

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

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS E ALTERAÇÕES POR
USO E MANEJO EM UMA PLANÍCIE ALUVIAL DO MUNICÍPIO
DE PORTO ALEGRE- RS**

Edsleine Ribeiro Silva
Dissertação

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

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS E ALTERAÇÕES POR
USO E MANEJO EM UMA PLANÍCIE ALUVIAL DO MUNICÍPIO
DE PORTO ALEGRE- RS**

EDSLEINE RIBEIRO SILVA
Engenheira Agrônoma (UFRGS)

Dissertação apresentada como
um dos requisitos à obtenção do
Grau de Mestre em Ciência do Solo

Porto Alegre (RS) Brasil
Julho de 2017

CIP - Catalogação na Publicação

Ribeiro Silva, Edsleine
Caracterização e classificação de solos e
alterações por uso e manejo em uma planície aluvial do
município de Porto Alegre-RS / Edsleine Ribeiro
Silva. -- 2017.
97 f.
Orientador: Paulo César do Nascimento.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Ciência do Solo, Porto Alegre, BR-RS,
2017.

1. Classificação de solos. 2. Uso da terra. 3.
Qualidade do Solo. 4. Planície Aluvial. I. do
Nascimento, Paulo César, orient. II. Título.

EDSLEINE RIBEIRO SILVA

Engenheira Agrônoma (UFRGS)

CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS E ALTERAÇÕES POR USO E MANEJO EM UMA PLANÍCIE ALUVIAL DO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE - RS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Aprovada em 13 de julho de 2017

Homologada em 29 de outubro de 2019

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Carlos Alberto Bissani
UFRGS

Prof. Alberto Vasconcellos Inda Junior
UFRGS

Profa. Lucimar de Fátima dos Santos Vieira
UFRGS

Orientador - Prof. Paulo César do Nascimento
UFRGS

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
UFRGS – Prof. Alberto Vasconcellos Inda Junior

Diretor da Faculdade de Agronomia
UFRGS – Prof. Carlos Alberto Bissani

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pela acolhida durante o período de minha formação, pelo ensino de qualidade e a oportunidade de vivenciar um meio tão rico quanto a Pós-Graduação neste país.

Agradeço à faculdade de Agronomia e Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRGS pelo apoio, estrutura, recursos e possibilidade de realizar nossos estudos na área da faculdade.

Agradeço ao meu orientador, professor Paulo César do Nascimento, pela atenção, dedicação e apoio do início ao fim do Mestrado. Agradeço ainda pelo incentivo diante de cada nova etapa, pela autonomia e confiança que me foi dada.

Agradeço aos pesquisadores Luís Fernando e Paula Suelen pela atenção e exemplo para meu ingresso na Pós-Graduação.

Agradeço às colegas Estéfane, Priscila e Tatiele por toda ajudam nos laboratórios, em campo, discussões e experiências compartilhadas.

CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS E ALTERAÇÕES POR USO E MANEJO EM UMA PLANÍCIE ALUVIAL DO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE- RS¹

Autor: Edsleine Ribeiro Silva

Orientador: Paulo César do Nascimento

RESUMO

O município de Porto Alegre apresenta diversidade de solos, topografia e redes de drenagem superficial. Em meio a esta diversidade de ambientes é possível encontrar no município áreas de baixada como a planície aluvial do Arroio Dilúvio. Com objetivo de caracterizar, classificar e avaliar mudanças nas características dos solos após diferentes usos, na planície do Arroio Dilúvio, este trabalho foi realizado em quatro unidades de paisagem na Faculdade de Agronomia UFRGS formadas por uma mata, um sistema Agroflorestal, um potreiro e uma unidade experimental com plantas de lavoura. Para classificação dos solos, foi realizada uma descrição de 0-20 cm e 60-80 cm, para análises químicas (pH, CE, V, MOS, CTC, Al³⁺, H+Al) e físicas (porosidade, microporosidade e macroporosidade). Para registro da leitura da paisagem nos estudos de solo, foram observadas as formas, funções, estruturas e dinâmicas das unidades de paisagem. Os solos da planície aluvial do Arroio Dilúvio apresentaram classificações taxonômicas diferentes. A maior restrição de drenagem e expressão de hidromorfismo foi percebida no perfil das plantas de lavoura, classificado como Gleissolo. Os atributos químicos e físicos dos solos sofreram alterações nos diferentes usos e manejos. Os atributos físicos foram menos sensíveis aos diferentes manejos dos solos. As paisagens foram observadas, descritas e interpretadas e os registros podem ser usados para auxiliar na descrição e classificação dos solos.

Palavras-chave: uso da terra, planície aluvial, qualidade do solo.

¹Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. (108 p.) julho, 2017. Trabalho realizado com apoio financeiro do CNPq.

CHARACTERIZATION AND CLASSIFICATION OF SOILS AND ALTERATIONS BY USE AND MANAGEMENT IN AN ALLUVIAL PLAIN FROM PORTO ALEGRE- RS¹

Author: Edsleine Ribeiro Silva

Adviser: Paulo César do Nascimento

ABSTRACT

The city of Porto Alegre presents a diversity of soils, topography and surficial drainage system. Amid this environment diversity is possible to find in the city low areas as the alluvial plain of Dilúvio stream. With the aim of characterizing, classifying and evaluating changes on the soil characteristics after different uses and managements on the Dilúvio stream plain, the present work was performed in four landscape unities inside UFRGS Agronomy College. The landscape unities are formed by woods, agroforestry system, grazing land and a field crops experimental unity. For soil classification, a morphological description, with samplings, was performed on each landscape unity. For the study of influences on the characteristics of soils under different managements, deformed and undeformed soil sampling was performed in deeps of 0-20 cm and 60-80 cm, for chemical (pH, EC, V, SOM, CEC, Al, H+Al) and physical (porosity, microporosity and macroporosity). For the record of landscape reading in the soil studies the shapes, functions, structures and dynamics of the landscape unities were observed. The alluvial plain soils of the Dilúvio stream showed different taxonomic classifications. The highest drainage restriction and hydromorphism expression was observed in the field crop experimental unity, ranked as Gleissolo. Soils chemical and physical attributes had alterations in the different uses and managements. Physical attributes were less sensitive to the different soil managements. Landscapes were observed, described and read and the records may be used to aid soil description and classification.

Keywords: land use, alluvial plain, soil quality

¹M.Sc. Dissertation in Soil Science – Soil Science Graduate Program, Agronomy Faculty Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. (108 p.) July, 2017.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1 Planícies aluviais	3
2 Solos de planícies aluviais	4
3 Processos de formação dos solos de planície	5
4 Atributos indicadores de qualidade do solo	6
5 Estudos da Paisagem	11
CAPÍTULO III - CARACTERIZAÇÃO, GÊNESE E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS AO LONGO DA PLANÍCIE ALUVIAL DO ARROIO DILÚVIO	13
1 Introdução	13
2 Material e métodos	14
2.1 Caracterização da área de estudo	14
2.2 Trabalho de campo	17
2.3 Análises Físicas	19
2.4 Análises Químicas	20
3 Resultados e discussão	22
3.1 Morfologia e classificação dos solos	22
3.2 Atributos físicos dos solos	28
3.3 Atributos químicos dos solos	34
3.4 Ataque sulfúrico e dissoluções seletivas	38
CAPÍTULO III - INFLUÊNCIA DO USO E MANEJO NAS CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS EM PLANÍCIE ALUVIAL DO ARROIO DILÚVIO	45

1 Introdução	45
2 Material e métodos	46
2.1 Caracterização da área de estudo	46
2.2 Unidades de Paisagem e histórico	47
2.3 Análises físicas.....	49
2.4 Análises Químicas.....	49
2.5 Análise Estatística	50
3 Resultados e discussão	50
3.1 Porosidade total (Pt).....	50
3.2 Macroporosidade (Ma)	51
3.3 Microporosidade (Mi)	52
3.4 Densidade do solo.....	53
3.5 pH do solo	54
3.6 Condutividade elétrica (CE)	56
3.7 Saturação por bases (V%)	58
3.8 Matéria orgânica do solo (MOS)	59
3.9 CTC do Solo.....	61
3.10 Alumínio (Al)	63
3.11 Acidez potencial do solo	65
3.12 Fósforo (P)	65
4 Conclusões	67

**CAPÍTULO IV - PROPOSTA DE ESTUDO DA PAISAGEM NO
LEVANTAMENTO DE SOLOS DA PLANÍCIE DO ARROIO DILÚVIO ... 68**

1 Introdução	68
2 Material e métodos.....	70
2.1 Áreas de estudo	70
2.2 Metodologia para leitura da paisagem	70
3 Resultados e discussões.....	72
3.1 Leitura da Paisagem da Mata	72
3.2 Leitura da Paisagem do SAF.....	74
3.3 Leitura da Paisagem do Potreiro	76

3.4 Leitura da Paisagem nas Plantas de Lavoura	79
3.5 Análises das Paisagens	81
4 Conclusões.....	82
CAPÍTULO VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
REFERÊNCIAS.....	84
APÊNDICES	92

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1 Características da descrição morfológica dos solos	24
Tabela 2 Atributos físicos dos perfis de solo	29
Tabela 3 Atributos químicos dos solos	36
Tabela 4 Extrações de Si, Al e Fe por ataque sulfúrico, ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB) e oxalato de amônio	41

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1. Área do campus da FAGRO, localizado entre Av. Bento Gonçalves e Arroio Dilúvio	15
Figura 2. Mapa da geologia de Porto Alegre (1:50000)	16
Figura 3. Prospecção inicial, para observação de perfis de solo nas áreas de estudo	17
Figura 4. Localização das trincheiras usadas para descrição morfológica e coleta de amostras	18
Figura 5. Imagem do perfil do solo da Mata (P1)	26
Figura 6. Imagem do perfil do solo do SAF (P2)	27
Figura 7. Imagem do perfil do solo do Potreiro (P3)	27
Figura 8. Imagem do perfil do solo do PLAV (P4)	28
Figura 9. Gráficos da relação argila fina/ argila total dos solos estudados	33
Figura 10. Imagens das unidades de paisagem com seus usos característicos	46
Figura 11. Foto histórica exibindo atual região do estudo, planície na proximidade do Morro Santana	47
Figura 12. Imagens históricas da FAGRO. Registro da enchente de 1984 sobre as áreas de estudo e enchente de 1941 respectivamente...	47
Figura 13. Valores de Porosidade Total dos solos sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	51
Figura 14. Valores de Macroporosidade dos solos sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	52
Figura 15. Valores de Microporosidade dos solos sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	53
Figura 16. Valores de Densidade dos solos (DS) em profundidade de 0-20 cm dos solos sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	54

Figura 17. Valores de pH dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	56
Figura 18. Gráfico da média e desvio no valor da condutividade elétrica sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	57
Figura 19. Valores de CE dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	58
Figura 20. Valores de V% dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV).....	59
Figura 21. Valores de matéria orgânica dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	61
Figura 22. Valores de CTC dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	63
Figura 23. Valores de Al ³⁺ trocável dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	64
Figura 24. Valores de H+Al dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	65
Figura 25. Valores de fósforo dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV)	67
Figura 26. Estudo da paisagem a partir da observação dos elementos que a compõem - Área da Faculdade de Agronomia UFRGS, mata	72

Figura 27. Estudo da paisagem a partir da observação dos elementos que a compõem - Área da Faculdade de Agronomia UFRGS, Sistema Agroflorestal	74
Figura 28. Estudo da paisagem a partir da observação dos elementos que a compõem - Área da Faculdade de Agronomia UFRGS, piquetes com lotação animal	76
Figura 29. Estudo da paisagem a partir da observação dos elementos que a compõem - Área Experimental da Faculdade de Agronomia UFRGS, lotes com plantas de lavoura	79

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL

O Município de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, está situado sobre um substrato com predomínio de rochas graníticas. São notórios na paisagem os morros e coxilhas, que se destacam no relevo e apresentam altitudes variadas. Áreas de baixada também podem ser encontradas em Porto Alegre. Estas estão situadas nas ilhas do Delta do Jacuí, no extremo sul do município e às margens de arroios em relevos planos, como o Arroio Dilúvio. Ao longo do Arroio Dilúvio, em pontos preservados da urbanização, é possível encontrar associações de solos representativos destas regiões, como Gleissolos e Planossolos. O Arroio Dilúvio é um dos principais córregos de Porto Alegre, tendo grande abrangência territorial. O arroio nasce na zona leste da cidade e atravessa diversos bairros de Porto Alegre, entre estes o Bairro Agronomia e a própria Faculdade de Agronomia (FAGRO) - UFRGS.

O conhecimento sobre os solos ao longo do curso do arroio é um subsídio importante para avaliação de aptidão, suporte de carga e predição de fragilidades. Além disto, por apresentarem usos e manejos distintos estes solos compõem diferentes Unidades de Paisagem dentro da FAGRO. Cada Unidade de Paisagem apresenta diferentes históricos de uso e coberturas vegetais, também se diferenciam por forma, função, estrutura e dinâmicas atuais.

Os estudos apresentados a seguir, partem das seguintes hipóteses:

a) uma mesma superfície geológica, situada na planície aluvial do Arroio Dilúvio, com seus processos pedogenéticos originaram solos com a mesma classificação taxonômica pela ação dos fatores de formação;

b) diferentes usos e manejos provocam alterações nas características químicas e físicas em solos desenvolvidos a partir de ambientes semelhantes;

c) leituras da paisagem podem complementar levantamentos e mapeamentos de solo, enriquecendo as informações apresentadas como produto final de estudos.

A partir das hipóteses os estudos apresentam os seguintes objetivos:

a) caracterizar, classificar os solos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) e avaliar as relações solo-ambiente na planície aluvial do Arroio Dilúvio, na área da Faculdade de Agronomia UFRGS.

b) avaliar os solos sob a influência do ambiente e de alterações pelos diferentes usos e manejos.

Apresentar uma metodologia de estudo da paisagem que complemente os trabalhos de caracterização, classificação e mapeamento de solos.

CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 Planícies aluviais

Os rios constituem os agentes mais importantes no transporte de materiais intemperizados, das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar. O fluxo da água dos rios pode ser laminar ou turbulento. A turbulência e a velocidade do rio estão intimamente relacionadas com o trabalho que o rio executa, como o grau de erosão, transporte e deposição dos detritos. Segundo Christofolletti (1980), o canal em rios é resultante da ação exercida pelo fluxo sobre os materiais rochosos componentes do leito e das margens. Suas dimensões serão controladas pelo equilíbrio entre as forças erosivas de entalhamento e os processos de deposição de material no leito e nas margens.

As formas topográficas do leito constituem categoria ampla, abrangendo toda e qualquer irregularidade produzida no leito de um canal aluvial pela interação entre o fluxo da água e a movimentação de sedimentos. Existem formas de relevo desenvolvidas por processos de sedimentação que ocorrem fora do canal, na superfície da planície, constituindo também elementos característicos de sua composição, como os diques marginais, os sulcos, os depósitos de recobrimento e as bacias de inundação (Christofolletti, 1980).

A planície de inundação é formada pelos aluviões e por materiais variados depositados no canal fluvial ou fora dele. Na vazante, o escoamento está restrito a parcelas do canal fluvial, onde há deposição de parte da carga de detritos com o progressivo abaixamento do nível das águas. Com as cheias e aumento do nível das águas, há o transbordamento sobre as margens, que inundam as áreas baixas marginais. Em síntese, as planícies aluviais são produzidas por processos físicos de deposição dos rios numa variedade de sub-

ambientes sedimentares. Segundo Lewin (1996), nas planícies dos rios estão registradas as mudanças históricas do ambiente ao longo do tempo em que elas se formaram.

2 Solos de planícies aluviais

O relevo exerce uma forte influência na evolução e desenvolvimento dos solos (Guerra 1995), porém, as correlações entre a configuração do terreno e classes de solo e ou características de solo são válidas para condições fisiográficas específicas. As características que relacionam o solo com o relevo ou posição na paisagem são a dinâmica da água, a espessura do solo e a diferenciação dos horizontes, o horizonte superficial, a cor e temperatura do solo e a saturação por bases e lixiviação. Em relação à cor e temperatura, o relevo local e a posição do solo na paisagem têm importante efeito nas condições hídricas e térmicas dos solos, propiciando microclimas e modificações na cor e temperatura (Smith, et al. 1964).

Os solos presentes em planícies aluviais apresentam predominância de água durante o ano, resultando em solos imperfeitamente a mal drenados. Em perfis de solos com encharcamento prolongado, o horizonte A é escuro, enquanto que os subjacentes (B ou C) são acinzentados, com ou sem mosqueados (Streck et al. 2008). Quanto à espessura, os solos em superfícies mais suaves, são mais profundos e apresentam, em geral, nítida diferenciação de horizontes principais. Em relação aos horizontes superficiais em áreas de várzea, os teores de matéria orgânica e espessura do horizonte A aumentam, à medida que o lençol freático se aproxima da superfície. Neste caso, a diminuição de oxigenação, devido ao excesso de água, diminui a decomposição dos materiais orgânicos (Guerra, 1995). A saturação de bases tende a ser maior nos solos das planícies em comparação a solos localizados em encostas, pois em solos de topo e terço médio há alta intemperização e perda de bases para solos de cotas mais baixas.

Guerra (1995) apresenta inter-relações onde associa classes de solo, unidade de relevo e aspectos fitofisionômicos da vegetação natural, definindo solos aluviais como compreendendo indivíduos com horizontes pouco desenvolvidos e, ou camadas estratificadas de natureza argilosa, siltosa e ou arenosa, dependendo da natureza do sedimento. Apresentam drenagem interna

variando de bem a imperfeitamente drenado e horizonte superficial de cor escura com teores médios de matéria orgânica. As camadas mais profundas, em geral, expressam cores neutras acinzentadas associadas à presença do lençol freático. Compreendem extensos domínios das planícies fluviais ocorrendo em áreas de todo o Brasil, em áreas adjacentes aos rios em superfícies praticamente planas e sob cobertura vegetal natural, em geral florestal com fitofisionomia de aspecto perenifólio.

3 Processos de formação dos solos de planície

Os processos de formação de solos consistem em um conjunto de eventos que diretamente afetam e expressam seus efeitos, através de características dos horizontes (Guerra, 1995). Os processos de formação mais comumente associados aos solos de planície são a lessivagem, gleização e ferrólise.

A lessivagem, também chamada de eluviação-iluviação de argilas, consiste na translocação de minerais, principalmente da fração argila fina, da parte superior do solo para uma maior profundidade. As partículas mais finas das camadas superficiais são transportadas (eluviação), obstruem os poros das camadas mais subsuperficiais e começam a se acumular, formando um horizonte mais adensado (iluviação) (Fanning & Fanning, 1989). Os solos submetidos à lessivagem apresentam um gradiente textural e, devido ao acúmulo de argila no horizonte subsuperficial, este tende a apresentar maior densidade e menor permeabilidade. O horizonte de maior ganho de argila é o B e o processo mais comum e responsável predominante pela formação de gradiente textural é a iluviação-eluviação (Phillips, 2004, 2007). Mas a presença de maior quantidade de argila no horizonte B também pode estar associado à ferrólise. Este processo secundário é frequente em solos sujeitos a ciclos de umedecimento e secagem, com respectiva redução e oxidação do íon Fe, que pode causar o gradiente textural (Almeida et al., 1997; Mafra et al., 2001). Isto pode ocorrer porque na fase de oxidação, passagem de Fe^{2+} a Fe^{3+} , há liberação de H^+ capaz de deslocar cátions da estrutura dos argilominerais, destruindo-os e em estádios avançados, um gradiente textural no perfil pode ser gerado (van Ranst & De Coninck, 2002). Nos horizontes subsuperficiais, o processo de neoformação de argila pode ocorrer em certas condições (Léguedois et al., 2004). Em ambientes

de redução, a dissolução e o transporte de Fe^{2+} , como também de outros cátions, para horizontes mais profundos constituem processo preferencial de enriquecimento de materiais em subsuperfície (Wilson, 1999; Brady & Weil, 2002).

Outro processo de formação que pode estar presente em solos de planícies é a gleização. Ocorre com a transformação de ferro sob condições de excesso de água, em solos hidromórficos. As condições anaeróbicas favorecem as reações de redução, promovidas por microrganismos anaeróbios que utilizam o Fe^{3+} como receptores de elétrons, principalmente os óxidos de Fe como a goethita, hematita, ferrihidrita. Neste processo, os óxidos de Fe^{3+} são reduzidos e dissolvidos, com liberação de Fe^{2+} , que são mais facilmente lixiviados na solução. Quando o Fe^{2+} alcança zonas oxidadas precipita novamente como óxido de Fe^{3+} . Assim, em zonas de acumulação de óxidos, o solo apresenta cores mosqueadas, nódulos ou concreções e formam-se também zonas desbotadas, onde ocorreu a perda de Fe^{3+} . Outra forma de análise que permite a identificação do processo de gleização é a presença comum nesses solos de uma matriz com tons esverdeados/azulados, evidenciando a presença de formas reduzidas de Fe (Schwertmann, 1992).

Quanto ao grau de intemperização, os solos podem ser avaliados quimicamente e mineralogicamente. Existe uma sequência de estabilidade baseada em minerais índices, onde o intemperismo pode ser diagnosticado de fraco a muito avançado, de acordo com a presença dos minerais presentes no solo (JACKSON, 1968). A composição mineral do solo também pode ser indicativa do grau de intemperismo atuante, sendo a relação molar de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, chamada Relação Ki, um importante indicador de intemperismo ligado à composição mineral (Embrapa, 2013). Quanto menor o valor Ki, maior é o grau de dessilicção do solo e maior a concentração de Al, além de Fe, Ti e Mn.

4 Atributos indicadores de qualidade do solo

Diferentemente de outros conceitos, como a qualidade do ar ou da água, o solo não conta com padrões definidos ou regulamentações como forma de aferir sua qualidade (Araújo et al., 2012), existindo inclusive vários conceitos diferentes para definir qualidade ou degradação do solo. A Sociedade Americana de Ciência do Solo, por exemplo, conceitua a qualidade do solo como a

capacidade de um dado solo funcionar, dentro de um sistema natural ou manejado, de forma a manter a produtividade vegetal e animal, manter ou melhorar a qualidade da água e do ar e suportar a saúde humana e habitacional (Karlen et al., 1997). Outra afirmação interessante é apresentada por Vezzani & Mielniczuk (2009), onde apresentam que o solo por si só não atinge qualidade, mas sim o sistema solo-planta e, naturalmente, o sistema organismos do solo integrados e adaptados ao seu local no ambiente. Então a qualidade de um solo não pode ser medida diretamente e sim pode ser mensurada a partir de indicadores elencados para cada situação e finalidade de estudo, considerando uma série de propriedades, principalmente o contexto de uso e ocupação do solo.

Indicadores de qualidade do solo são propriedades mensuráveis (quantitativas ou qualitativas) do solo ou da planta acerca de um processo ou atividade e que permitem caracterizar, avaliar e acompanhar as alterações ocorridas num dado ecossistema (Karlen et al., 1997). Podem ser classificados, de um modo geral, em quatro grupos: físicos, químicos, biológicos e visuais ou morfológicos.

Em relação aos indicadores químicos, estes são normalmente agrupados em variáveis relacionadas com o teor de matéria orgânica do solo, acidez do solo, conteúdo de nutrientes, elementos fitotóxicos (Al^{3+} , por exemplo), determinadas relações, como a saturação de bases (V%) e de alumínio (m) (Araújo et al., 2012). Há um destaque para a matéria orgânica do solo (MOS), em virtude de ser altamente suscetível a alteração frente às práticas de manejo (Reinert et al., 2006). Segundo Kiehl (1979) a matéria orgânica é resultado do processo de decomposição de resíduos vegetais e animais que sofreram decomposição biológica por meio da ação de microrganismos, encontrando-se em uma forma resistente a novos ataques microbianos e, por isso, acumulando-se no solo.

A fitotoxidez por Al^{3+} também pode ser utilizada como parte de um diagnóstico do solo. Uma das principais limitações químicas ao uso agrícola em ecossistemas tropicais ocorre em razão da acidez no solo, devido às reações de hidrólise do Al^{3+} hidratado em solução (Marschner, 1995). A Capacidade de troca de cátions (CTC) é considerada outro importante indicador de qualidade do solo, pois está relacionada à capacidade do solo em reter e fornecer nutrientes às plantas, reduzindo as perdas destes por lixiviação, sendo esta capacidade maior

ou menor em função da quantidade de cargas negativas presentes na superfície dos colóides, estas originárias pela variação do pH (dependente do pH) ou de substituição isomórfica nas reações de formação de minerais (permanente) (Barreto et al., 2008). A qualidade de solo em diferentes sistemas de manejos também pode estar relacionada à disponibilidade de nutrientes, como cálcio, magnésio, fósforo, potássio e micronutrientes (Araújo et al., 2012).

Do ponto de vista das atividades agrícolas, os indicadores físicos assumem importância por estabelecerem relações fundamentais com os processos hidrológicos, tais como taxa de infiltração, escoamento superficial, drenagem e erosão. Possuem também função essencial no suprimento e armazenamento de água, de nutrientes e de oxigênio no solo (EMBRAPA, 2006). Segundo Araújo et al. (2012), os principais indicadores físicos que têm sido utilizados e recomendados são textura, espessura (horizonte A; solum), densidade do solo, resistência à penetração, porosidade, capacidade de retenção d'água, condutividade hidráulica, e estabilidade de agregados. A textura ou granulometria do solo é uma das propriedades mais estáveis, sendo modificada levemente pelo cultivo e outras práticas que ocasionam a mistura de diferentes camadas (Arshad et al., 1996). A textura pode ser definida como distribuição do tamanho de partículas do solo. Existem três tamanhos de referência que classificam as partículas do solo em areia (2,0-0,05 mm), silte (0,05-0,002 mm) e argila (<0,002 mm). O efeito do manejo do solo sobre suas propriedades físicas é dependente da sua textura e mineralogia, as quais influenciam a resistência e a resiliência do solo a determinada prática agrícola (Seybold et al., 1999).

