

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO E CONSERVAÇÃO DO
SOLO E DA ÁGUA



Dissertação

**Atributos morfológicos, químicos e físico-hídricos de Neossolos Litólicos
e Regolíticos da Região do Escudo Cristalino Sul-Riograndense**

Lucas da Silva Barbosa

Pelotas-RS, 20 de outubro de 2022

Lucas da Silva Barbosa

Atributos morfológicos, químicos e físico-hídricos de Neossolos Litólicos e Regolíticos da Região do Escudo Cristalino Sul-Riograndense

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador:

Pablo Miguel

Coorientadores:

Dr. Fabrício de Araújo Pedron
Dr^a. Lizete Stumpf
Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto

Pelotas-RS, 20 de outubro de 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

B238a Barbosa, Lucas da Silva

Atributos morfológicos, químicos e físico-hídricos de Neossolos Litólicos e Regolíticos da Região do Escudo Cristalino Sul-Riograndense / Lucas da Silva Barbosa ; Pablo Miguel, orientador ; Fabrício de Araújo Pedron, Lizete Stumpf, coorientadores. — Pelotas, 2022.

77 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Horizontes saprolíticos. 2. Curva de retenção de água no solo. 3. Disponibilidade de água para as plantas. I. Miguel, Pablo, orient. II. Pedron, Fabrício de Araújo, coorient. III. Stumpf, Lizete, coorient. IV. Título.

CDD : 631.4

Data da defesa: 12 de Maio de 2022.

Banca examinadora:

Professor Dr Pablo Miguel

Universidade Federal de Pelotas

Departamento de Solos – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Dra Marília Alves Brito Pinto

Universidade Federal de Pelotas

Professor Dr. Leandro Sanzi Aquino

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Centro de Engenharias

Dedico aos meus queridos pais,
Lerio Arquimedes e Jussara.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pelo folego de vida, saúde e os aprendizados de coragem que me proporciona.

Agradeço aos meus pais por estarem ao meu lado, essa vitória é possível com toda certeza porque o esforço deles em me proporcionar acesso ao conhecimento sempre esteve presente. A meu irmão e minha cunhada, Luís Paulo e Jossana Gomes, vocês e meu sobrinho, Luís Otávio, alegam meus dias.

Ao meu orientador Pablo Miguel, pelos inúmeros conhecimentos que me transmitiu e os que construímos em conjunto, com toda a certeza teu apoio neste processo foi fundamental.

A coorientadora Lizete Stumpf, por todas as orientações e amizade.

Ao meu segundo lar, que muitas vezes foi o primeiro, apartamento 301, Lucas Braatz Araujo e Adriel Braatz, vocês são parte desta trajetória, meu muito obrigado pela amizade e companheirismo.

Agradeço aos componentes do grupo de Pedologia – UFPel, que estavam sempre dispostos a auxiliar e acompanhar este projeto. Adão, Beatriz, Melory, Maria, Lívia, Luísa, Jeferson, Giovanna, José Vitor foram partes fundamentais nos momentos de trabalho e descontração.

Em especial a Stefan Nachtigall e Thabata Duarte que sempre estiveram dispostos a me auxiliar e muito além disso, me deram apoio e perspectiva nos momentos nebulosos.

Aos funcionários do departamento de solos Paulo Antunes, Rosimeire Trecha, Dona Solange e ao professor Luiz Fernando Spinelli pelo apoio e companheirismo.

Aos amigos do MACSA, Cristiano, Pamela, Milena, Leonir, Romulo e Ezequiel. Por todo o conhecimento compartilhado e os momentos de celebração e descontração.

Se eu vi mais longe foi por estar sobre ombros de gigantes.

Isaac Newton

Resumo

BARBOSA, Lucas da Silva. **Atributos morfológicos, químicos e físico-hídricos de Neossolos Litólicos e Regolíticos da Região do Escudo Cristalino Sul-Riograndense**. Orientador: Pablo Miguel. 2022. 77f. Dissertação (Mestrando em Manejo e Conservação do Solo e da Água) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

Os Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos são caracterizados como solos rasos e são derivados, no Rio Grande do Sul, de diferentes materiais de origem. A baixa profundidade efetiva e capacidade de armazenamento de água destes solos transfere a camada/horizonte Cr importância singular devido à proximidade com a superfície do solo. Por se tratar de solos de uso agrícola limitado dados sobre sua gênese, química, física, mineralogia e morfologia são escassos, porém de grande importância para promover a sustentabilidade e produtividade das áreas. Diante deste contexto o objetivo deste estudo foi caracterizar a morfologia e determinar a disponibilidade hídrica em Neossolos Litólicos e Regolíticos presentes na região geomorfológica do Escudo Sul-Riograndense, com ênfase na participação dos horizontes saprolíticos na disponibilidade de água as plantas. Foram elencados 7 perfis da região geomorfológica do Escudo Sul-Rio-Grandense, realizando-se a descrição morfológica e determinando a densidade do solo (D_s), porosidade, curva de retenção de água, granulometria e carbono orgânico dos horizontes superficiais e saprolíticos. A profundidade do horizonte A variou de 0,07 a 0,28 m nos Neossolos Litólicos e de 0,20 a 0,54 m nos Neossolos Regolíticos e a profundidade dos horizontes saprolíticos variou de 0,22 a 0,50 m nos Neossolos Litólicos e de 0,50 a 0,97m nos Neossolos Regolíticos. Os teores de argila nos horizontes superficiais variaram de 77 a 212 g kg⁻¹, enquanto nos horizontes saprolíticos a variação foi de 116 a 440 g kg⁻¹. Raízes foram encontradas nas fraturas dos horizontes saprolíticos em profundidades superiores a 0,7 m. O maior teor de água disponível foi encontrado no Horizonte Ap do Perfil 2. A água disponível nos horizontes saprolíticos foi de 0,11 a 0,29 m³ m⁻³ e nos horizontes superficiais de 0,10 a 0,31 m³ m⁻³. Dos sete perfis estudados, quatro deles apresentaram o maior teor de água disponível nos horizontes saprolíticos (P3, P4, P5 e P6).

Palavras-chave: Horizontes saprolíticos, curva de retenção de água no solo, disponibilidade de água para as plantas

Abstract

BARBOSA, Lucas da Silva. **Morphological, chemical and physico-hydric characteristics of Leptosol and Regosol derived from the Escudo Cristalino Sul-Riograndense Region.** Advisor: Pablo Miguel. 2022. 77f. Dissertation (Mastering in Soil and Water Management and Conservation) – Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

In Rio Grande do Sul the Leptosols and Regosols are shallow soils derived from different source materials. The low effective depth and water storage capacity of these soils gives the Cr horizon singular importance due to its proximity to the soil surface. However, the Leptosols and Regosols are soils of limited agricultural use, data on their genesis, chemistry, physics, mineralogy and morphology are scarce, but obtaining them is important to promote the sustainability and productivity of the areas. In this sense, the aim of the study was to characterize the morphology and water availability of Leptosols and Regosols from the Pinheiro Machado Suite, especially from the saprolithic horizons. For this, seven profiles was sampled from the geomorphological region of the Escudo Sul-Rio-Grandense, carrying out the morphological description and determining the soil granulometry, the bulk density and soil porosity, the water retention curve and the water available to plants, the soil organic carbon content of the surface and saprolytics horizons. The A horizon depth ranged from 0.07 to 0.28 m in the Leptosols and from 0.20 to 0.54 m in the Regosols and the saprolithic horizons depth varied from 0.22 to 0.50 m in the Leptosols and from 0.50 to 0.97m in the Regosols. Clay contents in the surface horizons ranged from 77 to 212 g kg⁻¹, while in the saprolitic horizons the variation was from 116 to 440 g kg⁻¹. Roots were found in the fractures of the saprolitic horizons at depths greater than 0.7 m. The highest available water content was found in P2-Ap. The available water in the saprolitic horizons was from 0.11 to 0.29 m³ m⁻³ and in the surface horizons from 0.10 to 0.31 m³ m⁻³. Of the seven profiles studied, four of them had the highest available water content in the saprolitic horizons (P3, P4, P5 and P6).

Key-words: saprolytics horizons, soil water retention curve, water available to plants.

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização da região de estudo, onde foram amostrados perfis de Neossolos Litólicos e Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.	31
Figura 2 - Esquema demonstrando processo de preparo de amostras do horizonte saprolítico.	34
Figura 3 - Curvas de retenção de água nos Neossolos Litólicos estudados derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.	41
Figura 4 - Curva de retenção de água nos Neossolos Regolíticos estudados derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.	42

Lista de Tabelas

Tabela 1- Simbologia, dados ambientais e classificação taxonômica dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos da área de estudo.	32
Tabela 2 - Caracterização química dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.	36
Tabela 3 - Caracterização química dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.	37
Tabela 4 - Granulometria dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.	38
Tabela 5 - Valores médios da Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi) e Densidade do Solo (Ds) dos perfis dos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS. Valores entre parênteses representam o desvio padrão das repetições.....	40
Tabela 6 - Espessura, Água disponível (AD). Capacidade de água disponível (CAD) dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.....	43
Tabela 7 - Observações realizadas a campo no momento da descrição morfológicas dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.....	47

Sumário

1.	Introdução	14
2.	Revisão de literatura	16
2.1.	Particularidades evolutivas dos solos.....	16
2.2.	Aspectos de classificação taxonômica, morfologia, uso e manejo de Neossolos	19
2.3.	Propriedades físico-hídricas de Neossolos	23
3.	Hipóteses	27
4.	Objetivos	27
4.1.	Geral	27
4.2.	Específicos.....	27
5.	Artigo.....	28
5.1.	Introdução	28
5.2.	Material e Métodos.....	31
5.2.1.	Caracterização da área de estudo	31
5.2.2.	Amostragem pedológica e classificação dos solos	32
5.2.3.	Determinações químicas e físicas.....	32
5.3.	Resultados	35
5.4.	Discussão.....	45
5.5.	Conclusão	52
6.	Considerações finais.....	53
	Referências Bibliográficas	54
	Apêndices	61

1. Introdução

O solo é um bem vital, exercendo papel fundamental na ascensão e declínio de diversas civilizações, desempenha funções ambientais, sociais e seu manejo correto depende de informações precisas sobre os diferentes atributos químicos, físicos e morfológicos. Entretanto, o contínuo aumento populacional e a crescente demanda por alimentos têm impulsionado o avanço das fronteiras agrícolas, resultando muitas vezes na utilização intensiva de áreas sem a consideração de sua sustentabilidade a longo prazo.

A compreensão do processo de formação do solo aliado a determinação de suas características físico-hídricas e químicas são importantes para a indicação da Capacidade de Uso da Terra. Podendo desta forma promover maior produtividade aliada a diminuição do impacto ambiental, resultando em menor degradação.

Quando as áreas são manejadas sem os conhecimentos necessários os solos tendem a apresentar danos severos. Dentre os problemas resultantes do manejo inadequado dos solos estão aumento da densidade, diminuição da macro e micro porosidade, desestruturação dos agregados do solo e lixiviação dos nutrientes presentes, assim como menor disponibilidade de água e ar, podendo as perdas de solo resultar no assoreamento de rios e reservatórios.

A divisão dos solos em classes de acordo com suas características auxilia na sua compreensão e estudo. Informações específicas sobre essas diferentes classes refletem no aumento da produtividade, facilitando o manejo e as subseqüentes tomadas de decisões necessárias, como a escolha das culturas e cultivares indicadas, sistema de cultivo e lotação máxima de animais por área.

Estudos a respeito de solos medianamente a bem desenvolvidos são amplamente difundidos na literatura, devido ao fato destes possuírem maior potencial agrícola, entretanto as informações a respeito de solos rasos, especialmente Neossolos, são escassas. Muitos destes solos se encontram em áreas de agricultura familiar e são de enorme importância para sua subsistência, pois geralmente as áreas são pequenas e a impossibilidade de cultivo em determinadas pontos das propriedades impactam diretamente na renda familiar.

A classe dos Neossolos é caracterizada por solos pouco desenvolvidos e que não apresentam desenvolvimento de horizonte B diagnóstico (SANTOS et al., 2018). O principal critério de classificação taxonômica é a insuficiência de expressão dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação, com individualização de horizonte A seguido de C ou R. No segundo nível categórico (subordens), esta classe de solos é dividida em Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzênicos.

Dentre alguns dos fatores limitantes para a produtividade das culturas em Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos estão: a sua baixa profundidade efetiva somada a relevos acidentados, baixa capacidade de armazenamento de água, limitação a mecanização e baixa fertilidade. Nos fatores de profundidade efetiva e capacidade de armazenamento de água o horizonte/camada Cr, também denominado de saprólito, ganha importância singular devido à proximidade com a superfície do solo.

A camada saprolítica apresenta características fortemente ligadas ao material de origem a partir do qual foi proveniente, como estrutura porosa, inclinação e número de fraturas, granulometria e resistência ao intemperismo. Estas em conjunto influenciam diretamente na infiltração da água no solo e na quantidade de água disponível as plantas.

Para o desenvolvimento vegetal, crescimento radicular e produtividade que expressem o potencial das espécies, são necessárias condições mínimas de disponibilidade hídrica. Visto que em alguns casos a camada saprolítica pode reter tanta água quanto o solo ou mais (PEDRON et al., 2011) e que ocorre frequentemente a penetração do sistema radicular das culturas implantadas nesta camada, compreender os atributos que influenciam sobre estes comportamentos auxilia na escolha de espécies e manejos adequados para essas áreas.

Neste contexto, o presente estudo busca caracterizar a morfologia e determinar a disponibilidade hídrica dos Neossolos Litólicos e Regolíticos presentes na região geomorfológica do Escudo Sul-Riograndense, os quais são derivados de substrato granítico, devido à baixa quantidade de informações nesta região a respeito desses solos.

2. Revisão de literatura

2.1. Particularidades evolutivas dos solos

O solo pode ser definido como sendo coleção de corpos naturais na superfície terrestre, localmente modificado ou mesmo construído pelo homem a partir de materiais terrestres, contendo matéria viva e suportando ou sendo capaz de suportar plantas ao ar livre (FANNING; FANNING, 1989). Afim de ampliar esta definição incluindo solos localizados no continente Antártico, onde a pedogênese ocorre, mas o clima é muito extremo para suportar formas superiores de plantas, o Soil Survey Staff (1999), define solo como corpo natural compreendido por sólidos (minerais e matéria orgânica), líquido e gases que ocorre na superfície terrestre, ocupa espaço, e é caracterizado por um ou mais dos seguintes: horizontes, ou camadas, que se distinguem do material de origem como o resultado de adições, perdas, transferências e transformações de energia e matéria ou a habilidade de suportar plantas superiores (com raízes) no ambiente natural.

De acordo com Santos et al. (2018) o solo ocupa grande extensão do manto superficial terrestre e pode ser definido como uma coleção de corpos naturais, com partes sólidas, líquidas e gasosas formadas por materiais minerais e orgânicos. Sendo importante salientar que a qualidade do solo é determinante para a sustentação da vida animal, dos seres humanos e da flora (BRADY; WEIL, 2013).

Os processos pedogenéticos e fatores de formação dos solos estão relacionados a características e atributos presentes nas diferentes classes de solos. Conforme formulado por Dokuchaev (1883), o solo é uma variável que depende dos seus próprios fatores de formação, sendo estes o material de origem, o clima, a caracterização e cobertura da vegetação e a topografia do terreno. Ainda, de acordo com o modelo formulado por Zakharov (1927) e Jenny (1941) o tipo de solo resulta da interação dos fatores clima, organismos, o relevo, o material origem e o tempo.

O processo de intemperismo está estritamente ligado a gênese e desenvolvimento dos solos. No material resultante das desagregações e decomposições promovidas pelo intemperismo atuam os processos e fatores de

formação, mesmo sendo um processo essencialmente geológico quando o intemperismo participa da transformação da rocha e saprólitos em solo torna-se também pedológico (FONTES, 2012).

O clima, segundo Fontes (2012), é o fator de formação que mais afeta o intemperismo, promovendo distintos tipos e intensidades de intemperismo de acordo com os efeitos da temperatura, vegetações e precipitações. Ainda, de acordo com Becker, Buriol e Streck (2017) nas diferentes zonas climáticas os processos de intemperismo e pedogênese ocorrem de maneira distintas, ocasionando assim perfis com horizontes de diferente espessura e composição. Caulinita e óxidos de Ferro, por exemplo, podem ter comportamento distinto em alguns perfis de solo ocorrendo em função do clima e material de origem (PEDRON; AZEVEDO; DALMOLIN, 2012), demonstrando que em determinados ambientes minerais e óxidos tem forte correlação com as taxas de intemperismo promovidas pela variabilidade climática.

O fator relevo, de acordo com Kämpf e Curi (2012), possui relação com a distribuição espacial dos solos, apresentando efeitos diretos sobre os processos de formação e indiretos nos fatores de formação dos solos. Um dos importantes efeitos do relevo constatados é a estreita relação da distribuição da umidade com a topografia das áreas, quando na presença de posições convexas e concavas no relevo a água escoada pela primeira posição é coletada pela segunda, o que pode ocasionar diferentes profundidades de intemperismo do leito rochoso (WALD; GRAHAM; SCHOENEGER, 2013).

Tratando a respeito do papel dos organismos vivos no intemperismo de rochas e minerais, Hasenmueller et al. (2017) encontraram evidências claras da influência desse fator. Segundo estes autores, raízes profundas e seus simbiontes participam ativamente do intemperismo ao longo das fraturas das rochas, por intermédio da respiração, exsudação de ácidos e absorção de nutrientes derivados de minerais.

