataque por H ₂ SO ₄ d = 1,84 (g Kg ⁻¹)						Ki	Kr	P (mg Kg ⁻¹)	C (gKg ⁻¹)	pH (H ₂ O)
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	K ₂ O					
55,5	31,8	15,3	8,3	0,62	-	3,0	-	-	1,8	5,0
48,4	33,0	15,0	7,8	0,47	-	2,5	-	-	0,8	5,0
133,6	81,6	28,7	10,0	0,30	-	2,8	-	-	0,5	5,1
153,5	88,9	31,8	10,5	0,30	-	2,9	-	-	0,6	5,1
163,3	98,7	30,2	11,1	0,25	-	2,8	-	-	0,5	5,0

Complexo sortivo (cmolc Kg ⁻¹)								V (%)	Al (%)
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H + Al ³⁺	S	Al ³⁺	CTC _{pH7}		
2,0	0,9	0,4	0,0	3,0	3,3	0,2	6,3	52,4	5,7
1,3	0,6	0,1	0,0	2,1	2,1	0,3	4,2	48,8	13,0
2,3	1,4	0,1	0,0	1,7	3,8	0,5	5,5	69,1	11,5
2,1	1,5	0,1	0,0	2,1	3,7	0,2	5,8	63,8	5,1
1,8	1,9	0,1	0,1	2,3	3,9	0,6	6,2	62,9	13,4

8.3 A Descrição micromorfológica dos perfis de solos do Morro Santana

Perfil P1 – Neossolo Litólico Distrófico típico

Horizonte A3

Fundo Matricial

MG: 50%
MF: 20%
P: 30%

Relação G/F: 5/2
Distribuição Relativa: Porfírica aberta

Microestrutura Pedal

Tipo de Ped: Granular que formam estruturas secundárias em blocos subangulares

Grau: Moderadamente a fracamente desenvolvida

Abundância: 100%

Rugosidade das paredes: ondulada

Acomodação das estruturas: não acomodado

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo da microestrutura: blocos subangulares

Porosidade:

Tipo: empacotamento complexo

Parede do poro: Ondulada

Abundância: 100%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo e nódulos de ferro

-Quartzo

Grau de seleção: moderadamente selecionado

Forma: Anedral subarredondado liso esférico (80%)

Subedral subangular ondulada esférico (20%)

Abundância: 100%

Características internas: fraturas, rachaduras, caries, fissuras e impregnação com ferro

Grau de alteração: irregular linear com 25% a 75% de alteração a maioria

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fabricas birrefringentes: salpicada granida

Cor e laminação: brunada amarelada sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de grãos de quartzo

- preenchimentos
Tipo: solto descontínuo
Frequência: raros (< 2%)

Amorfas

- Nódulos de ferro
Morfologia externa: típicos, contraste forte
Morfologia interna: fortemente impregnado cor preto e opaco (alguns moderadamente impregnados com cor vermelha)
Abundância: <1%
Padrões: aleatório e sem referência

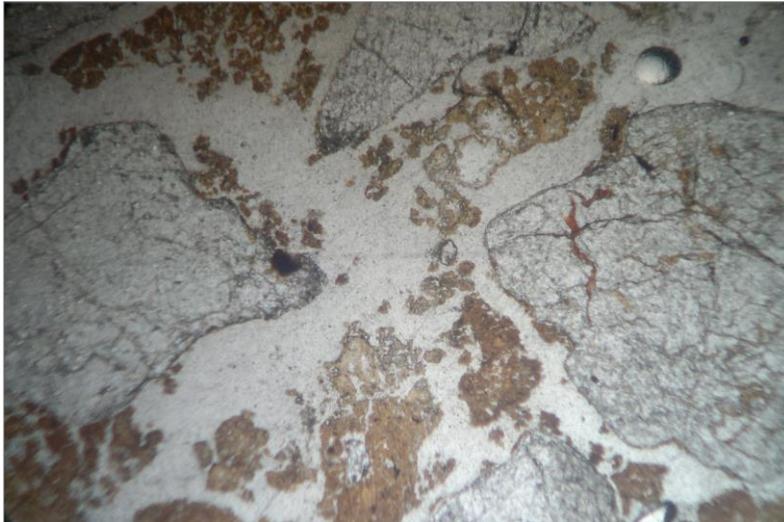


Imagem da secção da lamina em aumento de 2,5x mostrando a dominância do material grosso.

Perfil P2 – Cambissolo Háplico Alítico típico

Horizonte BA

Fundo Matricial

MG: 50%

MF:20%

P:30%

Relação G/F: 5/2

Distribuição Relativa: Porfírica aberta

Microestrutura Pedal

Tipo de Ped: Granular coalescida que formam estruturas secundárias em blocos subangulares bem desenvolvidas

Grau: Moderadamente desenvolvida

Abundancia: 100%

Rugosidade das paredes: ondulada

Acomodação das estruturas: não acomodado

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo da microestrutura: blocos subangulares

Porosidade:

-Interagregados (empacotamento complexo e fissuras)

Empacotamento composto

Parede do poro: Lisa a Ondulada

Abundancia: 80%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Fissuras

Parede do poro: Lisa a Ondulada

Abundancia: 10%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

-Intragregados

Cavidades

Parede do poro: Ondulada

Abundancia: 10%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo e nódulos de ferro

-Quartzo:

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Anedral subarredondado ondulado esférico (70%)

Subedral angular ondulado pouco esférico (20%)

Subedral subarredondado ondulado pouco esférico (10%)

Abundância: 95%

Características internas: caries, fraturas e rachaduras impregnação ou não com ferro.