A estrutura do solo se refere ao arranjo das partículas que originam formas, e pode ser definida em termos de classe e grau de desenvolvimento. Para avaliação da estrutura, os aspectos mais importantes envolvem a agregação e a distribuição de tamanho dos agregados. A funcionalidade da estrutura do solo pode também ser avaliada pela porosidade total, macroporosidade e distribuição do tamanho de poros (avaliação pela curva de retenção de umidade do solo) (Embrapa, 2016).

A densidade do solo afeta, principalmente, à capacidade de penetração das raízes e a difusão de oxigênio, desenvolvimento das plantas e a produtividade, e pela absorção de água e nutrientes pelas raízes (Doran e

Parkin, 1994). Segundo Argenton et al. (2005), a densidade é considerada um importante indicador de qualidade do solo devido a sua resposta ao uso e manejo do solo no médio prazo. A resistência à penetração é normalmente avaliada com utilização de um penetrômetro, sendo expressa em kg/cm^2 ou Kpa, nessa avaliação é necessário conhecer o teor de umidade do solo. Pode também ser avaliada indiretamente pela densidade do solo (gcm^{-1}), pela condutividade hidráulica (cmh^{-1}) e pela profundidade de raízes (Embrapa, 2016). A resistência do solo à penetração tem sido frequentemente utilizada para avaliar sua compactação, por ser um atributo diretamente relacionado ao crescimento das plantas (Letey, 1985). A capacidade de retenção de água do solo está relacionada ao transporte e armazenamento de água no solo, à erodibilidade do solo e ao teor de água disponível (Doran e Parkin, 1996). A condutividade hidráulica é uma propriedade do solo que descreve sua capacidade em transmitir água e que depende da geometria dos poros e das propriedades do fluido contido neles (Reichardt, 1990).

Além dos indicadores de qualidade anteriores, outra categoria pode ser considerada, como os indicadores de caráter visual ou morfológico, onde é possível se obter referências a partir de cor do solo, presença de cobertura vegetal, consistência, erosão, drenagem e espessura dos horizontes ou camadas, por exemplo.

Na etapa de descrição morfológica de um perfil, inicia-se o trabalho de identificação e separação dos horizontes do solo, considerando as variações das diversas características morfológicas, principalmente cor, estrutura, textura e consistência, segundo Manual de descrição e coleta de solos (Santos et al, 2005).

A avaliação visual do solo (AVS) é baseada em atributos morfológicos visíveis ou passíveis de serem distinguidos sem a necessidade de análises laboratoriais (Houskova, 2005).

Segundo Audeh (2011), em seu trabalho sobre a qualidade do solo, considerando a visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares, os indicadores morfológicos são fáceis de serem identificados visivelmente no campo pelos agricultores e estão relacionados às formas de manejo dos solos. Ainda em seu trabalho relata que o indicador morfológico “erosão” foi citado por todos os agricultores, sendo esse o de mais fácil visualização. A erosão está

entre as principais formas de degradação dos solos, acarretando prejuízos de ordem econômica, ambiental e social (Machado et al., 2007).

A cor do solo observada na prospecção de campo ou no laboratório também pode ser uma indicadora. Muitas cores de solos são relacionadas aos processos pedogenéticos ocorridos ou atuantes em um local. A cor do solo reflete basicamente a quantidade, o tipo dos óxidos de ferro, manganês e conteúdo de matéria orgânica no solo (Teixeira et al., 2010), está relacionada ainda à história biogeoquímica específica do local analisado (Fernandes et al., 2004).

Em solos alterados, a determinação das cores dos horizontes em comparação com as cores apresentadas no solo original, permite de uma maneira rápida verificar a recuperação dos teores de matéria orgânica, problemas de deficiência de drenagem (ambientes redutores e oxidantes) e intensidade da atividade biológica no solo (Teixeira et al., 2010). A cor do solo pode ser determinada visualmente a campo com o uso de um agregado de solo sendo comparada à carta de cores de Munsell, (Munsell, 2000), com a observação do matiz (nome da cor), do valor (brilho ou tonalidade) e o croma (intensidade ou pureza da cor em relação ao cinza).

Outras características morfológicas podem ser indicadoras, como a aparência das plantas, a profundidade e a cobertura do solo, por exemplo. Quanto ao desenvolvimento e a aparência das plantas (cultivadas e espontâneas), estas são indicadores que permitem avaliar as condições do solo em relação às suas características físicas, químicas e biológicas. De forma visual, essa avaliação é feita através da observação do crescimento e da coloração das plantas (Audeh et al., 2010). Alguns outros indicadores morfológicos podem ser utilizados por serem de fácil percepção, como a profundidade do solo e o relevo, que influenciam o desenvolvimento das plantas e a capacidade de armazenamento de água do solo.

Em síntese, a qualidade de um solo não pode ser medida diretamente e sim pode ser mensurado a partir de indicadores elencados para cada finalidade de estudo, considerando uma série de propriedades, principalmente o contexto de uso e ocupação do solo.

5 Estudos da Paisagem

Estudos da paisagem de forma integrada, compreendendo a combinação de elementos físicos, biológicos e antrópicos, passaram a ser realizados pelo geógrafo francês Georges Bertrand, que propõe o estudo geoecossistêmico, onde apresenta interface entre o natural e o social. Para Bertrand (1995), a paisagem é um sistema, social e natural, é subjetiva e objetiva, espacial e temporal, produção material e cultural, pode ser ainda real e simbólica. Os elementos, de diferentes características sociais, psicológicas, econômicas, ecológicas, devem ser analisados em conjunto.

A complexidade da paisagem é a forma, estrutura e funcionalidade que não podem ser isoladas, ou seja, é um sistema. Segundo Bertrand (2004), em seu trabalho sobre paisagem e geografia física global, estudar uma paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método. Neste estudo apresenta o conceito de paisagem a seguir: “A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução”. Destaca ainda que não se trata somente da paisagem “natural”, mas da paisagem total integrando todas as implicações da ação antrópica. Afirma que a palavra paisagem é pouco utilizada, ao invés desta há o maior emprego da palavra “meio”. Isto é o que acontece na descrição morfológica de solos, onde utilizamos o “meio físico” para designar o entorno, ou a própria paisagem. Em seu trabalho, o autor expõe problemas de taxonomia, de dinâmica, de tipologia e de cartografia das paisagens. A geografia física global não está destinada a substituir ou concorrer com os estudos especializados ou tradicionais, e sim os estudos devem ser conduzidos por profissionais de diversas áreas, para propiciar pesquisa e reflexão interdisciplinares.

A paisagem, enquanto objeto de estudo, foi sendo entendida de diferentes maneiras no decorrer dos tempos, já que o método de análise foi evoluindo e os paradigmas foram sendo revistos (Puntel, 2006). Isto reafirma o quanto o conceito de paisagem pode variar e ser desenvolvido em diferentes áreas do conhecimento.

Mais um conceito que deve ser apresentado, pois será utilizado neste trabalho, é a Unidade de Paisagem (UP). Segundo Ross (1992), as Unidades de Paisagem se individualizam pelo clima, relevo, cobertura vegetal, solos ou pelo arranjo estrutural e o tipo de litologia ou por um desses elementos. As UPs podem ser identificadas pelos aspectos que as caracterizam, bem como pelas características que as diferenciam de seu entorno, sendo esses aspectos a expressão do sistema dinâmico de vários fatores interligados, que fornecem uma relativa homogeneidade do sistema constituído (Dalbem et al, 2005).

Segundo Amorim e Oliveira (2008) a delimitação de UPs apresenta grande complexidade, pois a interação entre os diversos atributos do sistema natural e do sistema antrópico permite a identificação dos atributos responsáveis pela dinâmica da paisagem, como também identificar as principais fragilidades ambientais de cada unidade, elemento essencial na gestão do território.

CAPÍTULO III - CARACTERIZAÇÃO, GÊNESE E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS AO LONGO DA PLANÍCIE ALUVIAL DO ARROIO DILÚVIO

1 Introdução

O município de Porto Alegre, situado na região leste do estado do RS, apresenta diversidade de solos, redes de drenagem superficial, vegetação e distribuição demográfica. Em relação ao substrato rochoso, há predominância de rochas graníticas que se destacam no relevo, em forma de notáveis morros e coxilhas na paisagem. Existem também áreas baixas, compostas por sedimentos de origem aluvial e coluvial, que formam as planícies de Porto Alegre.

Alguns solos de planícies aluviais passaram por alterações humanas e são classificadas como tipos de terreno (TT), mas em alguns pontos preservados da urbanização é possível encontrar associação de Gleissolos Háplicos, Neossolos Flúvicos e Planossolos Háplicos. As planícies de Porto Alegre podem ser encontradas nas ilhas do Delta do Jacuí, no extremo sul do município e em trechos ao longo de arroios em relevo plano, como o Arroio Dilúvio.

O Arroio Dilúvio é um dos principais córregos de Porto Alegre, tendo grande abrangência territorial (PORTO ALEGRE, 2017), onde em sua sub-bacia residem cerca de um terço da população de Porto Alegre (Menegat & Kirchheim, 2006). Segundo Dal Forno e Matos (2016), o Arroio nasce na zona leste da cidade, na Represa da Lomba do Sabão e atravessa diversos bairros de Porto Alegre, entre estes o Bairro Agronomia e a própria Faculdade de Agronomia UFRGS.

O conhecimento sobre os processos de formação e características dos solos é um importante subsídio para avaliação de aptidão, suporte de carga e predição de fragilidades destes solos, que podem ser encontrados ao longo de todo o curso do Arroio Dilúvio. Além disso, as informações sobre os solos caracterizados e classificados podem servir de apoio para atividades futuras na FAGRO, tanto para pesquisa, ensino ou extensão.

O presente estudo parte da hipótese de que uma mesma superfície geológica, situada na planície aluvial do Arroio Dilúvio, apresenta a mesma ação dos fatores de formação do solo, nos processos pedogenéticos e na classificação taxonômica. Os objetivos deste estudo são caracterizar, classificar os solos, enquadrando-os nas classes estabelecidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) e avaliar as relações solo-ambiente na planície aluvial do Arroio Dilúvio, na Faculdade de Agronomia UFRGS.

2. Material e métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, município localizado entre as coordenadas geográficas 29° 55" 56' e 30° 16" 05" (S)- 51° 01" 08" e 51° 16" 00' (O). Porto Alegre está inserida no Bioma Pampa e também sofre influências do Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2004), com temperatura média anual de 19,5°C, precipitação média anual de 1.300 mm e meses mais chuvosos entre maio e setembro. O clima da região é classificado como do tipo subtropical úmido (EMBRAPA, 2014).

Porto Alegre está situada no Escudo Sul Riograndense, que ocupa uma grande área na porção centra-sul do estado do RS, sendo composto por diversas unidades geotectônicas. As rochas que compõem o município são formadas por centenas de corpos graníticos e estas unidades graníticas são agrupadas em sete conjuntos principais (Hasenack et al., 2008). A ampla maioria do substrato rochoso do município é ocupada por rochas graníticas que se destacam no relevo, na forma dos notáveis morros e coxilhas na paisagem. Também podem ser encontradas em Porto Alegre áreas de planícies, compostas por sedimentos de origem aluvial e coluvial (Silva Neto, 2015).

A caracterização e classificação dos solos foram realizadas na zona Leste de Porto Alegre, na Planície Aluvial do Arroio Dilúvio dentro da Faculdade

de Agronomia (FAGRO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, situada na Avenida Bento Gonçalves, número 7712. A FAGRO conta com uma área de 26 Hectares, delimitados pela Avenida Bento Gonçalves ao sul e pelo Arroio Dilúvio, ainda sem canalização construída, a Norte (Figura 1).



Figura 1. Área do campus da FAGRO, localizado entre Av. Bento Gonçalves e Arroio Dilúvio, em destaque as áreas de interesse deste estudo. A região preenchida se refere a tipos de terreno.

Neste ambiente estão alocadas as estruturas físicas (prédios, estacionamentos, casas de vegetação, salas de apoio), e áreas experimentais que complementam as atividades de ensino, pesquisa e extensão da FAGRO.

A vegetação encontrada na região da FAGRO segue o padrão de distribuição das matas no relevo de Porto Alegre. Originalmente a área da Faculdade era recoberta com mata média. A mata média é constituída por comunidade florestal que ocupa a porção média ou baixa dos morros e até terrenos mais planos. Com altura média de 10 a 15 metros, esta mata pode apresentar de dois a três estratos arbóreos, onde no extrato superior e médio, é possível a presença de espécies como a maria mole (*Guapira opposita*), camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), cocão (*Erythroxylum argentinum*), chá de bugre (*Casearia sylvestris*), chal chal (*Allophylus edulis*) e capororocão (*Myrsine guianensis*). No estrato inferior são

encontradas as seguintes espécies: camboim (*Myrciaria cuspidata*), laranjeira do mato (*Gymnanthes concolor*) e pimenteira-do-mato (*Molinedia elegans*).

A Zona Leste de Porto Alegre está na região de abrangência da formação geológica Granito Santana, que geralmente está pouco intemperizado com pequena cobertura de rocha alterada. É possível observar que as áreas estudadas estão localizadas sobre uma área mais específica que sofre influências do Arroio Dilúvio. Por isso, segundo o mapa geológico de Porto Alegre, as áreas de estudo têm sua origem a partir de depósitos aluviais (Figura 2).

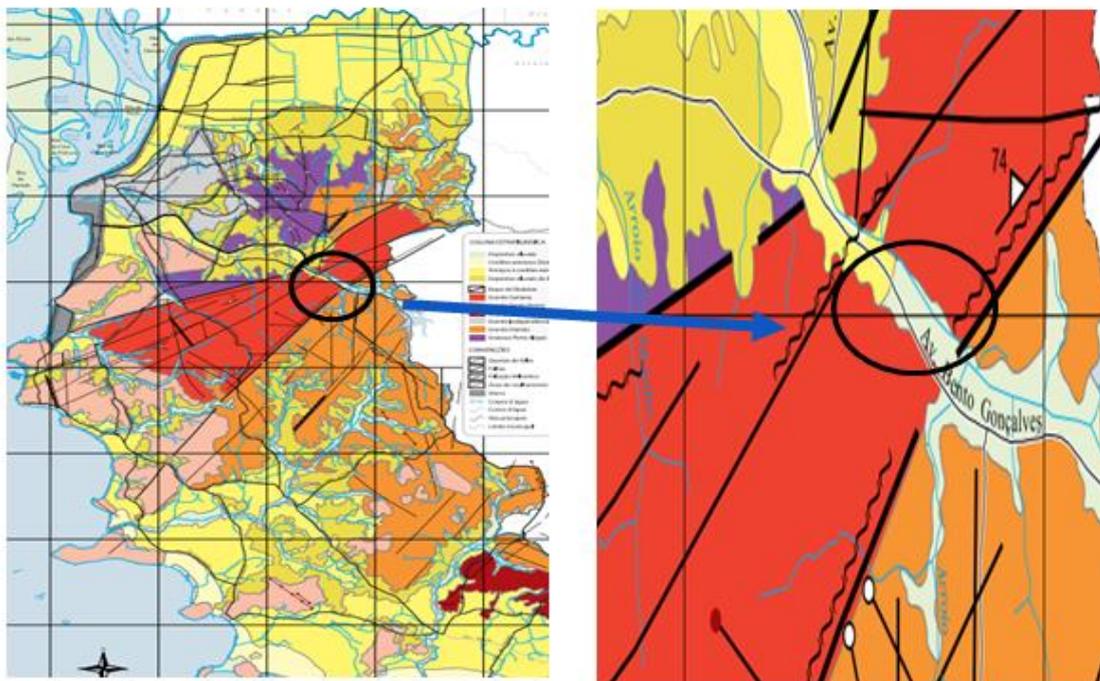


Figura 2. Mapa da geologia de Porto Alegre (1:50000). A região em vermelho se refere ao Granito Santana, em azul no detalhe destacado está a região composta por Depósitos Aluviais, onde está localizada a FAGRO. (Hasenack et al., 2008)

Na região destacada estão situadas as áreas de interesse deste estudo, quatro Unidades de Paisagem, com diferentes históricos de uso e manejo, todas sobre a mesma superfície geológica na planície aluvial do Arroio Dilúvio.

2.2 Trabalho de campo

Uma prospecção foi realizada, a fim de se ter o conhecimento inicial sobre as áreas. Com o auxílio de professores, alunos e funcionários foi possível

reconhecer as quatro diferentes unidades de paisagem, suas características atuais e anteriores. Foram realizadas tradagens com trado holandês, para observação expedita de perfis de solos em cada área (Figura 3).



Figura 3. Prospecção inicial, para observação de perfis de solo nas áreas de estudo.

Com base nas observações feitas nas prospecções, foram escolhidos pontos com perfis representativos de cada uma das glebas da área total, distintas pelo histórico de uso e uso atual. Para caracterização e classificação dos solos sob manejos distintos na FAGRO, foram abertas trincheiras, em quatro diferentes unidades de paisagem com usos e ocupações conhecidas (Figura 4), conforme segue:



Figura 4. Localização das trincheiras usadas para descrição morfológica e coleta de amostras.

Perfil 1 (P1): Mata (Coordenadas 30°04'13.1"S e 51°08'21.6" W). Relevo plano; drenagem imperfeita; cobertura vegetal com mata Média; sem uso Agrícola; Área de preservação.

Perfil 2 (P2): Sistema Agroflorestal (Coordenadas 30°04'17.4"S e 51°08'15.5"W). Relevo plano; drenagem imperfeita; Cobertura vegetal composta por árvores e vegetação rasteira diversa; com uso agrícola e manejos controlados.

Perfil 3 (P3): Potreiro (Coordenadas 30°04'19.7"S e 51°08'11.8" W). Relevo plano; drenagem imperfeita; Cobertura vegetal de gramíneas; Com presença de animais (equinos); uso da área para pastagem sem manejos específicos.

Perfil 4 (P4): Plantas de lavoura (Coordenadas 30°04'24.6" S e 51°08'05.6" W). Relevo plano; drenagem imperfeita; área demonstrativa com cultivos de plantas anuais (espécies de plantas de lavoura); com uso agrícola e sistema convencional de Manejo.

A descrição e coleta de amostras dos perfis seguiu os procedimentos citados por Santos et al. (2005). Foram realizadas descrições morfológicas completas em todos os perfis estudados, com a observação e determinação de

cor, textura, consistência, estrutura, espessura e transição entre horizontes. As cores dos horizontes foram definidas a partir da Carta de Cores de Munsell. As observações das características de cada Unidade de Paisagem foram registradas em fotografias e relatórios, para auxiliar em estudos futuros. As coletas de amostras deformadas foram realizadas em todos os horizontes de cada perfil. As amostras foram secas ao ar, moídas em moinho de martelos e peneiradas em peneiras de malha 2mm, para obtenção da fração terra fina seca ao ar (TFSA).

2.3. Análises Físicas

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física do Solo do Departamento de solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Para determinação da composição granulométrica dos solos foi empregado o método da pipeta (Embrapa, 2011), a partir de amostras de 50g de solo, submetidas à dispersão com 20ml de solução NaOH 0,5 mol L⁻¹. As amostras foram agitadas durante duas horas, após permaneceram em contato com a solução por 14 horas; foram novamente agitadas, manualmente, com água destilada e acondicionadas em provetas. As provetas contendo as amostras de solos tiveram o volume de um litro completado com água destilada e tiveram seu conteúdo agitado manualmente. Após alguns minutos foram coletadas alíquotas contendo silte e argila. Posteriormente, segundo Lei de Stokes, foram feitas coletas de argila, em profundidades determinadas durante quatro dias. A argila coletada foi floculada com CaCl₂ e lavada com álcool. Foi seca em estufa, com no máximo 40° C, até retirada total de umidade do volume coletado. Após foi moída manualmente para utilizações posteriores. A areia foi separada por tamisação úmida em peneira de malha 0,0053 mm. Após, a areia seca em estufa, foi submetida a fracionamento passando por sucessivas tamisações. A frações de areia determinadas foram, 1,000mm, 0,500mm, 0,250mm, 0,106mm e 0,053 mm. O silte foi calculado pela diferença entre as frações de areia e argila do total da amostra.

Para a obtenção da argila dispersa em água foram empregadas as mesmas etapas utilizadas para determinação da composição granulométrica, porém sem a adição do dispersante (NaOH). Com o resultado da argila dispersa em água foi possível calcular o grau de floculação (GF) de todos os horizontes estudados. A seguinte fórmula foi empregada:

$$GF (\%) = (\text{argila total} - \text{argila dispersa em água}) / \text{argila total} * 100.$$

O valor de uniformidade (VU) foi calculado para verificação de descontinuidade litológica no perfil. Para o cálculo do VU (onde VU acima de 0,6 indica descontinuidade litológica) foi empregada a seguinte fórmula:

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

sendo o VU o valor de uniformidade; onde S representa a fração silte; A representa fração areia; AF representa areia fina (mm).

Para obtenção de valores de Argila fina e argila grossa, foi realizada a separação por centrifugação, onde uma alíquota de argila foi retirada da solução usada para determinação de textura. As amostras passaram por centrifugação de 30 minutos a 2000 rpm. Após a centrifugação, o líquido sobrenadante continha a argila fina. A suspensão com argila fina foi seca, pesada e teve este peso descontado do total de argila submetido à centrifugação.

2.4 Análises Químicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Química do solo da FAGRO. A condutividade elétrica e o pH dos horizontes foram obtidos conforme Tedesco et al. (1995).

Para determinação dos teores de cálcio, magnésio e alumínio trocáveis houve extração por solução de KCl 1M L⁻¹ e leitura em espectrômetro de absorção atômica. Para determinação da acidez potencial (H+Al) a pH 7,0 houve extração por acetato de cálcio e titulação com [NaOH]. Para determinação de sódio, potássio e fósforo, os teores extraíveis foram obtidos por solução de Mehlich-1. Na⁺ e K⁺ foram determinados por fotometria de chama. O fósforo foi determinado por colorimetria. Para determinação de teor de carbono orgânico do solo foi realizada oxidação do carbono da matéria orgânica, com redução de dicromato de potássio em meio ácido e temperatura alta (EMBRAPA, 2011).

A partir destas determinações foi possível calcular a capacidade de troca de cátions [CTCpH 7,0 = S+(Al+H)]; a atividade da fração argila (ATA = CTCpH 7,0 * 1000 / conteúdo de argila g kg⁻¹); a saturação por alumínio [m =

$(Al^{3+} \cdot 100) / (S + Al^{3+})$]; a porcentagem de sódio trocável ($PST = Na^+ \cdot 100 / CTCpH\ 7,0$) e a saturação por bases ($V = S \cdot 100 / CTCpH\ 7,0$) (EMBRAPA, 2011).

Para a determinação de teores de SiO_2 , Fe_2O_3 (Fes), Al_2O_3 e TiO_2 foi empregada a extração por ataque sulfúrico (EMBRAPA, 1997), onde uma amostra de 1 g de solo de cada horizonte, foi colocada em tubo de digestão para receber 20 mL de ácido sulfúrico com concentração 1:1 (H_2SO_4) e ferver por 30 minutos em bloco digestor. Após este procedimento, cada amostra recebeu a adição de 50 mL de água destilada e foi filtrada em papel filtro sobre funil. O volume filtrado foi completado em balão volumétrico de 250 ml e uma alíquota desta solução foi armazenada para determinação dos teores dos elementos. A leitura das amostras foi realizada em espectrômetro de absorção atômica por emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-AES). No momento da filtragem do processo anterior foi possível obter o resíduo do papel filtro, que foi utilizado para determinação do silício. O resíduo foi lavado e acondicionado como solução, que passou por ataque básico com 4 mL de NaOH 30% sob fervura por 30 minutos. Após esfriar, teve o volume completado com água destilada em balão de 250 mL, posteriormente teve 50 ml de solução retirada e acondicionada para leitura em espectrômetro de absorção Atômica.

Com a obtenção dos valores de Al e Si foi possível calcular índices indicadores do grau de intemperismo, como o K_i e o K_r . Estes foram calculados pelas seguintes fórmulas: $K_i = (1,7 \cdot SiO_2) / Al_2O_3$; $K_r = [(1,70 \cdot SiO_2)] / [Al_2O_3 + (Fe_2O_3 \cdot 0,6375)]$.

Foram realizadas dissoluções seletivas, que se tratam de extrações dos elementos sob diferentes formas, para determinação dos teores de Fe e Al presentes nas formas pedogênicas dos óxidos de ferro. As extrações foram realizadas com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), segundo Mehra & Jackson (1960), e com oxalato de amônio, segundo Schwertmann (1964).

Para extração por DCB, amostras de solo de 1g, foram alocadas em tubos de digestão e com adição de 40 mL de citrato-bicarbonato (CB) foram submetidas à aquecimento, em banho-maria à $80^\circ C$. Ao longo do tempo de aquecimento, 1 g de ditionito foi adicionado a cada tubo contendo amostra. Após o banho-maria, com as amostras resfriadas, estas passaram por centrifugação de 15 minutos com 3000 rpm. O sobrenadante foi transferido para balão

volumétrico de 50 mL e teve seu volume completado com solução CB. Foram feitas leituras de Fe e Al em espectrômetro de absorção atômica. Para extração dos elementos com oxalato de amônio, amostras de 0,2 g de solo foram alocadas em tubos Falcon encapados com papel alumínio. Com adição de 40 ml de oxalato de amônio, as amostras foram submetidas à agitação, durante duas horas e no escuro. Após passaram por centrifugação de 5 minutos com 2000 rpm. O sobrenadante foi transferido para balão volumétrico de 50 mL e teve o volume completado com oxalato de amônio. Foram feitas leituras de Fe e Al em espectrômetro de absorção atômica.