A importância do material de origem na formação e morfologia do solo é amplamente conhecida. O grau de consolidação, a granulometria e composição são variáveis do material de origem que influem sobre características dos solos como a textura, relação do desenvolvimento do perfil com o intemperismo, fornecimento de elementos e composição dos solos (KÄMPF; CURI, 2012). Em muitos casos a rocha é considerada o material de origem dos solos descritos e,

portanto, a relação com o intemperismo ganha notoriedade. De acordo com Fontes (2012), os atributos composição mineralógica, cor, textura e estrutura afetam a velocidade e resistência ao intemperismo por parte das rochas.

Com o intuito de definir interrelações entre a profundidade do solo e o substrato geológico, Menezes et al. (2012), constataram que os fatores de maior importância na potencialização do intemperismo de rochas graníticas e gnaisses diferem entre si. Enquanto para as rochas graníticas a principal influência está na granulação e textura, nas rochas metamórficas (gnaisse) está no bandamento e inclinação. Ainda segundo os autores, considerando apenas o material de origem como fator de aprofundamento do solo, rochas graníticas resultam em perfis mais rasos, quando comparadas aquelas derivadas de rochas metamórficas (gnaisses).

O material de origem afetará a formação do solo de acordo com o seu grau de estabilidade geológica. Superfícies mais estáveis, como por exemplo, formações de rochas vulcânicas extrusivas, tendem a formar solos mais homogêneos do ponto de vista morfológico. Já superfícies mais instáveis, como formações vulcânicas intrusivas, que além de tudo podem apresentar variações com materiais que passaram por processo de metamorfismo, podem formar solos com uma variabilidade morfológica significativa. No Estado do Rio Grande do Sul são encontradas diferentes regiões fisiográficas, cujas particularidades quanto ao clima e a geologia afetam a gênese dos solos (KÄMPF; SCHWERTMANN, 1983; PEDRON; DE AZEVEDO; DALMOLIN, 2012).

Na Região Geomorfológica do Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense, é encontrado o Batólito Pelotas, que por sua vez apresenta uma extensão de aproximadamente de 370 km com largura variando entre 70 e 110 km indo desde o Uruguai até o Estado de Santa Catarina. O Batólito Pelotas é um complexo plutônico, multi-intrusivo e polifásico com seis suítes graníticas, incluindo, no entanto, também a presença de rochas básicas. Aproximadamente 30% da área do Batólito Pelotas, que está situado no Escudo Sul-Rio-Grandense, é ocupado pela chamada Suíte Pinheiro Machado, que exhibe evidências de mistura homogênea e heterogênea entre os líquidos graníticos e os líquidos máficos (PHILIPP et al., 2002).

Essa suíte ocupa uma faixa central do Batólito Pelotas, perfazendo cerca de 30% da sua área. Os tipos de materiais presentes são granodioritos, tonalitos,

dioritos e quartzo-dioritos. São rochas de cor cinza com textura granular variando de média a grossa com a presença de megacristais de k-feldspatos (1 a 3 cm), além de plagioclásios bem formados, de cor branca, com quartzo amebóide e biotita bem formada (PHILIPP; MACHADO, 2001).

Embora se conheça a importância de estudos detalhados para as diferentes classes de solos levando em consideração seu material de origem, para algumas classes as pesquisas ainda são escassas. Uma dessas classes é a classe dos Neossolos.

Com ênfase na classes de Neossolos do Estado do Rio Grande do Sul encontram-se, por exemplo, pesquisas com rochas sedimentares e/ou vulcânicas que ocorrem nas regiões Central, Planalto e Serra Geral (PEDRON, 2007; PEDRON et al., 2009, 2010, 2011; PEDRON; DE AZEVEDO; DALMOLIN, 2012; SAMUEL-ROSA et al., 2011; STÜRMER et al., 2009).

No entanto, na Região Geomorfológica do Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense, são encontrados Neossolos formados principalmente por rochas graníticas, que apresentam características heterogênicas de formação e por isso carecem de estudos detalhados, tanto do ponto de vista morfológico, quanto físico-químico e físico-hídrico.

2.2. Aspectos de classificação taxonômica, morfologia, uso e manejo de Neossolos

A classificação taxonômica dos solos é realizada através de um exame completo de sua morfologia e da avaliação e identificação de horizontes e atributos diagnósticos. Segundo Santos et al. (2018), as características usadas para identificação de um nível categórico podem ser identificadas a campo, inferidas através de outras propriedades ou por conhecimentos da área de ciência do solo. Ainda segundo os autores níveis categóricos mais elevados da classificação devem ser definidos por características que afetem e/ou estejam ligadas a processos de gênese do solo.

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS et al., 2018) caracteriza a classe dos Neossolos, como sendo, solos rasos ou profundos, porém pouco desenvolvidos, podendo ocorrer a identificação desta classe a partir de determinadas sequências de horizontes presentes no perfil,

como por exemplo: A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-C, O-R ou H-C. Além disso, não ocorre evidência de desenvolvimento de horizonte B diagnóstico (STRECK et al., 2018). Em segundo nível categórico (subordens) os Neossolos são divididos em Litólicos, Flúvicos, Regolíticos e Quartzarênicos, sendo estas divisões definidas com base na identificação de alguns requisitos, como por exemplo, a profundidade do contato lítico, percentagem de minerais primários alteráveis, textura dos horizontes e percentagem de fragmentos grosseiros no volume do material sobre o qual o horizonte A está depositado (SANTOS et al., 2018).

De acordo com SiBCS (SANTOS et al., 2018), Neossolos Litólicos são identificados através da presença de contato lítico ou lítico fragmentário em até 50 cm de profundidade e possuem horizonte A ou hístico sobre horizonte C, Cr, rocha ou material com massa ocupada em 90% ou mais por fragmentos grosseiros. Enquanto alguns dos critérios utilizados para a identificação de Neossolos Regolíticos são o contato lítico ou lítico fragmentário não ocorrer em até 50 cm de profundidade, horizonte A ou hístico estar sobre horizonte C ou Cr e possuir fragmentos da rocha e/ou saprólito correspondendo a 5% ou mais do horizonte C ou Cr que se encontra dentro de 150 cm. Em ambas as subordens pode ocorrer a presença de horizonte B em formação, desde que não satisfaça a nenhum horizonte B diagnóstico.

O 3º nível categórico do SiBCS para os Neossolos Litólicos e Regolíticos é definido com base em características químicas, acúmulo de carbonato de cálcio, presença de horizontes diagnósticos superficiais (A Húmico, Hístico e A Chernozêmico), acúmulo de sais solúveis em água, acúmulo de sódio trocável, textura arenosa e atividade da argila. No 4º nível categórico são referenciadas informações a respeito do contato lítico, como por exemplo, fragmentário, léptico e leptofragmentário. Em Neossolos Litólicos o caráter fragmentário ocorre quando existe contato lítico fragmentário e nos Neossolos Regolíticos o caráter léptico e leptofragmentário são definidos quando o contato lítico e contato lítico fragmentário, respectivamente, ocorrem em profundidade maior que 50 cm e menor ou igual 100 cm a partir da superfície do solo (SANTOS et al., 2018).

No Estado do Rio Grande do Sul os Neossolos, especificamente Litólicos e Regolíticos, ocupam aproximadamente 20% do território (BRASIL, 1973), que devido à forte pressão populacional tem sido amplamente utilizados de forma inadequada para fins agrícolas (PEDRON et al., 2010). A espessura do

horizontes superficial (A), a presença de pedregosidade e rochoso e o tipo de contato saprolítico ou lítico (fragmentários ou leptogmentários) tem influência sobre o potencial agrícola destes solos (PEDRON; DE AZEVEDO; DALMOLIN, 2012).

Com relação ao potencial agrícola, os Neossolos geralmente apresentam potencial restrito (dependendo da profundidade do contato lítico ou saprolítico) ou até mesmo inapto para cultivos anuais de grãos. Portanto, os Neossolos Litólicos por possuírem menor profundidade efetiva que Neossolos Regolíticos, tem maior restrição ao uso agrícola. Mesmo assim, a sua exploração agrícola é significativa, principalmente em áreas de encosta com o predomínio de pequenas propriedades que utilizam mão de obra familiar. De acordo com Streck et al. (2018), com relação ao uso sustentável e a conservação do solo, seria indicado que os Neossolos Litólicos fossem mantidos sob preservação permanente, pois estes, além de apresentarem pouca profundidade efetiva, resultando em problemas para o desenvolvimento radicular e armazenamento de água, apresentam pedregosidade e afloramentos rochosos, enquanto os Neossolos Regolíticos em alguns casos podem ser utilizados para fins agrícolas (como cultivos perenes por exemplo), desde que fossem aplicadas práticas intensivas e particulares de conservação do solo e da água.

Por mais que os Neossolos Litólicos e Regolíticos sejam considerados solos rasos ou poucos desenvolvidos (pela pequena espessura do horizonte A) a sua profundidade efetiva transcende os limites dos horizontes saprolíticos. Isso se deve ao fato de que o saprolito, em geral, apresenta fraturas devido aos processos de intemperismo proporcionando o desenvolvimento radicular em profundidade. Um horizonte saprolítico pode receber a simbologia "Cr" e representar uma secção do perfil do solo que mantenha a estrutura da rocha em diferentes estágios de alteração (PEDRON et al., 2015).

Ainda existem muitas inconsistências no uso de termos ou simbologias, principalmente para se definir os horizontes e/ou camadas saprolíticas. Alguns trabalhos tem chamado atenção para tal fato como visto no estudo de Wald, Graham e Schoeneberger (2013). Estes autores relatam que na maioria das vezes, principalmente em levantamentos de solos, o saprolito é designado como horizonte C ao invés de horizonte Cr e que seria importante a designação de um novo horizonte. De acordo com o Soil Survey Staff, (2010) o horizonte Cr é

definido como: um horizonte morfológico do solo onde o leito rochoso se encontra suficientemente intemperizado, ao ponto em que se possa, aplicando força moderada a forte, ser quebrado entre as mãos. Saprolito portanto, seria por definição: a rocha em estágio avançado de intemperismo, mas que conserva as características originais da rocha, com alteração significativa dos minerais resistentes ao intemperismo para argilominerais. É friável, ou seja, facilmente quebrado com a mão e apresenta consistência plástica quando molhado (GRAHAM; ROSSI; HUBBERT, 2010; WALD; GRAHAM; SCHOENEGER, 2013).

A profundidade efetiva de Neossolos tem influência no crescimento e desenvolvimento vegetal, podendo ser um fator importante de limitação. Quando os Neossolos apresentam contato lítico próximo a superfície, o crescimento radicular ocorre frequentemente em contato direto com a camada saprolítica, que apresenta diferentes graus de limitação ao crescimento das raízes. No entanto, mesmo com as limitações decorrentes do significativo volume de material grosseiro, é possível e comum a ocorrência de raízes em profundidades superiores a 70 cm em perfis de Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos (PEDRON et al., 2009).

As raízes exploram camadas saprolíticas e rochas consolidadas em busca de nutrientes e água, muitas vezes crescendo nas fraturas presentes no material de origem dos perfis de solo. A penetração das raízes dentro do leito rochoso permite, por exemplo, que arbustos sobrevivam a longos períodos de seca no ano (STERNBERG et al., 1996). Além disso, conforme inferido por Hasenmueller et al. (2017) as raízes podem penetrar a rocha para buscar nutrientes que não são abundantes ou disponíveis no solo, podendo aproveitar as concentrações de N ou K presentes nas fraturas das rochas.

Devido a facilidade de corrigir a baixa fertilidade dos solos, esta passa a não ser vista muitas vezes como fator limitante para o desenvolvimento das culturas, principalmente aquelas de ciclo curto. No entanto, o excedente das adubações realizadas pode levar a migração vertical dos nutrientes, como observado em Neossolos Regolíticos por Galvão, Salcedo e Oliveira (2008). Uma vez que a lixiviação dos nutrientes pode resultar na poluição de aquíferos e reservatórios o entendimento das dinâmicas entre horizontes do solo apresentam importância na conservação ambiental. No Rebordo do Planalto e

na Depressão Central do RS, por exemplo, devido a formação do solo ser resultado do intemperismo de rochas sedimentares, alguns tipos de solos apresentam textura bastante arenosa, como, Argissolos arênicos e espessarênicos e Neossolos Quartzarênicos. Esses solos demandam cuidados especiais com relação a erosão, obviamente, mas também para com a adubação, visto que a capacidade de retenção de elementos químicos é deficitária, pela textura mais arenosa, fazendo com que alguns elementos químicos em excesso possam ser lixiviados até o aquífero (PEDRON et al., 2011).

Mesmo que a importância em se conhecer e estudar a camada saprolítica ou horizonte saprolítico seja de concordância entre diversos pesquisadores da ciência do solo, ela por vezes é negligenciada. Não há consenso, por exemplo, nem mesmo na definição de qual simbologia seria mais adequada e/ou correta para definir um (a) horizonte/camada saprolítica e se essa simbologia poderia ser a mesma empregada para materiais de origem diferentes. Portanto que, do ponto de vista taxonômico, morfológico e de uso de manejo dos solos, ainda há necessidade de mais pesquisas que tenham por objetivo avançar nesse tema.

2.3. Propriedades físico-hídricas de Neossolos

O estudo físico-hídrico de Neossolos contribui para o planejamento agrícola e manutenção da conservação do solo das áreas agrícolas onde há uma ocorrência significativa destas classes de solos. Entre as propriedades importantes para a caracterização do comportamento hídrico estão a textura e estrutura dos solos, que influenciam sobre a quantidade, diâmetro e conectividade dos poros (ALMEIDA et al., 2015), profundidade, pedofoma e mineralogia (MESQUITA; MORAES, 2004). O carbono orgânico do solo também apresenta relevância devido a sua relação com a densidade do solo (WANG et al., 2014) e retenção de água na terra fina (ALGAYER; LAGACHERIE; LEMAIRE, 2020).

A porosidade apresenta papel chave em diversas funções do solo (RABOT et al., 2018). Com a divisão das classes de poros pela curva de retenção de água no solo pode-se determinar fenômenos de retenção e armazenamento de água (HUANG et al., 2021). Logo, o estudo dessa variável em Neossolos,

principalmente considerando a camada saprolítica, é relevante visto que esta é uma classe de solo de significativa ocorrência em diversos ambientes, que por sua vez, atuam como unidades principais para planejamento e gestão.

Com relação ao armazenamento de água nas camadas saprolíticas, Wald, Graham e Schoeneberger (2013), estabelecem como fatores primordiais, não somente e óbvio, a espessura da camada mas também a capacidade de retenção que apresentam os diferentes materiais geológicos que formam os solos. Ainda segundo estes autores, as propriedades químicas e físicas do saprolito variam de acordo com a litologia, no entanto, alguns tipos de rochas em estágio inicial de intemperização apresentam propriedades muito semelhantes às aquelas dos horizontes pedogenéticos subjacentes. Como as camadas intemperizadas, a frente de intemperismo, ou seja, o saprolito, geralmente é espesso, o impacto e/ou a influência nos processos físico-hídricos pode ser significativo, como por exemplo, na disponibilidade de água para as plantas e também no escoamento superficial de água para os corpos hídricos. Portanto, devido ao contato lítico ou saprolítico próximo a superfície, principalmente se tratando dos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, torna-se de suma importância a compreensão das interações que ocorrem entre o regolito e fluxos hídricos.

A distribuição das frações de areia, silte e argila, utilizadas para determinar a textura do solo, estão relacionadas com a dinâmica e retenção de água no solo (DELBARI; AFRASIAB; LOISKANDL, 2011). Avaliando solos de textura argila pesada, franco-argilo-siltosa e franca arenosa, Carlesso e Santos (1999) encontraram maior armazenamento total de água no perfil com textura argila pesada e em condições de déficit hídrico a capacidade de armazenamento de água disponível às plantas de milho foi maior sob textura franca arenosa. No entanto cabe ressaltar que a retenção de água não pode ser predita somente através da textura em todas as classes de solos (MESQUITA; MORAES, 2004). Ainda com relação a composição granulométrica, a presença de fragmentos grosseiros (cascalhos e calhaus) em solos rasos e o volume ocupado principalmente nas camadas saprolíticas aumentam a relevância de suas propriedades hídricas. Desconsiderar as características de retenção da água dos materiais grosseiros pode resultar em uma subestimação da retenção de água em fragmentos altamente porosos (PARAJULI; SADEGHI; JONES, 2017).

A medida que ocorre a variação do material de origem dos solos é possível perceber alterações na composição da fração total do solo, principalmente nos horizontes superficiais de Neossolos. Em estudo desenvolvido por Pedron et al. (2010) com Neossolos derivados de materiais sedimentares, os autores observaram que os perfis de solos não apresentaram fração grosseira (cascalhos e calhaus) no horizonte A devido a menor resistência ao intemperismo e do agente cimentante do arenito. Situação diferentes quanto a presença de fração grosseira é relatado por Pedron (2007) e Stürmer et al. (2009) em Neossolos derivados de rochas vulcânicas onde ocorre a presença de material maior que 2 mm compondo o volume do horizonte A.

A diminuição do volume de terra fina, devido ao aumento da fração grosseira, resulta na diminuição do impacto deste componente sobre a previsão da capacidade de água disponível do solo, como constatado por (ALGAYER; LAGACHERIE; LEMAIRE, 2020). No estudo os autores também encontraram que a capacidade de retenção de água nos fragmentos grosseiros apresentou papel importante na explicação do crescimento de árvores, com retenção variando de acordo com a litologia.