Grau de alteração: irregular linear com 25 a 75% de alteração

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fabricas birrefringentes: salpicada granida e estriadas do tipo poroestriada e monoestriadas

Cor e laminação: vermelha amarelada sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de grãos de quartzo
- revestimentos de poros

Tipo: típicos

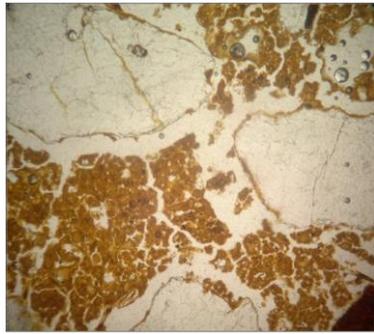
Frequência: ocasional (2 a 5%)

Morfologia externa: constraste forte, limite claro, extinção manchada

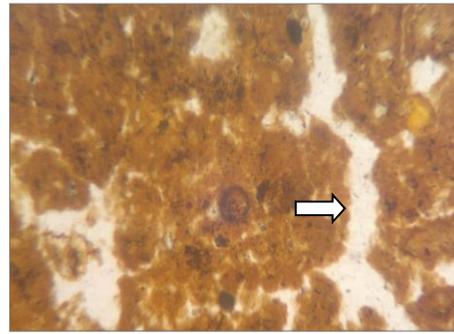
Morfologia interna: cor vermelha amarelada sem laminação
 Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Amorfas

- Nódulos de ferro
 Morfologia externa: típicos, contraste forte
 Morfologia interna: fortemente impregnado cor vermelha escura
 Abundância: 5%



(a)



(b)

Imagem da secção com aumento de 2,5x em luz normal (a) e em aumento de 10x mostrando o revestimento do poro (b).

Horizonte Bi

Fundo Matricial

MG: 50%
 MF: 20%
 P: 30%

Relação G/F: 5/2
 Distribuição Relativa: Porfírica aberta

Microestrutura Pedal

Tipo de Ped: Granular coalescida que formam estruturas secundárias em blocos subangulares bem desenvolvidas

Grau: Moderadamente desenvolvida

Abundancia: 100%

Rugosidade das paredes: ondulada

Acomodação das estruturas: não acomodado

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo da microestrutura: blocos subangulares

Porosidade:

-Interagregados

Empacotamento composto

Parede do poro: Ondulada

Abundancia: 90%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

-Intragregados

Cavidades

Parede do poro: Lisa a Ondulada

Abundancia: 10%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Anedral subarredondado ondulado moderadamente esférico (50%)

Subedral subangular ondulado pouco esférico (40%)

Euedral angular ondulado não esférico (10%)

Abundância: 100%

Características internas: caries, fraturas e rachaduras impregnação ou não com ferro.

Grau de alteração: irregular linear com 25 a 75% de alteração

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fabricas birrefringentes: salpicada granida e estriada do tipo granuloestriada

Cor e laminação: vermelha amarelada sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de grãos de quartzo
- revestimentos de poros

Tipo: típicos

Frequência: ocasional (2 a 5%)

Morfologia externa: contraste forte, limite claro, extinção manchada

Morfologia interna: cor vermelha amarelada sem laminação

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- preenchimentos

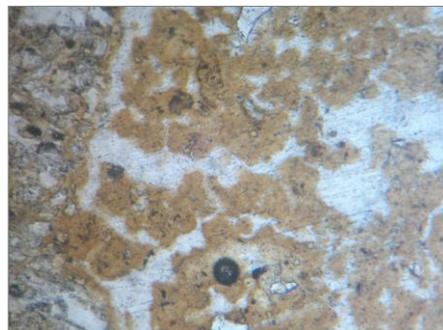
Tipo: solto descontínuo e raros densos completos

Frequência: muito (5 a 10%)

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação



(a)



(b)

Imagem da secção com aumento de 2,5x em luz normal (a) e em aumento de 10x mostrando o revestimento do poro (b).

Perfil P3 – Argissolo Vermelho Amarelo Alítico abrupto

Horizonte A2

Fundo Matricial

MG: 50%

G/F: 5/2

MF:20%

Distribuição Relativa: Porfírica aberta

P:30%

Microestrutura Pedal

Tipo de Ped: Granular que formam estruturas secundárias em blocos subangulares

Grau: Moderadamente desenvolvida

Abundancia: 100%

Rugosidade das paredes: ondulada

Acomodação das estruturas: não acomodado

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo da microestrutura: blocos subangulares

Porosidade:

Tipo: empacotamento composto

Parede do poro: Ondulada

Abundancia: 100%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo e feldspato

-Quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Anedral subarredondado ondulado moderadamente esférico (80%)

Subedral subangular ondulado não esférico (20%)

Abundância: 95% (presença de feldspato na lamina, ocupando menos de 1% do total do material grosso com grau de alteração de 25 a 75%)

Características internas: pequenas fraturas e impregnação com ferro

Grau de alteração: irregular linear com 2,5 a 25% de alteração

-Feldspato

Grau de seleção: pobremente selecionado

Abundância: 5%

Grau de alteração: irregular linear com mais de 75% de alteração.