Com a obtenção dos valores de Fe e Al extraídos por DCB (Fed) e oxalato (Feo), foi possível calcular as relações de Feo/Fed e Fed/Fes. Estas relações podem ser usadas para relações de cristalinidade de óxidos e também como indicadores de grau de intemperismo do solo. As dissoluções seletivas e o ataque sulfúrico foram realizados em duplicata e apenas em alguns horizontes pedogenéticos principais.

3 Resultados e discussão

3.1 Morfologia e classificação dos solos

Somadas aos resultados das análises químicas e físicas as informações sobre a morfologia dos solos, permitiram o enquadramento dos perfis de solos estudados em classes estabelecidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS - Embrapa, 2013). Os solos foram classificados até o quarto nível categórico. Para a Classificação Taxonômica são considerados dados sobre sequência de horizontes, espessura, cor, granulometria, consistência, estrutura e transição dos horizontes. Os processos pedogenéticos principais foram critério para a classificação em primeiro nível categórico, por meio da influência que exercem nos horizontes diagnósticos subsuperficiais. Para a classificação no terceiro e quarto nível categórico, os solos estão nomeados considerando características químicas relacionadas à fertilidade do solo (saturação por bases, atividade da fração argila, saturação por sódio e saturação por Al.), apresentadas em tópicos a seguir.

As características morfológicas estão apresentadas na tabela a seguir (Tabela 1) e as descrições completas dos perfis de solo estão no apêndice.

Todos os perfis estudados apresentaram profundidade superior a 1m. Os solos são considerados profundos, quando não apresentam contato lítico à profundidade menor que 100 cm (Embrapa, 2006). Nenhum perfil apresentou incremento de argila suficiente nos horizontes para enquadramento como perfil com mudança textural abrupta.

Em relação à consistência molhada dos horizontes, houve a relação direta da plasticidade e pegajosidade com as respectivas classes texturais, onde os horizontes com consistência plástica e pegajosa são aqueles mais argilosos. Os horizontes não plásticos e não pegajosos são aqueles subsuperficiais com classe textural areia e areia com cascalho.

Existe em P1(Mata) a predominância de amarelo, caracterizado pelo matiz 10 YR presente em todos os horizontes subsuperficiais e matiz 7,5 YR no horizonte superficial A. Segundo Kampf & Schwertmann (1983), estas cores (vermelhas e amarelas) estão relacionadas à presença de óxidos de ferro, como goethita (FeOOH) e hematita (Fe_2O_3), sendo que a goethita deve predominar em ambientes úmidos e de temperaturas mais baixas, conferindo colorações mais amarelas. Estas condições de umidade podem ser encontradas na mata e a presença de mosqueados nos horizontes reforça esta ocorrência. São encontrados mosqueados no horizonte BC, C1 e 2C2. Os mosqueados podem estar relacionados aos processos de redução e oxidação que ocorrem no solo com classe de drenagem imperfeitamente drenado (Embrapa,2013).

Tabela 1. Características da descrição morfológica dos solos.

Hor	Prof	Cor úmida- Matriz - Mosq.		Transição	Estrutura	Consistência molhada	Classe textural
P1 – MATA							
A	0-10	7,5YR 3/2	-	Clara, plana	Granu,med/peq,mod Mod, peq/med,granular	pla. e peg	franco-argilosa
AB	10-22	10YR 3/4	-	Gradual,plana	Mod, med/gran, granular	pla. e peg	franco-argilosa
B	22-54	10YR 4/4	-	Clara, plana	Mod, bl.subang, gran, granular	pla. e peg	franco-argilosa
BC	54-64/80	10YR 5/3	10YR 4/4	Clara, ondulada	Mod, Bl. Subang, gran,	Lig.pla. e peg	franco-argilosa
C₁	64/80- 100	10YR 4/4	7,5YR 6/2	Clara, ondulada	Mod, Bl. Subang, gran	pla. e peg	Argila
2C₂	100-130+	10YR 4/4	10YR 4/3	-	-	Não pla e Não peg.	Areia com cascalho
P2- SISTEMA AGROFLORESTAL							
Ap	0-20	7,5YR 4/3	-	Clara, plana	Mod, med, granular	nao.pla. e lg.peg.	franco-argilo- arenosa
A	20-35	7,5YR 3/3	-	Clara, plana	Mod,med/peq, granular, bl.subang, med, mod,	lg.pla. e lig peg.	franco-argilo- arenosa
B1g	35-48	2,5YR 5/2	5YR 4/6	Gradual, plana	Mod, med, bl.subang, ,	.pla. e peg.	franco-argilosa/ argila
B2	48-58	10YR 5/4	5YR 5/8	Clara, plana	Mod, med, bl.subang, ,	pla. e peg.	franco-argilosa
B3	58-77	10YR 4/4	-	Gradual, plana	Mod, med, bl.subang, ,	pla. e peg.	franco-argilosa
BC	77-85+	10YR 4/4	-	-	Mod, med, bl.subang, ,	pla. e peg.	franco- argilosa/argila
P3 – POTREIRO							
A1	0-12	10YR 4/3	-	Clara, plana	Mod., med, granular	Lig. pla. Lig peg	Argilo siltosa
A2	12-22	7,5YR 4/3	-	Gradual. Plana	Med, gran, Bl. Subang..	Lig. pla. Lig peg	Argilo siltosa
B	22-45	10YR 4/4	5YR 5/8	Clara, plana	Mod, gran, Bl. Subang.	Pla. Peg	Franco argilo siltosa
BC	45-72	10YR 5/3	5YR 5/8	Clara Plana	Fraca, gran, Bl. Subang.,.	Pla. Peg	Argilo siltosa/ Fc arg. Siltosa
C	72-100+	10YR 6/2	10YR 4/6 5 YR 5/6		Fraca, gran.,Bl. Subang,	Pla. Peg	Argilo siltosa
P4- PLANTAS DE LAVOURA							
Ap	0-5	10YR 4/2	-	Clara, plana	Granu, friável		franco-argilosa com casc
A1	5-22	10YR 4/2	-	Gradual. Plana	Granu,firme	Lig. pla. Lig peg	franco-argilosa com casc
A2	22-34	2,5Y 4/1	7,5YR 4/3	Clara, plana	Granu, firme	Lig. pla. Lig peg	franco-argilosa com casc
Bg1	34-45	10YR 6/2	7,5YR 4/6	Gradual Plana	Mod, med, Bl. Subang, ,	Pla., Lig peg	franco- argiloarenoso
Bg2	45-70	10YR 5/2	5YR 3/4	Clara, plana	Bl. Subang, gran, mod	Lig. pla. Lig peg	Franco arenoso
2C1	70-85	10YR 5/4	-	Clara Ondulada	-	Não pla e Não peg.	Areia/ Areia Franca
2C2	85-110+	10YR5/2	-		-	Não pla e Não peg.	Areia/ Areia Franca

Hor: horizonte; Prof: profundidade; Mosq: Mosqueado; Mod: moderada; Peq: pequena; Med: média; Gran: grande; Bl Subang: blocos subangulares; Granu: granular; lig: ligeiramente; Casc: cascalho.; Pla: plástica; Peg: Pegajosa.

Em locais com oscilação de lençol freático, ciclos de umedecimento variados, ou por presença de materiais em diferentes estágios de alteração é comum a presença de mosqueados. Neste caso, os mosqueados do perfil da Mata estão associados à drenagem imperfeita presente na área. O perfil apresentou indícios de caráter flúvico já na detecção a campo, com variação de granulometria, por exemplo. O caráter flúvico identifica solos formados com influência de sedimentos aluvionares ou colúvio-aluvionares (EMBRAPA, 2013). É requisito para esta classificação a presença de variações irregulares na granulometria, ou na distribuição de material orgânico em profundidade, ou seja, camadas estratificadas.

O perfil de solo 2 (P2), localizado no SAF, com suas características já apresentadas na tabela e sua imagem a seguir (figura 6), também apresenta cores vermelho-amareladas, variando de 2,5 YR à 10 YR. O horizonte B1g apresenta croma baixo (2,5 YR 5/2) e mosqueados. Estas características estão associadas a períodos de saturação por água nesta posição do perfil, que promove a gleização e resulta nas cores acinzentadas visíveis. O relevo plano e a proximidade com o Arroio Dilúvio podem favorecer o surgimento de ambiente com elevação do lençol freático e períodos com saturação.

Mesmo apresentando coloração acinzentada e mosqueados, típico de gleissolos, o horizonte B não atende aos requisitos mínimos para se enquadrar como horizonte diagnóstico Glei. O Horizonte superficial deste perfil, o Ap, foi assim designado por apresentar estrutura moderada, granular, de tamanho médio. Esta falta de estruturação no solo é atribuída a manejos realizados no sistema. O sufixo “p” do horizonte A indica alteração no solo por aração ou outra pedoturbação (Streck et al., 2008). A estrutura granular encontrada neste horizonte se diferenciou claramente da estrutura do horizonte subjacente A, que já apresenta maior estruturação das partículas de solo.

O perfil 3 (P3), localizado no potreiro, apresenta três horizontes com mosqueados, sendo estes horizontes B, BC e C (figura 7). As formações inclusas na cor matriz do solo não apresentaram resistência suficiente para serem classificadas como plintitas e são considerados mosqueados. Os mosqueados de cores vivas avermelhados, como os encontrados neste perfil, são indicativos de zona de oscilação no lençol freático. A sensação ao tato indicou maior presença de silte neste perfil, em todos os horizontes.

No perfil 4 (P4), localizado nas plantas de lavoura, as cores de todos os horizontes são amarelas avermelhadas, com exceção do horizonte A2 (2,5Y 4/1). Este perfil apresenta cromas baixos, se diferenciando dos perfis já descritos. Também é possível notar a presença de mosqueados em três horizontes (A2, B1 e B2), o que reforça a ideia sobre a classe de drenagem (drenagem imperfeita) citada na descrição completa do perfil. O horizonte B2 apresenta hidromorfismo expresso por gleização (resultado de processo de redução de compostos de ferro), pelo efeito de flutuação do nível do lençol freático.

Em relação à textura dos horizontes do perfil P4, foi possível detectar o incremento de areia em subsuperfície. A partir de 45 cm de profundidade, a textura se torna franco arenosa com grande variação na relação areia grossa/areia total. Esta característica, esperada, pode ser justificada pelas possíveis deposições aluviais, que são favorecidas nesta posição do relevo e com a proximidade do Arroio Dilúvio.



Figura 5. Imagem do perfil do solo da Mata (P1).



Figura 6. Imagem do perfil do solo do SAF (P2).



Figura 7. Imagem do perfil do solo do Potreiro (P3).



Figura 8. Imagem do perfil do solo do PLAV (P4).

3.2 Atributos físicos dos solos

As informações sobre a granulometria e demais atributos físicos dos perfis de solo estão apresentados na tabela a seguir (Tabela 2).

Nenhum dos perfis de solo em estudo apresentou presença de cascalho. Em nenhum dos perfis foi detectado incremento de argila suficiente para enquadramento com mudança textural abrupta, como registrado na descrição morfológica (Tabela 2).

Tabela 2. Atributos físicos dos perfis de solo.

Hor.	Prof. Cm	Cascalho %	AT	AG	AF	Silte	Argila	GF	Sil/Arg	VU
g kg ⁻¹										
P1 – MATA										
A	0-10	0	410	110	300	390	200	50	1,95	-0,028
AB	10-22	0	470	110	360	350	180	44	1,94	-0,580
B	22-54	0	490	50	440	330	180	89	1,83	0,840
BC	54-64/80	0	540	90	450	300	160	88	1,87	0,056
C1	64/80- 100/110	0	440	90	350	360	200	90	1,8	0,88
2C2	100/110- 130+	0	430	170	260	450	120	83	3,75	-
P2 – SAF										
Ap	0-20	0	620	440	180	220	160	63	1,38	-0,543
A	20-35	0	500	270	230	320	180	67	1,77	-0,091
B1g	35-48	0	200	30	170	520	280	93	2,89	-0,685
B2	48-58	0	210	10	200	530	260	88	2,04	4,289
B3	58-77	0	270	50	220	470	260	88	1,81	-0,420
BC	77-85+	0	240	30	210	500	260	65	1,92	-
P3 – POTREIRO										
A1	0-12	0	230	120	110	490	280	86	1,75	-0,098
A2	12-22	0	230	110	120	490	280	75	1,75	-0,653
B	22-45	0	110	40	70	570	320	81	1,78	0,269
BC	45-72	0	120	50	70	560	320	94	1,75	-0,031
C	72-100+	0	160	50	110	540	300	93	1,68	-
P4 – PLANTAS DE LAVOURA										
Ap	0-5	0	510	270	240	350	140	93	2,50	0,232
A1	5-22	0	530	310	220	330	140	85	2,36	-0,129
A2	22-34	0	510	270	240	310	180	56	1,72	-0,422
B1	34-45	0	490	190	300	370	140	79	2,64	0,614
B2	45-70	0	480	270	210	380	140	79	2,17	1,093
2C1	70-85	0	750	450	300	170	80	75	2,12	-

Hor: Horizonte; Prof: Profundidade; AT: Areia total; AG: Areia Grossa; AF: Areia fina; GF: Grau de Floculação; Sil/Arg: Silte/ Argila; VU: Valor de Uniformidade.

No perfil 1 (P1- Mata) houve um pequeno aumento de argila em profundidade, já detectado na análise morfológica, onde o horizonte C1 foi identificado com classe textural argila. Também na análise morfológica, o horizonte 2C2 foi identificado com classe textural areia com cascalho. O cascalho foi detectado por detecção ao tato na descrição morfológica. O horizonte 2C1 apresentou diminuição na quantidade de argila o que favoreceu a percepção da fração areia.

Os valores de grau de flocculação dos horizontes do P1, a partir dos 22 cm de profundidade (B, BC, C1, 2C2) apresentaram-se altos, o que indica que estes horizontes apresentam também baixos valores de argila dispersa em água. Os horizontes mais superficiais de P1 (A, AB), apresentaram menor grau de flocculação e assim, maiores valores de argila dispersa em água. O menor grau de flocculação da argila e maior capacidade de dispersão em água, favorece a perda de argila destes horizontes superficiais para horizontes mais subsuperficiais. Segundo Santos et al.(2010), a transferência de argila, pelo transporte vertical da água, favorecida pelo baixo grau de flocculação, permite a formação do horizonte Bt de Argissolos. Neste caso, não houve incremento de argila suficiente para formação do horizonte textural e o horizonte B foi classificado como incipiente.

A relação silte/argila de P1, que pode ser indicativa de grau de intemperismo do solo, foi alta em todo o perfil.

O perfil P1 apresentou dois horizontes com valor de uniformidade (VU), maior que 0,6, sendo o horizonte B com VU igual à 0,84 e horizonte C1 com VU igual à 0,88. Quando o VU do horizonte se apresenta em valores acima de 0,6 indica que houve descontinuidade litológica no perfil, ou seja, houve a mudança de material de origem no perfil indicando origem aluvial. Segundo Bortoluzzi et al. (2008), outra forma de verificar descontinuidade no material de origem do solo é considerar a relação areia fina/ areia total, onde uma grande variação na relação entre os horizontes é usada como referência para indicar mudança de material de origem. A relação areia fina/areia total apresentou maior variação entre os horizontes B (0,90) e AB (0,76) e entre os horizontes C1 (0,79) e 2C2 (0,60). Esta variação entre as frações de areia, somadas aos dados de VU reforçam a hipótese sobre a origem aluvial deste solo.

No Perfil 2 (P2- SAF) houve o incremento de argila em profundidade,

com o maior acúmulo no horizonte Bg1 (280 g Kg⁻¹). Nos demais horizontes, a partir de 48 cm de profundidade o conteúdo de argila se mantém alto em relação à subsuperfície (260 g Kg⁻¹ em B2, B3 e BC).

Os valores do grau de flocculação em P2 também aumentaram em profundidade, indicando que a argila mais dispersa se encontrava em superfície, nos horizontes Ap e A. O menor grau de flocculação permite que a argila seja movida para horizontes mais profundos, assim como ocorreu no perfil P1.

A relação Silte/Argila neste perfil foi maior que 1,0 em todos os horizontes, e alguns horizontes como Bg1 e B2 apresentaram valor maior que 2.

Sobre os valores de uniformidade, apenas um horizonte, o B2, apresentou valor maior que 0,6, que indica que houve descontinuidade litológica. Ainda sobre a verificação da uniformidade de material de origem, a relação areia fina/areia total apresentou variações entre todos os horizontes e seus subjacentes.

O perfil 3 (P3- Potreiro) apresentou ainda maior incremento de argila em relação ao perfil anterior, com teores de 320 g kg⁻¹ a partir de 22 cm de profundidade (horizonte B e BC). Este perfil apresentou os maiores valores de argila em relação aos demais em estudo.

O grau de flocculação foi alto em todos os horizontes, com um decréscimo em A1 e aumento logo em seguida, a partir de A2.

Os valores da relação silte/argila neste perfil foram maiores que 1,0 em todos os horizontes, sendo P3 o perfil com menores valores da relação, mesmo com os maiores valores de silte e textura argilo siltosa ou franco- argilo-siltosa.

O perfil 4 (P4- PLAV) apresentou os maiores valores de areia em todos os horizontes quando comparado aos demais perfis em estudo. Apresenta os menores valores de argila, com pequeno incremento a 22 cm de profundidade, no horizonte A2 (180 g kg⁻¹). A textura apresentada na descrição morfológica foi reforçada com os atributos físicos. As classes texturais franco-argilo-arenoso, franco arenoso e relação areia/areia franca estão coerentes com os resultados analíticos. A percepção sobre a quantidade de cascalho não se confirmou nas análises laboratoriais, onde é possível verificar que na tabela acima os valores de cascalho foram nulos. Os valores de areia e argila nos horizontes do P4 foram mais semelhantes aos valores do P1(Mata).

O grau de floculação do P4 apresentou comportamento diferente dos demais perfis, com maior GF nos horizontes subsuperficiais e diminuição em subsuperfície. Isto indica que a dispersão da argila em água deve ser maior em profundidade, ou as argilas da superfície já foram perdidas.

A relação silte/argila de P4 foi mais semelhante a de P1, com valores altos. Quanto ao VU, pode se verificar valores maiores que 0,6, a partir de 34 cm de profundidade, em B1 e B2, indicando que houve descontinuidade no material de origem.

Ainda em relação à argila, esta foi fracionada. A argila fina em relação a argila total dos perfis pode ser identificada nos gráficos apresentados a seguir. A relação silte/argila neste perfil foi maior que 1,0 em todos os horizontes, sendo P3 o perfil com menores valores da relação, mesmo com os maiores valores de silte e textura argilo siltosa ou franco-argilo siltosa.

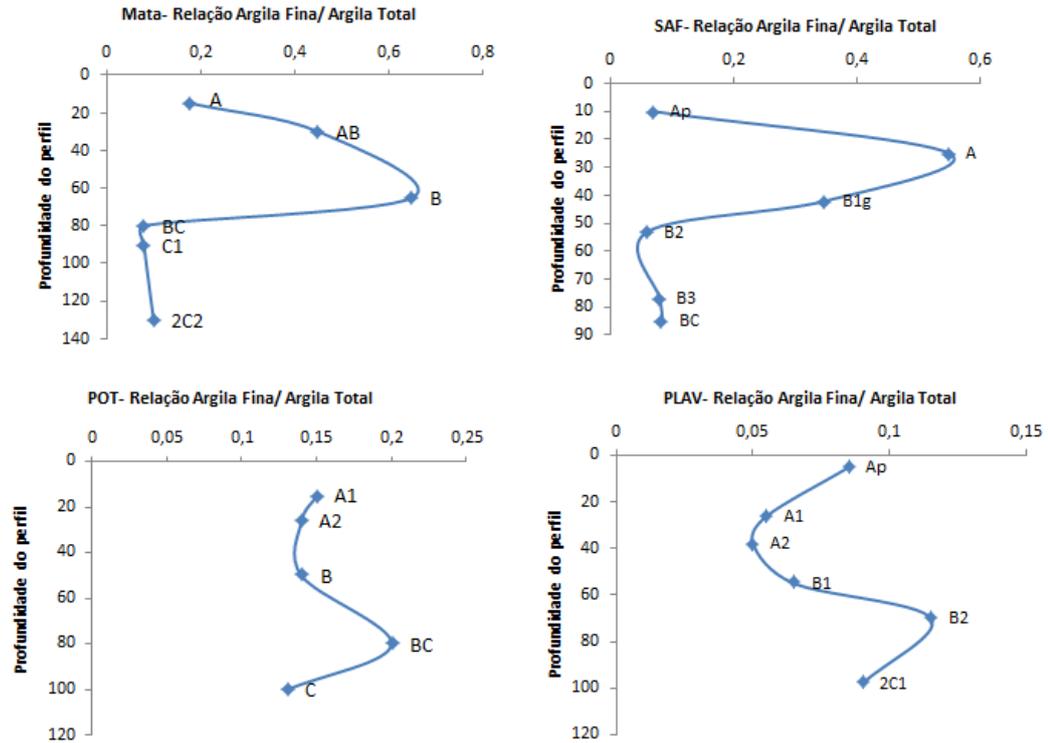


Figura 9. Gráficos da relação argila fina/ argila total dos solos estudados.

Na figura acima é possível observar que os resultados da relação argila fina/argila total cresceram em profundidade, em pelo menos um horizonte, em todos os perfis.

Na mata (P1), houve maior incremento de argila fina no horizonte B, a 22 cm de profundidade. Após esta profundidade, o valor de argila fina diminuiu e seguiu baixo em relação a argila total até a profundidade do último horizonte descrito.

No P2, perfil localizado no SAF, a argila fina apresentou acúmulo já no horizonte BA. Com 55% de argila fina no volume total de argila do horizonte, este foi o maior incremento do perfil. Houve a diminuição gradual da argila fina, no horizonte subjacente B1g, já em profundidades maiores houve uma grande redução na participação da argila fina.

O perfil localizado no Potreiro, P3, apresentou as menores variações na relação da argila fina/argila total. O horizonte BC foi o único que apresentou um pequeno incremento de argila fina, a 72 cm de profundidade.

O P4 também apresentou pequenas variações na relação argila fina sobre areia total ao longo de todo o perfil, com pequeno incremento de argila fina no horizonte B2.

Os padrões de distribuição de argila fina, com incremento e acúmulo em alguns horizontes, são resultados do movimento descendente das pequenas partículas, esta dinâmica é apresentada por Almeida (1992). As partículas mais finas são transportadas pela água (iluviação) dos horizontes superficiais para os mais subsuperficiais até o acúmulo (entupimento dos poros do solo) e formação de gradiente. Apenas em P2 (SAF) as translocações de argila podem estar associadas à iluviação. Nos demais solos, as variações de argila fina e argila total parecem mais relacionadas às diferentes deposições de materiais aluviais, principalmente por não apresentarem cerosidade.

3.3 Atributos químicos dos solos

As características químicas dos perfis dos solos em estudo estão apresentadas na Tabela 3. Os resultados discutidos serão relacionados a atributos químicos importantes para a classificação e serão interpretados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS- Embrapa, 2013). Os atributos químicos indicadores de qualidade e associados à fertilidade dos solos serão discutidos no próximo capítulo da dissertação (Influência do uso e manejo nas características dos solos na planície aluvial do Arroio Dilúvio).

Os perfis de solo apresentam pH em água com valores menores que 5,4 em todos os horizontes. Os valores de pH em KCl não ultrapassaram 4,4 em nenhum horizonte. Assim se considerarmos o delta pH ($\Delta\text{pH} = \text{pH KCl} - \text{pH H}_2\text{O}$), nenhum horizonte apresentou ΔpH positivo, critério requerido para enquadramento como caráter ácido.

A CTC de todos os perfis se enquadrou como média, com apenas poucas exceções de horizontes subsuperficiais com CTC baixa ($<5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). A atividade da fração argila (ATA), foi alta ($>27 \text{ cmol}_c$) em todos os horizontes de todos os perfis. Esta atividade, alta ou baixa, é indicadora e auxilia na classificação dos solos com a nomenclatura no terceiro nível categórico do SiBCS. Em relação à saturação por Al (m), alguns horizontes dos perfis apresentaram valores acima de 50%, mas não apresentaram simultaneamente

teores de Al trocável iguais ou maiores de $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e não foram enquadrados como alíticos ou alumínicos.

A saturação por bases (V), que se refere à proporção de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca determinada a pH 7 (Embrapa, 2013), é baixa na maioria dos horizontes.

O perfil 1 (P1- Mata), embora apresente horizontes superficiais (A e AB) com maiores teores de C orgânico não apresentou a espessura mínima requerida para ser classificado como proeminente. P1 não apresentou valores de sódio ou alumínio em quantidades altas o suficiente para enquadramento dos horizontes como sódico (valores de saturação por sódio maiores que 15%), alítico ou alumínico (teor de alumínio extraível maior ou igual a 4 cmol kg^{-1}). A saturação por bases (V) é baixa, mas a atividade da fração argila (ATA) é alta, assim este perfil é classificado como “Ta distrófico” no terceiro nível categórico do SiBCS.