Uma das propriedades físicas do solo mais importantes é a capacidade que os solos possuem em armazenar água para o desenvolvimento das plantas. Dentro desta mesma propriedade estão juntamente atreladas a infiltração de água no solo, a porosidade e por consequência a capacidade de retenção de água no solo. Avaliando solos rasos derivados de rochas graníticas da região do Chaparral Californiano Sternberg et al. (1996) verificaram que as plantas foram capazes de extrair água de profundidade igual ou maior que 2,9m no leito rochoso intemperizado. Os autores também citam um aumento em 10 vezes do volume radicular dos arbustos, que não seria possível considerando somente o solo e enfatizam a importante função ecológica exercida pela rocha intemperizada no armazenamento e disponibilização de água as plantas.

Estudo realizado por Wald, Graham e Schoeneberger (2013) avaliando saprólitos derivados de diferentes materiais de origem nos Estados Unidos, incluindo granitos, gnaisses, arenitos e xistos, encontraram capacidade de retenção de água disponível as plantas, nos horizontes saprolíticos semelhante a dos horizontes superficiais, o que combinado com a espessura resulta em importantes reservatórios de água. Neste trabalho os autores também

constataram que a diferente litologia das áreas resultou em variação das propriedades físicas e químicas do leito rochoso intemperizado.

Conforme discutido por Pedron et al. (2011), características da camada saprolítica, como o preenchimento de fraturas com solo, conjuntamente com a obstrução dos macroporos pela deposição de silte e areia, e incremento de argila em profundidade nas camadas Cr podem ter diminuído a infiltração da água no perfil de solos derivados de arenito da formação Caturrita. As propriedades físicas das camadas saprolíticas também conferiram maior volume de água disponível as plantas em alguns dos perfis de Neossolos estudados, segundo os autores. Em Neossolos Regolíticos originados de rochas vulcânicas, no Rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul, Stürmer et al. (2009) encontraram relações entre a taxa de infiltração e infiltração acumulada com fração fina do perfil, número de fraturas da camada saprolítica, espessura e inclinação das fraturas (em relação ao plano gravitacional). Enfatizando a importância de determinações detalhas dos fraturamentos nas camadas de saprolito para compreensão da recarga de aquíferos, córregos e disponibilidade hídrica para as plantas.

É possível que exista correlação entre alguns atributos físicos do solo como por exemplo, infiltração de água, condutividade hidráulica saturada, granulometria, densidade, profundidade do horizonte A, contato lítico e a espessura do saprolito. Diante disto, Deobald (2013) testou essa hipótese e constatou que para a classe dos Neossolos, a resistência a penetração (que está diretamente ligada a granulometria), tem uma grande variação. Isso já havia sido relatado por Pedron et al. (2010) quando os autores destacaram que esse resultado em muito se deve a variação de espessura do horizonte A e do grau de intemperismo dos horizontes saprolíticos. Para Stürmer et al., (2009) a infiltração de água em solos rasos é muito dependente da configuração dos horizontes saprolíticos no quesito fraturamento. Por fim, Deobald (2013), define como comportamento multivariado a condição da infiltração de água no solo, requerendo o emprego de análises mais detalhadas para explicar com melhor clareza esta propriedade.

3. Hipóteses

- I. Os horizontes C e Cr de Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos derivados de granióites da Suíte Pinheiro Machado podem apresentar comportamento semelhante, do ponto de vista físico-hídrico e químico, aos dos horizontes superficiais desses solos

4. Objetivos

4.1. Geral

Avaliar as propriedades morfológicas, físico-hídricas e químicas de Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos derivados de rochas graníticas da Região do Escudo Sul-Riograndense.

4.2. Específicos

- I. Descrever a morfologia dos perfis utilizados como referência;
- II. Determinar as propriedades químicas em todos os horizontes dos perfis estudados;
- III. Determinar a porosidade total, macro e microporosidade em todos os horizontes dos perfis estudados;
- IV. Determinar a capacidade de retenção de água no solo em todos os horizontes dos perfis estudados.

5. Artigo – Propriedades hídricas de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados de granitos da Região do Escudo Cristalino Sul Riograndense

5.1. Introdução

Os Neossolos Litólicos e Regolíticos são solos rasos ou pouco profundos, sem desenvolvimento de horizonte B diagnóstico. Apresentam pequena profundidade efetiva, com sequência de horizontes e/ou camadas A-R ou A-Cr-R, onde o contato lítico fica restrito aos primeiros 50 cm de profundidade para os Neossolos Litólicos e além desse limite para os Neossolos Regolíticos (SANTOS et al., 2018). Além do contato lítico, o contato com o saprolito pode ocorrer próximo a superfície e no caso, segundo Pedron et al. (2015) este seria designado como um horizonte saprolítico recebendo assim a simbologia “Cr”, representando uma secção do perfil do solo com manutenção da estrutura da rocha em diferentes estágios de alteração.

No Estado do Rio Grande do Sul os Neossolos, especificamente Litólicos e Regolíticos, ocupam aproximadamente 20% do território (BRASIL, 1973) e têm sido amplamente utilizados de forma inadequada para fins agrícolas (PEDRON et al., 2010). Do ponto de vista da relação solo-paisagem, esses solos são de comum ocorrência em relevos declivosos com presença de pedregosidade. A espessura do horizonte superficial (A), a presença de pedregosidade e rochosidade e o tipo de contato saprolítico ou lítico (fragmentários ou leptogmentários) tem influência sobre o potencial agrícola destes solos (PEDRON et al., 2009, 2010; PEDRON; DE AZEVEDO; DALMOLIN, 2012).

Por mais que os Neossolos Litólicos e Regolíticos sejam considerados solos rasos ou poucos desenvolvidos (pela pequena espessura do horizonte A) a sua profundidade efetiva transcende os limites dos horizontes saprolíticos. Isso se deve ao fato de que o saprolito, em geral, apresenta fraturas devido aos processos de intemperismo proporcionando o desenvolvimento radicular em profundidade. A penetração das raízes no saprolito permite, por exemplo, que arbustos sobrevivam a longos períodos de seca no ano (STERNBERG et al., 1996).

Com relação ao armazenamento de água no saprólito, vários são os estudos que chamam a atenção para uma mudança de concepção em relação ao potencial de uso agrícola destes solos (DE ALMEIDA et al., 2015; DEOBALD, 2013; HASENMUELLER et al., 2017; PEDRON et al., 2011; STÜRMER et al., 2009; WALD; GRAHAM; SCHOENEBERGER, 2013). Estudo realizado por Wald, Graham e Schoeneberger (2013) avaliando saprólitos derivados de diferentes materiais de origem nos Estados Unidos, incluindo granitos, gnaisses, arenitos e xistos, encontraram capacidade de retenção de água disponível as plantas, nos horizontes saprolíticos semelhante à dos horizontes superficiais, o que combinado com a espessura resulta em importantes reservatórios de água. Neste trabalho os autores também constataram que a diferente litologia das áreas resultou em variação das propriedades físicas e químicas do leito rochoso intemperizado. Devido ao contato lítico próximo a superfície, principalmente se tratando dos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, torna-se primordial a compreensão das interações que ocorrem entre o regolito, fluxos hídricos e os nutrientes.

Como nestes solos a presença de fragmentos grosseiros é comum, estes devem ser levados em consideração como importante parâmetro morfológico (ALGAYER; LAGACHERIE; LEMAIRE, 2020; GALLEGOS et al., 2021; ZHANG; HARTEMINK; HUANG, 2019). Quando altamente porosos, devem ser considerados esses fragmentos, para que não haja uma subestimativa da retenção de água (PARAJULI; SADEGHI; JONES, 2017). Estas características são também importantes nos horizontes saprolíticos, devido ao volume que ocupam no perfil do solo.

Até o presente momento existem diversas pesquisas que abordam a classe dos Neossolos do ponto de vista de caracterização morfológico, químico, físico-hídrico e contato solo-saprolito (DEOBALD, 2013; PEDRON, 2007; PEDRON et al., 2009, 2010, 2011; PEDRON; DE AZEVEDO; DALMOLIN, 2012; SAMUEL-ROSA et al., 2011; STÜRMER et al., 2009). No entanto, todos esses estudos são focados em solos desenvolvidos de materiais de origem sedimentar e vulcânicos. Portanto há demanda por informações sobre a configuração de Neossolos rasos derivados de rochas ígneas intrusivas e/ou metamórficas principalmente aquelas do Escudo Cristalino Sul-Riograndense, mais especificamente a Suíte Pinheiro Machado, a qual é composta basicamente

por granitóides que apresentam características heterogêneas de formação e por isso carecem de pesquisas detalhadas. Esse conhecimento é preponderante para que se possa evitar danos ambientais a partir do uso inadequado destes solos.

É possível que os horizontes saprolíticos de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados de granitóides da Suíte Pinheiro Machado apresentem disponibilidade hídrica semelhante ou até mesmo superior à dos horizontes superficiais. Este estudo procurou caracterizar a morfologia e determinar a disponibilidade hídrica nestes solos, com ênfase na participação dos horizontes saprolíticos na disponibilidade de água as plantas.

5.2. Material e Métodos

5.2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Pelotas, na região sul Estado do Rio Grande do Sul (RS) (Figura 1), conhecida como Escudo Sul-Riograndense transacionando para a região fisiográfica da Planície Costeira. Tomando por base uma transeção, deste o topo da paisagem até a encosta inferior, foram descritos 7 perfis de solo representando a variabilidade da área, com os pontos escolhidos por especialista em pedologia.

Conforme a classificação de Köppen o clima da região de estudo é caracterizado como Cfa (clima temperado úmido com verão quente) e a precipitação média anual varia entre 1300 e 1600mm (ALVARES et al., 2013). O substrato geológico pertence à Suíte Pinheiro Machado, apresentando material originário granitóide de composição granodiorítica a monzogranítica. O bandamento e aspecto das rochas é considerado gnáissico (PHILIPP; CAMPOS, 2004).

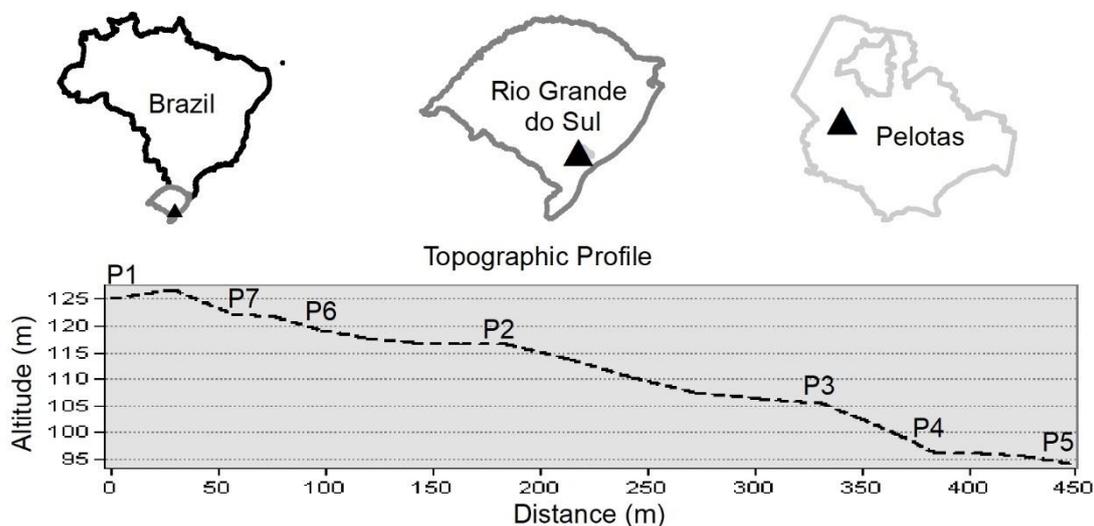


Figura 1- Localização da região de estudo, onde foram amostrados perfis de Neossolos Litólicos e Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.

Os dados ambientais e taxonômicos dos perfis estudados estão apresentados na Tabela 1. As classes de declividade do relevo encontradas na área são plano, ondulado e forte ondulado. No P1 e P2 o uso é

predominantemente com lavouras anuais (milho) e pousio no inverno com desenvolvimento de cultivos espontâneos (azevém). Já nos demais perfis predomina o cultivo de pessegueiro, que ocorre em conjunto de lavouras.

Tabela 1- Simbologia, dados ambientais e classificação taxonômica dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos da área de estudo.

Perfil ⁽¹⁾	Relevo ⁽²⁾	Uso Atual	Classificação Taxonômica	
			SiBCS ⁽³⁾	WRB ⁽⁴⁾
P1	Ondulado	Lavoura/Resteva	RLd	Dystric Leptosol
P2	Ondulado	Lavoura/Resteva	RLm	Mollic Leptosol
P3	F/Ondulado	Lavoura/Pomar	RRe	Leptic Regosol
P4	F/Ondulado	Lavoura/Pomar	RRd	Leptic Regosol
P5	Ondulado	Lavoura/Pomar	RRd	Leptic Regosol
P6	Ondulado	Lavoura/Pomar	RLm	Mollic Leptosol
P7	F/Ondulado	Lavoura/Pomar	RLd	Umbric Leptosol

⁽¹⁾ P1 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário; P2 - Neossolo Litólico Chernossólico típico; P3 - Neossolo Regolítico Eutrófico leptofragmentário; P4 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P5 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P6 - Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário; P7 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário. ⁽²⁾ F/Ondulado – Forte Ondulado ⁽³⁾ Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018). ⁽⁴⁾ World Reference Base for Soil Resources (IUSS WORKING GROUP WRB, 2015).

5.2.2. Amostragem pedológica e classificação dos solos

Foram descritos e coletados, conforme Santos et al. (2015), 7 perfis de solos na área de estudo objetivando compreender a variabilidade de distribuição destes solos na paisagem avaliada (Figura 1). Os perfis foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (SANTOS et al., 2018) e World Reference base for Soil Resources (IUSS WORKING GROUP WRB, 2015). Todos os pontos foram georreferenciados em campo (APÊNDICE 1). Além disso, foram coletadas amostras com estrutura preservada em todos os horizontes e camadas dos perfis.

5.2.3. Determinações químicas e físicas

As amostras dos horizontes dos perfis, sem estrutura preservada, foram secas ao ar (TFSA) e posteriormente peneiradas em malha de 2 mm. As determinações químicas e físicas seguiram os procedimentos descritos em Teixeira et al., (2017). Foi determinado o potencial hidrogeniônico (pH) em H₂O e em KCl 1 mol L⁻¹ 1:2,5 (v/v). A acidez potencial (H + Al³⁺) foi extraída com Ca(OAc)₂ 1 mol L⁻¹ a pH 7,0 e determinada por titulação com NaOH 0,0606 mol

L⁻¹. O cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) foram extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e determinados no espectrofotômetro de absorção atômica, o potássio (K⁺) e sódio (Na⁺) extraídos com HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹ e analisados por fotometria de chama. O carbono orgânico (CO) foi determinado por oxidação via úmida com K₂Cr₂O₇ 0,4 mol L⁻¹. O fósforo assimilável foi extraído com HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹ e determinado por colorimetria.

A determinação da granulometria total foi efetuada em relação à massa total da amostra seca coletada no campo, diretamente na face do perfil. As amostras foram separadas por tamisamento seco, considerando-se as seguintes classes granulométricas: terra fina (< 2 mm), cascalho (2 a 20 mm), calhau (20 a 200 mm) e matacão (> 200 mm). A granulometria da fração terra fina foi realizada via tamisamento úmido seguido de sedimentação pelo método da pipeta, utilizando o NaOH 1 mol L⁻¹ como dispersante químico, enquanto a argila natural foi dispersa em água (TEIXEIRA et al., 2017).

Amostras com estrutura preservada foram coletadas em cilindros de aço (0,050m de altura e 0,047m de diâmetro), com 3 repetições por ponto para horizontes superficiais dos perfis e em blocos de estrutura preservada, com 2 repetições por ponto para os horizontes saprolíticos. Sendo utilizadas para a determinação da densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e a curva de retenção de água no solo

As amostras indeformadas em anéis foram preparadas através da toaleta (retirando o excesso do material), saturadas por capilaridade durante 48 horas e levadas a tensões crescentes inferindo-se o teor de água em função das tensões aplicadas. Nos potenciais de - 0,01, - 0,033 e - 0,1 Mpa (altas tensões) a umidade foi determinada em câmaras de pressão de Richards e em mesa de tensão (baixas tensões) nos potenciais de - 0,006 e - 0,001 Mpa.

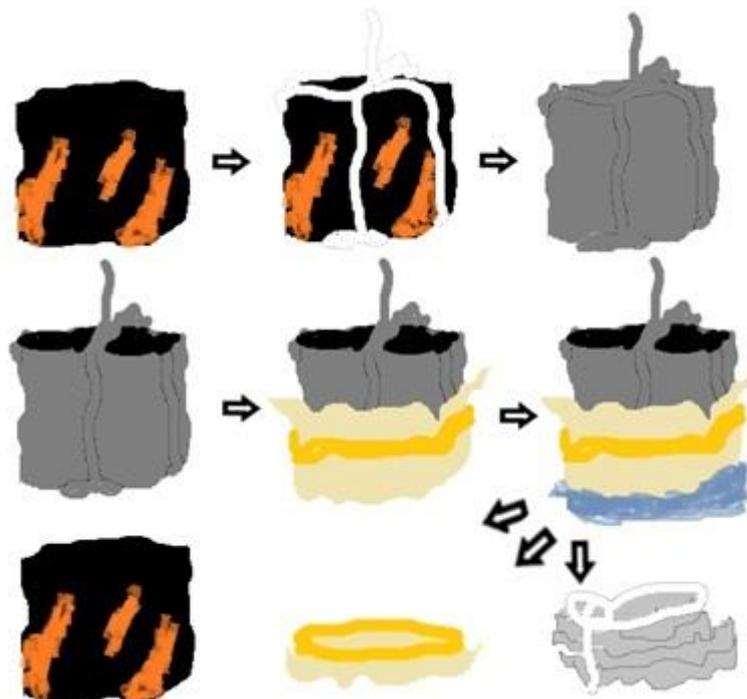
Os blocos dos horizontes saprolíticos foram coletados com dimensões de no máximo 20 x 20 cm, envolvidos em plástico filme. Após toaleta em laboratório esses blocos foram reduzidos a dimensões de 5 x 5 x 5 cm e secos ao ar para que pudessem ser parafinados (Figura 2). Os torrões foram submetidos ao método do torrão parafinado, com alterações removendo a parafina da parte superior e inferior dos blocos, formando orifícios, para desta forma determinar a curva de retenção de água no solo. Os blocos parafinados foram saturados por capilaridade por 48 horas e submetidos as pressões na

mesa de tensão, nas câmaras de pressão de Richards e processo de secagem, conforme indicado por Pereira (2021, no prelo).