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fabricas birrefringentes: indiferenciada

Cor e laminação: brunada sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de grãos de quartzo
- revestimentos de poros
 Tipo: típicos
 Frequência: ocasional (2 a 5%)
 Morfologia externa: contraste e limite forte, extinção ausente
 Morfologia interna: cor brunada sem laminação
 Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação
- preenchimentos
 Tipo: solto descontínuo
 Frequência: raros (< 2%)

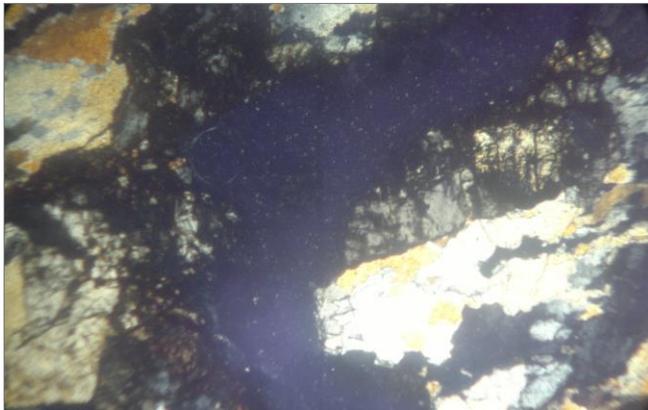


Imagem da alteração do feldspato, em aumento de 10x (visualização em luz polarizada - XLP).

Horizonte Bt

Fundo Matricial

MG: 50%
 MF:20%
 P:30%

Relação G/F: 5/2
 Distribuição Relativa: Porfírica

Microestrutura Pedal

Tipo: Granular coalescida que formam estruturas secundárias em blocos subangulares

Grau: Moderadamente a fortemente desenvolvida

Abundancia: 100% (sendo em torno de 70% forma as estruturas secundárias)

Rugosidade das paredes: ondulada

Acomodação das estruturas: não acomodado

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo de microestrutura: blocos subangulares

Porosidade

- Interagregados (90%)

Tipo: empacotamento composto

Parede do poro: rugosa

Abundancia: 100%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Intraagregados (10%)

Tipo: cavidades irregulares policôncavas

Parede do poro: ondulada a rugosa

Abundancia: 100%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

- Composição: quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Anedral subarredondado liso pouco esférico (80%)

Subedral subangular ondulado pouco esférico (20%)

Abundancia: 100% (há presença de feldspato em grau de alteração de 25 a 75% ocupando em menos de 1% da secção total).

Características internas: Fissuras, fraturas e impregnação com ferro

Grau de alteração: irregular linear com 2,5 a 25% de alteração (maioria) e alguns grãos com alteração entre 25 a 75%.

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fábricas birrefringentes: estriada ao acaso e poroestriadas

Cor e laminação: brunada avermelhada sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de grãos de quartzo
- revestimentos de poros

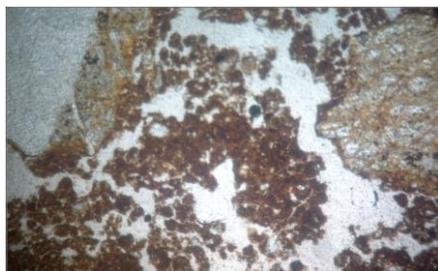
Tipo: típicos

Frequência: abundante (10 a 20%)

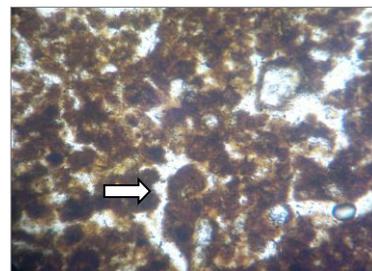
Morfologia externa: contraste e limite forte, extinção ausente

Morfologia interna: cor brunada amarelada sem laminação

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação



(a)



(b)

Imagem da alteração do feldspato em aumento de 2,5x em luz normal (a) e com aumento de 10x possibilitando a visualização do revestimento denso incompleto (b).

Perfil 4 – Argissolo Amarelo Distrófico abruptico

Horizonte A2

Fundo Matricial

MG: 60%
MF: 20%
P: 20%

Relação G/F: 3/1
Distribuição Relativa: Porfírica aberta

Microestrutura Pedal

Tipo: granular coalescida quer formam estruturas secundárias em blocos subangulares

Grau: moderadamente desenvolvida

Abundancia: 100%

Rugosidade das paredes: ondulada

Acomodação das estruturas: não acomodado

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo de microestrutura: blocos subangulares

Porosidade

-Interagregados

Tipo: empacotamento composto

Parede do poro: Ondulada

Abundancia: 90%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

-Intraagregados

Tipo: cavidades irregulares policôncavas

Parede do poro: Ondulada

Abundancia: 10%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Anedral pouco arredondado liso esférico (70%)

Subedral subarredondado ondulado pouco esférico (30%)

Abundância: 100% (há presença de feldspato em grau de alteração de 25 a 75% ocupando em menos de 1% da secção total).