No perfil 2 (P2- SAF) foi possível notar, a partir dos dados da tabela acima, que os valores de C orgânico são uniformes ao longo da profundidade do perfil, com pouco incremento até mesmo em superfície. Uma quantidade reduzida de C orgânico encontrado nos primeiros centímetros do solo pode reforçar a identificação do horizonte “Ap”. O horizonte Ap sofreu manejos que modificaram a camada superficial do solo, com consequente perda de material orgânico acumulado.

No P2 também é possível notar os maiores valores de pH, nos dois primeiros horizontes (Ap e A), ainda assim estes valores são baixos e seguem o padrão de acidez encontrado nos demais solos em estudo. A saturação por bases dos horizontes é baixa, com exceção do horizonte A (59 %) e a atividade da fração argila é alta em todos os horizontes.

Tabela 3. Atributos químicos dos solos.

Hor.	pH		Complexo Sorativo										Fósforo		C org. (%)	m	PST (%)	V
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S ¹	Al ³⁺	H+Al	CTC ²	ATA ³	P						
cmolc.kg ⁻¹													mg.kg ⁻³					
P1-Mata																		
A	4,2	3,6	2,9	1,3	0,04	0,21	4,45	0,8	4,7	9,2	51	18,2	2,63	15,2	0,43	49		
AB	4,1	3,5	0,8	0,6	0,02	0,08	1,5	1,9	7,2	8,7	48	9,4	0,97	55,88	0,22	17		
B	4,1	3,5	0,4	0,5	0,02	0,05	0,97	2,6	6,9	7,9	43	3,7	0,38	72,83	0,25	13		
BC	4,3	3,5	0,3	0,3	0,03	0,04	0,67	2,1	5,9	6,6	41	2,6	0,3	75,81	0,45	11		
C1	4,1	3,3	0,4	0,4	0,04	0,06	0,9	2,8	7,3	8,2	41	3	0,27	75,67	0,48	11		
2C2	4,3	3,6	0,2	0,2	0,02	0,03	0,45	1,2	2,9	3,4	28	3,5	0,06	72,72	0,58	15		
P2 – Sistema Agroflorestal																		
Ap	5,1	4	2,2	0,8	0,02	0,14	3,16	0,2	3,7	6,9	43	20,4	0,84	5,95	0,28	46		
A	5,3	4,3	3,6	1,4	0,03	0,08	5,11	0,1	3,5	8,6	47	10,7	0,52	1,9	0,34	59		
B1q	4,8	3,7	3,3	1,3	0,03	0,08	4,71	0,8	6,1	10,8	39	5	0,47	14,5	0,27	44		
B2	4,4	3,5	2,2	0,9	0,02	0,07	3,82	1,5	6,3	9,5	36	4	0,35	28,19	0,21	34		
B3	4,2	3,5	1,7	0,7	0,02	0,07	2,49	2	6,4	8,9	34	3,6	0,33	44,54	0,22	28		
BC	4,3	3,4	1,5	0,7	0,03	0,08	2,31	2,5	7,6	9,9	38	4,2	0,2	51,97	0,3	23		
P3 – Potreiro																		
A1	4,9	4	4,3	1,8	0,08	0,13	6,31	0,3	6,9	13,2	47	13,8	1,20	4,5	0,6	48		
A2	5,2	4,2	4,6	1,9	0,08	0,09	6,71	0,1	5,7	12,4	44	11,6	0,82	1,47	0,64	54		
B	4,5	3,5	2,8	0,8	0,07	0,08	3,75	1,9	9,8	13,6	43	7,1	0,73	33,62	0,51	28		
BC	4,4	3,4	1,5	0,4	0,06	0,07	2,03	3,3	9,1	11,1	35	3,8	0,35	61,9	0,54	18		
C	4,3	3,2	1,2	0,6	0,07	0,09	1,96	3,6	8,4	10,4	35	2,6	0,24	64,75	0,67	19		
P4 – Plantas de Lavoura																		
Ap	5	4,2	2,7	0,9	0,02	0,09	3,71	0,3	7,7	7,7	55	13	0,74	7,48	0,26	48		
A1	5,2	4,4	2,9	0,9	0,02	0,08	3,9	0,2	7,9	7,9	56	12,5	0,69	4,88	0,25	49		
A2	5,2	4,3	3,1	0,9	0,03	0,08	4,11	0,2	8,6	8,6	48	15,7	0,68	4,64	0,34	48		
B1	4,7	3,6	1,5	0,5	0,03	0,05	2,08	0,4	6,2	6,2	44	4,5	0,18	16,13	0,48	34		
B2	4,7	3,5	1,2	0,7	0,06	0,05	2,01	0,6	6,5	6,5	46	4,8	0,12	22,9	0,92	31		
2C1	4,8	3,7	0,6	0,5	0,04	0,03	1,17	0,2	3,6	3,6	45	4,8	4,8	0,05	1,11	33		

O perfil 3 (P3- Potreiro) apresentou valores de pH baixos, classe de pH fortemente ácido (Embrapa, 2006) e teores intermediários de C orgânico, assim como os solos já citados. O P3 apresentou os maiores valores de CTC entre todos os perfis. A CTC do P3 variou de 10,2 a 13,4 $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ entre os horizontes mais profundos até a superfície respectivamente. O valor mais alto de CTC foi encontrado no horizonte A1, atribuído ao conteúdo de matéria orgânica, acumulada em superfície. A CTC é indicadora de fertilidade natural do solo (Carvalho et. al., 2013).

A alta atividade da argila encontrada nos solos em estudo, indica que há um grau de intemperismo menos avançado ou menor intensidade de lixiviação. Essas dinâmicas estão associadas à posição dos solos no relevo de planície.

O perfil 4 (P4- PLAV) apresentou algumas características semelhantes aos demais solos já apresentados, mas obteve classificação diferenciada. Em relação aos atributos químicos, este perfil apresentou pH fortemente ácido, ATA alta e V baixa em todos os horizontes. O carbono orgânico apresentou distribuição uniforme ao longo da profundidade e não houve incremento no horizonte superficial (Ap). Os manejos realizados na área, com revolvimento e exposição do solo, não favorecem o acúmulo de material orgânico em superfície.

3.4 Ataque sulfúrico e dissoluções seletivas

Os resultados das dissoluções seletivas estão apresentados na Tabela 4. Os valores se referem aos elementos extraídos por ataque sulfúrico, ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB) e oxalato de amônio. Os valores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , foram obtidos a partir da extração com ataque sulfúrico. Os valores identificados como Fed e Ald foram extraídos com DCB e os valores identificados como Feo e Alo foram extraídos com oxalato. Estas análises foram realizadas em alguns horizontes do solo, considerados principais.

Os óxidos de ferro são minerais secundários, presentes na fração argila dos solos. Segundo Kampf e Curi (2000), podem ser considerados indicadores pedogenéticos, por apresentarem baixa solubilidade e assim serem resistentes a diversas mudanças no ambiente. Os óxidos de ferro, resultantes das neofomações a partir das alterações dos solos e sedimentos, também são

considerados testemunhas das condições de pedogênese por se formarem (serem cristalizados) sob a influência dos fatores ambientais, como pH, temperatura, umidade, teor de matéria orgânica, entre outros (Schwertmann, 1985; Schwertmann & Taylor, 1989). Os métodos de extração de ferro foram selecionados para auxiliar nos estudos de gênese e classificação dos solos.

A extração do ferro por ataque sulfúrico teve a capacidade de dissolver os minerais do solo e expressar o ferro total dos argilominerais. As formas de ferro extraídas expressam inclusive o ferro que ainda seria liberado no solo pelo intemperismo. A utilização dos ácidos fortes permite a extração de ferro tanto dos óxidos quanto dos minerais silicatados, que contêm ferro na sua estrutura cristalina (Espírito Santo, 1988).

A extração por DCB teve a função de extrair o ferro da totalidade de ferro pedogênico (ferros cristalinos e de baixa cristalinidade). Este método de extração reduz o ferro pelo ditionito, complexa o ferro pela solução de citrato e tampona a solução com o bicarbonato (Mehra & Jackson, 1960). A relação Fe do ataque sulfúrico e Fed é utilizado como indicadora do estágio de intemperismo do solo (Inda Junior & Kampf, 2003).

A extração por oxalato de amônio na ausência de luz permite a liberação do ferro dos óxidos menos ordenados (Schwertmann, 1964). A relação do Feo e Fed pode ser usada como índice do grau de cristalinidade dos óxidos (Kämpf, 1988). Essas relações de ferro sob diferentes extrações não são consideradas determinantes para a classificação taxonômica dos solos, mas são comumente utilizadas na avaliação do grau de pedogênese e auxiliam na inferência sobre a gênese dos solos. Os índices Ki e Kr são utilizados nessas avaliações e são considerados para distinção taxonômica de solos (Torrent et al., 1980).

Os valores de Ki, apresentados na tabela 4, representam a relação entre SiO_2 e Al_2O_3 . Esta relação também é utilizada como indicadora do grau de intemperização dos solos (Embrapa, 2013). Segundo Nunes et al. (2001), em estudo comparativo entre solos em diferentes posições do relevo, a relação Ki mais alta esta associada a solos pouco intemperizados, com presença de materiais primários e predominância de minerais 2:1 na fração argila.

Todos os perfis estudados apresentaram valores de Ki acima de 3,0, com exceção do PLAV – horizonte A2, sendo que o solo do P2 (SAF) foi

identificado com Ki alto de 6,20 e 7,11. Segundo Demate & Demate (1998), em estudo sobre propriedades químicas de solos das regiões da floresta amazônica e de cerrado, valores de Ki superiores a 2,0 estiveram relacionados aos solos menos intemperizados, como alguns argissolos e cambissolos, enquanto os latossolos apresentaram Ki igual a 1,0. Os solos compostos por material mineral com alta intemperização apresentam a fração argila formada por óxidos de ferro como hematita, goethita e óxido de alumínio como a gibbsita, além de caulinita, argilomineral 1:1. Nestes solos com alta intemperização o Ki sofre a influência da predominância de caulinita e gibbsita, assim a relação tem resultado menor. Os solos deste estudo estão submetidos a condições de clima e relevo onde a intemperização não é tão atuante, quando comparados a solos em regiões tropicais. Além disto, os solos estudados estão sob influência de deposições aluviais e foram formados por diferentes sedimentos. Os valores altos de Ki indicam que nestes solos ainda não houve remoção da sílica e concentração de alumínio. Os valores altos também podem ser atribuídos à ação da dissolução, que pode ter atingido frações maiores do solo, como o silte. Se for considerado que estes solos são ricos em silte, isto pode ter aumentado os teores de silício aumentando o valor de Ki.

Os menores valores de Fed entre os perfis foram encontrados no P4 (PLAV), o que segundo Lima et al. (2006) pode ter ocorrido por remoção do ferro em ambiente reduzido. Segundo Kämpf & Dick (1984) as condições de drenagem imperfeita, que favorecem a redução e solubilização do Fe^{3+} , impedem a formação dos óxidos pedogênicos. Essas dinâmicas do ferro também foram identificadas por Pereira & Anjos (1998) em Gleissolos do Rio de Janeiro.

Os perfis de solo estudados apresentaram valores da relação Fed/Fes baixos em todos os horizontes, com exceção do horizonte BC da Mata (0,88). Os baixos valores da relação indicam baixa concentração de ferro na forma de óxidos de ferro pedogênicos. A relação baixa é indicadora de solo com menor grau de intemperismo, com a predominante participação de minerais primários com ferro na estrutura (Santos et al. 2010), como esperado para as condições dos solos em estud. O caráter aluvial também indica que ocorreram deposições de matérias de diferentes graus de intemperismo.

A relação Fed/Fes também pode ser considerada indicadora do potencial de ferro a ser liberado na forma de óxidos, pois segundo Cornell &

Schwertmann (1996), indica a reserva de ferro presente em outros grupos de minerais, que a partir do intemperismo, irão se transformar em óxidos.

Sobre a relação Feo/Fed, esta variou de 0,07 até 0,28, valores encontrados nos horizontes B2 e A2 do P4 (PLAV), respectivamente. Segundo Meireles et al. (2012) há a dominância de formas cristalinas (hematita e goethita) e esta condição geralmente está associada à posição dos solos no relevo, sendo esperado para relevos mais planos e com influência do hidromorfismo o valor mais alto desta relação. Para os solos localizados em posições superiores e intermediárias do relevo, em condições de boa drenagem, o esperado é a presença de óxidos cristalinos.

Sobre a relação Alo/Ald, todos os horizontes apresentaram valores inferiores a 1,0, indicando que existe predominância de alumínio extraído por DCB compondo a estrutura dos óxidos de ferro. Segundo Coelho e Vidal (2003), a extração por DCB permite a liberação do Al relacionado à substituição isomórfica do ferro nos óxidos de ferro.

Tabela 4. Extrações de Si, Al e Fe por ataque sulfúrico, ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB) e oxalato de amônio.

Hor.	Ataque sulfúrico					Extração DCB e OXA						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ki	Kr	Feo	Fed	Alo	Ald	Feo/ Fed	Fed/ Fes	Alo/ Ald
----- (g kg ⁻¹) -----												
MATAAB	94,4	45,1	18,8	3,5	2,84	0,48	6,18	2,87	8,16	0,08	0,33	0,35
MATAB	27,7	44,7	13,8	1,1	0,9	0,43	4,45	1,53	5,89	0,10	0,32	0,26
SAFA	131,6	36	18,2	6,2	4,77	0,62	5,84	0,54	7,72	0,11	0,32	0,07
SAF B1g	189,3	45,2	18,7	7,1	4,45	1,22	6,64	1,45	8,78	0,18	0,36	0,16
SAF B2	143	71,6	25,5	3,4	2,79	0,55	6,91	1,00	9,13	0,08	0,27	0,11
POT B	91,4	49,9	18,8	3,1	0,95	1,14	7,95	2,51	10,5	0,14	0,42	0,24
POT BC	131,3	52,6	21,4	4,2	3,4	0,36	4,76	2,08	6,29	0,08	0,22	0,33
PLAV A2	75,1	57,8	19	2,2	1,84	1,16	4,07	0,14	5,38	0,28	0,21	0,03
PLAV B1	106,8	45,2	21,5	4,0	3,12	0,45	4,28	1,78	5,66	0,11	0,2	0,31
PLAV B2	106,8	29,1	17,6	6,2	4,58	0,23	3,17	0,24	4,19	0,07	0,18	0,06

Hori: Horizonte; FeO: Ferro extraído por oxalato; Fed: Ferro extraído por ditionito; Alo: Al extraído por oxalato; Ald: Alumínio extraído por ditionito.

3.5 Classificação dos solos

Todos os solos em estudo apresentaram expressão do hidromorfismo, em diferentes graus. A classe de drenagem mais restrita foi percebida no P4 (PLAV, onde o horizonte Glei foi descrito). Os solos se mostraram ambientes pouco estabilizados, o que induz a incipiência de processos de formação. Além disto, percebeu-se em alguns pontos a presença de camadas variáveis, a partir de VU e relação areia fina/ areia total. Os valores destes atributos indicaram descontinuidade litológica, característica de materiais aluviais. O processo pedogenético que pode ser inferido nestes solos foi a Gleização.

O P1(Mata) e o P2 (SAF) apresentaram o horizonte A classificado como moderado, por não se enquadrar em nenhuma outra definição de horizonte diagnóstico superficial. O horizonte diagnóstico subsuperficial, por apresentar incremento de argila insuficiente para se enquadrar como B textural, foi classificado como B incipiente. Então os solos foram classificados como Cambissolos em nível de ordem. Segundo Streck et. al. (2008), os Cambissolos são solos em processo de transformação e, por isto, apresentam características insuficientes para enquadramento em outras classes de solos mais desenvolvidos.

O P1(Mata) e o P2 (SAF) foram classificados como Flúvico em segundo nível categórico. O caráter flúvico foi diagnosticado em função da distribuição de areia no perfil, pois a distribuição do carbono orgânico não se mostrou errática em profundidade (requisito químico para este enquadramento). Os perfis P1(Mata) e P2 (SAF) apresentaram horizontes com valor de uniformidade (VU) maior que 0,6, indicando que houve descontinuidade litológica no perfil, ou seja, houve a mudança de material de origem no perfil (Schaetzl, 1998). Segundo Bortoluzzi et al. (2008), outra forma de verificar descontinuidade no material de origem do solo é considerar a relação areia fina/ areia total, onde uma grande variação na relação entre os horizontes é usada como referência para indicar mudança de material de origem. No P1(Mata) a relação areia fina/areia total apresentou maior variação entre os horizontes B (0,90) e AB (0,76) e entre os horizontes C1 (0,79) e 2C2 (0,60). Estas variações entre as frações de areia e os dados de VU reforçam a hipótese sobre a origem aluvial destes solos.

A saturação por bases dos horizontes foi baixa e a atividade da fração argila alta em todos os horizontes. Assim, estes solos foram classificados como “Ta distrófico” no terceiro nível categórico do SiBCS.

A gênese dos solos e o estágio de desenvolvimento destes estão associados à posição dos solos na planície e com a drenagem limitada. Segundo Silva (2014), o ambiente intensamente hidromórfico favorece o menor intemperismo em comparação a solos de outras posições do relevo.

Por fim, por não apresentarem outras características morfológicas, químicas ou físicas expressas em destaque, os solos foram classificados, no último nível categórico como típico. O P1(Mata) e P2 (SAF) foram classificados como Cambissolo Flúvico Ta distrófico típico.

O P3 (Potreiro) apresentou características semelhantes ao P1 e P2 até o terceiro nível categórico. Este perfil se diferenciou no último nível categórico, recebendo a classificação de gleissólico. Esta classificação se deve à presença de expressiva redução, perceptível pela cor e presença de mosqueados. O P3 mesmo apresentando influência do intenso hidromorfismo e croma menor ou igual a 2, não apresentou espessura mínima e posição requerida (15 cm ou mais de espessura) para ser classificado como Gleissolo (Embrapa, 2013). O horizonte C é glei mas não ocupa posição diagnóstica. O P3 foi classificado como Cambissolo flúvico Ta distrófico gleissólico.

O P4 (PLAV) apresentou tanto em B1 como em B2 hidromorfismo expresso por gleização. Os horizontes apresentaram valores de croma baixos e presença de mosqueados devido à classe de drenagem mais restrita. Segundo Costa & Bigham (2009), solos de ambientes mal drenados ou com lençol freático oscilante apresentam mosqueados ou variegados resultantes da oxirredução dos oxi-hidróxidos de ferro.

A espessura do B2 e sua cor permitiram o enquadramento deste como horizonte diagnóstico subsuperficial Glei. O P4 foi classificado como Gleissolo no primeiro nível categórico, sobretudo a partir de suas características morfológicas e físicas. Em relação aos atributos químicos determinantes para classificação, os menores valores de Fed entre os perfis foram encontrados no P4 (PLAV), o que segundo Lima et.al (2006) pode ter ocorrido por remoção do ferro em ambiente reduzido. O P4 foi definido como Háplico, por não se enquadrar em nenhuma outra definição de classe no segundo nível categórico.

A saturação por bases dos horizontes foi baixa e a atividade da fração argila alta, assim o P4 foi classificado como “Ta distrófico” no terceiro nível categórico. No último nível categórico foi classificado como cambissólico, por ser considerado intermediário para cambissolo, com horizonte B incipiente coincidente com horizonte glei. O P4 foi classificado como Gleissolo Háplico Ta distrófico cambissólico.

4 Conclusões

Os solos da planície aluvial do arroio dilúvio apresentam classificações taxonômicas diferentes.

O perfil 1 (Mata) e Perfil 2 (SAF) apresentam classificações taxonômicas semelhantes e foram classificados como Cambissolo Flúvico Ta distrófico Típico.

O perfil 3 (Potreiro) apresentou características semelhantes até terceiro nível categórico e foi classificado como Cambissolo Flúvico ta distrófico Gleissólico.

O perfil 4 (PLAV) se enquadrou em classe de solo diferente dos demais em estudo e foi classificado como Gleissolo Háplico Ta distrófico cambissólico.

Foram encontrados nos solos alta relação silte/argila e altos valores de K_i , relação Fed/Fes baixa e indicativos de descontinuidade litológica.

A partir da caracterização e classificação dos perfis dos solos foi possível verificar um ambiente de deposição de materiais aluviais com baixo grau de intemperismo e apenas um processo de formação mais detectável em grau variável (hidromorfismo).

CAPÍTULO IV- INFLUÊNCIA DO USO E MANEJO NAS CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS EM PLANÍCIE ALUVIAL DO ARROIO DILÚVIO

1 Introdução

Diferentemente de outros conceitos, como a qualidade do ar ou da água, o solo não conta com padrões definidos ou regulamentações como forma de aferir sua qualidade (Araújo et al. 2012), existindo inclusive vários conceitos diferentes para definir qualidade ou degradação do solo. A qualidade de um solo não pode ser medida diretamente, mas pode ser mensurada a partir de indicadores elencados para cada situação e finalidade de estudo. É importante considerar uma série de propriedades, principalmente o contexto de uso e ocupação do solo. Indicadores de qualidade do solo são propriedades mensuráveis (quantitativas ou qualitativas) do solo ou da planta acerca de um processo ou atividade e que permitem caracterizar, avaliar e acompanhar as alterações ocorridas num dado ecossistema (Karlen et. Al, 1997).

O uso agrícola provoca alteração nos atributos físicos e químicos do solo. Normalmente, essa alteração induz uma deterioração de sua qualidade, em decorrência da retirada da cobertura vegetal e do excessivo uso da mecanização ou revolvimento, entre outros. Em função da técnica de manejo utilizada ocorre um comprometimento da capacidade produtiva do solo em diferentes sistemas agrícolas (Santos, 2007). Assim, com o objetivo de avaliar os solos sobre a influência da paisagem e de alterações pelos diferentes usos e manejos, o estudo apresentado foi desenvolvido em solos da Faculdade de Agronomia-UFRGS. O local de estudo consiste em quatro áreas experimentais da Faculdade de Agronomia, com diferentes históricos de uso e manejo, todas sobre a mesma superfície geológica na planície aluvial do Arroio Dilúvio.

2 Materiais e métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

Para o estudo sobre alterações por uso e manejo em solos, foram selecionadas quatro unidades de paisagem localizadas no interior da FAGRO. As quatro unidades de paisagem, com áreas distintas, usadas para auxiliar nas atividades de ensino, pesquisa e extensão, apresentam diferentes históricos de uso e coberturas vegetais, conforme já citados no capítulo II (Figura 10).

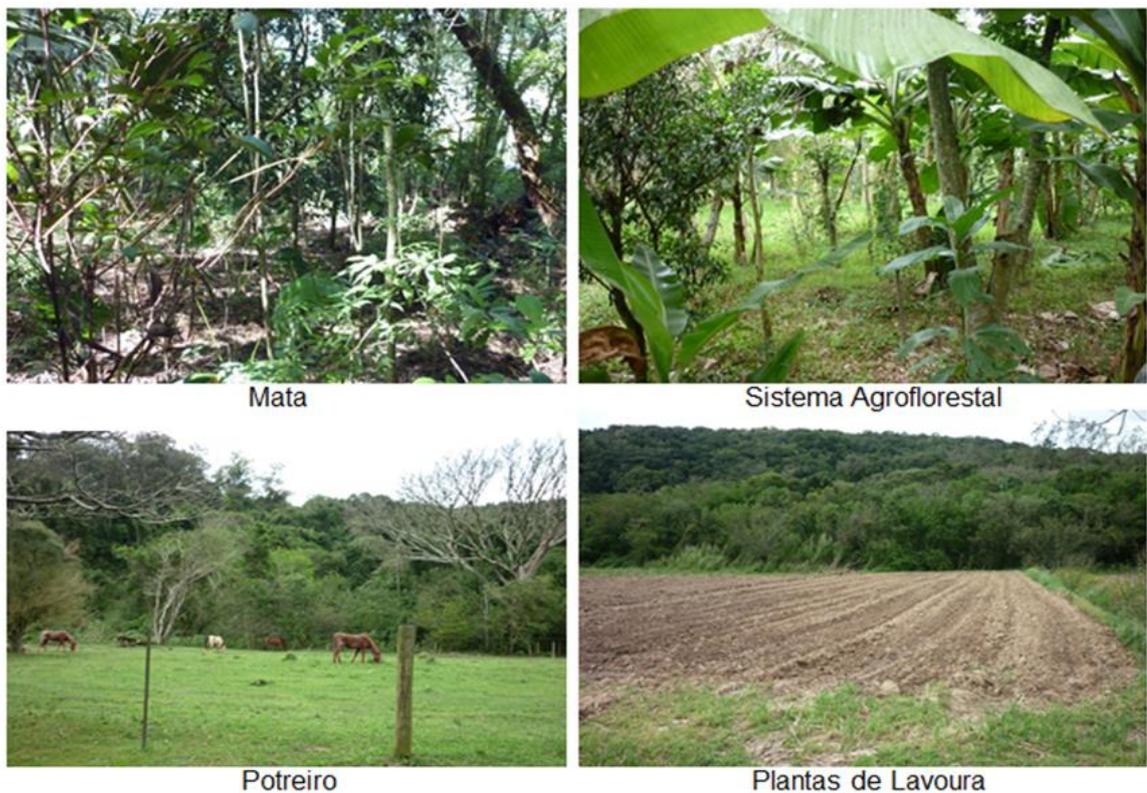


Figura 10. Imagens das unidades de paisagem com seus usos característicos.