O equilíbrio das amostras, a 0,006 Mpa foi utilizado para determinar a macroporosidade e o peso constante obtido após secagem em estufa a 105°C para a determinação da microporosidade e da densidade do solo. Sendo a porosidade total calculada pela soma da microporosidade e macroporosidade e a densidade do solo pela relação massa de solo seco pelo volume do cilindro e pelo método do torrão parafinado (TEIXEIRA et al., 2017).

Para as tensões abaixo de - 0,01 Mpa foi utilizado o método do ponto de orvalho (SCHELLE et al., 2013) nos horizontes superficiais e o método proposto por Gubiani et al. (2021) para preparo e leitura no WP4 das amostras provenientes dos horizontes saprolíticos, por apresentarem alto volume de fração grosseira. A curva de retenção de água, após obtida, foi ajustada pela equação de Van Genuchten (VAN GENUCHTEN, 1980) utilizando o SWCR-Fit (SEKI, 2007), a Água Disponível calculada pela diferença entre a Capacidade de Campo e o Ponto de Murcha Permanente (1,5 Mpa) e a Capacidade de Água Disponível multiplicando a Água Disponível pela espessura dos horizontes/camadas.

Figura 2 - Esquema demonstrando processo de preparo de amostras do horizonte saprolítico.



Preto e laranja - Bloco do horizonte saprolítico; Branco - Cordão; Cinza - Parafina; Amarelo claro - Pano; Dourado - Atilho; Cinza Azulado - Pó de quartzo.

5.3. Resultados

Dentre os perfis estudados, o P1 e P7 foram classificados, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS, et al., 2018), como, Neossolos Litólicos Distróficos fragmentários (RLd), o P2 como Neossolo Litólico Chernossólico típico (RLm), o P3 como Neossolo Regolítico Eutrófico leptofragmentário (RRe), o P4 e P5 como Neossolos Regolíticos Distróficos leptofragmentários (RRd) e o P6 como Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário (RLm). De acordo com o Sistema de Classificação de Solos da FAO (IUSS WORKING GROUP WRB, 2015), O P1 foi classificado como Dystric Leptosol, o P2 e o P6 como Mollic Leptosol, o P3, P4 e P5 como Leptic Regosol e o P7 como Umbric Leptosol.

Os Neossolos Litólicos foram encontrados na porção da encosta superior e topo da paisagem. Apresentam sequência de horizontes/camadas A-Cr1-Cr2-R, Ap-A2-Cr-R, A-Cr, A-Cr/A (P1, P2, P6 e P7 respectivamente), enquanto os Neossolos Regolíticos compreendem a região da meia encosta apresentando sequência de horizontes A1-A2-Cr1-Cr2-CR, A1-A2-AC-Cr-R/Cr, A-AC-Cr1-R/Cr2-R (P3, P4 e P5 respectivamente) (Tabela 2).

A caracterização química dos perfis de solo é apresentada nas Tabela 2 e Tabela 3. Todos os perfis apresentam pH em H₂O acima de 5,5 nos horizontes superficiais indicando baixa atividade de Al trocável, os teores de carbono orgânico são mais elevados nos horizontes superficiais em todos os perfis apesar da evidência de incremento de material em profundidade preenchendo fraturas dos horizontes saprolíticos (ver Apêndice 1). Com relação a saturação de bases o P1, P4, P5 e P7 apresentam caráter distrófico e o P2, P3 e P6 apresentam caráter eutrófico.

A profundidade do horizonte A variou de 0,07m a 0,28m nos Neossolos Litólicos e de 0,20m a 0,54m nos Neossolos Regolíticos. A profundidade dos horizontes saprolíticos variou de 0,22m a 0,50m nos Neossolos Litólicos e de 0,50m a 0,97m nos Neossolos Regolíticos. A transição entre horizontes dos perfis variou de plana, ondulada e até mesmo descontínua com nitidez abrupta, gradual e clara, com predominância de ondulada e clara. Os horizontes saprolíticos e transicionais com o material de origem (P5 – R/Cr2) apresentam

fraturas distintas com relação a espessura e orientação (vertical e horizontal).
Nessas fraturas é possível verificar a presença de raízes finas e muito finas.

Tabela 2 - Caracterização química dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.

Perfis		pH	pH	Ca	Mg	K	Na	Soma Bases	H + Al
		H ₂ O	KCl						
P1	A	5,5	4,4	3,8	1,6	0,42	0,09	5,8	7,1
	Cr1	5,4	4,1	1,6	0,6	0,22	0,06	2,4	6,6
	Cr2	5,6	4,2	2,3	0,7	0,12	0,10	3,1	6,9
P2	Ap	6,2	5,3	6,3	3,3	0,29	0,10	9,9	4,1
	A2	6,0	4,6	3,4	1,8	0,10	0,09	5,3	3,7
	Cr	5,8	3,9	5,4	3,3	0,12	0,18	8,9	5,4
P3	A1	5,6	4,3	4,6	1,5	0,13	0,11	6,3	6,3
	A2	5,8	4,4	3,9	0,9	0,32	0,16	5,2	5,4
	Cr1	5,9	4,3	2,7	0,9	0,05	0,14	3,7	3,9
	Cr2	5,8	4,2	4,9	2,3	0,08	0,17	7,3	5,1
P4	A1	5,5	4,6	2,9	1,3	0,15	0,07	4,3	6,4
	A2	5,8	4,6	2,9	1,2	0,10	0,07	4,1	5,1
	AC	5,9	4,5	3,3	1,7	0,07	0,09	5,0	5,3
	Cr	5,8	4,5	6,1	3,3	0,08	0,15	9,4	5,3
P5	A	5,6	4,5	1,9	1,0	0,15	0,05	3,0	4,8
	A/C	5,7	4,4	1,5	0,7	0,10	0,04	2,2	4,5
	Cr1	5,8	4,4	1,6	0,7	0,18	0,04	2,5	3,6
	R/Cr2	5,6	4,4	2,2	2,2	0,09	0,09	4,5	5,7
P6	A	6,1	4,9	6,9	3,2	0,30	0,07	10,5	5,5
	Cr/A	6,2	4,6	5,5	2,3	0,39	0,09	8,3	7,1
P7	A	5,6	4,3	5,0	1,5	0,18	0,08	6,7	9,9
	Cr	5,8	4,4	2,9	1,1	0,12	0,11	4,2	8,7

P1 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário; P2 - Neossolo Litólico Chernossólico típico; P3 - Neossolo Regolítico Eutrófico leptofragmentário; P4 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P5 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P6 - Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário; P7 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário.

Tabela 3 - Caracterização química dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.

Perfis		CTC pH 7 cmolc.kg ⁻¹	V -----%-----	AI	Carbono orgânico g.kg ⁻¹	P disp. mg.kg ⁻¹
P1	A	12,9	45	6	23,3	7,4
	Cr1	9,0	26	35	9,9	3,4
	Cr2	9,9	31	33	10,1	2,8
P2	Ap	14,1	70	0,5	22,7	10,5
	A2	9,1	59	2	8,7	2,9
	Cr	14,3	62	18	6,8	2,4
P3	A1	12,6	51	13	15,8	19,5
	A2	10,6	50	13	12,5	12,0
	Cr1	7,6	50	24	5,7	2,4
	Cr2	12,4	59	18	5,0	2,6
P4	A1	10,8	40	13	15,7	5,9
	A2	9,3	45	9	10,9	3,0
	AC	10,4	48	12	9,8	3,1
	Cr	14,7	64	10	10,6	2,1
P5	A	7,9	38	20	11,6	10,2
	A/C	6,8	33	28	9,3	4,3
	Cr1	6,1	41	37	4,8	2,2
	R/Cr2	10,2	44	42	3,0	2,0
P6	A	16,0	66	1,5	21,1	3,9
	Cr/A	15,4	54	10	14,6	11,3
P7	A	16,7	40	16	20,0	7,5
	Cr	12,9	33	34	14,1	4,0

P1 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário; P2 - Neossolo Litólico Chernossólico típico; P3 - Neossolo Regolítico Eutrófico leptofragmentário; P4 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P5 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P6 - Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário; P7 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário.

As frações totais predominantes nos diferentes horizontes dos perfis foram cascalho e terra fina (Tabela 4). Os horizontes saprolíticos (Cr) apresentaram maiores volumes de cascalho quando comparados aos horizontes superficiais. A fração terra fina foi superior, quando comparada as demais (cascalhos e calhaus) em todos os horizontes superficiais de todos os perfis. Nos horizontes superficiais dos perfis estudados, somente nos perfis P3 e P5 foi encontrada a presença de calhaus, com valores de 1%. Nos horizontes superficiais a ocorrência de volume de cascalho variou de 6 a 44%.

Tabela 4 - Granulometria dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.

Perfis	Prof. cm	Fração Total			Composição granulométrica TFSA						
		Calhaus	Cascalho	TFSA	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	GF	Silte/Argila	
		-----%-----			-----g.kg ⁻¹ -----						
P1	A	0-7/10	0	37	63	253	400	270	77	64	3,50
	Cr1	7/10 – 22	39	41	20	243	348	285	125	54	2,29
	Cr2	22 – 33/43	22	59	19	218	320	303	158	48	1,92
P2	Ap	0-7	0	27	73	302	263	311	124	65	2,51
	A2	7-20/26	0	36	64	275	398	130	197	45	0,66
	Cr	20/26-30/40	6	75	19	217	150	206	427	75	0,48
P3	A1	0-20	1	43	56	375	231	263	130	55	2,02
	A2	20-35/45	0	44	56	408	239	227	127	54	1,80
	Cr1	35/45 - 50/58	14	47	38	500	152	227	121	52	1,87
	Cr2	50/58 – 73/83	0	64	36	357	78	166	398	85	0,42
P4	A1	0-20	0	20	80	384	227	252	137	57	1,85
	A2	20-33/48	0	6	94	365	232	249	154	62	1,62
	AC	33/48-45/52	1	41	58	334	214	242	211	72	1,15
	Cr	45/52-75/94	0	56	44	273	117	169	440	87	0,38
P5	A	0-23	1	21	78	403	267	220	110	47	2,00
	AC	23-45/54	0	39	61	481	228	177	114	49	1,56
	Cr1	45/54 -67	0	49	51	454	189	241	116	50	2,07
	R/Cr2	67-70/97	0	35	65	319	85	197	399	85	0,49
P6	A	0-20/22	0	41	59	326	239	278	158	63	1,76
	Cr/A	20/22-35/50	5	75	20	345	231	230	194	70	1,18
P7	A	0-23/28	0	33	67	303	235	250	212	72	1,18
	Cr	23/28-46/44	4	76	20	433	181	200	186	69	1,07

Os teores de argila nos horizontes superficiais variaram de 77 a 212 g.kg⁻¹, enquanto nos horizontes saprolíticos a variação foi de 116 a 440 g.kg⁻¹. Com exceção do perfil P7, ocorre um acréscimo da fração argila em profundidade, além do que, nos perfis P2, P3, P4 e P5, esse aumento é duas vezes maior. Os teores de areia grossa variam de 217 a 500 g.kg⁻¹ e de areia fina de 78 a 400 g.kg⁻¹. Ocorre o predomínio da fração areia grossa em relação a areia fina na maioria dos perfis com exceção do P1-A, P1-Cr1, P1-Cr2 e P2-A2. O grau de flocculação apresentou valores elevados, com o mínimo encontrado de 45% e predominantemente superiores a 50%.

Os valores de porosidade total (Pt) variam de 0,38 a 0,52 m³ m⁻³ nos horizontes superficiais enquanto nos horizontes saprolíticos (Cr) a variação é de 0,30 a 0,46 m³ m⁻³ (Tabela 5). Nos perfis P4 e P5 os valores de Pt dos horizontes saprolíticos foram maiores que nos horizontes superficiais destes perfis.

A macroporosidade (Ma) variou de 0,05 a 0,23 m³ m⁻³, com P1-Cr1, P4-AC e P5-AC apresentando valores superiores aos horizontes superficiais de seus respectivos perfis. Houve, no geral, um decréscimo da Ma em profundidade em todos os perfis. Já a microporosidade (Mi), variou de 0,19 a 0,43 m³ m⁻³ nos horizontes superficiais e de 0,21 a 0,41 m³ m⁻³ nos horizontes saprolíticos. Nos perfis P3-Cr2, P4-Cr e P5-R/Cr2, a Mi foi maior em relação aos horizontes superficiais.

O maior valor encontrado de densidade do solo (Ds) foi de 1,76 Mg m⁻³, em P5-R/Cr, enquanto o menor valor foi de 1,16 Mg m⁻³ em P2-Ap. Os demais valores variaram entre 1,20 e 1,71 Mg m⁻³. A Ds apresentou maior coeficiente de variação entre as repetições quando comparado a Ma e a Mi, os quais apresentaram menor dispersão dos dados.

Tabela 5 - Valores médios da Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi) e Densidade do Solo (Ds) dos perfis dos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS. Valores entre parênteses representam o desvio padrão das repetições.

Perfis	Pt		Ma		Mi		Ds		
	-----m ³ m ⁻³ -----								
								Mg m ⁻³	
P1	A	0,46	(±0,01)	0,11	(±0,02)	0,35	(±0,01)	1,31	(±0,05)
	Cr1	0,39	(±0,06)	0,12	(±0,02)	0,28	(±0,04)	1,68	(±0,19)
	Cr2	0,36	(±0,03)	0,08	(±0,01)	0,27	(±0,02)	1,64	(±0,14)

P2	Ap	0,50	(±0,01)	0,07	(±0,01)	0,43	(±0,02)	1,16	(±0,01)
	A2	0,38	(±0,04)	0,07	(±0,02)	0,31	(±0,01)	1,60	(±0,04)
	Cr	0,36	(±0,04)	0,07	(±0,02)	0,29	(±0,01)	1,54	(±0,04)

P3	A1	0,42	(±0,03)	0,15	(±0,03)	0,27	(±0,02)	1,34	(±0,05)
	A2	0,43	(±0,03)	0,15	(±0,02)	0,27	(±0,01)	1,41	(±0,03)
	Cr1	0,32	(±0,03)	0,11	(±0,01)	0,21	(±0,02)	1,42	(±0,11)
	Cr2	0,38	(±0,01)	0,07	(±0,00)	0,31	(±0,01)	1,57	(±0,10)

P4	A1	0,43	(±0,03)	0,15	(±0,01)	0,28	(±0,02)	1,32	(±0,03)
	A2	0,40	(±0,00)	0,13	(±0,01)	0,27	(±0,01)	1,44	(±0,03)
	AC	0,46	(±0,03)	0,20	(±0,03)	0,26	(±0,00)	1,29	(±0,02)
	Cr	0,46	(±0,00)	0,05	(±0,01)	0,41	(±0,01)	1,41	(±0,00)

P5	A	0,43	(±0,02)	0,18	(±0,03)	0,25	(±0,01)	1,43	(±0,01)
	AC	0,42	(±0,03)	0,23	(±0,02)	0,19	(±0,01)	1,43	(±0,05)
	Cr1	0,30	(±0,01)	0,07	(±0,02)	0,23	(±0,01)	1,71	(±0,04)
	R/Cr2	0,44	(±0,09)	0,07	(±0,05)	0,37	(±0,04)	1,76	(±0,04)

P6	A	0,44	(±0,05)	0,09	(±0,03)	0,35	(±0,03)	1,42	(±0,13)
	Cr/A	0,41	(±0,00)	0,09	(±0,00)	0,33	(±0,00)	1,61	(±0,06)

P7	A	0,52	(±0,01)	0,15	(±0,01)	0,37	(±0,01)	1,20	(±0,04)
	Cr	0,37	(±0,04)	0,09	(±0,03)	0,27	(±0,01)	1,67	(±0,06)

P1 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário; P2 - Neossolo Litólico Chernossólico típico; P3 - Neossolo Regolítico Eutrófico leptofragmentário; P4 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P5 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P6 - Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário; P7 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário.

Os dados de retenção de água nos Neossolos Litólicos estudados são apresentados na Figura 3. O P2-Ap apresentou maior conteúdo de água na CC entre horizontes superficiais e saprolíticos dos Neossolos Litólicos, enquanto o segundo maior de conteúdo de água dos horizontes superficiais e o máximo considerando apenas horizontes saprolíticos foram iguais, P7-A e P6-Cr/A, respectivamente. No PMP os horizontes saprolíticos apresentaram, no geral,

conteúdo de água inferiores aos horizontes superficiais, que variam de 0,06 a 0,10 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, constatando-se a diminuição do conteúdo de água nesta pressão em profundidade nos diferentes perfis de Neossolos Litólicos.