Características internas: cáries, fraturas e impregnação com ferro

Grau de alteração: linear irregular 25 a 75% de alteração

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fábricas birrefringentes: salpicada granida e granuloestriada

Cor e laminação: brunada sem laminação

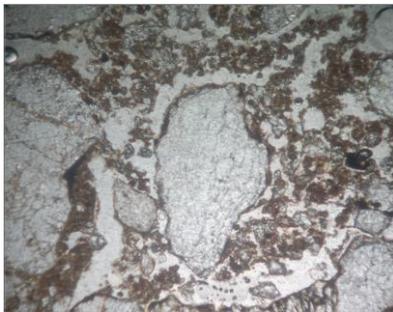
Pedofeições

Texturais:

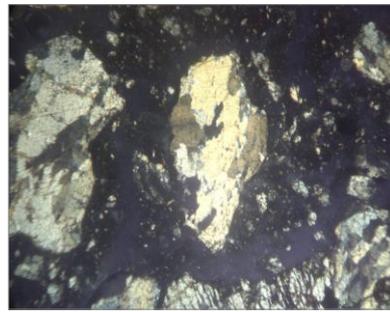
- revestimentos de poros
Tipo: típicos
Frequência: ocasional (2 a 5%)
Morfologia externa: contraste e limite forte, extinção manchada
Morfologia interna: cor bruna sem laminação
Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação
- preenchimentos
Tipo: solto descontínuo
Morfologia externa: contraste moderado e limite claro
Morfologia interna: cor bruna
Frequência: muitos (5 a 10%)

Amorfas

- hiporrevestimentos de grãos
Morfologia externa: contraste moderado e limite claro
Morfologia interna: vermelha sem laminação
Frequência: ocasionais (2 a 5%)



(a)



(b)

Imagem da secção da lamina em aumento de 2,5x, mostrando a dominância do material grosso (a) e a presença de feldspato visualizado em luz polarizada – XLP (b).

Horizonte Bt

Fundo Matricial

MG: 50%
MF: 20%
P: 30%

Relação G/F: 5/2
Distribuição Relativa: Porfírica aberta

Microestrutura Pedal

Tipo: blocos subangulares (primários e secundários)
Grau: moderadamente desenvolvida
Abundância: 100%

Rugosidade das paredes: lisa a ondulada

Tamanho médio: 0,1 mm - primárias e 3 mm - secundárias

Acomodação das estruturas: acomodado – primários e não acomodado - secundários

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo de microestrutura: blocos subangulares

Porosidade

-Interagregados

Tipo: empacotamento composto

Parede do poro: Ondulada

Abundancia: 90%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

-Intraagregados

Tipo: cavidades e câmaras

Parede do poro: Onduladas

Abundancia: 10%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo, feldspato e nódulos de ferro

-Quartzo:

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Anedral pouco arredondado liso moderadamente esférico (60%)

Subedral angular liso pouco esférico (20%); subedral subangular ondulado pouco esférico (20%)

Abundância: 90%

Características internas: fissuras, rachaduras, cáries

Grau de alteração: linear irregular 2,5 a 25% de alteração e grãos com pelicular com 0 a 2,5% de alteração (este ultimo parece que a impregnação com ferro vai “corroendo” o grão.

-Feldspato

Grau de seleção: pobremente selecionado

Abundância: 5%

Grau de alteração: linear cruzada 25 a 75% de alteração.

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fábricas birrefringentes: granuloestriada ocasional (2 a 5%)

Cor e laminação: brunada sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de poros

Tipo: típicos

Frequência: muitos (5 a 10%)

Morfologia externa: contraste e limite forte, extinção manchada
 Morfologia interna: cor bruno avermelhada sem laminação
 Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

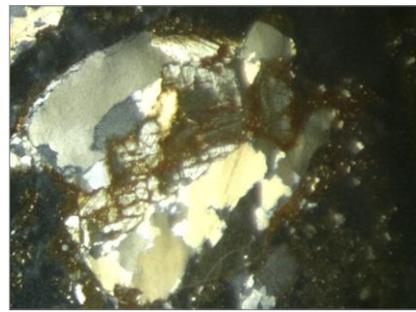
- preenchimentos
 Tipo: solto contínuo
 Morfologia externa: contraste moderado e limite claro a difuso
 Morfologia interna: cor bruna amarelada
 Frequência: ocasionais (2 a 5%)

Amorfas

- hiporrevestimentos de grãos
 Morfologia externa: contraste moderado e limite forte
 Morfologia interna: vermelha escura sem laminação
 Frequência: abundantes (10 a 20%)
- Nódulos de ferro
 Morfologia externa: típicos, contraste forte
 Morfologia interna: fortemente impregnado cor preto e opaco (alguns moderadamente impregnados com cor vermelha)
 Abundância: 5%
 Padrões: aleatório e sem referência



(a)



(b)

Detalhe da secção feldspato em luz normal (a) e luz polarizada –XLP (b) em grau de alteração de 25 a 75% em aumento de 10x.

Perfil 5 – Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico

Horizonte BA

Fundo Matricial

MG: 30%

MF: 50%

P:20%

Microestrutura Pedal

Tipo de Ped: blocos subangulares

Relação G/F: 3/5

Distribuição Relativa: Porfírica fechada

Grau: Moderadamente desenvolvida a bem desenvolvida
 Abundancia: 100%
 Rugosidade das paredes: ondulada
 Acomodação das estruturas: não acomodada
 Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação
 Tipo da microestrutura: blocos subangulares

Porosidade

- Interagregados

Tipo: Camaras (50%), Cavidades (40%), Fissuras (5%) e canais (5%)
 Parede do poro: Onduladas
 Abundancia: 80%
 Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Intragregados

Tipo: Cavidades (70%) e Fissuras (30%)
 Parede do poro: Onduladas
 Abundancia: 20%
 Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo, feldspato e nódulos de ferro

-Quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado
 Forma: Anedral pouco arredondado liso esférico (40%)
 Subedral angular liso esférico (50%)
 Euedral angular liso não esférico (10%)
 Abundância: 90%
 Características internas: fissuras, caries, pequenas fraturas e impregnação com ferro
 Grau de alteração: irregular linear com 2,5% a 25% de alteração.