As unidades de paisagem estão localizadas às margens do Arroio Dilúvio, antigo Arroio Sabão, todas com a mesma cota e toposclima originado pela proximidade do Morro Santana e planície (Figura 11).

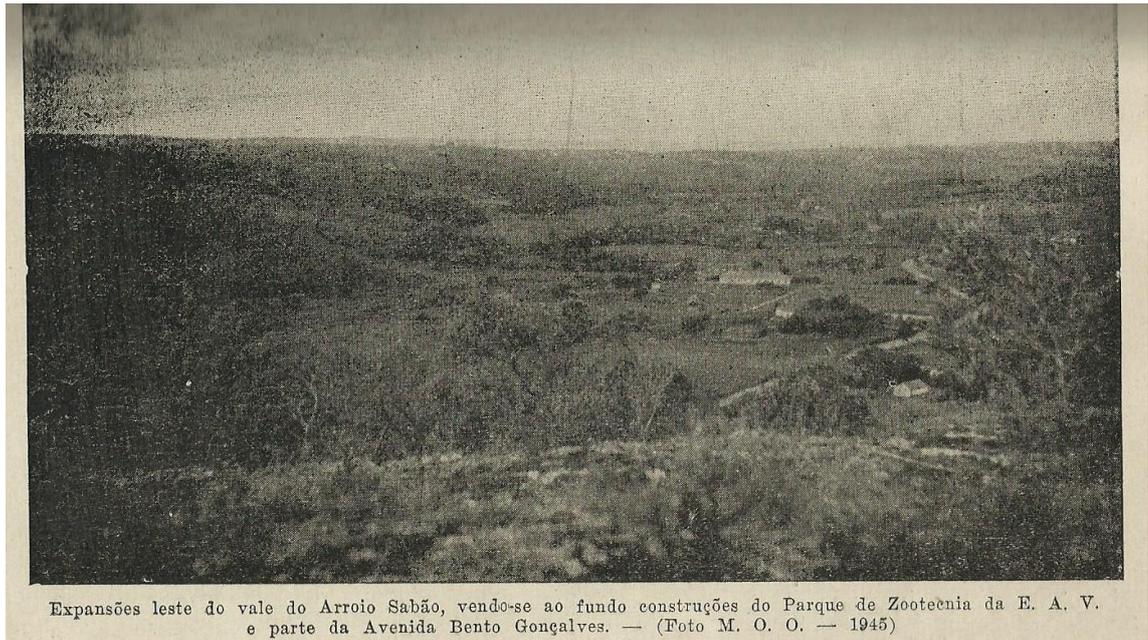


Figura 11. Foto histórica exibindo atual região do estudo, planície na proximidade do Morro Santana

2.2 Unidades de Paisagem e histórico

Para iniciar o trabalho de campo houve um estudo bibliográfico sobre o histórico da FAGRO (Figura 12). O histórico das áreas e do entorno foi resgatado a partir de entrevistas com funcionários, professores e alunos (entrevistas completas nos Apêndice).



Figura 12. Imagens históricas da FAGRO. Registro da enchente de 1984 sobre as áreas de estudo e enchente de 1941, respectivamente.

Cada área de estudo foi nomeada e considerada como uma Unidade de Paisagem (UP) diferente. Cada UP compreende um histórico de uso e

manejos ao longo de anos. Cada UP também se diferencia por forma, função estrutura e dinâmicas atuais. As áreas definidas foram:

Mata: UP1

Área: 8.000 m²; relevo plano; 30-40 anos de idade com esta ocupação; vegetação recuperada após desmatamento; área de preservação; solo com serapilheira; sem uso agrícola; sem manejos.

Sistema Agroflorestal: UP2

Área: 4.465 m²; relevo plano; sistema implantado há 10 anos; vegetação diversificada com espécies arbóreas, arbustivas e rasteiras; presença de cobertura vegetal do solo; com uso agrícola experimental; com manejos registrados há 10 anos (manejos empregados em SAF, em anexo na entrevista);

Potreiro: UP3

Área: 11.800 m²; relevo plano; sistema de pastagem implantado há 37 anos; vegetação de gramíneas rasteiras; local para descanso de animais (equinos e ovinos), após estes serem empregados em experimentos das Faculdades de Agronomia, Veterinária e Zootecnia; erosão do barranco/ leito do Arroio Dilúvio nesta faixa de vegetação;

Plantas de Lavoura: UP4

Área: 5.172 m²; relevo plano; uso da área como unidade demonstrativa com cultivo de espécies de plantas de lavoura (aveia, mandioca, feijão, milho, mucuna, soja); variados manejos empregados em glebas da área, com dessecação, uso de herbicida, mecanização e capina manual; manejo com pousio, culturas de verão, culturas de inverno, sempre sobre plantio convencional- aração e gradagem- com exposição e revolvimento do solo em superfície.

Foram realizadas coletas de amostras deformadas e indeformadas de solo em todas as Unidades de Paisagem. O delineamento empregado consistiu na coleta de quatro amostras indeformadas ao longo de cada U.P., estas realizadas com auxílio de cilindro de aço em superfície (profundidade de 0-10 cm, chamados de anéis volumétricos. Nestes mesmos pontos foram realizadas coletas deformadas de solo, em superfície e em subsuperfície (profundidades 0-20 e 60-80 cm, respectivamente). O conteúdo das coletas foi seco ao ar, moído e peneirado em peneiras de malha 2mm.

2.3 Análises físicas

As análises de densidade e porosidade foram realizadas no Laboratório de Física do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS. As amostras indeformadas foram saturadas por capilaridade durante 48 horas, pesadas e submetidas a uma tensão equivalente a 60 cm de coluna de d'água, por 72 horas, em mesa de tensão. As amostras foram drenadas e pesadas após serem submetidas à mesa de tensão, para obtenção da massa. Após secagem em estufa (105 °C), as amostras foram pesadas novamente. A densidade do solo (DS) foi calculada a partir da seguinte fórmula:

$$D_s \text{ (g cm}^{-3}\text{)} = \text{Massa do solo seco (M}_{ss}\text{)} / \text{Volume total (V}_t\text{)};$$

Com a obtenção da D_s foi possível determinar a porosidade total (Pt %), macroporosidade e microporosidade do solo, a partir das seguintes fórmulas, segundo metodologia da EMBRAPA (1997):

$$Pt \text{ (\%)} = \text{Massa saturada [(M}_{sat}\text{)} - \text{M}_{ss}\text{]} / \text{V}_t \text{ * } 100;$$

$$\text{Macroporosidade (cm}^3\text{cm}^{-3}\text{)} = \text{M}_{sat} - (\text{M}_{60}) / \text{V}_t;$$

$$\text{Microporosidade (cm}^3\text{cm}^{-3}\text{)} = \text{M}_{60} - \text{M}_{ss} / \text{V}_t.$$

sendo Pt a porosidade total; onde M_{sat} representa a massa saturada; M_{ss} representa a massa seca e M_{60} representa a massa após exposição à mesa de tensão

2.4 Análises Químicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Química do Departamento de solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS e no Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Solos. A condutividade elétrica e pH dos solos foram obtidos conforme Tedesco et al. (1995). Os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} foram obtidos a partir da espectrofotometria de absorção atômica, após extração com $\text{KCl } 1,0 \text{ mol L}^{-1}$.

O teor de (H+Al), acidez potencial, foi estimado com utilização do método SMP (ROLAS 2004). O teor de carbono orgânico do solo foi obtido pela oxidação da Carbono da matéria orgânica, com redução do dicromato de potássio em meio ácido sob alta temperatura. Os teores de P, K, Zn, Na foram determinados pelo método de Mehlich (Silva, 2009) e os teores de S foram extraídos com CaHPO_4 , a 500 mg L^{-1} de P (Silva, 2009).

Com os dados obtidos nas análises foi possível calcular a Capacidade de troca de Cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$), com a seguinte fórmula:

$$[CTC_{pH\ 7,0} = S + (Al + H)]$$

Onde S é a soma de bases;

Foi possível calcular outros indicadores, como soma de bases (s) e saturação por bases (V%), conforme item 3.2.4.

2.5 Análise Estatística

A análise dos dados foi feita com o pacote estatístico SPSS versão 20.0 e com a planilha eletrônica Microsoft Excel 2010.

Foram digitados os dados no programa Excel e posteriormente exportados para o programa SPSS v. 20.0 para análise estatística. Foram descritas as variáveis quantitativas pela média e o desvio padrão. Foram comparadas as variáveis entre as áreas e entre as profundidades pela ANOVA fatorial de duas vias. Foi considerado um nível de significância de 10%.

Em alguns atributos, não houve homogeneidade de variância entre os tratamentos, então foram feitas transformação de dados (raiz quadrada ou logaritmo). E em último caso, quando persistia a heterogeneidade, houve a utilização de métodos não paramétricos (teste de Kruskal Wallis).

3 Resultados e discussão

3.1 Porosidade total (Pt)

A porosidade total dos solos foi pouco variável, não apresentando diferenças estatísticas significativas (Figura 13). A maior porosidade foi encontrada no solo da Mata ($0,578\ m^{-3}\ m^{-3}$) e a menor porosidade foi encontrada no solo do Potreiro ($0,485\ m^{-3}\ m^{-3}$). Segundo Pereira et al. (2011), o volume de macroporos é expressivamente diminuído com o adensamento causado pela pressão exercida sobre o solo e uma pequena diminuição no volume total de poros do solo também ocorre.

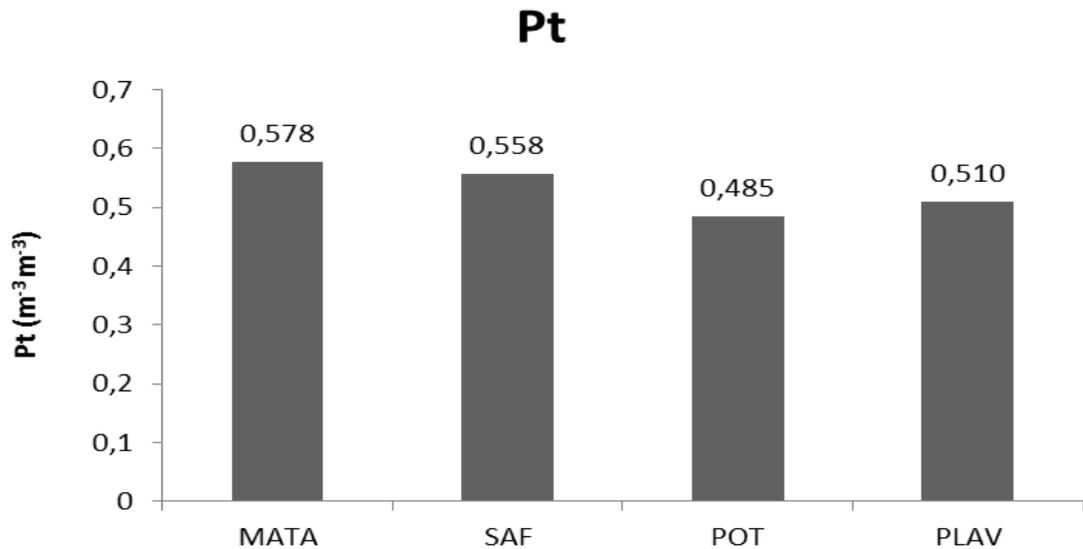


Figura 13. Valores de porosidade total dos solos sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV). Médias sem identificação por letras não diferem entre si significativamente.

3.2 Macroporosidade (Ma)

A macroporosidade dos solos também apresentou poucas variações, não apresentando diferenças significativas (Figura 14). Para o atributo macroporosidade, não houve homogeneidade de variância e foi utilizado o teste de Kruskal Wallis. A maior macroporosidade foi encontrada no solo do PLAV (0,09 m³ m⁻³) e a menor macroporosidade foi encontrada no solo do Potreiro (0,075 m³ m⁻³). O Solo do PLAV apresentou maior macroporosidade e este resultado está associado ao revolvimento superficial realizado neste uso e manejo. Este resultado corrobora com os de Bavoso et al. (2010), que afirma que o revolvimento do solo rompe a agregação das partículas, reduz a densidade e aumenta a macroporosidade do solo. Nesta Unidade de Paisagem, o manejo emprega o revolvimento e exposição do solo. O solo permanece revolvido e sem cobertura vegetal em períodos do ano até o plantio de espécies vegetais. A macroporosidade do solo abaixo de 0,10 m³ m⁻³ é considerada uma limitação física para o desenvolvimento radicular das plantas, segundo Klein (2014). Os usos e manejos do solo não estão propiciando condições físicas mínimas desejáveis, em relação à macroporosidade, pois nenhum solo apresenta macroporosidade acima do limite crítico (0,10 m³ m⁻³).

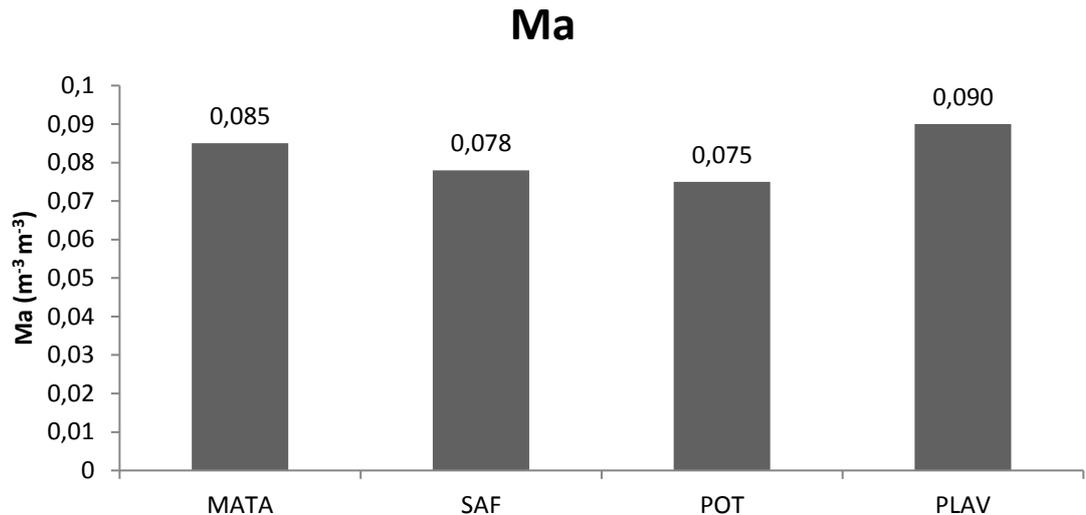


Figura 14. Valores de macroporosidade dos solos sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV). Médias sem identificação por letras não diferem entre si significativamente.

3.3 Microporosidade (Mi)

A microporosidade foi pouco variável entre os solos em estudo (Figura 15). Não houve diferença significativa entre a microporosidade dos solos, com os valores variando entre 0,42 m³ m⁻³ (PLAV) e 0,49 m³ m⁻³ (Mata).

Os atributos físicos do solo são importantes indicadores de qualidade dos sistemas agrícolas, por exemplo, pois são sensíveis às alterações provocadas por usos e manejos. Segundo Carneiro et al. (2012) os macroporos são os primeiros afetados pelas pressões nos solos, assim os microporos podem ser afetados mais tardiamente, por raízes de plantas ou pressão exercida sobre o solo.

É esperado que os menores valores de microporosidade ocorram nos solos com maior macroporosidade; isto se confirmou no solo do PLAV. O PLAV apresentou menor microporosidade e maior porosidade.

É possível que o solo do PLAV sofra as maiores variações de estrutura física, ao longo dos anos de manejo, pois segundo Carpenedo & Mielniczuk (1990), o solo submetido ao cultivo intenso tende a perder a estrutura original com fracionamento dos agregados maiores em unidades menores, com consequente redução de macroporos e aumento de microporos.

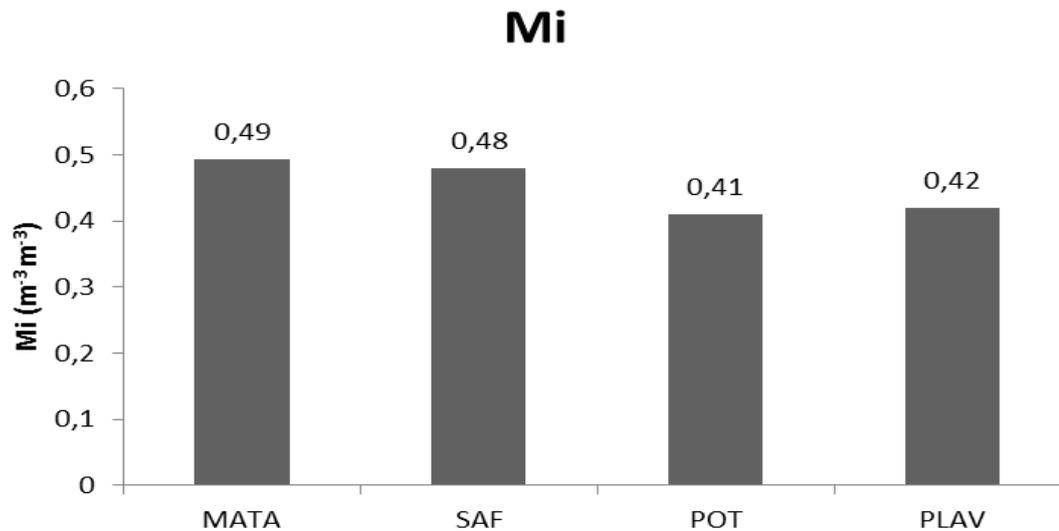


Figura 15. Valores de microporosidade dos solos sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV). Médias sem identificação por letras não diferem entre si estatisticamente.

3.4 Densidade do solo

A densidade dos solos apresentou diferenças estatísticas significativas (Figura 16). A densidade do solo é influenciada por características do solo como mineralogia, textura ou matéria orgânica do solo (KLEIN, 2014).

A densidade crítica ao desenvolvimento radicular não é a mesma para todos os solos e, além de afetar o desenvolvimento das raízes, também pode interferir na germinação de sementes, no arranjo de partículas e condutividade hidráulica, por exemplo. Assim a densidade do solo pode ser usada como parâmetro de qualidade que está relacionada à compactação do solo e também com outros atributos, como porosidade e umidade do solo. (Costa et. al, 2007; 2005; Martins et.al, 2009).

Alguns autores estabeleceram limites críticos de densidade para o desenvolvimento radicular das plantas, Silva et al. (2005), por exemplo, afirma que a densidade acima de $1,7\text{g cm}^{-3}$ já pode ser considerada crítica e Guidolini (2015) associa um valor próximo ($1,75\text{g cm}^{-3}$) como limite para o crescimento normal de plantas de cobertura em um argissolo. Densidades acima desta seriam responsáveis por deformações na morfologia das raízes. É possível notar (Figura 16) que o único solo em estudo que apresenta densidade acima do limite

apresentado como crítico é o Potreiro (1,9 g cm⁻³). A maior densidade encontrada no solo está relacionada à menor porosidade total apresentada neste solo.

Altos valores de densidade do solo e baixos valores de macroporosidade estão relacionados à compactação, causada pelo uso e manejo empregados neste solo com presença de animais. Outros estudos, como de Bragagnolo et al. (2007), apresentaram resultados semelhantes quando consideraram a comparação de densidade entre solos com diferentes manejos. Estes autores observaram alterações na camada superficial do solo provocadas por carga animal e afirmaram que um Latossolo Vermelho aumentou sua densidade de 1,39 para 1,56 Mg m⁻³ após três anos de pisoteio bovino.

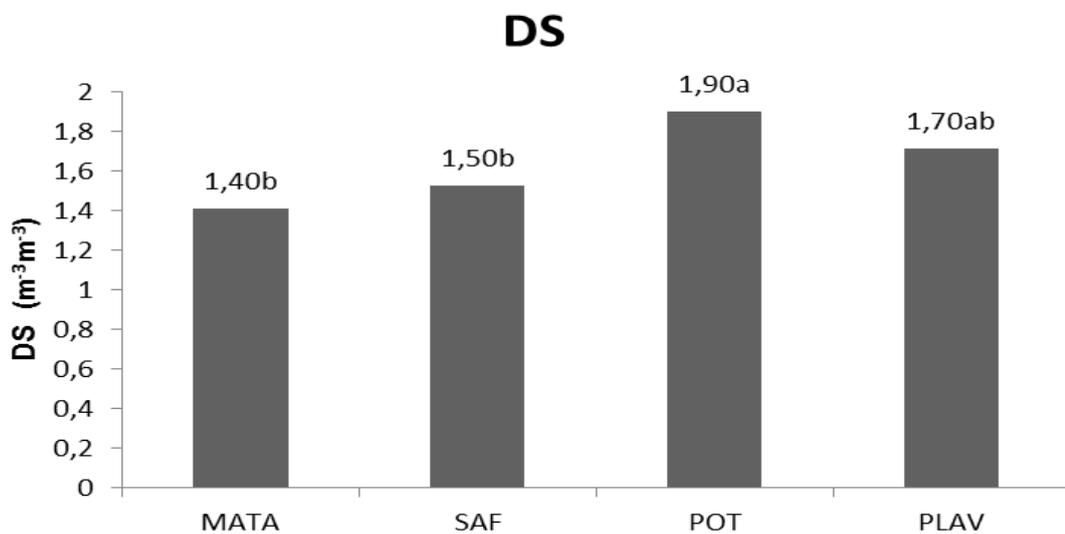


Figura 16. Valores de densidade dos solos (DS) em profundidade de 0-20 cm dos solos sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV). Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si significativamente

3.5 pH do solo

Os solos em estudo apresentaram diferenças significativas de pH. O valor de pH mais alto em superfície foi encontrado no SAF (pH 5,3). O valor de pH mais baixo foi encontrado na Mata (pH 4,4) e valores intermediários de pH foram encontrados no Potreiro e PLAV (Figura 17).

O pH mais alto encontrado no SAF está associado ao manejo empregado no sistema. A prática de incorporação de material residual de podas, por exemplo, contribui para o aumento de cátions básicos no solo. Assim, o solo do SAF ainda é classificado como muito ácido, mas apresenta a menor acidez quando comparado entre os solos com outros manejos.

O valor de pH de solos abaixo de 5,5 é considerado um valor de referência para indicar solos que podem apresentar problemas de toxidez por alumínio e manganês, segundo Drecher et. al (1995). Valores de pH abaixo de 5,5 também servem para classificar o solo como muito ácido (Meurer 2008).

A maior acidez encontrada no solo da mata, extremamente ácido, pode ser explicada pela existência de grande acúmulo de resíduos vegetais e não revolvimento na superfície do solo, criando uma frente de acidificação. Neste caso, o pH do solo é baixo, mas não apresenta acentuada acidez por alumínio devido a complexação pelas substâncias orgânicas (decomposição do material vegetal). Outra forma de tornar o solo ácido é a partir dos microrganismos que decompõem resíduos vegetais, no processo de mineralização, com formação de substâncias húmicas. Nesta reação há a liberação de ions H^+ , que podem baixar o pH do solo (Meurer 2008).

Os manejos empregados no PLAV e no Potreiro, estão mantendo os solos na faixa de muito ácido. Como na maioria dos solos agrícolas da região sul do Brasil, a acidez está presente neste solo e é limitante para o desenvolvimento de culturas.

A análise estatística foi realizada comparando as médias de pH entre as áreas e entre as profundidades. Foram usadas amostras de duas profundidades por uso e manejo, assim foram obtidas médias de pH na superfície do solo (0-20 cm) e médias de pH em profundidade (60-80 cm)(Figura 17).

Foi possível verificar que houve uma diferença significativa encontrada entre a Mata e o PLAV ($P=0,001$) e entre a Mata e o Potreiro ($P=0,005$), em superfície, como já apresentado.

Não houve efeito da interação entre áreas e profundidade, ou seja, não há diferença entre o pH das amostras em profundidade com superfície por uso e manejo diferente ($P=0,189$). Apenas o pH da Mata se diferenciou dos demais, na profundidade de 60-80cm, sendo que os demais usos e manejos não apresentaram diferenças significativas entre os valores de pH. Reforçando a hipótese de que os solos foram desenvolvidos a partir de materiais de origem com condições semelhantes, mesmo que resultantes de deposições aluviais.

Analizando as médias de pH entre todos os usos e manejos nas duas profundidades, há uma diferença estatisticamente significativa ($P=0,031$) sendo

que há um valor de pH mais alto na superfície (0 a 20 cm de profundidade). Cada uso e manejo alterou o pH do solo em superfície, sendo que o manejo mais eficiente na diminuição da acidez do solo foi encontrado no SAF.

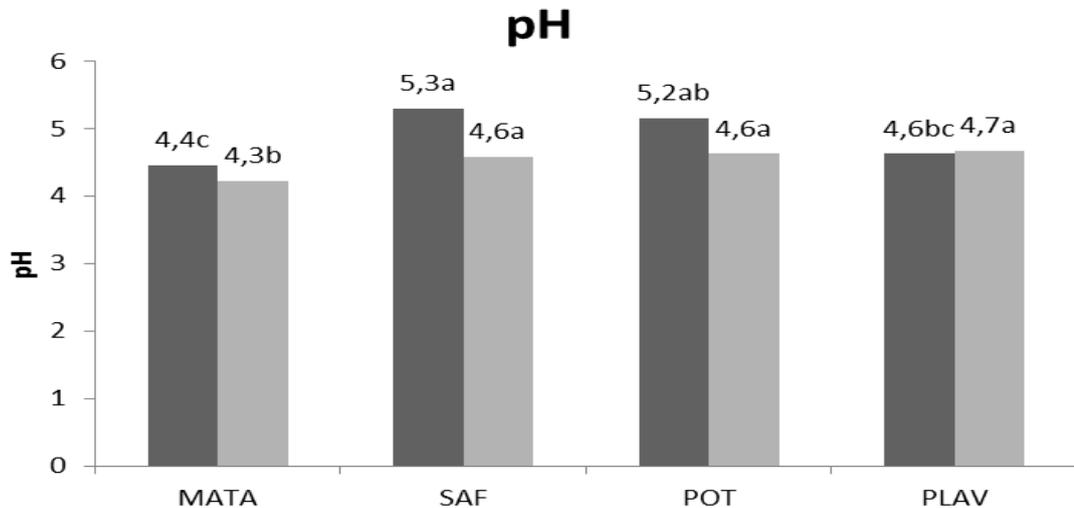


Figura 17. Valores de pH dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV). Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si significativamente em cada profundidade.