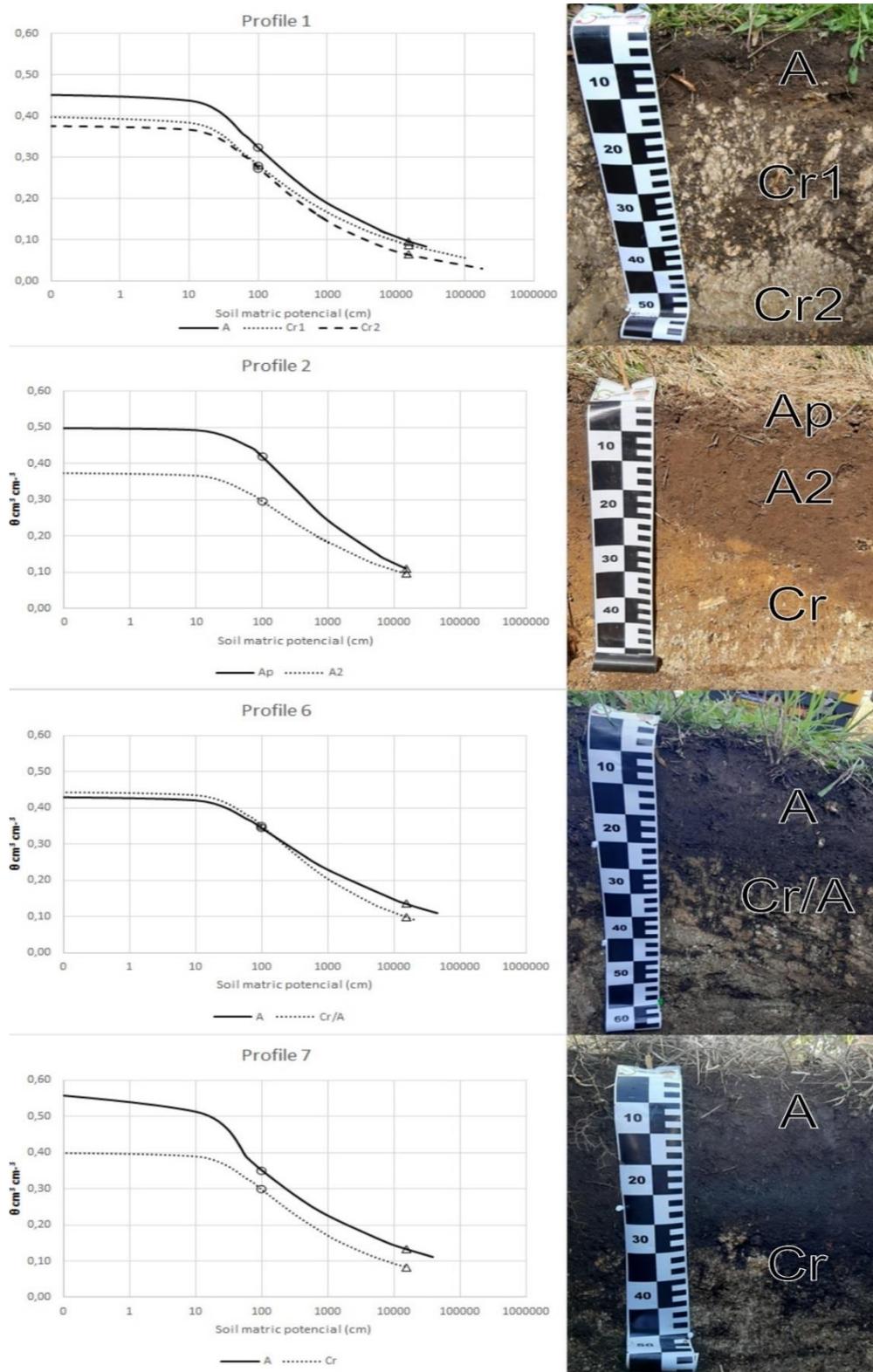


Figura 3 - Curvas de retenção de água nos Neossolos Litólicos estudados derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.

Nos Neossolos Regolíticos, Figura 4, o conteúdo máximo de CC encontrado foi de $0,44 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, em P4-Cr, seguido de P5-R/Cr, $0,41 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, sendo observada uma variação de $0,17 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ entre o horizonte A1 e Cr do perfil 4. No geral os horizontes, nos diferentes perfis de Neossolos Regolíticos estudados, apresentaram aumento do conteúdo de água no PMP em profundidade.

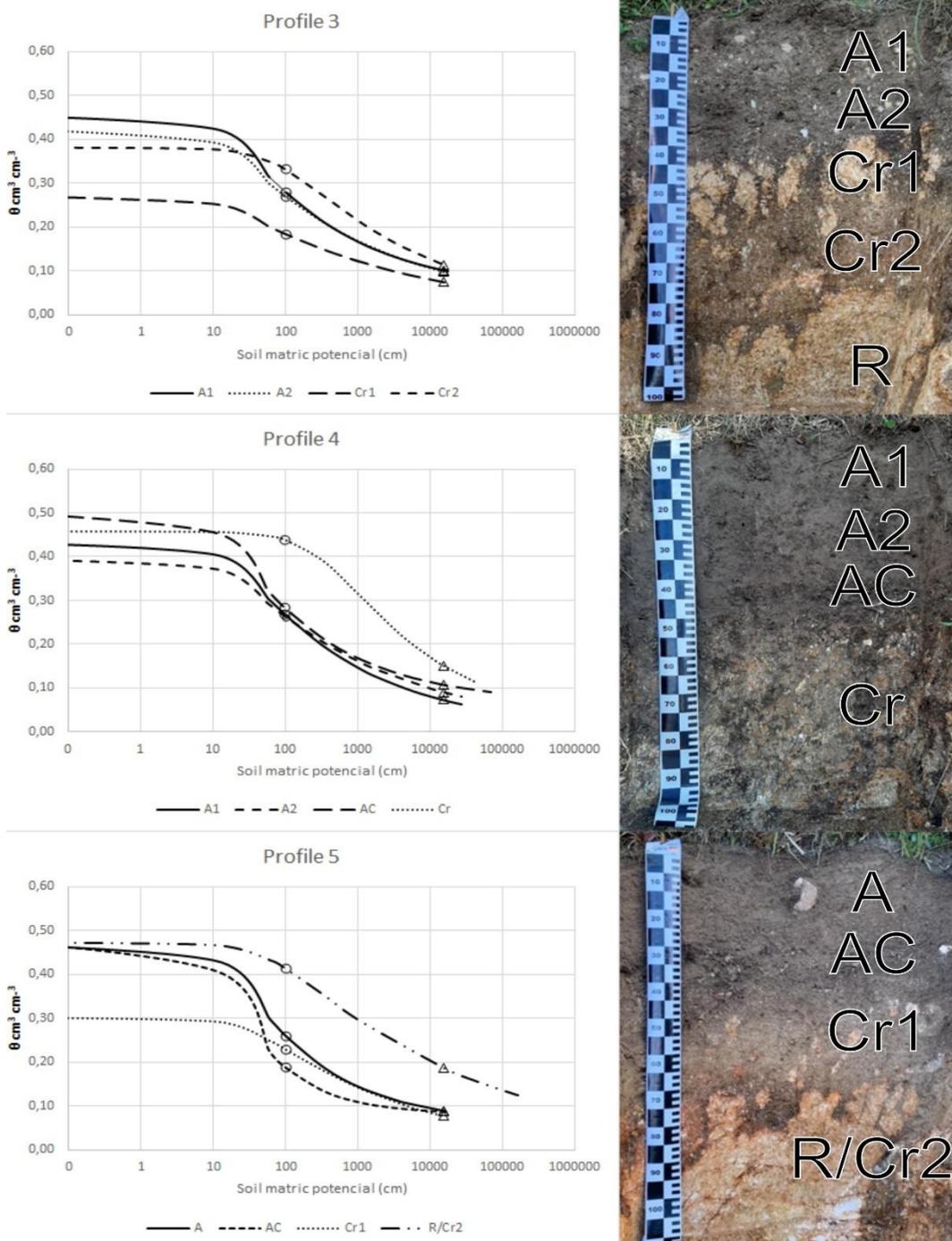


Figura 4 - Curva de retenção de água nos Neossolos Regolíticos estudados derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.

O maior conteúdo de água disponível (AD), ou seja, conteúdo de água entre a capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) (Figura 3 e 4), foi encontrado no P2-Ap (Tabela 6). A AD nos horizontes superficiais de 0,10 a 0,31 m³ m⁻³ e nos horizontes saprolíticos foi de 0,11 a 0,29 m³ m⁻³ e. Dos 7 perfis estudados, 4 deles apresentaram maior conteúdo de AD nos horizontes saprolíticos (P3, P4, P5 e P6). Cabe chamar atenção que embora o conteúdo de AD no P5-Cr1 tenha ficado na média dos horizontes saprolíticos (0,15 m³ m⁻³), no P5-R/Cr2 o conteúdo de AD foi superior (0,23 m³ m⁻³), principalmente quando comparado aos horizontes superficiais deste perfil.

Tabela 6 - Espessura, Água disponível (AD). Capacidade de água disponível (CAD) dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.

Perfis		Espessura ⁽¹⁾ m	AD m ³ .m ³	CAD mm
P1	A	0,07 - 0,10	0,23	15,77 - 22,52
	Cr1	0,12 - 0,15	0,19	22,99 - 28,74
	Cr2	0,11 - 0,21	0,21	22,88 - 43,68
P2	Ap	0,07	0,31	21,69
	A2	0,13 - 0,19	0,20	25,86 - 37,80
	Cr	0,10 - 0,14	0,21	22,88 - 43,68
P3	A1	0,20 - 0,20	0,18	35,47 - 35,47
	A2	0,15 - 0,25	0,17	25,67 - 42,79
	Cr1	0,15 - 0,13	0,11	16,16 - 14,00
	Cr2	0,15 - 0,33	0,22	32,36 - 71,20
P4	A1	0,20 - 0,20	0,19	38,47
	A2	0,13 - 0,28	0,17	22,40 - 48,24
	AC	0,04 - 0,12	0,17	6,97 - 20,91
	Cr	0,23 - 0,49	0,29	65,97 - 140,55
P5	A	0,23	0,17	38,87
	AC	0,22 - 0,31	0,10	21,90 - 30,86
	Cr1	0,13 - 0,22	0,15	19,50 - 33,00
	R/Cr2	0,03 - 0,30	0,23	6,76 - 67,64
P6	A	0,20 - 0,22	0,21	41,47 - 45,62
	Cr/A	0,13 - 0,3	0,25	32,49 - 74,98
P7	A	0,23 - 0,28	0,22	49,80 - 60,62
	Cr	0,18 - 0,21	0,21	38,56 - 44,98

⁽¹⁾ para horizontes que apresentam dois intervalos de espessura foram consideradas as transições onduladas entre os horizontes do perfil (Apêndice 1). P1 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário; P2 - Neossolo Litólico Chernossólico típico; P3 - Neossolo Regolítico Eutrófico leptofragmentário; P4 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P5 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P6 - Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário; P7 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário.

Os horizontes saprolíticos apresentaram uma capacidade de água disponível (CAD) variando entre 6,76 (P5-R/Cr2) e 140,55mm (P4-Cr) e nos horizontes superficiais essa variação foi de 6,97 (P4-AC) a 60,62mm (P7-A). No geral, com exceção do P7, todos os demais perfis apresentaram maiores volumes de CAD em algum dos seus horizontes saprolíticos quando comparados aos horizontes superficiais. No P5-R/Cr2 o armazenamento de água máximo encontrado foi de 67,64mm, superior ao máximo dos horizontes P5-Ap e P5-A2, no entanto, o mínimo foi inferior a estes horizontes, demonstrando uma grande variação da CAD. A capacidade de água disponível no horizonte A foi de 15,77 a 60,62mm, com valor máximo de variação dentro de um mesmo horizonte de 25,84mm, inferior aos 74,58, valor máximo encontrado nos horizontes saprolíticos.

5.4. Discussão

A profundidade do contato lítico variou em função da posição dos perfis na paisagem, sendo observado menor espessura dos horizontes superficiais, quando somados, em perfis na encosta e topo da paisagem em elevações superiores a 112m (Tabela 4). Assim como constatado por Pedron et al., (2010) em Neossolos derivados de arenitos da formação Caturrita na região Central do RS, a profundidade inferior do horizonte A em Neossolos Litólicos confere maior limitação ao uso agrícola e não agrícola quando comparado com Neossolos Regolíticos. Essa menor espessura do horizonte superficial é comumente identificada em regiões de Escudo, como é o caso deste trabalho, onde pode ocorrer, desde materiais de origem ácidas, básicas e, até mesmo, inclusões de materiais ultra-básicos.

Na análise da transição entre os horizontes a predominância de nitidez clara é semelhante aos dados encontrados por Pedron et al. (2009 e 2010) com Neossolos do RS formados a partir de materiais vulcânicos e sedimentares, o que de acordo com Pedron et al. (2010) é um fator facilitador para a separação dos horizontes/camadas destes solos. A forma da transição difere dos anteriormente citados principalmente por apresentar maior frequência da forma de transição ondulada e embora a transição gradual e plana não seja predominante, neste estudo, foi possível observá-la em todos os perfis de Neossolos Regolíticos. As transições onduladas ou irregulares são típicas de solos formados por rochas graníticas e/ou metamórficas pois, os materiais se apresentam de maneira distinta em relação a resistência aos processos de intemperismo.

Neste estudo foram encontradas raízes nas fraturas dos horizontes saprolíticos em profundidades superiores a 0,7 m, semelhante ao relatado por Pedron et al. (2009), principalmente ocorrendo nos Neossolos Regolíticos. De acordo com Hasenmueller et al. (2017) as raízes das plantas são importantes nas taxas de formação do regolito e podem buscar nas fraturas em profundidade nutrientes que não são abundantes ou disponíveis no solo.

Os valores de pH em H₂O (Tabela 2) evidenciam a influência do uso do solo em área de cultivo perene (pomar de pessegueiro) ou resteva de milho/azéve, ou seja, áreas que recebem adubação química e calagem de

acordo com a necessidade das culturas. Isso também pode ser comprovado pelo teor de P mais elevado nos horizontes superficiais. Mesmo com o caráter eutrófico (Tabela 3) o P2 e P6 foram classificados como chernossólicos no terceiro nível categórico por apresentarem horizonte diagnóstico superficial do tipo A chernozêmico.

A presença de material grosseiro (>2mm) nos horizontes superficiais converge com o encontrado por Pedron (2007) e Stürmer et al. (2009) em Neossolos derivados de rochas vulcânicas. Estes dados demonstram a maior resistência do material de origem ao intemperismo, principalmente quando comparado com Neossolos derivados de arenitos que no estudo de Pedron et al. (2009) apresentaram somente terra fina em todos os horizontes A.

O incremento de argila em profundidade (Tabela 4) (com exceção do P7) pode ser explicado pela ocorrência do processo de iluviação/eluviação ou por maiores taxas de intemperismo nas fraturas dos horizontes saprolíticos, já que, esse material mais argiloso é encontrado preenchendo as fraturas. Foi possível identificar a campo (Tabela 7) e confirmado com os dados analíticos de granulometria (Tabela 4) que os perfis apresentam fraturamento nos horizontes saprolíticos, por vezes de fácil visualização (em P1, P3, P5, P6 e P7) ou sem a nítida percepção das fraturas, porém, sendo possível a percepção de que o material presente é mais argiloso (P2 e P4).

Alguns autores definem essa que poderia ser chamada de feição morfológica, ou seja, o preenchimento das fraturas com material mais argiloso como lamelas ou bandas argilosas (BOCKHEIM; HARTEMINK, 2013; DE ALMEIDA et al., 2015; FURQUIM et al., 2013). Tais feições são comumente encontradas em solos de textura mais arenosa, como em Neossolos Quartzarênicos, mas também podem estar presentes em solos derivados de rochas ígneas (granitos) e metamórficas (xistos e gnaisses) conferindo aos solos comportamento hídrico distinto, possivelmente maior capacidade de retenção de água e nutrientes. De acordo com (BOCKHEIM; HARTEMINK, 2013), o maior conteúdo de argila nas lamelas é resultante de processos pedogenéticos, principalmente argiluviação.

Tabela 7 - Observações realizadas a campo no momento da descrição morfológicas dos perfis de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados da Suíte Pinheiro Machado no RS.