-Feldspato

Grau de seleção: pobremente selecionado
 Abundância: 5%
 Grau de alteração: linear cruzada com até 25% de alteração

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro
 Orientação: sem orientação
 Fabricas birrefringentes: poroestriada e granuloestriada
 Cor e laminação: vermelha sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de grãos de quartzo
- revestimentos de poros

Tipo: típicos

Frequência: muitos (5 a 10%)

Morfologia externa: contraste e limite forte, extinção manchada

Morfologia interna: cor vermelha brunada sem laminação

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- preenchimentos

Tipo: denso completo

Frequência: ocasionais (2 a 5%)

Morfologia externa: contraste, limite e extinção forte

Morfologia interna: cor vermelha brunada sem laminação

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Amorfos

- hiporrevestimentos de grãos

Morfologia externa: contraste e limite forte

Morfologia interna: vermelha escura sem laminação

Frequência: muitos (5 a 10%)

- Nódulos de ferro

Morfologia externa: típicos, contraste forte

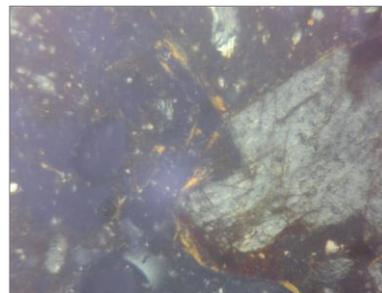
Morfologia interna: fortemente impregnado cor preto e opaco (alguns moderadamente impregnados com cor vermelha)

Abundância: 5%

Padrões: aleatório e sem referência



(a)



(b)

Imagem da secção geral em aumento de 2,5x em luz normal (a) e com aumento de 10x em luz polarizada (XLP) mostrando a presença de feldspato e revestimentos de argila nos poros (b).

Horizonte Bi

Fundo Matricial

MG: 30%

MF: 50%

P:20%

Relação G/F: 3/5

Distribuição Relativa: Porfírica fechada

Microestrutura Pedal

Tipo de Ped: blocos subangulares

Grau: Moderadamente desenvolvida a bem desenvolvida

Abundancia: 100%

Rugosidade das paredes: ondulada a lisa

Acomodação das estruturas: não acomodada

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo da microestrutura: blocos subangulares

Porosidade

- Interagregados

Tipo: Camaras (45%), Canais (20%), Cavidades (20%), Fissuras (15%)

Parede do poro: Lisas a Onduladas

Abundancia: 80%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Intragregados

Tipo: Cavidades (50%) e Fissuras (50%)

Parede do poro: Lisas a Onduladas

Abundancia: 15%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Transagregados

Tipo: Canal (100%)

Parede do poro: Lisa a Ondulada

Abundancia: 5%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo e nódulos de ferro

-Quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Anedral subarredondado liso esférico (30%)

Subedral subangular liso esférico (60%)

Euedral angular liso não esférico (10%)

Abundância: 95% (há presença de feldspato em grau de alteração de 25 a 75% ocupando em menos de 1% da secção total).

Características internas: pequenas fraturas e impregnação com ferro

Grau de alteração: irregular linear com 2,5 a 75% de alteração

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fabricas birrefringentes: Salpicada granida e estriadas do tipo granuloestriada, poroestriada e monoestriada

Cor e laminação: vermelha sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de poros

Tipo: típicos e crescentes (este último menos freqüente)

Frequência: abundantes (10 a 20%)

Morfologia externa: contraste, limite e extinção forte
 Morfologia interna: cor vermelha sem laminação
 Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- preenchimentos
 Tipo: denso completo
 Frequência: muitos (5 a 10%)
 Morfologia externa: contraste moderado, limite claro e extinção forte
 Morfologia interna: cor vermelha sem laminação
 Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Amorfas

- Nódulos de ferro
 Morfologia externa: típicos, contraste forte
 Morfologia interna: fortemente impregnado cor preto e opaco (alguns moderadamente impregnados com cor vermelha)
 Abundância: 5%
 Padrões: aleatório e sem referência

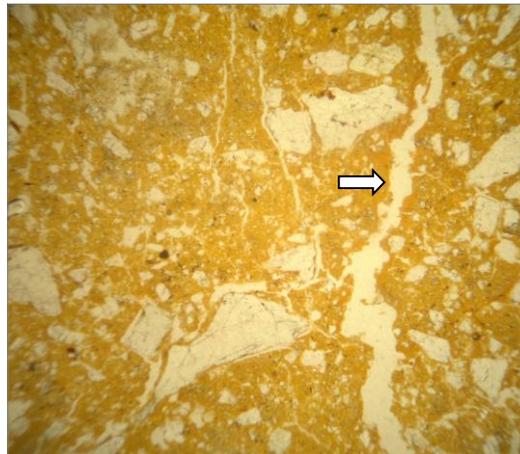
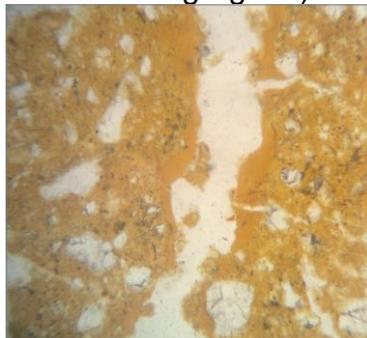


Imagem mostrando a secção com aumento de 2,5x (detalhe para o canal transagregado)



(a)



(b)

Imagem do revestimento do canal em aumento de 10x em luz normal (a) e em luz polarizada - XLP (b).