3.6 Condutividade elétrica (CE)

A condutividade elétrica em superfície (0-20 cm de profundidade), não apresentou diferenças significativas entre os usos e manejos (Figuras 18 e 19). Isto pode ter ocorrido devido às variações entre os valores mínimos e máximos de CE que ocasionaram grandes intervalos entre a CE em cada uso e manejo (tratamento). Esta variação entre os valores mínimos e máximos está representada pelas barras de erro do gráfico a seguir. É possível notar que mesmo dentro da mesma unidade de paisagem, parece não haver homogeneidade em relação a este atributo.

Uma análise estatística também foi realizada comparando as médias de condutividade elétrica (CE) em diferentes profundidades. Foram obtidas médias de CE na superfície do solo (0-20 cm) e médias de CE em profundidade (60-80 cm). Não houve diferença significativa entre CE nos diferentes usos e manejos na profundidade de 60-80cm.

Ao analisar a condutividade elétrica, foi verificado que não houve efeito da interação entre áreas e profundidade, ou seja, não há diferença entre

as médias de CE em profundidade com superfície por uso e manejo diferente ($P=0,452$). Foi possível verificar, comparando a média de CE entre os usos e manejos primeiramente e entre profundidades na sequência, que não houve diferença significativa de CE entre os usos e manejos em superfície. Como já apresentado.

Analisando as médias de CE entre todos os usos e manejos nas duas profundidades, há uma diferença estatisticamente significativa ($P<0,001$), sendo que há um valor de condutividade elétrica mais alto em superfície (0 a 20).

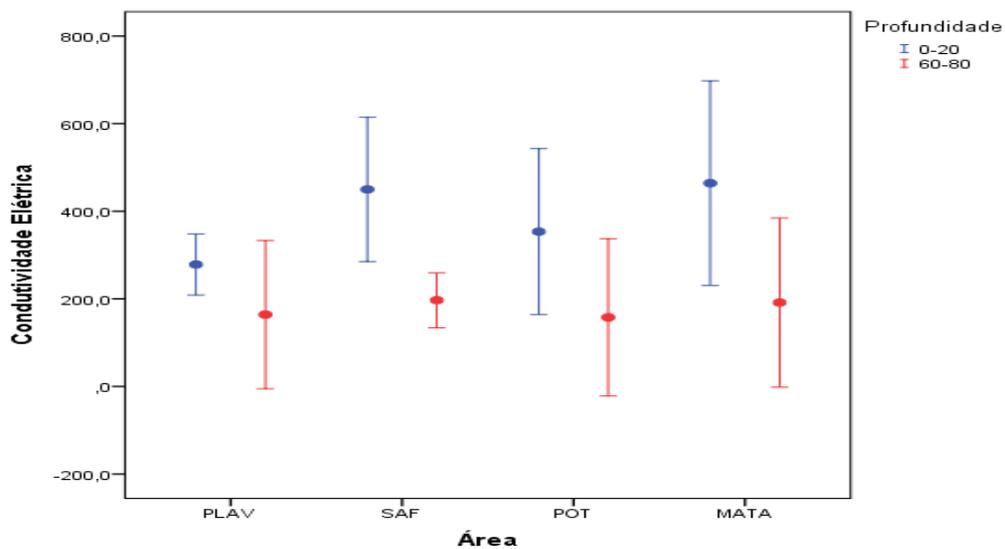


Figura 18. Gráfico da média e desvio no valor da condutividade elétrica sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV).

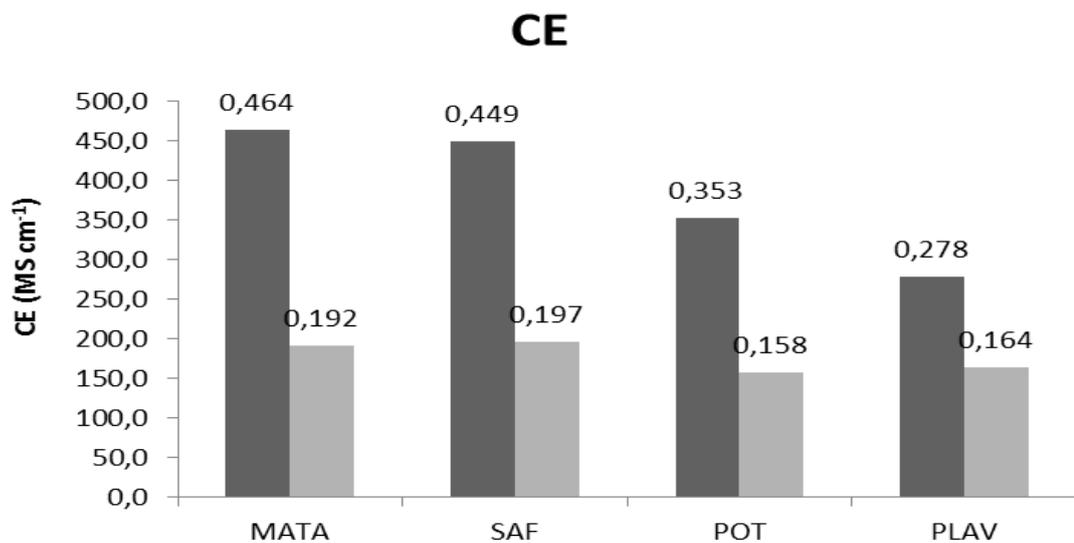


Figura 19. Valores de CE dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema

agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV). Médias sem identificação por letras não diferem entre si significativamente em cada profundidade.

3.7 Saturação por bases (V%)

Os valores de saturação por bases (V%) apresentaram diferenças significativas entre os usos e manejos na profundidade de 0-20 cm. A profundidade de 0-20 cm é representativa da camada de solo que sofre alterações por uso e manejo e, segundo Gerônimo et al. (2015), o maior volume do sistema radicular das culturas está presente nesta profundidade, onde ocorrem as maiores alterações químicas, físicas e biológicas em solos cultivados com plantio convencional. O menor valor de V% foi encontrado no solo da Mata (34,2 %). Este resultado corrobora com os estudos de Silva et al. (2013), que justifica este valor baixo pelo fato de que nos solos sob mata os nutrientes estão alocados na própria vegetação. O valor baixo de V% também foi encontrado no PLAV onde existe o cultivo convencional, com revolvimento e exposição do solo. Valores baixos de saturação por bases em cultivo convencional estão relacionados à ausência de práticas de manejo que auxiliem na manutenção ou na melhoria da fertilidade, não havendo a reposição de nutrientes exportados pelas espécies vegetais cultivadas ou por perdas pela erosão e lixiviação (Gerônimo et. al 2015). Nesta unidade de paisagem não há o emprego de adubação e calagem há anos, as plantas retiram do solo os nutrientes por elas exigidos e não há reposição.

O solo do Potreiro, segundo o manual de fertilidade foi classificado com valor intermediário de V%. O solo do Potreiro apresenta alta saturação por bases na profundidade de 0-20 cm, isto significa que o uso do solo, como área de pastagem está sendo eficiente na manutenção ou na melhoria da fertilidade quando comparado aos demais manejos.

O solo do SAF foi considerado eutrófico e apresentou o valor mais alto de V% (64,5). Esta alta saturação por bases não acompanhada de caracteres sódico, sálico ou salino indica que o uso e manejo do SAF está proporcionando a manutenção da qualidade do solo. A única diferença estatística significativa foi entre o SAF e a MATA.

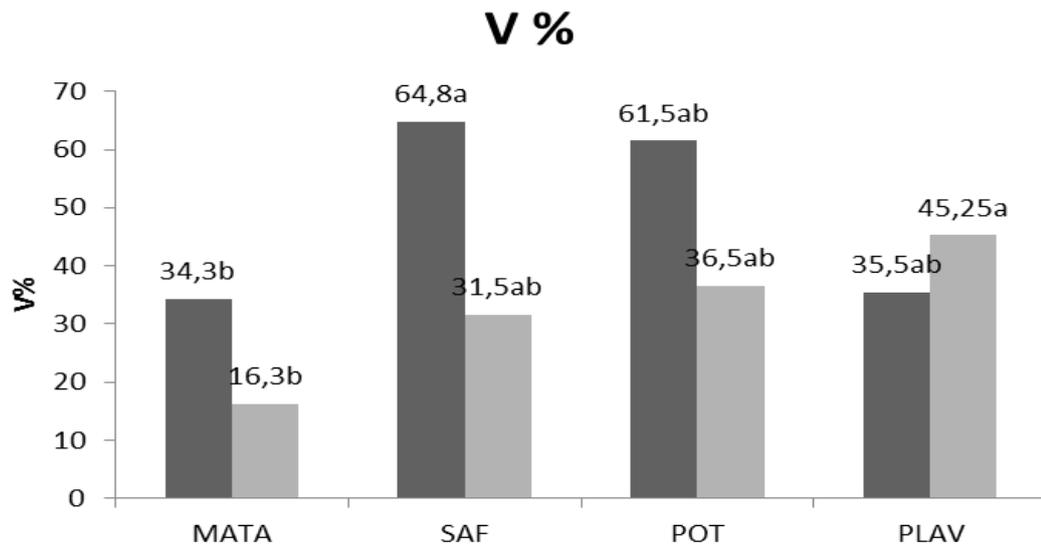


Figura 20. Valores de V% dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV). Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si significativamente em cada profundidade.

3.8 Matéria orgânica do solo (MOS)

A matéria orgânica do solo (MOS) apresentou diferenças significativas entre seus valores nos diferentes usos e manejos, na profundidade de 0-20cm (Figura 21).

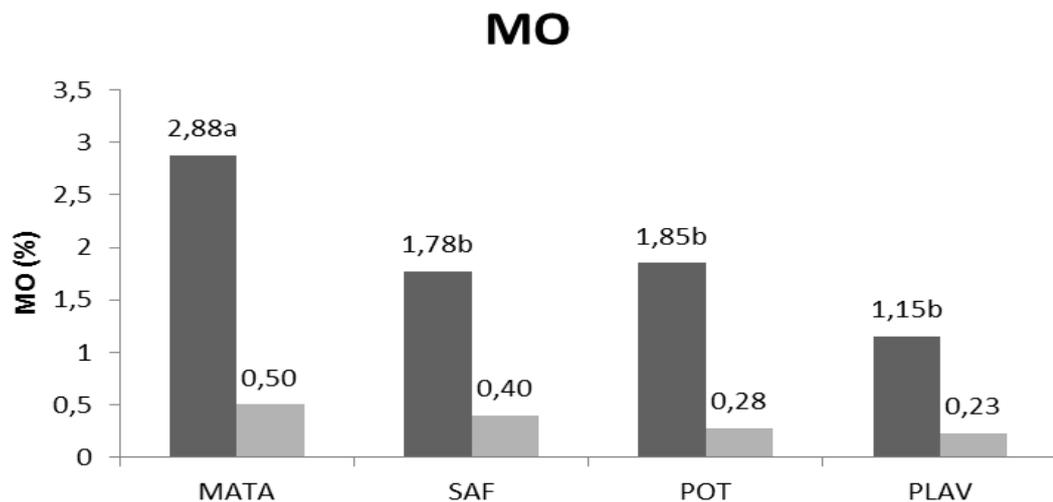
A MOS é uma boa indicadora de qualidade do solo pois, segundo Mielnickzuk (1999), apresenta suscetibilidade de alterações devido às práticas de manejo e pode estar relacionada com a maioria das propriedades do solo.

A Mata apresentou o valor mais alto de MOS se diferenciando dos demais solos, com valores de MOS, variando de 1,15 % no PLAV a 1,85% no Potreiro. A MOS maior na Mata indica que o uso e manejo empregado nos demais solos em estudo reduziram o teor de C no solo. Este resultado também foi encontrado por Portugal (2010) que interpretou os valores de MOS em solos com diferentes cultivos. Assim como os autores Houghton et al. (1991), que atribuem a diminuição da MOS aos processos acelerados de mineralização e menor aporte de materiais orgânicos em sistemas manejados.

Considerando que a origem da MOS, segundo Silva (2008), são os compostos que contêm carbono, como microrganismos vivos e mortos, resíduos

de plantas e animais parcialmente decompostos e produtos de suas decomposições, a Mata se apresentou como sistema mais rico em compostos orgânicos. A maioria dos solos apresenta MOS variando de 0,5% a 5,0%, nos horizontes superficiais (Silva 2008), então os solos em estudo estão na faixa normal para solos minerais.

A matéria orgânica do solo (MOS) não apresentou diferenças significativas entre seus valores nos diferentes usos e manejos na profundidade 60-80 cm (Figura 21). Os solos apresentaram valores baixos de MOS nos horizontes subsuperficiais. Isto é explicado pelo impedimento da descida de carbono orgânico na profundidade do perfil, que acaba se acumulando nas camadas mais superficiais do solo. Os valores de MOS em profundidade apresentados permitem afirmar que os usos e manejos dos solos contribuíram para o aumento e acúmulo dos teores de MOS em superfície. Resultados semelhantes foram encontrados por Portugal (2010). O autor afirma que alguns de seus solos em estudo apresentaram melhor qualidade química, pela reposição dos nutrientes perdidos e manutenção de um sistema com palhada sem revolvimento, que elevou o teor de C do solo e a CTC, contribuindo para o incremento na fertilidade do solo.



Médias sem identificação por letras não diferem entre si significativamente em cada profundidade. Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si significativamente em cada profundidade.

Figura 21. Valores de matéria orgânica dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV).

3.9 CTC do Solo

A CTC dos solos na camada de 0-20 cm apresentou diferenças significativas entre usos e manejos. Foi verificada a maior CTC no solo da Mata e valores intermediários de CTC no SAF e Potreiro. O PLAV apresentou o menor valor de CTC (Figura 22).

A capacidade de troca catiônica alta encontrada na Mata pode ser explicada pelo aporte de resíduos vegetais depositados naturalmente no sistema, sem revolvimento e exposição do solo, segundo Tony et al. (2015), a matéria orgânica é considerada fonte de nutrientes no sistema. Visto que a CTC foi estimada a partir da soma dos cátions presentes no solo, a incorporação e manutenção destes cátions no solo esta sendo mais eficiente na MATA.

AMO, por possuir grande quantidade de cargas nos grupos funcionais, permite varias interações entre elementos, o que pode evitar perdas de nutrientes por lixiviação (Tony et al., 2015). As várias interações influenciam significativamente a CTC e, segundo Canellas et al. (2003), as interações da MO são importantes, principalmente em solos que irão sofrer intemperização, e em alguns casos a MO pode contribuir com 20 a 90 % da CTC do solo.

Outra forma de associar o valor de CTC com o conteúdo de MOS é apresentada por Fontes et al. (2001), que afirmam que a MOS apresenta vários grupos funcionais, fenólicos e carboxílicos, que podem liberar o H⁺ que irá compor os íons envolvidos na CTC do solo.

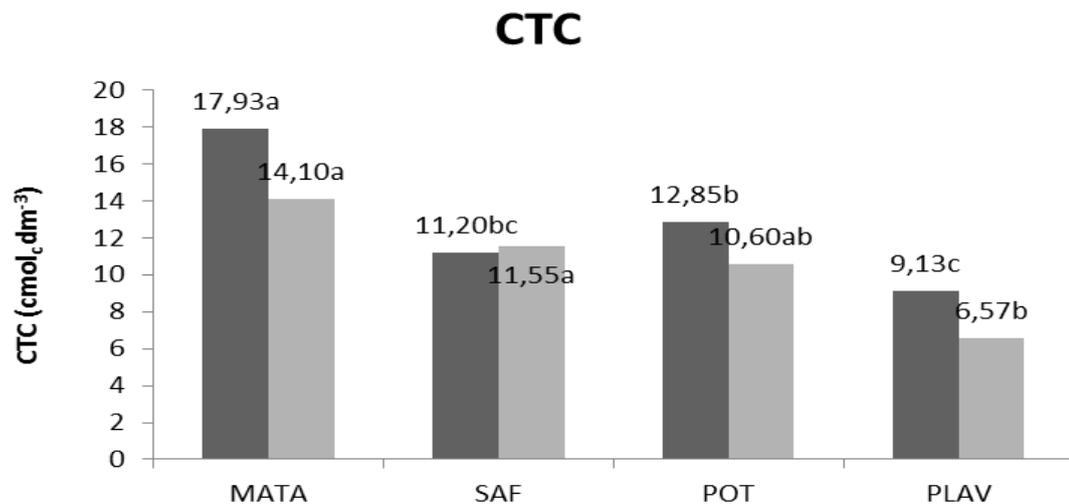
A CTC mais baixa encontrada nos outros tratamentos em comparação com o solo da mata também foi relatada no estudo de Portugal et al. (2010), onde este compara a CTC da Mata com a de outros solos com uso agrícola e afirma que a redução da CTC ocorre devido à diminuição do teor de C orgânico pela queimada, aração e gradagem e também as variações nos teores de argila.

A CTC dos solos em profundidade (60-80 cm) apresentou diferenças significativas entre os usos e manejos. O padrão de diferenças encontrado é igual ao da CTC em superfície, onde a Mata apresenta maior valor de CTC e o PLAV apresenta o menor valor. Estas alterações nos valores de CTC em profundidade, que não sofre alterações diretas pelo uso e manejo, está relacionada a origem aluvial dos solos de planície, formados a partir de deposições de diferentes materiais.

O valor mais baixo de CTC em profundidade era esperado, pois como

já foi discutido a CTC apresenta relação estreita com MO e em profundidade os valores de MO no solo são menores.

A CTC dos solos em estudo apresentou-se maior em superfície na Mata, Potreiro e PLAV, sendo o SAF o único a apresentar pequeno decréscimo de CTC na superfície, onde ocorrem alterações pelo manejo. É possível observar que já ocorreram alterações na CTC destes solos ao longo dos anos com emprego dos respectivos manejos.



Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si significativamente em cada profundidade.

Figura 22. Valores de CTC dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV).

3.10 Alumínio (Al)

Os teores de Al dos solos em superfície apresentaram diferenças significativas entre os usos e manejos na profundidade de 0-20cm (Figura 23). Devido à ausência de homogeneidade de variância entre usos da terra, foi usado o método não paramétrico (teste “Kruskall Wallis”).

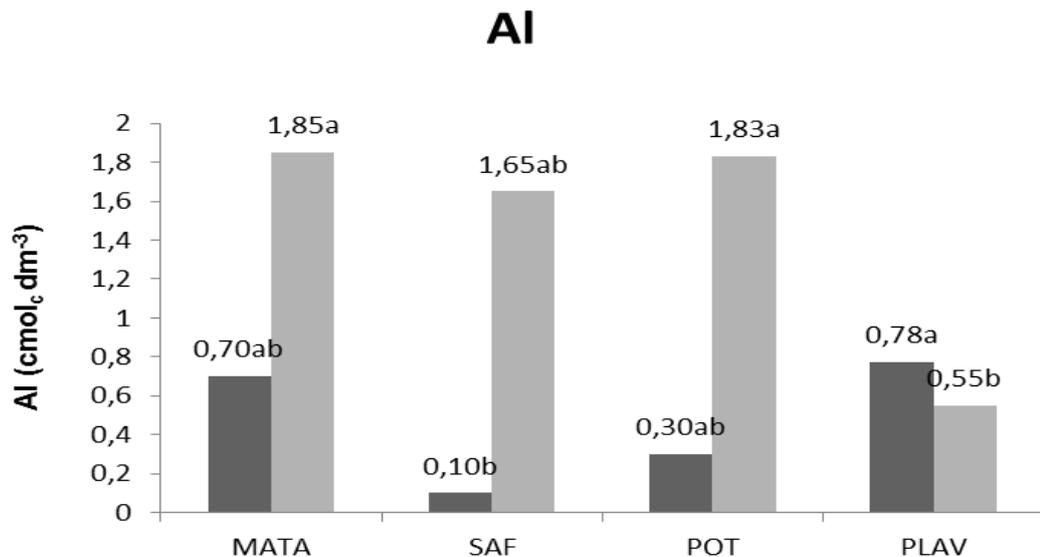
Os solos da Mata e do Potreiro apresentaram os teores mais altos de Al no solo em superfície. Este teor alto pode ser explicado, no solo da Mata, pelo baixo pH do solo e o teor do elemento encontrado no material de origem (teor em profundidade). Segundo Portugal et al 2010, a acidez trocável (Al) é reduzida à medida que o pH aumenta. O pH baixo encontrado na Mata não contribuiu para diminuição do Al. Valores baixos de pH, abaixo de 5

particularmente, propiciam o aumento de solubilidade do alumínio (FOY, 1974). Valores altos de MOS na mata em relação a outros usos do solo também foram encontrados por outros autores (Portugal et al., 2010, Santos et al., 2010).

O teor baixo de Al encontrado no solo do SAF pode ser atribuído à faixa de pH mais alta deste solo (pH 5,3) e à presença de MOS. Segundo Silva (2008), os ácidos orgânicos presentes na MOS podem diminuir a toxidez por Al, pois participam do processo de complexação, alterando sua mobilidade e solubilidade. Embora a toxidez por Al seja uma das principais limitações para o desenvolvimento de plantas, pela capacidade de gerar acidez no solo (Marschner, 1995), este pode ser diminuído reduzido à medida que o pH aumenta.

Segundo Bissani et al (2008), o Al trocável é totalmente neutralizado quando o pH do solo atinge valores entre 5,5 e 6,0. Valores de pH próximos de 5,5 foram encontrados nos solos do SAF (pH 5,3) e Potreiro (pH 5,15). Assim estes solos não devem promover toxidez por Al se mantiverem os valores de pH.

Os teores de Al dos solos apresentaram diferenças significativas entre os usos e manejos na profundidade de 60-80 cm (Figura 29). Com destaque para o PLAV, que apresentou os valores mais baixos de Al. Os valores de Al^{3+} trocável foram maiores em profundidade. Este resultado também foi encontrado por Portugal et al. (2010), onde foi observado o aumento de Al em com o aumento da profundidade do solo e o maior valor de Al em área de mata. O uso e manejo dos solos, com suas condições de pH e MOS interferiram na dinâmica do Al^{3+} trocável nos horizontes mais superficiais do solo.



Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si significativamente em cada profundidade.

Figura 23. Valores de Al^{3+} trocável dos solos em profundidade 0-20cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV).

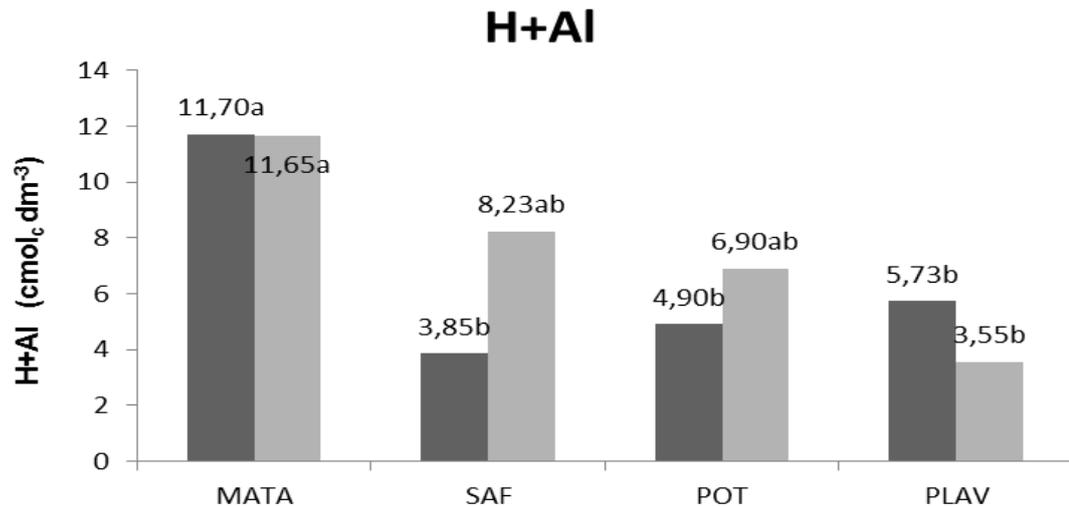
3.11 Acidez potencial do solo

Os valores de acidez potencial do solo, representados por H+Al, apresentaram diferenças significativas entre os usos e manejos na profundidade de 0-20 cm.

A Mata se destaca com maior acidez potencial ($11,7 \text{ cmolc dm}^{-3}$). Resultado semelhante foi encontrado por Portugal et al. (2010) onde este justifica que este maior valor está relacionado ao maior teor de MOS, que libera íons H no sistema e contribui para a acidez potencial. Cardoso et al (2011) reafirma estes resultados em seu trabalho e atribui a fonte de acidez à serapilheira. Os demais usos e manejos empregados nos solos apresentaram menores valores de acidez potencial.

Os valores de acidez potencial do solo apresentaram diferenças significativas entre os usos e manejos na profundidade de 60-80 cm (Figura 31).