Perfil	Observações morfológicas de campo
P1	Raízes comuns no horizonte A e poucas nos horizontes Cr1 e Cr2. O saprólito apresenta alta porosidade e é facilmente quebrável com a mão. No horizonte Cr encontramos fraturamentos, verticais e horizontais, que variam de 0,5 a 1 cm, preenchidos com inclusões dos horizontes superiores do perfil, possivelmente A, material este de coloração escura e rico em matéria orgânica.
P2	Raízes comuns nos horizontes Ap e A2 e poucos no horizonte Cr. Não foi possível identificar o fraturamento, inclusões do horizonte A ou material mais escuro no Cr. Também não é possível identificar as fraturas no material de origem, mesmo quando escavado até 60 cm, no entanto, identifica-se que os horizontes saprolíticos apresentam aumento no conteúdo de argila.
P3	Raízes são comuns nos horizontes A1 e A2, com predomínio de raízes finas, mas também ocorrem raízes de maior diâmetro. Onde o Horizonte Cr1 adentra o Horizonte CR encontra-se a presença de raízes. Horizonte A1 e A2 apresentam intensa atividade biológica, principalmente de cupins e formigas. Nos horizontes Cr1 e Cr2 identifica-se de forma nítida o fraturamento do saprólito e preenchimento destas com material advindo dos horizontes superficiais.
P4	Raízes são muitas nos horizontes A1, A2 e AC, com a presença de raízes finas, mas também com diâmetro de 0,5 a 1 cm de diâmetro. No horizonte Cr as raízes são comuns até os 90 cm de profundidade, onde o Cr adentra o R. Intensa atividade biológica presente nos horizontes superficiais, principalmente cupins e formigas. Não é possível descrever o fraturamento, mas sim visualizar material mais argiloso nos horizontes saprolíticos.
P5	As raízes muitas nos horizontes A e AC, e comuns nos horizontes Cr1 e R/Cr2. Não é possível visualizar fraturamentos no Cr1 ou R/Cr2, no entanto, observam-se inclusões argilosas de diferentes colorações em Cr1 e R/Cr2.
P6	Raízes são comuns no horizonte A, poucas no Cr/A e raras no RCr. Fraturas em RCr são horizontais, preenchidas com material escuro e aparentemente mais argiloso de cor 10YR 2/2 e variam de 1 a 2 cm.
P7	No horizonte A as raízes são finas e muitas, enquanto no Cr são finas, muito finas e comuns. Sem a presença de atividade biológica. Fraturas em Cr apresentam-se preenchidas por material escuro proveniente do horizonte A e com sentidos verticais, horizontais e diagonais.

P1 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário; P2 - Neossolo Litólico Chernossólico típico; P3 - Neossolo Regolítico Eutrófico leptofragmentário; P4 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P5 - Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário; P6 - Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário; P7 - Neossolo Litólico Distrófico fragmentário.

Embora os valores de densidade do solo (Ds) nos horizontes saprolíticos, com exceção de P5-R/Cr, tenham sido inferiores ao valor

encontrado na literatura como densidade limite para o crescimento normal de plantas de cobertura, $1,75 \text{ Mg m}^{-3}$ (REINERT et al., 2008), as raízes concentraram o crescimento em profundidade nas fraturas presentes no saprolito. Esses dados convergem com os constatados em diversos outros estudos com o crescimento de raízes em fraturas de horizontes saprolíticos e rochas (HASENMUELLER et al., 2017; PEDRON et al., 2015; STERNBERG et al., 1996). É importante salientar também que no geral a Ds dos horizontes saprolíticos foi maior que a dos horizontes superficiais nos respectivos perfis, sendo está uma das possíveis explicações da menor quantidade e espessura das raízes em profundidade. O menor valor de Ds foi encontrado em P2-Ap, $1,16 \text{ Mg m}^{-3}$, provavelmente devido ao elevado teor de matéria orgânica, adicionado pelo desenvolvimento de cultivos espontâneos no inverno e culturas anuais no verão, que resulta também no segundo maior valor de Pt dos horizontes estudados.

A análise dos dados de Pt, Ma e Mi indica variação entre os perfis estudados e entre os horizontes de cada perfil (Tabela 5). Esta variação nos valores encontrados pode ser explicada pela variabilidade quanto a sequência de horizontes, profundidade efetiva, granulometria e configuração das fraturas (PEDRON et al., 2011). A ocorrência de maior porosidade total em horizontes saprolíticos, quando comparados com qualquer dos horizontes superficiais do mesmo perfil em todos os Neossolos Regolíticos e em somente um dos perfis de Neossolo Litólicos pode ser explicado pela maior alteração promovida pelo intemperismo nos Neossolos Regolíticos. Quando comparado os horizontes superficiais com os horizontes saprolíticos, com relação a Mi, nos perfis P3-Cr2, P4-Cr e P5-R/Cr2, a Mi foi maior em relação aos horizontes superficiais. A porosidade como um todo mas principalmente a Mi impacta diferentes funções do solo (RABOT et al., 2018), a diferença visualizada entre as classes quanto a porosidade demonstra a importância da sua caracterização.

Os três horizontes estudados com maior volume de poros coincidem com os de maiores teores de carbono orgânico, P7-A, P2-Ap e P1-A, o que ocorre provavelmente devido a ação cimentante da matéria orgânica entre as partículas. No entanto, um valor inferior de Pt é observado no P5-Cr1, mesmo que este apresente elevado valor de carbono orgânico. Isso ocorre devido a

grande quantidade de material grosseiro neste horizonte em relação a terra fina que é 51% do volume do horizonte (Tabela 4).

A dinâmica da água no solo é influenciada diretamente pela distribuição porosa, de acordo com os tamanhos dos poros, na estrutura do solo (HUANG et al., 2021). O maior conteúdo de AD entre os perfis e horizontes estudados foi no P2-Ap (Tabela 6), possivelmente este valor resulta da contribuição do elevado teor de carbono orgânico no incremento da porosidade, principalmente na Mi, visto que também se destacou por apresentar o maior valor de Mi dentre os horizontes estudados. Comparativamente o menor valor de AD foi encontrado no P5-AC, este horizonte apresentou a maior Ma e a menor Mi, além do que, o seu conteúdo de carbono orgânico é aproximadamente 50% menor quando comparado ao P2-Ap.

Em estudo realizado com as principais classes de solos do estado de Santa Catarina, com diferentes atributos químicos, físicos e mineralógicos, Costa et al. (2013) observaram forte correlação positiva entre conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS) e AD nos horizontes superficiais, da mesma forma a retenção de água é igualmente correlacionada com a textura mais fina e/ou MOS. No presente estudo foi verificada uma diminuição do conteúdo de carbono orgânico (Tabela 3) em profundidade e um aumento no conteúdo de argila (Tabela 4), indicando que a argila pode estar contribuindo com a retenção de água nos horizontes saprolíticos. No entanto, cabe salientar que as propriedades hídricas dos horizontes saprolíticos foram avaliadas em torrões parafinados os quais foram coletados entre as fraturas do saprolito. Diante disso, não há como afirmar que a o maior conteúdo de argila nos horizontes saprolíticos esteja influenciando de forma direta a retenção de água no solo.

Avaliando a retenção de água em Neossolos Litólicos e Regolíticos derivados de arenito, Pedron et al. (2011) verificou menor retenção de água em horizontes superficiais comparados aos horizontes saprolíticos, como observado principalmente nos Neossolos Regolíticos deste trabalho. Os autores também encontraram maior disponibilidade de água em horizontes Cr quando comparados aos horizontes superficiais subjacentes em alguns perfis analisados, este dado em conjunto com crescimento radicular presentes nas

fraturas dos saprólitos indica a importância da manutenção da disponibilidade de água para o desenvolvimento das plantas.

Para Neossolos Regolíticos derivados de granito e gnaiss com textura arenosa, De Almeida et al. (2015) encontraram armazenamento de água maior em horizontes saprolíticos quando comparados aos horizontes superficiais. Através de uma análise micromorfológica da porosidade, os autores identificaram pontes de argila ligando os grãos de areia e silte e assim definiram como empacotamento denso de materiais grossos e finos que por consequência geram maior retenção e armazenamento de água no solo. A presença de AD maior ou igual em horizontes saprolíticos que o observado em horizontes superficiais transfere para esta camada importante papel ambiental, principalmente em períodos de seca, visto que as raízes crescem nas fraturas dos horizontes Cr, conforme descrito por Sternberg et al. (1996) e Wald, Graham e Schoeneberger (2013).

Os elevados teores de água disponível presentes nos horizontes saprolíticos (Tabela 6) podem estar relacionados ao volume de fração grosseira presente nos horizontes, com sua importância aumentando em profundidade, à medida que a fração grosseira também aumenta. Ou seja, a fração grosseira está desempenhando um papel importante e sendo responsável por parte da distribuição de água para as plantas. Alguns estudos tem buscado colocar em evidencia a importância da avaliação e quantificação da fração grosseira na composição dos solos (ALGAYER; LAGACHERIE; LEMAIRE, 2020; GALLEGOS et al., 2021; PARAJULI; SADEGHI; JONES, 2017; ZHANG; HARTEMINK; HUANG, 2019).

Em estudo realizado na França, Algayer, Lagacherie e Lemaire (2020), observaram que a capacidade de retenção de água na fração grosseira apresenta papel chave no crescimento de árvores, com aumento da sua importância nas camadas saprolíticas. Capacidade de retenção de água em saprolitos derivados de diferentes materiais de origem (granito, arenito, xisto e gnaiss) foi verificado por Wald, Graham e Schoeneberger (2013), onde os autores encontraram valores semelhantes entre os horizontes dos perfis e em alguns casos superiores que o observado nos horizontes subjacentes. Os autores também constataram que a grande espessura do saprolito e os dados

de retenção de água observados apresentaram impacto na disponibilidade de água as plantas e regulação do escoamento aos córregos.

O conteúdo de capacidade de água disponível (CAD) apresentou grande variação por estar diretamente ligado a espessura dos horizontes nos perfis e a AD presente que foi influenciada por diferentes fatores. No geral a maior espessura dos horizontes saprolíticos associada a valores de AD próximos, iguais ou superiores ao observado nos horizontes superficiais subjacentes culminam em maior CAD nos horizontes saprolíticos. Os dados observados de CAD nos horizontes saprolíticos evidenciam a grande influência que estas camadas causam nos fluxos hídricos que ocorrem em bacias hidrográficas. Estudo realizado em Neossolos Regolíticos por Stürmer et al. (2009) relata que as frações granulométricas do solo, características das fraturas das camadas saprolíticas, condições de relevo e uso atual do solo estão relacionados as taxas de infiltração de água no solo. Essas variáveis apresentadas pelos autores vão de encontro com as variações de CAD nos Neossolos Litólicos e Regolíticos encontradas no presente estudo.

5.5. Conclusão

Os Neossolos Litólicos e Regolíticos apresentaram a profundidade do contato lítico variando em função da posição dos perfis na paisagem e predominância de transição clara, sendo importante salientar a presença de material grosseiro (>2mm) em todos os horizontes superficiais estudados. Nos horizontes saprolíticos (Cr) foi observado maior volume de cascalho na fração total granulométrica, conjuntamente com os maiores teores de argila dos perfis estudados, chegando a 440 g.kg⁻¹.

Os maiores valores de água disponível (AD) e microporosidade (Mi) foram encontrados no P2-Ap. O maior conteúdo de AD nos perfis variou entre os horizontes superficiais e saprolíticos, com 4 dos 7 perfis estudados apresentando maior AD nos horizontes saprolíticos. A variabilidade da espessura e retenção de água nos horizontes saprolíticos resultou no maior e menor valor de capacidade de água disponível encontrados, P5-R/Cr2 e P4-Cr, respectivamente. Além disso, principalmente nos Neossolos Regolíticos, foram encontradas raízes nas fraturas do saprólito em profundidades superiores a 0,7m.

6. Considerações finais

Os resultados dos atributos morfológicos, químicos e físico-hídricos de Neossolos Litólicos e Regolíticos da região do Escudo Sul-Riograndense apresentaram variação entre os perfis e horizontes de acordo com a posição na paisagem. Considerando que menores profundidades efetivas nos perfis foram encontradas na encosta superior e topo da paisagem, onde estão localizados os Neossolos Litólicos, estas áreas apresentam severas limitações para o uso agrícola e não agrícola e necessitam de manejos específicos para evitar a perda de solo superficial.

Os dados das propriedades físico-hídricas dos horizontes saprolíticos estudados indicam o importante papel exercido na disponibilização de água para as plantas, principalmente quando considerada a espessura destes horizontes. Devido ao contato lítico próximo a superfície presente nos Neossolos Litólicos e Regolíticos esses resultados indicam a necessidade de maiores estudos direcionados ao crescimento radicular e absorção de água nos horizontes saprolíticos.

Referências Bibliográficas

ALGAYER, Baptiste; LAGACHERIE, Philippe; LEMAIRE, Jean. Adapting the available water capacity indicator to forest soils: An example from the Haut-Languedoc (France). **Geoderma**, [S. l.], v. 357, n. May 2019, p. 113962, 2020. DOI: 10.1016/j.geoderma.2019.113962. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113962>.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; DE MORAES GONÇALVES, José Leonardo; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S. l.], v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

BECKER, Elsbeth Léia Spode; BURIOL, Galileo Adeli; STRECK, Nereu Augusto. Clima E Distribuição Dos Solos Zonais No Rio Grande Do Sul – Brasil. **Revista Geografar**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 112, 2017. DOI: 10.5380/geografar.v12i1.44633.

BOCKHEIM, J. G.; HARTEMINK, A. E. Classification and distribution of soils with lamellae in the USA. **Geoderma**, [S. l.], v. 206, p. 92–100, 2013. DOI: 10.1016/j.geoderma.2013.04.014.

BRADY, Nyle;; WEIL, Ray; **Elements of the nature and properties of soils**. [s.l.] : Pearson Education, 2013.

BRASIL. Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul. **Boletim Técnico N.º 30**, [S. l.], p. 431, 1973.

CARLESSO, R.; SANTOS, R. F. Disponibilidade de água às plantas de milho em solos de diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 17–25, 1999. DOI: 10.1590/s0100-06831999000100003.

COSTA, André Da; ALBUQUERQUE, Jackson Adriano; ALMEIDA, Jaime Antônio De; COSTA, Adriano Da; LUCIANO, Rodrigo Vieira. Pedotransfer functions to estimate retention and availability of water in soils of the state of Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 37, n. 4, p. 889–910, 2013. DOI: 10.1590/s0100-06832013000400007.

DE ALMEIDA, Alison van der Linden; CORRÊA, Marcelo Metri; LIMA, José Romualdo de Sousa; DE SOUZA, Eduardo Soares; SANTORO, Kleber Régis; ANTONINO, Antonio Celso Dantas. Atributos físicos, macro e

micromorfológicos de neossolos regolíticos no agreste meridional de pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 39, n. 5, p. 1235–1246, 2015. DOI: 10.1590/01000683rbc20140757.

DELBARI, Masoomah; AFRASIAB, Peyman; LOISKANDL, Willibald. Geostatistical analysis of soil texture fractions on the field scale. **Soil and Water Research**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 173–189, 2011. DOI: 10.17221/9/2010-swr.

DEOBALD, G. A. **VARIABILIDADE DE CLASSES DE SOLOS, ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E FÍSICO-HÍDRICOS NO REBORDO DO PLANALTO MERIDIONAL**. 2013. Universidade Federal de Santa Maria, [S. l.], 2013.

DOKUCHAEV, Vasiliĭ Vasil'evich. **The Russian Chernozem. A report to the Free Economics Society**. St. Petersburg. v. 1

FANNING, D. S.; FANNING, M. C. B. **Soil: Morphology, Genesis and Classification**. New York.

FONTES, Maurício. P. F. Intemperismo de rochas e minerais. *In*: KER, João Carlos; CURI, Nilton; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R.; VIDAL-TORRADO, Pablo (org.). **Pedologia - Fundamentos**. 1. ed. Viçosa - Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 171–206.

FURQUIM, Sheila A. C.; COLTRINARI, Lylia; DIAS FERREIRA, Rosely P.; CASTRO, Selma S.; PUGLIESE, Gabriel R. Lamellae formation processes in tropical soils in southeastern Brazil. **Catena**, [S. l.], v. 107, p. 15–25, 2013. DOI: 10.1016/j.catena.2013.03.005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2013.03.005>.

GALLEGOS, Ángeles; GARCÍA-OLIVA, Felipe; PEREIRA-CORONA, Alberto; BAUTISTA, Francisco. Digital soil morphometrics of coarse fragments and horizon delineation in soil profiles from Central Mexico. **Geoderma Regional**, [S. l.], v. 26, p. e00403, 2021. DOI: 10.1016/j.geodrs.2021.e00403. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00403>.

GALVÃO, Sandra Regina da Silva; SALCEDO, Ignacio Hernan; OLIVEIRA, Fabio Freire De. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S. l.], v. 43, n. 1, p. 99–105, 2008. DOI: 10.1590/s0100-204x2008000100013.

GRAHAM, Robert C.; ROSSI, Ann M.; HUBBERT, Kenneth R. Rock to

regolith conversion: Producing hospitable substrates for terrestrial ecosystems. **GSA Today**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 4–9, 2010. DOI: 10.1130/GSAT57A.1.

GUBIANI, Paulo Ivonir; PEREIRA, Caroline Andrade; CAUDURO, Jussara Santoli; CAMPBELL, Colin; RIVERA, Leonardo; PIGATTO, Cassiano Salin; FRANÇA, Jéssica Silveira. Rock size fragments reduction allow including their effect on water retention properties determined with a dew point potentiometer. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, [S. l.], v. 45, p. 1–11, 2021. DOI: 10.36783/18069657RBCS20200182.

HASENMUELLER, Elizabeth A.; GU, Xin; WEITZMAN, Julie N.; ADAMS, Thomas S.; STINCHCOMB, Gary E.; EISSENSTAT, David M.; DROHAN, Patrick J.; BRANTLEY, Susan L.; KAYE, Jason P. Weathering of rock to regolith: The activity of deep roots in bedrock fractures. **Geoderma**, [S. l.], v. 300, p. 11–31, 2017. DOI: 10.1016/j.geoderma.2017.03.020.

HUANG, Xinjun; WANG, Hengfei; ZHANG, Meng; HORN, Rainer; REN, Tusheng. Soil water retention dynamics in a Mollisol during a maize growing season under contrasting tillage systems. **Soil and Tillage Research**, [S. l.], v. 209, n. January, p. 104953, 2021. DOI: 10.1016/j.still.2021.104953.

IUSS WORKING GROUP WRB. **World Reference Base for soil resources 2014: international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps**. [s.l.] : FAO, 2015.

JENNY, Hans. **FACTORS OF SOIL FORMATION A System of Quantitative Pedology**. New York: McGraw-Hill, 1941.