8.4

8.5 *Descrição micromorfológica dos perfis de solos do Morro São Pedro***Perfil 1- Argissolo Bruno Acinzentado Distrófico úmbrico**Horizonte A2

Fundo Matricial

MG: 30%

MF: 50%

P:20%

Relação G/F: 3/5

Distribuição Relativa: Porfírica fechada

Microestrutura Pedal

Tipo de Ped: blocos subangulares

Grau: Moderadamente a fracamente desenvolvida

Abundancia: 100%

Rugosidade das paredes: ondulada a rugosa

Acomodação das estruturas: não acomodada

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo da microestrutura: blocos subangulares

Porosidade

- Interagregados

Tipo: Camaras (70%), Cavidades (20%), Fissuras (5%) e Canais (5%)

Parede do poro: Lisas a Onduladas

Abundancia: 70%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Intragregados

Tipo: Cavidades (80%) e Fissuras (20%)

Parede do poro: Onduladas

Abundancia: 25%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Transagregados

Tipo: Canal (100%)

Parede do poro: Lisa a Ondulada

Abundancia: 5%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo, fedspato e nódulos de ferro

-Quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Subedral subangular ondulado esférico (70%)

Subedral angular ondulado pouco esférico (20%)

Aedral subarredondado ondulado esférico (10%)

Abundância: 85%

Características internas: caries, fissuras e fraturas impregnadas com ferro

Grau de alteração: irregular linear com 25 a 75% de alteração a maioria

- Fedspato

Grau de seleção: pobremente selecionado

Abundância: 5%

Grau de alteração: linear cruzada com 25 a 75% de alteração a maioria

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fabricas birrefringentes: Salpicada granida e mosaico e estriadas do tipo granuloestriada e poroestriada

Cor e laminação: amarela sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de poros

Tipo: típicos

Frequência: raros (0 a 2%)

Morfologia externa: contraste moderado, limite difuso e extinção manchada

Morfologia interna: amarelo brunada amarelada sem laminação

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Amorfas

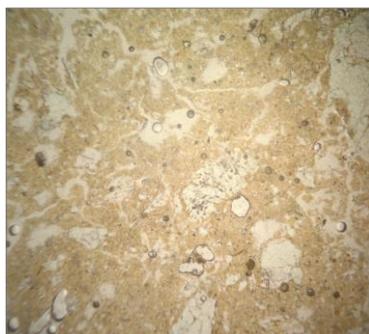
- Nódulos de ferro

Morfologia externa: típicos, limites e contraste forte

Morfologia interna: fortemente impregnado cor preto e opaco e um nódulo grande vermelho moderadamente impregnado.

Abundância: 10%

Padrões: aleatório e sem referência



(a)



(b)

Imagem da secção com aumento de 2,5x em luz normal (a) e com aumento de 2,5x em luz polarizada (XLP) onde observa-se feldspato em alteração entre 2,5 a 25% (b)

Perfil 2 - Neossolo Regolítico Eutrófico típico

Horizonte A2

Fundo Matricial

MG: 50%
MF: 25%
P:25%

Relação G/F: 2/1
Distribuição Relativa: Porfírica fechada

Microestrutura Pedal

Tipo de Ped: granular coalescida que formam blocos subangulares fracamente desenvolvidos

Grau: Moderadamente a fracamente desenvolvida

Abundancia: 100%

Rugosidade das paredes: ondulada a rugosa

Acomodação das estruturas: não acomodada

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo da microestrutura: blocos subangulares

Porosidade

- Interagregados

Tipo: Camaras (60%) e Cavidades (40%)

Parede do poro: Onduladas a rugosas

Abundancia: 75%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Intragregados

Tipo: Cavidades (100%)

Parede do poro: Onduladas a rugosas

Abundancia: 15%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Transagregados

Tipo: Canal (100%)

Parede do poro: Lisa a Ondulada

Abundancia: 10%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo, feldspatos, micas e nódulos de ferro

-Quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Subedral subangular ondulado esférico (70%)

Subedral angular ondulado pouco esférico (20%)

Anedral subarredondado ondulado esférico (10%)

Abundância: 70%

Características internas: caries, fissuras e fraturas impregnadas com ferro

Grau de alteração: irregular linear com 2,5 a 25% de alteração a maioria

- Fedspato

Grau de seleção: pobremente selecionado

Abundância: 10%

Grau de alteração: linear cruzada com 25 a 75% de alteração e alguns com alteração acima de 75%.

- Mica

Abundância: 10%

Grau de alteração: linear paralela com 25 a 75% de alteração

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fabricas birrefringentes: Salpicada granida e estriadas do tipo granuloestriada

Cor e laminação: amarela avermelhada sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- Preenchimento

Tipo: solto continuo

Frequência: ocasionais (2 a 5%)

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Amorfas

- Nódulos de ferro

Morfologia externa: típicos, limites e contraste forte

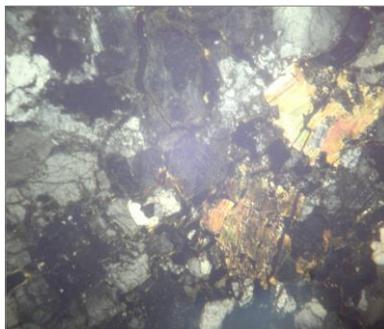
Morfologia interna: fortemente impregnado cor preto e opaco e um nódulo grande vermelho moderadamente impregnado.