Os valores de H+Al permaneceram altos em profundidade e a Mata apresentou o valor mais alto de acidez potencial ($11,65 \text{ cmolc dm}^{-3}$), havendo relação direta com o pH. Maiores valores de acidez encontrados podem ser atribuídos aos altos valores de Al encontrado em profundidade (Figura 31).



Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si significativamente em cada profundidade.

Figura 24. Valores de H+Al dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV).

3.12 Fósforo (P)

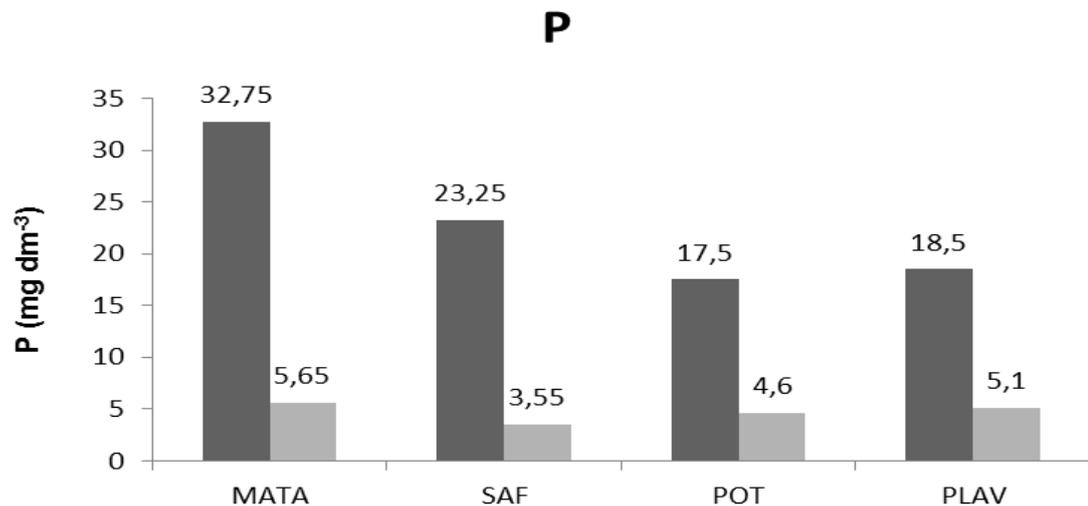
Os teores de fósforo (P) nos solos foram pouco variáveis não apresentando diferenças significativas entre os manejos.

O P é considerado macronutriente para as plantas e está presente no solo nas fases sólidas e líquidas. Variações nos teores de P no solo estão relacionadas à natureza do material de origem, posição no relevo e grau de desenvolvimento dos solos (Fontana, 2013). Assim, solos originados do basalto, por exemplo, apresentam altos teores de P, enquanto que em solos com outras origens ou grau de intemperismo mais avançado, com maiores perdas de P, a tendência é de que ocorram menores teores naturais de P.

Devido à baixa solubilidade dos compostos fosfatados no solo, a quantidade de P na solução é pequena. A concentração de P na solução do solo, na maioria dos casos, é de 0,1 mg dm⁻³ (Bissani, 2008). Nenhum solo em estudo recebe adubação fosfatada. Mesmo em meio a diferentes manejos, com diferentes aportes de onde o P, pode ter se originado (dejetos e matéria orgânica).

Os teores de fósforo (P) nos solos foram pouco variáveis não apresentando diferenças significativas na profundidade de 60-80 cm. É possível relacionar estes teores mais baixos de P em profundidade, quando comparados aos de superfície, com menores quantidades de fontes de P, como material vegetal e dejetos. Segundo Mello et.al (1981), A disponibilidade de P pode ser

melhorada com a incorporação de matéria orgânica no solo. Além disto, os teores poucos variáveis, sem diferenças significativas, indicam que os solos foram desenvolvidos, mesmo que por deposições aluviais, por materiais de origem semelhantes.



Médias sem identificação por letras não diferem entre si significativamente em cada profundidade.

Figura 25. Valores de fósforo dos solos em profundidade de 0-20 cm em preto e em profundidade 60-80 cm em cinza, sob uso e manejo da Mata, Sistema agroflorestal (SAF), Potreiro (POT) e Plantas de Lavoura (PLAV).

4 Conclusões

Os atributos químicos e físicos dos solos sofreram alterações nos diferentes usos e manejos.

Indicadores físicos em estudo não apresentaram diferenças estatísticas significativas, mesmo apresentando variações nas médias entre os usos e manejos. As condições mínimas desejáveis de macroporosidade não foram verificadas em nenhum dos solos em estudo.

Indicadores químicos do solo avaliados apresentaram diferenças significativas, como o pH, a saturação por bases (V%), a MO, a CTC, o AI e a acidez potencial.

Os maiores valores de CTC e MO foram verificados na MATA, unidade de paisagem sem uso e ocupação agrícola.

Cada uso e manejo alterou o pH do solo em superfície, sendo que o manejo mais eficiente na diminuição da acidez do solo foi encontrado no SAF.

O SAF também apresentou a maior saturação por bases, não acompanhada de caracteres sódico, sálico ou salino, indicando que a partir destes

indicadores, o manejo empregado no sistema esta propiciando a manutenção da qualidade do solo.

O solo do Potreiro apresentou valores intermediários em todos os indicadores químicos estudados.

O solo sob uso e manejo de Plantas de lavoura (PLAV) apresentou menor CTC, menor MO, menor CE, maior teor de Al. Apresentou valores intermediários de acidez potencial, V % e pH do solo, em comparação aos demais solos em estudo.

Os indicadores químicos são mais sensíveis e indicam diferenças significativas entre os diferentes usos e manejos dos solos. Nas áreas de estudo, tem-se claramente um ambiente de deposição. Assim, na profundidade de 60 a 80 cm, este aspecto, mais do que o uso e manejo, foi determinante.

CAPÍTULO IV: PROPOSTA DE ESTUDO DA PAISAGEM NO LEVANTAMENTO DE SOLOS DA PLANÍCIE DO ARROIO DILÚVIO

1 Introdução

Os levantamentos de solo compreendem várias etapas a campo, como por exemplo, a descrição morfológica de perfis de solo. Esta é uma etapa inicial de um levantamento e é realizada com o estudo da morfologia do solo. Refere-se à descrição das propriedades detectadas pelos sentidos táteis e de visão, como cor, textura, estrutura, porosidade, consistência e transição de horizontes nos perfis. Além destas observações pontuais no perfil, há também o registro de outras descrições, como a do meio físico, com o intuito de complementação da descrição do perfil no campo. Na descrição geral do meio físico são especificados os dados sobre posição do perfil no relevo (topo, terço superior, médio ou inferior da encosta), declive local, cobertura vegetal do local e entorno (cultivo, pastagem, preservação ou reflorestamento), litologia (rochas ou sedimentos), pedregosidade, erosão e drenagem. Como cada perfil de solo observado apresenta morfologia própria, os estudos e descrições devem ser criteriosos para permitir uma visão integrada deste na paisagem.

As paisagens dos locais de estudo devem ser observadas, descritas e interpretadas, principalmente nas primeiras etapas do levantamento de solo. Os registros são usados para auxiliar na descrição e posterior classificação dos horizontes do solo, sendo úteis até as etapas de enquadramento do perfil em algum sistema de classificação. A percepção e o registro de características do

meio físico servem de apoio na inferência de processos de formação do solo, ou processos ainda atuantes, como a gleização, ferrólise ou lessivagem, por exemplo. Estes processos geralmente estão ligados à posição do solo no relevo e algumas condições ambientais determinadas. Os dados podem ainda ser interpretados como indicadores de degradação ou qualidade dos solos nestes locais, ou mesmo auxiliar na predição do comportamento do solo em relação a usos e ocupações futuras.

Nas demais etapas do levantamento, os dados de análises químicas, físicas e mineralógicas ganham maior evidência e são determinantes para a classificação dos perfis. Os dados observados em campo seguem importantes e as observações sobre a paisagem complementam os dados analíticos.

Leituras e estudos da paisagem já vêm sendo realizados pelos pedólogos. Desde o início de um levantamento até a elaboração do produto final, seja na caracterização dos perfis ou na elaboração dos boletins técnicos, a paisagem é usada como apoio. Os mapas de solos, muitas vezes apresentados como boletins técnicos, poderiam explorar e apresentar os métodos empregados no estudo da paisagem. Por fim, alguns boletins exibem paisagem dos locais do mapeamento, mas não seguem metodologias específicas. Poucos trabalhos exploram informações da paisagem, muitas vezes limitando o entendimento das informações a pesquisadores da área de solos.

A partir disto, este trabalho visa apresentar uma metodologia de estudo da paisagem que complemente os trabalhos de caracterização, classificação e mapeamento de solos. Irá apresentar um exemplo de estudo que pode ser incluído em boletins técnicos de levantamentos. Além de justificar a importância deste estudo para tornar trabalhos da ciência do solo mais acessíveis para diversos públicos

2 Material e métodos

2.1 Áreas de estudo

Foram utilizadas quatro Unidades de Paisagem (UP), localizadas na Faculdade de Agronomia UFRGS. As Unidades de Paisagem se diferenciam pelo histórico e atual uso e manejo empregado, como segue:

UP1(Mata): Área: 8.000 m²; 30-40 anos de idade com esta ocupação; Área de Preservação; Sem uso Agrícola; Sem manejos.

UP2 (Sistema Agroflorestal): Área: 4.465 m²; Sistema implantado há 10 anos; Vegetação diversificada com espécies arbóreas, arbustivas e rasteiras; Com uso agrícola experimental;

UP3 (Potreiro): Área: 11.800 m²; Sistema de pastagem implantado há 37 anos; Vegetação de gramíneas rasteiras; Local para descanso de animais (equinos e ovinos).

UP4 (Plantas de lavoura): Área: 5.172 m²; Uso da área como unidade demonstrativa com cultivo de espécies de plantas de lavoura (aveia, mandioca, feijão, milho, mucuna, soja); Variados manejos empregados em glebas da área, com dessecação, uso de herbicida, mecanização e capina manual.

2.2 Metodologia para leitura da paisagem

Uma metodologia que vem ao encontro da problemática e dos conceitos apresentados como referência é encontrada no material didático *Temáticas Rurais*, proposta por Verdum & Fontoura (2009).

Quanto ao método de análise da paisagem, é proposta a adoção de três formas. Uma análise descritiva da paisagem, onde os elementos que a compõem são enumerados e têm suas formas discutidas, sendo restrita aos aspectos visuais e reais presentes e a sua morfologia. A análise sistêmica deve combinar os elementos físicos, biológicos ou sociais e ser realizada em várias dimensões, sem a dissociação do natural e social. Trata-se do estudo do conjunto, mas com a possibilidade de distinção dos elementos. Esta análise se diferencia da feita na descrição morfológica dos perfis de solo.

A análise perceptiva pode ser feita a partir da descrição do que é perceptível na paisagem e ir além do que se percebe, pela abstração ou alteração de escala no espaço ou tempo. A paisagem pode ser vista como algo real, mas também pela imaginação ou representação. Esta percepção pode variar de acordo com a bagagem de conhecimento ou meio social de cada um. Para reconhecer os elementos da paisagem e a relação existente entre eles é necessário caracterizar o espaço geográfico, utilizando um referencial, que auxilia na compreensão das Unidades de Paisagem.

As diferenciações entre as UP estão baseadas, essencialmente, em quatro critérios: a forma, a função, a estrutura e a dinâmica. Este método de

identificar a UP pode ser adotado em levantamento de solos e acompanhar os boletins técnicos.

A forma se refere aos elementos visíveis, de fácil reconhecimento em campo, pela visão, por fotografia ou imagens de satélite, por exemplo. Os elementos morfológicos podem ser um recurso hídrico, a cobertura vegetal, o relevo.

A função se refere às atividades que são desenvolvidas ou criadas socialmente, como uso do espaço, atividades de exploração, ou atividades agrícolas. As atividades que exercem função podem ser reconhecidas pela comparação de aspectos com outras paisagens sem exploração e mesmo percebidos visualmente.

A estrutura é reconhecida por conter os valores e as funções dos objetos criados em algum momento da história do local, pode se dizer que é uma indicadora sobre a natureza social ou econômica dos espaços construídos.

A dinâmica se refere a ações existentes, o resultado desta constrói as diferenças na paisagem, ao longo do tempo e das mudanças. Podem ser reconhecidas várias dinâmicas em cada UP e inclusive conexões entre elas, como por exemplo, processos geológicos, processos erosivos ou de formação de solos. As dinâmicas também podem revelar sobre intervenções já realizadas na UP e não só processos naturais.

A proposta neste trabalho é a adoção da metodologia apresentada (VERDUM e FONTOURA, 2009) para a leitura de Unidades de Paisagem. Os exemplos de estudos a seguir serão apresentados para justificar a viabilidade do emprego da metodologia. As imagens foram registradas na prospecção de campo, fase inicial de um levantamento de solos. A leitura será a partir do nível da observação e diferenciação da paisagem.

3 Resultados e discussão

3.1 Leitura da paisagem da Mata



Figura 26. Estudo da paisagem a partir da observação dos elementos que a compõem- Área na Faculdade de Agronomia UFRGS, Mata.

Forma:

A- Relevo plano; Planície aluvial do Arroio Dilúvio, o solo pode ser resultado de processos físicos de deposição do arroio. Mudanças históricas do ambiente ao longo do tempo podem estar registradas na planície. Os processos de formação mais comumente associados aos solos de planície são a lessivagem, gleização e ferrólise. Local de acúmulo de sedimentos.

B- Arroio Dilúvio: leito do arroio Dilúvio, por onde o corpo hídrico superficial percorre seu curso dentro da FAGRO.

Funções:

1- Serapilheira (littera) no solo: Cobertura do solo proveniente dos resíduos de espécies vegetais da mata. Protege o solo do impacto provocados pelas gotas e do escoamento superficial.

2- Vegetação arbórea desenvolvida: A presença das árvores desenvolvidas contribui para produção de biomassa para o solo. A produção de biomassa se dá após a senescências das espécies arbóreas, que aportam materiais no solo. As árvores desenvolvidas, ou de porte grande, também fornecem sombra ao sistema, além de seu sistema radicular auxiliar na contenção da erosão do talude.

3- Vegetação arbórea em desenvolvimento: As árvores em diferentes estágios de desenvolvimento poderão manter o fornecimento de resíduos, aporte de nutrientes e material orgânico ao longo do tempo. Irão permitir a manutenção da Mata ao longo dos anos.

4- Diversidade de espécies vegetais: As diferentes espécies contribuem com diferentes teores e conteúdos de nutrientes para o solo. Além disto, apresentam diferentes sistemas radiculares que exploram e abrem canais diferentes no solo.

Processos e Dinâmicas:

5- Resíduos de vegetação para ciclagem: a ciclagem de nutrientes no solo se dá a partir da decomposição e mineralização. Os resíduos vegetais depositados sobre o solo apresentam diferentes velocidades de degradação e liberação de nutrientes. Estes resíduos após ciclagem enriquecem o solo com nutrientes.

6- Sombreamento: o crescimento de algumas espécies pode ser favorecido pela sombra das árvores maiores. A sombra também interfere em fatores do ambiente como a temperatura e umidade, formando microclimas no sistema.

7- Erosão do solo: processos de erosão no talude, relacionados aos fluxos do Arroio Dilúvio. A estabilidade do talude deve estar sendo mantida pelo sistema radicular da árvores, mas é possível a visualização de perdas de solo para o Arroio.

Estrutura:

A Mata não apresenta diversificação de produção, porém apresenta variações das espécies vegetais, não sendo composta por uma monotonia de

indivíduos. É possível encontrar neste solo, sistemas radiculares superficiais e profundos, além de acúmulo contínuo de biomassa. As espécies vegetais, arbóreas, formam uma UP que se distingue das demais em estudo, sobretudo por não compreender uso e manejo agrícola, sendo uma boa testemunha para estudos de comparação.

3.2 Leitura da paisagem do SAF



Figura 27. Estudo da paisagem a partir da observação dos elementos que a compõem - Área Experimental na Faculdade de Agronomia UFRGS, Sistema Agroflorestal.

Forma:

A- Relevo plano; Planície aluvial do Arroio Dilúvio.

Funções:

1- Vegetação rasteira (cobertura do solo): as características químicas e físicas dos solos podem ser melhoradas, considerando a capacidade produtiva, com menor revolvimento e presença de cobertura vegetal. A vegetação exerce a

função de proteção, o solo permanece mais protegido de perdas de nutrientes por lixiviação, da compactação pelo impacto de gotas e erosão.

2- Vegetação arbórea desenvolvida: A presença de árvores no sistema contribui para produção de biomassa para o solo (além de produzir lenha e frutos). A produção de biomassa se dá após a senescências das espécies arbóreas, que aportam materiais no solo. As árvores desenvolvidas, ou de porte grande, também fornecem sombra ao sistema.

3- Vegetação arbórea em desenvolvimento: As árvores em diferentes estágios de desenvolvimento poderão manter o fornecimento de resíduos, aporte de nutrientes e material orgânico ao longo do tempo. Poderá ser mantido o aporte contínuo de material senescente alimentando o sistema.

4- Diversidade de espécies vegetais: As diferentes espécies contribuem com diferentes teores e conteúdos de nutrientes para o solo. Além disto, apresentam diferentes sistemas radiculares que exploram e abrem canais diferentes no solo.

5- Diversidade de cobertura vegetal: As diversas coberturas vegetais também contribuem com diferentes sistemas radiculares nas camadas mais superficiais do solo. Também apresentam diferentes respostas de resistência a estresses do ambiente, deixando o solo mais protegido em diferentes situações.

Processos e Dinâmicas:

6- Ciclagem de nutrientes sobre o solo: a ciclagem de nutrientes no solo se dá a partir da decomposição e mineralização. Os resíduos vegetais depositados sobre o solo apresentam diferentes velocidades de degradação e liberação de nutrientes. Alguns resíduos apresentam rápida decomposição e liberação de nutrientes e a liberação mais lenta garante a permanência do resíduo por mais tempo para ciclagem.

7- Sombreamento: o crescimento de algumas espécies pode ser favorecido pela sombra das árvores maiores. A sombra também interfere em fatores do ambiente como a temperatura e umidade, formando microclimas no sistema.

Estrutura:

O SAF compõe um sistema, com diversificação de produção, sistemas radiculares superficiais e profundos, além de produção contínua de

biomassa para o solo. A estrutura artificial para este sistema pode ser considerada mínima, visto que as funções dos elementos compõem e estruturam o sistema. As próprias espécies vegetais são capazes de aliar a produção agrícola, preparo e conservação do solo.

3.3 Leitura da paisagem do potreiro

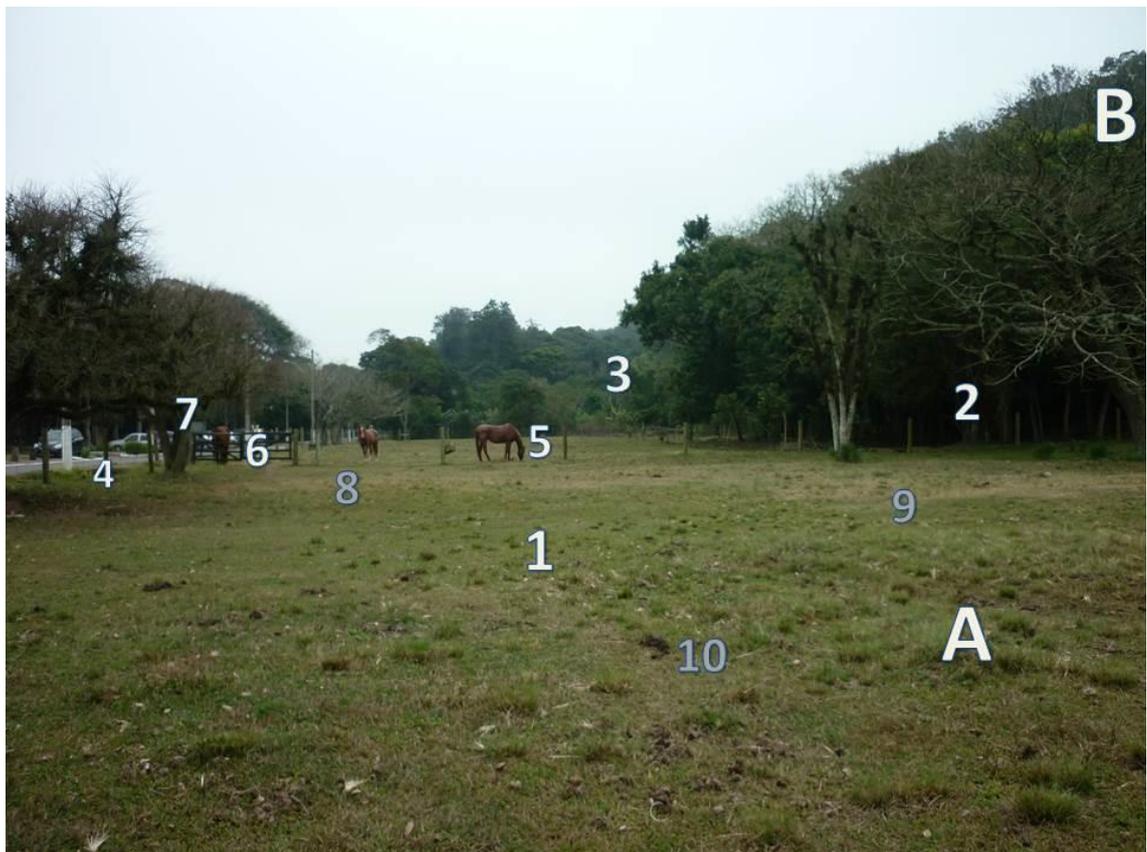


Figura 28. Estudo da paisagem a partir da observação dos elementos que a compõem - Área da Faculdade de Agronomia UFRGS, piquetes com lotação animal.

Formas:

A- Planície- Planície Aluvial do Arroio Dilúvio, o solo pode ser resultado de processos físicos de deposição do arroio. Mudanças históricas do ambiente ao longo do tempo podem estar registradas na planície. Os processos de formação mais comumente associados aos solos de planície são a Lessivagem, Gleização e Ferrólise. Local de acúmulo de sedimentos.

B- Morro- Morro Santana. A FAGRO está na região do município chamada de “crista de Porto Alegre”, onde ocorrem morros a partir da formação

Granito Santana. Os solos desta formação geralmente estão pouco intemperizados com pequena cobertura de rocha alterada.

Funções:

1- Pastagem - Campo nativo sem melhoramento de pastagem, serve de forragem ou alimento para os animais que são alocados nas áreas.

2- Capão - Vegetação arbórea com espécies variadas já estabelecidas, presença de árvores frutíferas ainda com pequeno porte na bordadura. Mata ciliar do Arroio Dilúvio. Funciona como abrigo, fornecendo sombra e conforto climático aos animais.

3- Vegetação arbórea- Diferente da composição florística do campo de pastejo, limita a área de pastejo dos animais. Outro uso e ocupação do solo.

4- Canal de água artificial (Vala)-Drenagem entre a estrada asfaltada e a planície. Alterações nos fluxos hídricos naturais da região.

5- Cavalos- Animais alocados e utilizados em estudos do curso de Agronomia, Zootecnia e Veterinária da UFRGS. Lotação com peso animal sobre o solo.

6- Cercas e porteiras- Limitantes dos piquetes, sugere que existe pastejo rotativo, isolamento dos animais de algumas áreas por alguns períodos ou mesmo controle de lotação animal.

7- Via de acesso com Estacionamento – Fácil acesso as instalações do campus, com estrada asfaltada e fluxo de veículos.

Processos e dinâmicas

8- Degradação de vegetação- Pelo trânsito recorrente dos animais entre os piquetes, pisoteio ou compactação do solo.

9- Degradação da vegetação- Menor oferta de forragem, com menor desenvolvimento vegetal, por menor profundidade do solo, indicando desuniformidade nas características deste. A heterogeneidade mesmo dentro da mesma UP foi percebida no estudo 2. Fertilidade ou atributos que condicionam qualidade na pastagem estão alterados.

10- Esterco Equino- Aporte influencia na ciclagem de nutrientes sobre a pastagem. A liberação de nutrientes ocorre por diferentes processos de degradação no solo.

São notórias várias funções de um agroecossistema com produção animal, sem alta mecanização ou tecnificação. O ambiente natural é explorado e pouco alterado (nos últimos anos) para o uso e manejo com os animais. Também pode ser notada a preservação de parte da mata nativa da região. Vegetação mais densa que deveria ocupar a planície e foi removida para a exploração da área.

Estrutura:

Área conduzida para fins experimentais visto à baixa qualidade da pastagem e poucas estruturas de apoio para alimentação dos animais. Para produção comercial as áreas exploradas são mais extensas.