KÄMPF, N.; SCHWERTMANN, U. Goethite and hematite in a climosequence in southern Brazil and their application in classification of kaolinitic soils. **Geoderma**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 27–39, 1983. DOI: 10.1016/0016-7061(83)90028-9.

KÄMPF, Nestor; CURI, Nilton. Formação e evolução do solo (Pedogênese). In: KER, João Carlos; CURI, Nilton; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R.; VIDAL-TORRADO, Pablo (org.). **Pedologia - Fundamentos**. 1. ed. Viçosa - Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 207–302.

MENEZES, Agna Almeida; DA COSTA, Liovando Marciano; MOREAU, Ana Maria Souza dos Santos; MOREAU, Mauricio Santana. Interrelações entre a profundidade do solo e o substrato geológico na região centro-leste de minas

gerais. **Revista Ceres**, [S. l.], v. 59, n. 6, p. 794–801, 2012. DOI: 10.1590/S0034-737X2012000600009.

MESQUITA, Maria da Glória Bastos de Freitas; MORAES, Sergio Oliveira. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 34, n. 3, p. 963–969, 2004. DOI: 10.1590/s0103-84782004000300052.

PARAJULI, Kshitij; SADEGHI, Morteza; JONES, Scott B. A binary mixing model for characterizing stony-soil water retention. **Agricultural and Forest Meteorology**, [S. l.], v. 244–245, n. December 2016, p. 1–8, 2017. DOI: 10.1016/j.agrformet.2017.05.013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.05.013>.

PEDRON, Fabricio de Araújo. **Mineralogia, morfologia e classificação de saprolitos e Neossolos derivados de rochas vulcânicas no Rio Grande do Sul**. 2007. Universidade Federal de Santa Maria, [S. l.], 2007.

PEDRON, Fabrício De Araújo; AZEVEDO, Antonio Carlos; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz; STÜRMER, Sidinei Leandro Klockner; MENEZES, Fábio Pacheco. Morfologia e classificação taxonômica de Neossolos e saprolitos derivados de rochas vulcânicas da formação Serra Geral no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 581–595, 2009.

PEDRON, Fabrício de Araujo; DE AZEVEDO, Antonio Carlos; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz. Alteração mineralógica de Neossolos em uma clima-litossequência no Planalto do Rio Grande do Sul. **Ciencia Rural**, [S. l.], v. 42, n. 3, p. 451–458, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000300011.

PEDRON, Fabrício de Araújo; DE OLIVEIRA, Rodrigo Bomicieli; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz; DE AZEVEDO, Antonio Carlos; KILCA, Ricardo Vargas. Limite entre Solo e Saprolito em Argissolos no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, [S. l.], v. 39, n. 3, p. 643–653, 2015. DOI: 10.1590/01000683rbc20140229.

PEDRON, Fabrício de Araújo; FINK, Jessé Rodrigo; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz; AZEVEDO, Antonio Carlos De. Morfologia dos contatos entre solo-saprolito-rocha em Neossolos derivados de arenitos da formação Caturrita no Rio Grande do Sul. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 581–595, 2010.

PEDRON, Fabrício De Araújo; FINK, Jessé Rodrigo; RODRIGUES, Miriam Fernanda; AZEVEDO, Antonio Carlos. Condutividade e Retenção de água em Neossolos e Saprólitos derivados de arenito. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], n. 1, p. 1253–1262, 2011.

PEREIRA, Caroline Andrade. **Retenção e disponibilidade de água em solos com fragmentos grosseiros**. 2021. [S. l.], 2021.

PHILIPP, Ruy Paulo; CAMPOS, Roberto Sacks De. Geologia, Petrografia e Litogeoquímica dos Gnaisses Porto Alegre, RS, Brasil: Implicações Geotectônicas. **Pesquisas em Geociências**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 79–94, 2004.

PHILIPP, RUY PAULO; MACHADO, RÔMULO. Suítes graníticas do batólito Pelotas no Rio Grande do Sul: Petrografia, Tectônica e aspectos Petrogenéticos. **Revista Brasileira de Geociências**, [S. l.], v. 31, p. 257–266, 2001.

PHILIPP, RUY PAULO; MACHADO, RÔMULO; NARDI, LAURO VALENTIN STOLL; LAFON, JEAN MICHEL. O Magmatismo Granítico Neoproterozóico Do Batólito Pelotas No Sul Do Brasil: Novos Dados E Revisão Da Geocronologia Regional. **Revista Brasileira de Geociências**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 277–290, 2002. DOI: 10.25249/0375-7536.2002322277290.

RABOT, E.; WIESMEIER, M.; SCHLÜTER, S.; VOGEL, H. J. Soil structure as an indicator of soil functions: A review. **Geoderma**, [S. l.], v. 314, n. October 2017, p. 122–137, 2018. DOI: 10.1016/j.geoderma.2017.11.009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.11.009>.

REINERT, Dalvan José; ALBUQUERQUE, Jackson Adriano; REICHERT, José Miguel; AITA, Celso; ANDRADA, Martín María Cubilla. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 32, n. 5, p. 1805–1816, 2008. DOI: 10.1590/s0100-06832008000500002.

SAMUEL-ROSA, Alessandro; MIGUEL, Pablo; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz; PEDRON, Fabrício De Araújo; CCR, De Solos D. S.; FEDERAL, Universidade; MARIA, De Santa; MARIA, Santa. Uso da terra no Rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 161–173, 2011. DOI: 10.5902/2179460X9991.

SANTOS, Raphael David Dos; SANTOS, Humberto Gonçalves Dos;

KER, João Carlos; ANJOS, Lúcia Helena Cunha Dos; SHIMIZU, Sérgio Hideiti. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa: SBCS, 2015.

SANTOS, Humberto Gonçalves et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. [s.l: s.n.].

SCHELLE, H.; HEISE, L.; JÄNICKE, K.; DURNER, W. Water retention characteristics of soils over the whole moisture range: A comparison of laboratory methods. **European Journal of Soil Science**, [S. l.], v. 64, n. 6, p. 814–821, 2013. DOI: 10.1111/ejss.12108.

SEKI, K. SWRC fit - um programa de ajuste não linear com uma curva de retenção de água para solos com estrutura de poros unimodal e bimodal. **Hidrologia e Ciências do Sistema Terrestre Discussões Discussões**, [S. l.], v. 4, p. 407–437, 2007. DOI: doi:10.5194/hessd-4-407-2007.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys**. 2. ed. United States: Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook, 1999.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to Soil Taxonomy**. 11. ed. USDA-NRCS: Washington, DC.

STERNBERG, P. D.; ANDERSON, M. A.; GRAHAM, R. C.; BEYERS, J. L.; TICE, K. R. Root distribution and seasonal water status in weathered granitic bedrock under chaparral. **Geoderma**, [S. l.], v. 72, n. 1–2, p. 89–98, 1996. DOI: 10.1016/0016-7061(96)00019-5.

STRECK, Edemar Valdir; KAMPF, Nestor; DALMOLIN, Simão; KLAMT, Egon; NASCIMENTO, Paulo César Do; SCHNEIDER, Paulo; GIASSON, Elvio; PINTO, Luiz Fernando Spinelli. **Solos do Rio Grande do Sul**. [s.l: s.n.]. v. 3

STÜRMER, Sidinei Leandro Klöckner; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz; DE AZEVEDO, Antônio Carlos; PEDRON, Fabrício de Araújo; MENEZES, Fabio Pacheco. Relação da granulometria do solo e morfologia do saprolito com a infiltração de água em Neossolos Regolíticos do rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul. **Ciencia Rural**, [S. l.], v. 39, n. 7, p. 2057–2064, 2009. DOI: 10.1590/s0103-84782009005000141.

TEIXEIRA, Paulo César; DONAGEMMA, Guilherme Kangussu; FONTANA, Ademir; TEIXEIRA, Wenceslau Geraldes. Manual de Métodos de

Análise de Solo 3ª edição revista e ampliada. **Manual de métodos de análise de solo - Capítulo 8 - Densidade de partículas**, [S. l.], p. 574, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194786/1/Pt-5-Cap-1-Micromorfologia-do-solo.pdf>.

VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, [S. l.], v. 44, n. 5, p. 892–898, 1980.

WALD, Jonathan A.; GRAHAM, Robert C.; SCHOENEBERGER, Phillip J. Distribution and properties of soft weathered bedrock at ≤ 1 m depth in the contiguous United States. **Earth Surface Processes and Landforms**, [S. l.], v. 38, n. 6, p. 614–626, 2013. DOI: 10.1002/esp.3343.

WANG, Yunqiang; SHAO, Ming'an; LIU, Zhipeng; ZHANG, Chencheng. Prediction of Bulk Density of Soils in the Loess Plateau Region of China. **Surveys in Geophysics**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 395–413, 2014. DOI: 10.1007/s10712-013-9249-8.

ZAKHAROV, S. A. **A Course of Soil Science** Moscow, 1927.

ZHANG, Y.; HARTEMINK, A. E.; HUANG, J. Quantifying Coarse Fragments in Soil Samples Using a Digital Camera. **Eurasian Soil Science**, [S. l.], v. 52, n. 8, p. 954–962, 2019. DOI: 10.1134/S1064229319080179.

Apêndices

Descrição morfológica dos perfis

PROJETO: Dissertação Lucas da Silva
Barbosa

PERFIL- N° - 01

DATA – 03/12/2020

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO
LITÓLICO Distrófico fragmentário A
moderado, textura franco-arenosa fase
relevo ondulado substrato granito.

WRB: Dystric Leptosol

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E
COORDENADAS –** Pelotas, Rio Grande
do Sul, 31°33'55.09"S e 52°28'50.08"O.



SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL - Descrito e coletado
em trincheira aberta no campo, declive ondulado e campo sujo

ELEVAÇÃO – 177 metros

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Suíte Pinheiro Machado

CRONOLOGIA - Suíte Pinheiro Machado, Éon Proterozóico, Era
Neoproterozóico e Período Ediacariano

MATERIAL ORIGINÁRIO – Granitóide

PEDREGOSIDADE- Ligeiramente pedregoso

ROCHOSIDADE – Ligeiramente rochoso

RELEVO LOCAL - Ondulado

RELEVO REGIONAL- Ondulado

EROSÃO – Não aparente

DRENAGEM – Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta subcaducifólia

USO ATUAL – Campo Sujo

DESCRITO E COLETADO POR – Jeferson Diego Leidemer, Lucas da Silva
Barbosa, Pablo Miguel e Stefan Domingues Nachtigall.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – Perfil 01

A	0-10/7 cm; bruno-escuro (7,5YR 3,5/2, úmida) e bruno (7,5YR 5/2, seca); franco-arenosa; blocos subangulares pequena moderada a fraca e granular pequena moderada a fraca; ligeiramente dura, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.
Cr1	10/7 – 22 cm; cinzento-avermelhado (5YR 4/2, úmida) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seca). franco-arenosa; Saprolito: (5YR 8/4, úmida) e (7,5YR 8,5/2 e 10YR 9/1, seca); estrutura do saprolito blocos subangulares pequena a média forte; transição ondulada e clara.
Cr2	22 – 43/33 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmida) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seca). franco-arenosa; Saprolito: (7,5 YR 3/2 e 7,5YR 7/4) e (10YR 6,5/4); estrutura do saprolito blocos subangulares pequena a média forte; transição ondulada e clara;
R	43/33 – 49+ cm;

OBSERVAÇÕES: O saprolito apresenta alta porosidade e é facilmente quebrável com a mão. No horizonte Cr encontramos fraturamentos, verticais e horizontais, que variam de 0,5 a 1 cm, preenchidos com inclusões de material dos horizontes superiores do perfil, possivelmente do horizonte A, material este de coloração escura e rico em matéria orgânica.

CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA – Perfil 1

Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	Terra fina <2mm
A	0-10/7	0	37	63
Cr1	10/7 – 22	39	41	20
Cr2	22 – 43/33	22	59	19

Horizonte		Composição Granulométrica g.kg ⁻¹				Argila Dispersa g.kg ⁻¹	Grau de Floculação %	Silte/Argila
Símbolo	Prof. (cm)	Areia grossa	Areia Fina	Silte	Argila			
A	0-10/7	253	400	270	77	27,5	64,3	3,5
Cr1	10/7-22	243	348	285	125	57,3	53,7	2,3
Cr2	22-43/33	218	320	303	158	82,8	82,8	1,9

Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmolc.kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al	H + Al	CTC pH 7
A	5,49	4,37	3,81	1,58	0,42	0,09	5,81	0,37	7,15	12,95
Cr1	5,41	4,06	1,62	0,55	0,22	0,06	2,38	1,31	6,65	9,03
Cr2	5,56	4,18	2,27	0,69	0,12	0,10	3,08	1,51	6,88	9,96

Horizonte	V (%)	Al (%)	P (mg.kg ⁻¹)	C Org. g.kg ⁻¹
A	44,8	6,0	7,4	23,3
Cr1	26,4	35,5	3,4	9,9
Cr2	30,9	32,8	2,8	10,1

PROJETO: Dissertação Lucas da Silva
Barbosa

PERFIL N° - 02

DATA – 09/12/2020

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO

LITÓLICO Chernossólico típico A
chernozêmico, textura franco-arenosa fase
relevo ondulado substrato granito.

WRB: Mollic Leptosol

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E
COORDENADAS –** Pelotas, Rio Grande do
Sul, 31°33'56.62"S e 52°28'44.92"O.



SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL - Descrito e coletado
em trincheira aberta no campo, declive ondulado e uso atual lavoura.

ELEVAÇÃO – 112 metros

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Suíte Pinheiro Machado

CRONOLOGIA - Suíte Pinheiro Machado, Éon Proterozóico, Era
Neoproterozóico e Período Ediacariano

MATERIAL ORIGINÁRIO – Granitóide

PEDREGOSIDADE- Ligeiramente pedregoso

ROCHOSIDADE – Ligeiramente rochoso

RELEVO LOCAL - Ondulado

RELEVOREGIONAL - Ondulado

EROSÃO – Não aparente

DRENAGEM – Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta subcaducifólia

USO ATUAL – Lavoura/resteva azevem

DESCRITO E COLETADO POR – Jeferson Diego Leidemer, Lucas da Silva
Barbosa, Pablo Miguel e Stefan Domingues Nachtigall.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – Perfil 02

Ap	0-7 cm; cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida) e bruno (7,5YR 4/2, seca); franco-arenosa; blocos subangulares média moderada e granular pequena moderada; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
A2	7-20/26 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida) e bruno (7,5YR 4/2, seca); franco-argiloarenosa; blocos angulares e subangulares média moderada e granular pequena a moderada; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
Cr	20/26-30/40 cm; bruno muito claro-acinzentado (2,5 Y/1, cor úmida) e bruno-forte (7,5YR 5/6, seca); argila; estrutura do saprolito blocos subangulares pequena a média forte; transição ondulada e abrupta;
R	40/30-45+ cm

OBSERVAÇÕES: Não foi possível identificar o fraturamento, inclusões do horizonte A ou material mais escuro no Cr. Também não é possível identificar as fraturas no material de origem, mesmo quando escavado até 60 cm, no entanto, identifica-se que os horizontes saprolíticos apresentam aumento no conteúdo de argila.

CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA – Perfil 2

Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		
Símbolo	Profundidade(cm)	Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	Terra fina <2mm
Ap	0-7	0	27	73
A2	7-20/26	0	36	64
Cr	20/26-30/40	6	75	19

Horizonte		Composição Granulométrica g.kg ⁻¹				Argila Dispersa g.kg ⁻¹	Grau de Floculação%	Silte/Argila
Símbolo	Prof. (cm)	Areia grossa	Areia Fina	Silte	Argila			
Ap	0-7	302	263	311	124	43,9	64,6	2,5
A2	7-20/26	275	398	130	197	107,6	45,5	0,7
Cr	20/26-30/40	217	217	206	427	58,4	74,8	0,5

Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmolc.kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al	H + Al	CTC pH 7
Ap	6,28	5,28	6,29	3,33	0,29	0,10	9,92	0,05	4,15	14,06
A2	6,01	4,64	3,43	1,81	0,10	0,09	5,35	0,11	3,72	9,06
Cr	5,79	3,99	5,42	3,33	0,12	0,18	8,87	1,90	5,42	14,29

Horizonte	V (%)	Al (%)	P (mg.kg ⁻¹)	C Org. g.kg ⁻¹
Ap	70,5	0,5	10,5	22,7
A2	59,0	2,1	2,9	8,7
Cr	62,1	17,6	2,4	6,8

PROJETO - Dissertação Lucas da Silva Barbosa

PERFIL N° - 03

DATA - 23/04/2021

CLASSIFICAÇÃO - NEOSSOLO
REGOLÍTICO Eutrófico leptofragmentário A
proeminente, textura franco-arenosa fase
relevo forte ondulado substrato granito.

WRB: Leptic Regosol

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E
COORDENADAS** - Pelotas, Rio Grande do
Sul, 31°34'1.32"S e 52°28'43.91"O.

**SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA
SOBRE O PERFIL** - Descrito e coletado em
corte de estrada, declive forte ondulado e
uso atual lavoura.