Abundância: 10%

Padrões: aleatório e sem referência



(a)



(b)

Imagem da secção com 2,5x de aumento em luz normal (a) e luz polarizada – XLP (b). Detalhe da presença de mica em alteração em XLP.

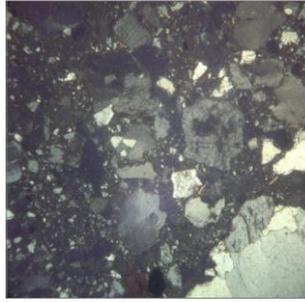


Imagem da secção com 2,5x de aumento e com luz polarizada - XLP. Detalhe da presença de feldspatos em diferentes estágios de alteração.

Horizonte C/A

Fundo Matricial

MG: 60%

MF: 15%

P:25%

Relação G/F: 4/1

Distribuição Relativa: Quitônica

Microestrutura Apedal

Tipo: grãos simples

Porosidade

Tipo: Empacotamento Complexo fechado

Parede do poro: Onduladas

Abundancia: 100%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo, feldspatos, micas e nódulos de ferro

-Quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Subedral subarredondado liso a ondulado pouco esférico (40%)

Subedral subangular liso a ondulado pouco esférico (10%)

Anedral pouco arredondado ondulado esférico (50%)

Abundância: 60%

Características internas: caries, muitas fissuras e fraturas impregnadas com ferro

Grau de alteração: irregular linear com 2,5 a 25% de alteração a maioria.

- Fedspato

Grau de seleção: pobremente selecionado

Abundância: 20%

Grau de alteração: linear cruzada com 25 a 75% de alteração e alguns com totalmente alterados.

- Mica

Abundância: 10%

Grau de alteração: linear paralela com 25 a 75% de alteração e em alguns minerais a alteração de quase 100%.

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fabricas birrefringentes: indiferenciada

Cor e laminação: vermelha amarelada sem laminação

Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de poros

Tipo: típicos

Frequência: ocasionais (2 a 5%)

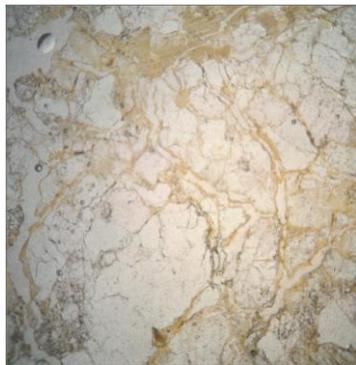
Morfologia externa: contraste e limite forte e extinção manchada

Morfologia interna: vermelho amarelada sem laminação

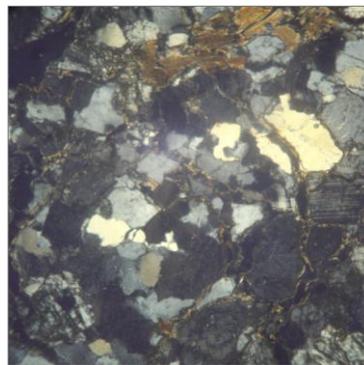
Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Amorfas

- Nódulos de ferro
Morfologia externa: típicos, limites e contraste forte
Morfologia interna: fortemente impregnado cor preto e opaco
Abundância: 10%
Padrões: aleatório e sem referência



(a)



(b)

Imagem da secção em aumento de 2,5x em luz normal (a) e luz polarizada – XLP (b). Detalhe da visualização de micas, feldspatos e revestimentos dos poros em XLP.

Perfil 3 – Argissolo Vermelho Eutrófico abruptico

Horizonte A2

Fundo Matricial

MG: 50%
 MF: 30%
 P:20%

Relação G/F: 5/3

Distribuição Relativa: Porfírica fechada

Microestrutura Pedal

Tipo de Ped: blocos subangulares

Grau: Moderadamente desenvolvidos a bem desenvolvidos

Abundancia: 100%

Rugosidade das paredes: ondulada a lisa

Acomodação das estruturas: não acomodada

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo da microestrutura: blocos subangulares

Porosidade

- Interagregados

Tipo: Cavidades (65%), Camaras (30%) e Fissuras (5%)

Parede do poro: Lisas a Onduladas

Abundancia: 80%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Intragregados

Tipo: Cavidades (90%) e Fissuras (10%)

Parede do poro: Lisas a Onduladas

Abundancia: 15%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Transagregados

Tipo: Canal (100%)

Parede do poro: Lisa

Abundancia: 5%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo, feldspato e nódulos de ferro

-Quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Anedral subarredondado liso esférico (60%)

Subedral angular liso moderadamente esférico (40%)

Abundância: 85%

Características internas: fissuras, rachaduras, caries e pequenas fraturas impregnadas com ferro

Grau de alteração: irregular linear com 2,5 a 25% de alteração

- Feldspato

Grau de seleção: pobremente selecionado

Abundância: 10%

Grau de alteração: linear cruzada com 25 a 75% de alteração e alguns com quase 100% de alteração.