ELEVAÇÃO - 101 metros

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Suíte Pinheiro Machado

CRONOLOGIA - Suíte Pinheiro Machado, Éon Proterozóico, Era
Neoproterozóico e Período Ediacariano

MATERIAL ORIGINÁRIO - Granitóide

PEDREGOSIDADE - Moderadamente pedregoso

ROCHOSIDADE - Ligeiramente rochoso

RELEVO LOCAL - Forte ondulado

RELEVO REGIONAL - Forte Ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta subcaducifólia

USO ATUAL - Lavoura/pomar de pêsego

DESCRITO E COLETADO POR - Jeferson Diego Leidemer, Lucas da Silva
Barbosa, Maria Bertaso de Garcia Fernandez e Pablo Miguel.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – Perfil 03

A1	0-20 cm; cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida) e cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2, seca); franco-arenosa cascalhenta; blocos subangulares médios a grandes moderada e granular média moderada; ligeiramente dura, friável a muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
A2	20-35/45 cm; cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida) e cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2, seca); franco-arenosa cascalhenta; blocos subangulares grandes a muito grandes moderada e granular média moderada; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e abrupta.
Cr1	35/45 - 50/58 cm; bruno (7,5YR 4/3, úmida) e bruno-avermelhado (5YR 5/4, seca); franco-arenosa; estrutura do saprolito blocos subangulares pequena a média forte; transição ondulada e abrupta.
Cr2	50/58 – 73/83 cm; bruno (7,5YR 4/4, úmida) e mosqueado amarelo-avermelhado (7,5YR 7/8, úmida) e avermelhado-amarelado (5YR 5/6, seca); franco-argilosa; estrutura do saprolito blocos subangulares pequena a média forte; transição descontínua e abrupta.
CR	73/83 – 97 + cm.

OBSERVAÇÕES: Raízes são comuns nos horizontes A1 e A2, com predomínio de raízes finas, mas também ocorrem raízes de maior diâmetro. Onde o Horizonte Cr1 adentra o Horizonte CR encontra-se a presença de raízes. Horizonte A1 e A2 apresentam intensa atividade biológica, principalmente de cupins e formigas. Nos horizontes Cr1 e Cr2 identifica-se de forma nítida o fraturamento do saprolito e preenchimento das fraturas com material possivelmente advindo dos horizontes superficiais e/ou resultado do intemperismo in loco.

CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA – Perfil 3

Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	Terra fina <2mm
A1	0-20	1	43	56
A2	20-35/45	0	44	56
Cr1	35/45 - 50/58	14	47	38
Cr2	50/58 – 73/83	0	64	36

Horizonte		Composição Granulométrica g.kg ⁻¹				Argila Dispersa g.kg ⁻¹	Grau de Floculação %	Silte/ Argila
Símbolo	Prof. (cm)	Areia grossa	Areia Fina	Silte	Argila			
A1	0-20	375	231	263	130	61,5	55,3	2,0
A2	20-35/45	408	239	227	127	84,3	53,9	1,8
Cr1	35/45 - 50/58	501	152	227	121	84,5	51,7	1,9
Cr2	50/58 – 73/83	357	78	166	398	14,1	85,4	0,4

Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c .kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al	H + Al	CTC pH 7
A1	5,57	4,34	4,65	1,51	0,13	0,11	6,40	0,94	6,28	12,68
A2	5,78	4,41	3,94	0,99	0,32	0,16	5,41	0,78	5,38	10,79
Cr1	5,87	4,29	2,69	0,98	0,05	0,14	3,86	1,17	3,92	7,78
Cr2	5,82	4,20	4,86	2,34	0,08	0,17	7,45	1,65	5,08	12,53

Horizonte	V (%)	Al (%)	P (mg.kg-1)	C Org. g.kg-1
A1	50,5	13,0	19,5	15,8
A2	50,1	12,9	12,0	12,5
Cr1	49,6	23,8	2,4	5,7
Cr2	59,5	18,5	2,6	5,0

PROJETO: Dissertação Lucas da Silva Barbosa
PERFIL N° - 04

DATA – 30/04/2021

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO REGOLÍTICO
 Distrófico leptofragmentário A moderado, textura franco-arenosa fase relevo ondulado substrato granito.

WRB: Leptic Regosol

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Barranco da estrada, Pelotas, Rio Grande do Sul, 31°34'1.83"S e 52°28'41.98"O.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL- Descrito e coletado em corte na estrada, declive ondulado e uso atual lavoura.

ELEVAÇÃO – 94 metros

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Suíte Pinheiro Machado

CRONOLOGIA - Suíte Pinheiro Machado, Éon Proterozóico, Era Neoproterozóico e Período Ediacariano

MATERIAL ORIGINÁRIO – Granitóide

PEDREGOSIDADE- Não pedregoso

ROCHOSIDADE – Ligeiramente rochoso

RELEVO LOCAL - Ondulado

RELEVO REGIONAL- Ondulado

EROSÃO – Não aparente

DRENAGEM – Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta subcaducifólia

USO ATUAL – Lavoura/Pomar de pêssego

DESCRITO E COLETADO POR – Jeferson Diego Leidemer, Lucas da Silva Barbosa e Pablo Miguel.



DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – Perfil 04

A1	0-20 cm; bruno-amarelado-escuro (5YR 3/2, úmida) e bruno (7,5YR 4/2, seca); franco-arenosa; blocos angulares e subangulares pequena a média fraca; ligeiramente dura, friável a muito friável ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
A2	20-33/48 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida) e bruno (7,5YR 4/2, seca); franco-arenosa; blocos angulares e subangulares pequena a média fraca; ligeiramente dura, muito friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
AC	33/48-45/52 cm; bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/2, úmida) e bruno-escuro (7,5YR 3/2, seca); franco-argiloarenosa; blocos angulares e subangulares pequena a média fraca; ligeiramente dura, muito friável ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição ondulada e clara.
Cr	45/52-75/94 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmida) e bruno-avermelhado (5YR 5/4, seca) e mosqueado bruno-forte (7,5YR 5/8, úmida); argila; estrutura do saprolito blocos subangulares pequena a média forte; transição descontínua e abrupta.
R/Cr	75/94-94+ cm.

OBSERVAÇÕES: Raízes são muitas nos horizontes A1, A2 e AC, com a presença de raízes finas, mas também com diâmetro de 0,5 a 1 cm de diâmetro. No horizonte Cr as raízes são comuns até os 90 cm de profundidade, onde o Cr adentra o R. Intensa atividade biológica presente nos horizontes superficiais, principalmente cupins e formigas. Não é possível descrever o fraturamento, mas sim visualizar material mais argiloso nos horizontes saprolíticos.

CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA – Perfil 4

Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	Terra fina <2mm
A1	0-20	0	20	80
A2	20-33/48	0	6	94
AC	33/48-45/52	1	41	58
Cr	45/52-75/94	0	56	44

Horizonte		Composição Granulométrica g.kg ⁻¹				Argila Dispersa g.kg ⁻¹	Grau de Floculação %	Silte/Argila
Símbolo	Prof. (cm)	Areia grossa	Areia Fina	Silte	Argila			
A1	0-20	384	227	252	137	47,8	57,3	1,9
A2	20-33/48	365	232	249	154	93,1	62,1	1,6
AC	33/48-45/52	334	214	242	211	129,1	72,3	1,2
Cr	45/52-75/94	273	117	169	440	46,3	86,7	0,4

Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c .kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al	H + Al	CTC pH 7
A1	5,54	4,60	2,89	1,31	0,15	0,07	4,35	0,65	6,45	10,80
A2	5,80	4,62	2,87	1,18	0,10	0,07	4,15	0,42	5,15	9,30
AC	5,88	4,55	3,29	1,67	0,07	0,09	5,02	0,71	5,35	10,37
Cr	5,82	4,50	6,05	3,32	0,08	0,15	9,45	1,04	5,28	14,73

Horizonte	V (%)	Al (%)	P (mg.kg-1)	C Org. g.kg-1
A1	40,3	13,0	5,9	15,7
A2	44,7	9,2	3,0	10,8
AC	48,4	12,4	3,1	9,7
Cr	64,2	9,9	2,1	10,6

PROJETO: Dissertação Lucas da Silva Barbosa

PERFIL N° - 05

DATA – 07/05/2021

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO
REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário A moderado, textura franco-arenosa fase relevo ondulado substrato granito.

WRB: Leptic Regosols

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Pelotas, Rio Grande do Sul, 31°34'3.20"S e 52°28'40.25"O. S31 34 3.20 W52 28 40.25

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL- Descrito e coletado em corte na estrada, declive ondulado e uso atual lavoura.



ELEVAÇÃO – 87 metros

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Suíte Pinheiro Machado

CRONOLOGIA - Suíte Pinheiro Machado, Éon Proterozóico, Era Neoproterozóico e Período Ediacariano

MATERIAL ORIGINÁRIO – Granitóide

PEDREGOSIDADE- Ligeiramente pedregoso

ROCHOSIDADE – Ligeiramente rochoso

RELEVO LOCAL - Ondulado

RELEVO REGIONAL- Ondulado

EROSÃO – Não aparente

DRENAGEM – Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta subcaducifólia

USO ATUAL – Lavoura/pomar de pêsego

DESCRITO E COLETADO POR – Jeferson Diego Leidemer, Lucas da Silva Barbosa, Maria Bertaso de Garcia Fernandez e Pablo Miguel.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – Perfil 05

A	0-23 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida) e bruno (7,5YR 4/3, seca); franco-arenosa; blocos subangulares muito pequena fraca e granular pequena e muito pequena fraca; ligeiramente dura, muito friável não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
AC	23-45/54 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida) e bruno (7,5YR 4/4, seca); franco-arenosa cascalhenta; blocos subangulares muito pequena fraca e granular muito pequena fraca; ligeiramente dura, firme, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
Cr1	45/54 -67 cm; bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3, úmida) e bruno (7,5YR 4/3, seca); franco-arenosa; estrutura do saprolito blocos angulares e subangulares pequena a média forte; transição plana e clara.
R/Cr2	67-70/97+ cm; vermelho-escuro (2,5 YR 3/6, úmida) e vermelho (2,5YR 4/6, seca); franco-argilosa; estrutura do saprolito blocos angulares e subangulares média a grande forte; transição descontínua e clara.
R	70/97+ cm.

OBSERVAÇÕES: As raízes muitas nos horizontes A e AC, e comuns nos horizontes Cr1 e R/Cr2. É possível visualizar fraturamentos no Cr1 ou R/Cr2, no entanto, observam-se inclusões argilosas de diferentes colorações em Cr1 e R/Cr2.

CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA – Perfil 5

Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	Terra fina <2mm
A	0-23	1	21	78
A/C	23-45/54	0	39	61
Cr1	45/54 -67	0	49	51
R/Cr2	67-70/97	0	35	65

Horizonte		Composição Granulométrica g.kg ⁻¹				Argila Dispersa g.kg ⁻¹	Grau de Floculação %	Silte/ Argila
Símbolo	Prof. (cm)	Areia grossa	Areia Fina	Silte	Argila			
A	0-23	403	267	220	110	48,8	46,8	2,0
A/C	23-45/54	481	228	177	114	73,4	48,6	1,6
Cr1	45/54 -67	454	189	241	116	89,3	49,8	2,1
R/Cr2	67-70/97	319	85	197	399	6,6	85,4	0,5

Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c .kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al	H + Al	CTC pH 7
A	5,61	4,51	1,86	1,03	0,15	0,05	3,04	0,78	4,85	7,88
A/C	5,67	4,44	1,48	0,66	0,10	0,04	2,24	0,87	4,55	6,79
Cr1	5,77	4,40	1,63	0,71	0,18	0,04	2,52	1,49	3,58	6,10
R/Cr2	5,56	4,43	2,22	2,18	0,09	0,09	4,49	3,24	5,75	10,24

Horizonte	V (%)	Al (%)	P (mg.kg ⁻¹)	C Org. g.kg ⁻¹
A	38,5	20,4	10,2	11,6

A/C	33,0	28,1	4,3	9,3
Cr1	41,3	37,2	2,2	4,8
R/Cr2	43,9	41,9	2,0	2,9

PROJETO: Lucas da Silva Barbosa

PERFIL N° - 06

DATA – 24/05/2021

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico fragmentário A moderado, textura franco-arenosa fase relevo ondulado substrato granito.

WRB: Mollic Leptosol

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Pelotas, Rio Grande do Sul, 31°33'56.74"S e 52°28'48.23"O.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL- Descrito e coletado em trincheira aberta no campo, declive ondulado e uso atual lavoura.

ELEVAÇÃO – 116 metros

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Suíte Pinheiro Machado

CRONOLOGIA - Suíte Pinheiro Machado, Éon Proterozóico, Era Neoproterozóico e Período Ediacariano

MATERIAL ORIGINÁRIO – Granitóide

PEDREGOSIDADE- Ligeiramente pedregoso

ROCHOSIDADE – Ligeiramente rochoso

RELEVO LOCAL – Ondulado

RELEVO REGIONAL - Ondulado

EROSÃO – Não aparente

DRENAGEM – Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta subcaducifólia

USO ATUAL – Lavoura/pomar de pêssego

DESCRITO E COLETADO POR – Lucas da Silva Barbosa, Pablo Miguel e Stefan Domingues Nachtigall.



DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – Perfil 06

A	0-20/22 cm; cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmida) e bruno-escuro (7,5YR 3/2 seca); franco-arenosa pouco cascalhenta; blocos angulares e subangulares média a grande/muitogrande moderada; ligeiramente dura, friável plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
Cr/A	20/22-35/50 cm; preto (10YR 2/1, úmida) e mosqueado bruno amarelado (10YR 5/6, úmida) e cinzento muito escuro (5YR 3/1, seca); franco-arenosa; blocos angulares e subangulares média a grande/muito grande moderada e granular muito pequena forte; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
RCr	35/50-58+ cm.

OBSERVAÇÕES: Raízes são comuns no horizonte A, poucas no Cr/A e raras no RCr. Fraturas em RCr são horizontais, preenchidas com material escuro e aparentemente mais argiloso de cor 10YR 2/2 e variam de 1 a 2 cm.

CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA – Perfil 6

Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	Terra fina <2mm
A	0-20/22	0	41	59
Cr/A	20/22-35/50	5	75	20

Horizonte		Composição Granulométrica g.kg ⁻¹				Argila Dispersa g.kg ⁻¹	Grau de Floculação %	Silte/Argila
Símbolo	Prof. (cm)	Areia grossa	Areia Fina	Silte	Argila			
A	0-20/22	326	239	278	158	72,4	63,0	1,8
Cr/A	20/22-35/50	345	231	230	194	118,5	69,9	1,2

Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmolc.kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al	H + Al	CTC pH 7
A	6,09	4,96	6,95	3,24	0,30	0,07	10,56	0,16	5,52	16,08
Cr/A	6,16	4,63	5,55	2,32	0,39	0,09	8,35	0,87	7,15	15,50

Horizonte	V (%)	Al (%)	P (mg.kg ⁻¹)	C Org. g.kg ⁻¹
A	65,7	1,5	3,9	21,1
Cr/A	53,9	9,6	11,3	14,6

Projeto: Dissertação Lucas da Silva Barbosa

PERFIL N° - 07

DATA – 31/05/21

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO LITÓLICO
Distrófico fragmentário A proeminente, textura franco-arenosa fase relevo ondulado substrato granito.

WRB: Umbric Leptosol

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Pelotas, Rio Grande do Sul, 31°33'56.88"S e 52°28'49.75"O.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL - Descrito e coletado em trincheira aberta no campo, declive ondulado e uso atual lavoura.

ELEVAÇÃO – 120 metros

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Suíte Pinheiro Machado

CRONOLOGIA - Suíte Pinheiro Machado, Éon Proterozóico, Era Neoproterozóico e Período Ediacariano

MATERIAL ORIGINÁRIO – Granitóide

PEDREGOSIDADE- Ligeiramente pedregoso

ROCHOSIDADE – Ligeiramente rochoso

RELEVO LOCAL - Ondulado

RELEVO REGIONAL - Ondulado

EROSÃO – Não aparente

DRENAGEM – Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta subcaducifólia

USO ATUAL – Pomar de Pêssego

DESCRITO E COLETADO POR– Adão Pagani Junior, Lucas da Silva Barbosa, Maria Bertaso de Garcia Fernandez e Stefan Domingues Nachtigall.



DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – Perfil 07

A	0-23/28 cm; bruno muito escuro (7,5YR 2,5/2, úmida) e bruno-escuro (7,5YR 3/2, seca); franco-arenosa; blocos angulares e subangulares média a grande/muito grande moderada e granular pequena moderada; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e abrupta.
Cr	23/28-46/44 cm; cinzento muito escuro (7,5YR 3/1, úmida) e cinzento muito escuro (7,5YR 3/1, seca) e mosqueado bruno-forte (7,5YR 5/8, úmida); franco-arenosa; estrutura do saprolito blocos angulares e subangulares média forte; transição plana e clara.
CR	46/44+ cm.

OBSERVAÇÕES: No horizonte A as raízes são finas e muitas, enquanto no Cr são finas, muito finas e comuns. Sem a presença de atividade biológica. Fraturas em Cr apresentam-se preenchidas por material escuro proveniente do horizonte A e com sentidos verticais, horizontais e diagonais.

CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA – Perfil 07

Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	Terra fina <2mm
A	0-23/28	0	33	67
Cr	23/28-46/44	4	76	20

Horizonte		Composição Granulométrica g.kg-1			Argila Dispersa g.kg-1	Grau de Flocculação %	Silte/ Argila
Símbolo	Prof. (cm)	Areia Total	Silte	Argila			
A	0-23/28	607	263	130	62	55,3	2,0
Cr	23/28-46/44	646	227	127	84	53,9	1,8

Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c .kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al	H + Al	CTC pH 7
A	5,57	4,30	5,03	1,50	0,18	0,08	6,79	1,26	9,95	16,74
Cr	5,78	4,38	2,97	1,12	0,12	0,11	4,32	2,20	8,75	13,07

Horizonte	V (%)	Al (%)	P (mg.kg-1)	C Org. g.kg-1
A	40,6	15,9	7,5	20,0
Cr	33,1	34,3	4,0	14,5