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fabricas birrefringentes: Salpicada granida e estriadas do tipo granuloestriada

Cor e laminação: vermelha sem laminação

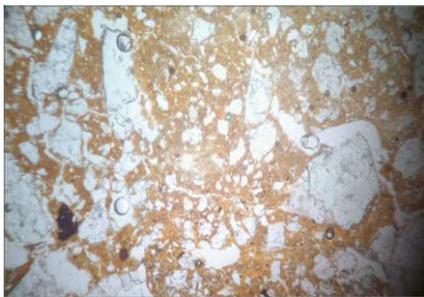
Pedofeições

Texturais:

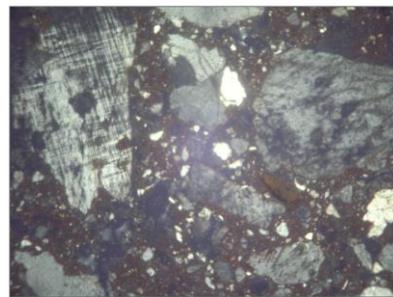
- revestimentos de poros
Tipo: típicos e crescentes (este último menos freqüente)
Frequência: muitos (5 a 10%)
Morfologia externa: contraste e limite forte e extinção manchada
Morfologia interna: cor vermelha sem laminação
Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação
- preenchimentos
Tipo: denso completo
Frequência: ocasionais (2 a 5%)
Morfologia externa: contraste moderado, limite claro e extinção manchada
Morfologia interna: cor vermelha sem laminação
Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Amorfas

- Nódulos de ferro
Morfologia externa: típicos, contraste e limite forte e pseudomorficos (raros)
Morfologia interna: fortemente impregnado cor vermelho escuro e opaco
Abundância: 5%
Padrões: aleatório e sem referência



(a)



(b)

Imagem da secção com aumento de 2,5x em luz normal (a). Imagem de outra parte da secção com luz polarizada – XLP mostrando a presença marcante de feldspatos em diferentes graus de alteração (b).

Horizonte Bt₂

Fundo Matricial

MG: 35%
MF: 40%
P:25%

Relação G/F: 7/8

Distribuição Relativa: Porfírica fechada

Microestrutura Pedal

Tipo de Ped: blocos subangulares

Grau: Moderadamente desenvolvidos a bem desenvolvidos

Abundancia: 100%

Rugosidade das paredes: ondulada a lisa

Acomodação das estruturas: moderadamente acomodado

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Tipo da microestrutura: blocos subangulares

Porosidade

- Interagregados

Tipo: Cavidades (45%), Camaras (40%), Canais (10%) e Fissuras (5%)

Parede do poro: Lisas a Onduladas

Abundancia: 85%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

- Intragredados

Tipo: Cavidades (80%) e Fissuras (20%)

Parede do poro: Lisas a Onduladas

Abundancia: 15%

Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Material grosso

Composição: quartzo, feldspato e nódulos de ferro

-Quartzo

Grau de seleção: pobremente selecionado

Forma: Anedral pouco arredondado liso moderadamente esférico (50%)

Subedral subangular liso pouco esférico (40%)

Abundância: 90%

Características internas: fissuras, rachaduras, caries e pequenas fraturas impregnadas com ferro

Grau de alteração: irregular linear com 25 a 75% de alteração e alguns com 25 a 75% de alteração.

- Feldspato

Grau de seleção: pobremente selecionado

Abundância: 5%

Grau de alteração: linear cruzada com 25 a 75% de alteração e alguns com quase 100% de alteração.

Material fino

Tipo: argilominerais e óxidos de ferro

Orientação: sem orientação

Fabricas birrefringentes: Salpicada granida e estriadas do tipo granuloestriada, poroestriada e monoestriada
 Cor e laminação: vermelha sem laminação

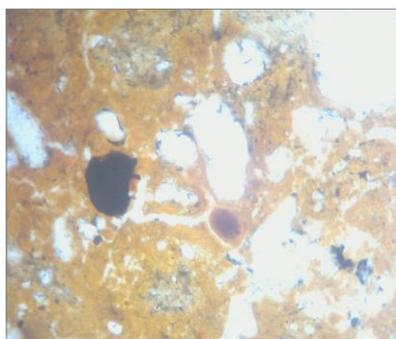
Pedofeições

Texturais:

- revestimentos de poros
 Tipo: típicos e crescentes (este último menos freqüente)
 Frequência: abundantes (10 a 20%)
 Morfologia externa: contraste, limite e extinção forte
 Morfologia interna: cor vermelha em alguns casos com laminação paralela.
 Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação
- preenchimentos
 Tipo: denso completo
 Frequência: muitos (5 a 10%)
 Morfologia externa: contraste, limite e extinção forte
 Morfologia interna: cor vermelha sem laminação
 Padrão de distribuição de base e referência: aleatória e sem relação

Amorfas

- Hiporrevestimento
 Morfologia externa: contraste e limite forte
 Morfologia interna: cor vermelho escuro com laminação
 Abundância: raros (2 a 5%)
 Padrões: aleatório e sem referência
- Nódulos de ferro
 Morfologia externa: típicos, contraste e limite forte
 Morfologia interna: moderadamente a fortemente impregnado cor vermelho escuro, pretos e opaco
 Abundância: 5%
 Padrões: aleatório e sem referência



(a)



(b)

Imagem da secção com aumento de 10x em luz normal (a) e em luz polarizada - XLP mostrando a presença de revestimentos e preenchimentos de argila e feldspatos (b).