3.4 Leitura da paisagem nas Plantas de Lavoura

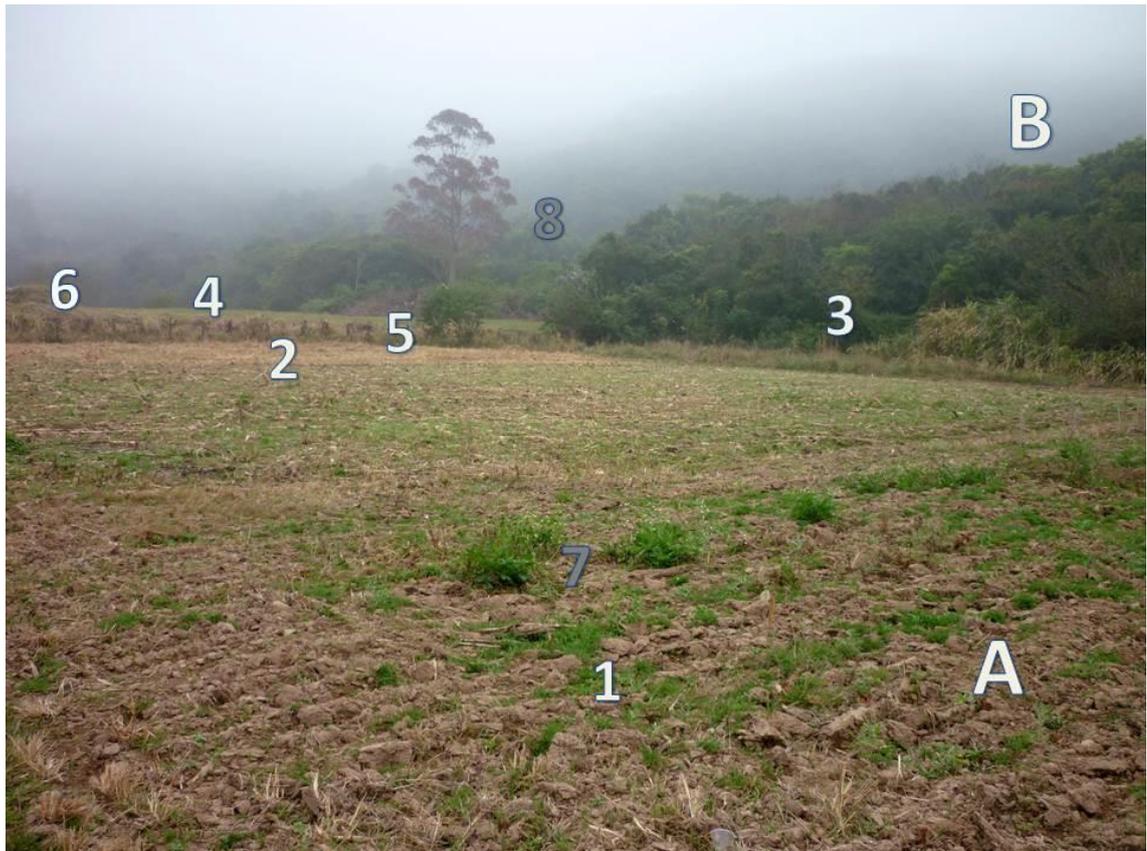


Figura 29. Estudo da paisagem a partir da observação dos elementos que a compõem - Área da Faculdade de Agronomia UFRGS, lotes com plantas de lavoura.

Forma:

A- Planície- Planície Aluvial do Arroio Dilúvio, o solo pode ser resultado de processos físicos de deposição do arroio. Declividade nula ou ligeira. Os processos de formação mais comumente associados aos solos de planície são a lessivagem, gleização e ferrólise. Há o revolvimento superficial do solo, para a semeadura e cultivo.

B- Morro- Morro Santana. A FAGRO situa-se próxima a formação Granito Santana, que geralmente está pouco intemperizado com pequena cobertura de rocha alterada. Um pouco encoberto pela neblina do local está o Morro Santana.

Funções:

1- Parcela com plantas de lavoura- Área preparada com semeadura de espécie de inverno (aveia), que antecede outra cultura de interesse no verão. Indica que há sucessão de culturas, permitindo que o solo não permaneça em pousio, ou descoberto por longos períodos de tempo. A variação de espécies cultivadas no local contribui com uma diversidade de sistemas radiculares atuando no solo.

2- Parcela com plantas de lavoura sob plantio direto- área com presença de resíduos de cultura anterior (milho) ainda presente na superfície. Indica que a dinâmica de ciclagem de nutrientes, cobertura do solo e sistema de cultivo é diferente da outra área.

3- Capão- Mata ciliar do Arroio Dilúvio, com espécies arbóreas que contribuem na contenção da erosão e perda de solo nas margens do arroio.

4- Pastagem - Outro sistema com cobertura vegetal rasteira, pastagem ou simples cobertura do solo, não está sendo utilizada com produção animal ou vegetal. Área sem manejo agrícola.

5- Canal de drenagem- Vala nos limites de duas áreas com usos diferentes. O canal acumula e conduz a água até o Arroio Dilúvio.

6- Deposição de detritos- Depósito de solo e/ou sedimentos de outra região alocados no local.

Processos e dinâmicas:

7-Crescimento de plantas invasoras – Presença de espécies espontâneas se desenvolvendo sobre o solo descoberto. Na área com solo coberto com resíduos do cultivo anterior há um crescimento de plantas invasoras, onde estas competem pelos recursos do sistema.

1- Topoclima- Neblina formada pelas configurações do terreno em relação ao relevo e a radiação solar, com acúmulo de ar frio. Com as mudanças de temperatura ao longo do dia ou da noite a neblina se dissipa ou aumenta.

Estrutura:

As funções identificadas são coerentes com um agroecossistema de plantas de lavoura, inclusive a monotonia de espécies que caracterizam as monoculturas. O espaço é utilizado para experimentação, pois ocupa pequenas glebas.

3.5 Análises das Paisagens

Quando Verdum e Fontoura propõe um roteiro metodológico para a leitura da paisagem, os autores expõem primeiramente um texto, e com parte deste é possível justificar como a concepção da geografia pode estar próxima das leituras realizadas no levantamento de solos, onde já há uma referência e utilização de um conjunto de dados do até então chamado “meio físico”.

(...) Os geógrafos analisam os elementos que compõem a paisagem, em função de sua forma e magnitude, e propõem uma classificação das paisagens. Assim sendo, é de fundamental importância, nesse tipo de procedimento, que a paisagem seja considerada como o conjunto dos elementos da natureza que podem ser observados a partir de um ponto de referência. Além disso, na leitura da paisagem, é possível definir as formas resultantes da associação do ser humano com os demais elementos da natureza (Verdum e Fontoura, 2009).

São propostas análises descritivas, sistêmicas e perceptivas. A análise descritiva já vem sendo realizada pelos pedólogos, geralmente no início de um levantamento, com observações para a caracterização dos perfis. Onde alguns elementos da paisagem podem servir para escolha de locais de gradagem, abertura de trincheiras. A análise sistêmica pode ser identificada no levantamento do solo, onde a percepção e registro de características do meio físico servem de apoio na inferência de processos de formação do solo, ou dinâmicas ainda atuantes. Os processos geralmente estão ligados à posição do solo no relevo e algumas condições ambientais determinadas. Esta análise permite que os dados observados possam ser usados como indicadores de degradação ou qualidade dos solos nestes locais, ou mesmo auxiliar na predição do comportamento do solo em relação a usos e ocupações futuras.

4 Conclusões

As formas e dinâmicas apresentadas nos locais de estudos de solos são registradas em fichas de campo, mas não seguem uma metodologia determinada.

As paisagens são observadas, descritas e interpretadas e os registros são usados para auxiliar na descrição e posterior classificação dos solos. Algumas formas podem ser úteis até a etapa de mapeamento.

A leitura da paisagem, com apresentação dos elementos que a compõem, pode ser adotada e apresentada junto a levantamentos de solos.

Os produtos finais, mapas e boletins, podem ser complementados com as leituras. Tanto a leitura expedita quanto a interpretação dos elementos tornariam parte dos estudos de solo mais acessíveis para diversos públicos, já que muitas inferências são feitas a partir da análise sistêmica, e não somente baseadas em conhecimentos técnicos sobre solos.

CAPÍTULO VI- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos de planície aluvial do arroio Dilúvio foram classificados como Cambissolo Flúvico Ta distrófico Típico na mata e sistema agroflorestal. O solo do potreiro foi classificado como Cambissolo Flúvico ta distrófico Gleissólico e nas plantas de lavoura o solo foi classificado como Gleissolo Háplico Ta distrófico cambissólico.

Foram encontradas descontinuidades litológicas em todos os perfis dos solos estudados e um gradiente de hidromorfismo.

Os atributos químicos e físicos dos solos sofreram alterações nos diferentes usos e manejos.

Indicadores químicos do solo avaliados apresentaram diferenças significativas, como o pH, a saturação por bases (V%), a MO, a CTC, o Al e a acidez potencial. Os maiores valores de CTC e MO foram verificados na MATA, unidade de paisagem sem uso e ocupação agrícola.

As condições mínimas desejáveis de macroporosidade não foram verificadas em nenhum dos solos em estudo. A macroporosidade foi afetada pela presença de silte em todos os solos estudados indicando que a baixa macroporosidade é uma característica natural dos solos.

Os solos apresentaram pequenas diferenças e pouca influencia do uso e manejo dos últimos anos nas classificações, em um ambiente de formação semelhante. Os atributos químicos e físicos dos solos apresentaram diferenças mais expressivas, evidenciando as alterações por cada uso e manejo. Por fim as mudanças pelos usos e manejos foram mais claramente visíveis pela diferenciação de cada unidade de paisagem ao longo da planície aluvial.

REFÊRENCIAS

ALMEIDA, J.A.; KLAMT, E.; KÄMPF, N. Gênese do contraste textural e da degradação do horizonte B de um podzólico vermelho-amarelo da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.2, n.2, p. 221-233, 1997.

AMORIM R.R.; OLIVEIRA R.C. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.2, p.177-198, 2008.

ARATANI, R.G. et al. Qualidade de um latossolo vermelho acriférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.677-687, 2009.

ARAÚJO, E.A et al. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012.

ARSHAD, M.A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Zurich, v.88, n.2, p.153-160, 2002.

BARRETO, A.C. et al. Fracionamento químico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n. 4, p. 1471-1478, 2008.

BERTRAND, G. Le paysage entre la nature et la société. In: ROGER, A. (Ed.). **La théorie du paysage en France 1974-1994**. Seyssel: Champ Vallon, 1995. p. 88-108.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Revista RA' E GA**, Curitiba, n. 8. p.141-152, 2004.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The nature and properties of soils**. 13th ed. New Jersey: Upper Saddle River, Prentice Hall, 2002. 960p.

BRAGAGNOLO, J. et al. Compactação do solo induzida por pisoteio bovino em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n.5, 2007.

BAVOSO, M. A. et al. V. Preparo do solo em áreas de produção de grãos, silagem e pastejo: efeito na resistência tênsil e friabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.1, p.227-234, 2010.

BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo de adubação das culturas**. Porto Alegre: Metropole, 2008. 334 p.

CARNEIRO L.F. et al. Macro e microporosidade do solo cultivado com adubos verdes perenes consorciados com a bananeira em um sistema sob transição agroecológica em Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 4., 2012, Glória de Dourados. **Resumos ...** Brasília: EMBRAPA, 2012. p. 5.

CASALINHO, H.D. et al. Qualidade do solo como indicador e agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 3, n. 2, p. 195-203, 2007.

COSTA, M. J. et al. Atributos químicos e físicos de um latossolo sendo influenciados pelo manejo do solo e efeito da gessagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 5, p. 701-708, 2007.

CHAVES, A. A. A. et al. Indicadores de qualidade de latossolo vermelho sob diferentes usos. **Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 446-454, 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

CORNELL, R.M.; SCHWERTMANN, U. **The iron oxides**: structure, properties, reactions, occurrence and uses. Weinheim: VCH, 1996. 573 p.

DALBEM R.P et al. Delimitação de unidades de paisagem: conceito e método aplicados ao município de Paranaguá/ PR/ Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11., 2005, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: Departamento de Geografia/FFLCH/USP, 2005. p. 3429-3438.

DAL FORNO, M.A.R.; MATOS, V.V.L. Parâmetros de qualidade da água do Arroio Dilúvio, Porto Alegre/RS. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 27, p. 112-135, 2001.

DEMATTÊ, J. L. I.; DEMATTÊ, J. A. M. Comparação entre as propriedades químicas de solo das regiões da floresta amazônica e do cerrado do Brasil central. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 272-286, 1993.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W. et al. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSAJ, 1994. p. 3-22.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Banco de Dados Climáticos do Brasil**: município: Porto Alegre- RS. [Base de

Dados]. Disponível em:

<<https://www.cnpn.embrapa.br/projetos/bdclima/balanco/resultados/rs/225/balanco.html>> Acesso em: 25 mar. 2016.

MANUAL de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.

ESPÍRITO SANTO, F.R.C. **Distribuição de óxidos de ferro em uma catena de solos derivados de granito na região fisiográfica na depressão central no estado do Rio Grande do Sul**. 1988. 141f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

FANNING, D.S; FANNING, M.C.B. **Soil morphology, genesis and classification**. New York: John Wiley, 1989. 395 p.

FONTANA, A. et al. Fósforo remanescente em solos formados sob diferentes materiais de origem em três topossequências, Pinheiral- RJ. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2089-2102, set./out. 2013.

FOY, C.D. Soil chemical factors limiting plant root growth. In: HATFIELD, J.L. (Ed.). **Limitations to plant root growth**. New York: Springer, 1992. p. 97-149

FONTES, M.P.F.; CAMARGO, O.A.; SPOSITO, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.627-646, 2001.

GOMES, M.A.F.; FILIZOLA, H.F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 8 p.

GUIDOLINI, J. F. **Atributos físicos e químicos de um argissolo sob diferentes sistemas de uso da terra (SUTs)**. 2015. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2015.

HASENACK, H. et al. (Coord.). **Diagnóstico ambiental de Porto Alegre: geologia, solos, drenagem, vegetação/ocupação e paisagem**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008. 84 p.

HOUGHTON, R.A.; SKOLE, D.L.; FEFKOWITZ, D.S. Changes in the landscape of Latin American between 1850 and 1985. II. Net release of CO₂ to the atmosphere. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 38, n.3, p.173-199, 1991.

KÄMPF, N. O ferro no solo. In: REUNIÃO SOBRE FERRO EM SOLOS INUNDADOS, 1., 1988, Goiânia, **Anais...** Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1988.

KAMPF, N.; SCHWERTMANN, U. Goethite and hematite in a climosequence in southern Brasil and their application in classification of kaolinitic soils. **Geoderma**, Amsterdam, v. 29, n. 1, p. 27-39, 1983.

KARLEN, D.L. et al. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v.61, n.1, p.4-10, 1997.

KIEHL, J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. 3.ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2014. p.263.

LÉGUEDOIS, S. et al. Morphology, chemistry and distribution of neoformed mineral species in agricultural land affected by metallurgical point-source pollution. **Environmental Pollution**, Oxford, v.130, n.2, p.135-148, 2004.

LEWIN, J. Floodplain construction and erosion. In: PETTS, G.; CALOW, P. (Ed.). **River flows and channel forms**. Oxford: Blackwell Science, 1996. 220 p.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, Boca Raton, v.1, p.277-294, 1985.

NORTCLIFF, S. Standardisation of soil quality attributes. **Agriculture Ecosystem & Environmental**, Amsterdam, v. 88, n.2, p.161-168, 2002.

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

MANUAL técnico de pedologia: guia prático de campo. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 134 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINS, M. V. et al. Correlação linear e espacial entre a produtividade do feijoeiro e atributos físicos de um latossolo vermelho distroférico de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p.147-154, 2009.

MENEGAT, R.; KIRCHHEIM, R. E. Lagos, rios e arroios: as doces águas da superfície. In: MENEGAT, R. et al. (Org.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006. p. 35-42.

MEHRA, O.P.; JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soil and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. **Clays Clay Minerals**, Oxford, v.5, p.317-327, 1960.

MIELNICZUCK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999.

PORTO ALEGRE. Departamento Municipal de Águas e Esgotos. Prefeitura Municipal. **A melhoria da qualidade da água do arroio Dilúvio (sub-bacia D-11, Porto Alegre / RS) e sua relação com as ligações de esgoto no sistema separador absoluto do DMAE**. 2009. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/laudo_diluvio_d11_n_14_2009_dvp.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2017.

PEREIRA, F. S. et al. Qualidade física de um latossolo vermelho submetido a sistemas de manejo avaliado pelo índice S. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 87- 95, 2011.

PORTUGAL A.F. et al. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 575-585, 2010.

PUNTEL, G.A. **Paisagem: uma análise no ensino da Geografia**. 2006. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188 p.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. **Propriedades físicas do solo**. Santa Maria: UFSM/Centro de Ciências Rurais, 2006.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxionomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo. n. 6. p.17-29, 1992.

SANTOS, J.D. **Influência de diferentes sistemas agrícolas nas propriedades físicas e químicas das camadas superficiais do solo**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 92 p.

SCHWERTMANN, U. Relations between iron oxides, soil color, and soil formation. In: BIGHAM, J.M.; CIOLKOSZ, E.J. **Soil Color**. Madison: Soil Science Society of America, 1992. p. 51-70.

SCHWERTMANN, U. The differentiation of iron oxide in soil by a photochemical extraction with acid ammonium oxalate. **Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde**, Berlin, v. 105, p.104-201, 1964.

SCHWERTMANN, U. The effect of pedogenic environments on iron oxides minerals. **Advances in Soil Science**, New York, v.1, p.171-200, 1985.

SEYBOLD, C. A; HERRICK, J. E; BREJDA, J. J. Soil resilience: a fundamental component of soil quality. **Soil Science**, Baltimore, v. 164, p. 224-234, 1999.

SILVA, A. S. et al. Propriedades físicas e químicas em diferentes usos do solo no brejo paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 1064-1072, 2013.

SILVA, G.F et al. Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do agreste pernambucano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 25- 35, jul./set. 2015.

SILVA, L.F. **Gênese e classificação de solos do Jardim Botânico de Porto Alegre, RS**. 2014. 85f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2008. 222 p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos UFRGS, 1995. 174 p.

TORRENT, J.; SCHWERTMANN, U.; SCHULZE, D.J. **Iron oxide mineralogy of some two river terrace sequences in Spain**. *Geoderma*, Amsterdam, v. 23, p.191-208, 1980.

VERDUM, R.; FONTOURA, L.F.M. **Temáticas rurais: do local ao regional**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009. 48p.

APÊNDICES

1- Descrições dos perfis de solo

Perfil 1: Cambissolo Flúvico Ta distrófico Típico

Data: 09/11/2016

Localização: Faculdade de Agronomia UFRGS; Mata às margens do Arroio Dilúvio e entre estrada interna da Faculdade; Coordenadas 30°04'13.1"S e 51°08'21.6" W.

Uso e manejo: Sem uso Agrícola; Área de preservação.

Altitude: 40 m.

Material de origem: depósitos aluviais.

Pedregosidade: não pedregosa.

Rochosidade: não rochosa.

Relevo local: plano.

Relevo regional: ondulado a forte ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: bem drenado.

Vegetação: Cobertura vegetal com mata Média.

Uso atual: Área de Preservação; Presença de espaços construídos de uso coletivo. Descrito e coletado por: Edsleine Ribeiro, Luís Fernando da Silva e Paulo César do Nascimento.

Descrição morfológica

A 0-10 cm; 7,5YR 3/2 (úmida); franco argilosa; moderada, pequena/média, granular; friável; plástica e pegajosa; transição clara e plana.

AB 10-22 cm; 10YR 3/4 (úmida); franco argilosa; moderada, média/grande, granular; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

B 22-54 cm; 10YR 3/4 (úmida); franco argiloso; moderada, grande, blocos subangulares; plástica e pegajosa; transição clara e plana.

BC 50-64/80 cm; 10YR 5/3 mosqueado 10YR 4/4 (úmida); franco argilosa; moderado, grande, blocos subangulares; ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara ondulada.

C1 64/80-100/110+ cm; 10 YR 4/4 mosqueado 7,5 YR 6/2 (úmida); Argila; moderada, grande, blocos subangulares; plástica e pegajosa.

Perfil 2: Cambissolo Flúvico Ta distrófico Típico

Data: 27/10/16

Localização: Faculdade de Agronomia UFRGS. Área entre Arroio Dilúvio e estrada interna da FAGRO. Coordenadas 30°04'17.4"S e 51°08'15.5"W.

Uso e manejo: Com uso agrícola; Manejada com Sistema Agroflorestal.

Altitude: 40 m.

Material de origem: depósitos aluviais.

Pedregosidade: não pedregosa.

Rochosidade: não rochosa.

Relevo local: plano; Planície Aluvial do Arroio Dilúvio

Relevo regional: ondulado a forte ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: imperfeita.

Vegetação primária: mata mesófila.

Uso atual: Sistema Agroflorestal manejado. Com Cobertura vegetal composta por árvores e vegetação rasteira diversa.

Descrito e coletado por: Edsleine Ribeiro, Luís Fernando da Silva, Paulo César do Nascimento.

Descrição morfológica:

Ap 0-20 cm; 7,5 YR 4/3 (úmida); franco-argilo-arenosa; moderada, média, granular; não plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

A 20-35 cm; 7,5 YR 3/3 (úmida); franco-argilo-arenosa; moderada, média/pequena, granular, blocos subangulares; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

B1g 35-48 cm; 2,5 YR 5/2 ,mosqueado 5YR 4/6 (úmida); franco argilosa; moderada, média, blocos subangulares; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

B2 48-58 cm; 10YR 5/4 mosqueado 5YR 5/8 (úmida); franco argilosa; moderada, média, bloco subangulares; plástica e pegajosa; transição clara e plana.

B3 58-77 cm; 10 YR 4/4 (úmida); franco argilosa; moderada, média, subangular; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

BC 77-85+ cm; 10 YR 4/4 cm (úmida); franco argilosa/ argila; moderada, media, blocos subangulares; plástica e pegajosa.

Perfil 3: Cambissolo Flúvico Ta distrófico gleissólico

Data: 08/11/2016

Localização: Faculdade de Agronomia UFRGS; Área às margens do Arroio Dilúvio e entre estrada interna da Faculdade; Coordenadas 30°04'19.7"S e 51°08'11.8" W.

Uso e manejo: com uso agrícola como pastagem. Sem manejo específico, com lotação variável de animais (equinos e ovinos) ao longo do histórico da área.

Altitude: 40 m.

Material de origem: depósitos aluviais.

Pedregosidade: não pedregosa.

Rochosidade: não rochosa.

Relevo local: plano

Relevo regional: ondulado a forte ondulado.

Erosão: presente no talude do Arroio Dilúvio.

Drenagem: imperfeita.

Vegetação: Cobertura vegetal com gramíneas sob pressão de pastejo de animais.

Uso atual: Área de Alocação de animais das Faculdades de Agronomia, Zootecnia e Veterinária da UFRGS, sem manejo da vegetação de gramíneas.

Descrito e coletado por: Edsleine Ribeiro, e Paulo César do Nascimento.

Descrição morfológica:

A1 0-12 cm; 10 YR 4/3 (úmida); argilo siltosa; moderada, média, granular; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

A2 12-22cm; 7,5 YR 4/3 (úmida); argilo siltosa; media, grande, blocos subangulares; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

B 22-45 cm; 10 YR 4/4 mosqueado 5YR 5/8(úmida); franco argilo siltosa; moderada, grande, bloco subangulares; plástica e pegajosa; transição clara e plana.

BC 45-72 cm; 10 YR 5/3 mosqueado 5 YR 5/8 (úmida); Argilo siltosa/ franco argilo siltosa;fraca, grande, bloco subangular; plástica e pegajosa; transição clara e plana.

C 72-100+ cm; 10 YR 6/2 mosqueado 10 YR 4/6 mosqueado 5 YR 5/6 (úmida); fraca, grande, bloco subangulares; plástica e pegajosa.

Perfil 4: Gleissolo Háplico Ta distrófico cambissólico.

Data: 10/10/2016

Localização: Faculdade de Agronomia UFRGS; Área às margens do Arroio Dilúvio e entre estrada interna da Faculdade; Coordenadas 30°04'24.6" S e 51°08'05.6" W.

Uso e manejo: com uso agrícola. Manejos experimentais com plantas de lavoura sob sistema de plantio convencional. Emprego de dessecação por herbicida, mecanização, revolvimento e exposição do solo.

Altitude: 40 m.

Material de origem: depósitos aluviais.

Pedregosidade: não pedregosa.

Rochosidade: não rochosa.

Relevo local: plano

Relevo regional: ondulado a forte ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: imperfeita.

Vegetação: Cobertura vegetal com plantas de lavoura em alguns períodos do ano, sucessão de culturas como Aveias, mandioca, feijão, milho, mucuna, soja entre outras.

Descrito e coletado por: Edsleine Ribeiro, e Paulo César do Nascimento.

Descrição morfológica:

Ap 0-5 cm; 10 YR 4/2 (úmida); franco argilosa com cascalho; granular, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

A1 5-22 cm; 10 YR 4/2 (úmida); franco argilosa com cascalho; granular, firme; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

A2 22-34 cm; 2,5 YR 4/1 mosqueado 7,5 YR 4/3 (úmida); franco argilosa com cascalho; firme, granular; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa transição clara e plana.

Bg1 34-45 cm; 10 YR 6/2 mosqueado 7,5 YR 4/6 (úmida); franco argiloarenoso; moderada, média, blocos subangulares; plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

Bg2 45-70 cm; 10 YR mosqueado 5 YR 3/4 (úmida); franco arenoso; moderado, grande, bloco subagulares; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa;

transição clara e plana.

2C1 70-85 cm; 10 YR 5/4 (úmida); areia/areia franca; muito friável; não plástica e não pegajosa; transição clara e ondulada.

2C2 85-110+ cm; 10 YR 5/2 (úmida); areia/areia franca; muito friável; não plástica e não pegajosa.

2 - Entrevistas e históricos das áreas de estudo

1. Histórico da planície do Dilúvio- Campus Agronomia UFRGS

Relatos: José Alberto Prado (Administrador do campus)

Unidade de Paisagem 1: Mata e Informações adicionais sobre demais áreas do campus.

Tempo de conhecimento da área:

Conhecimento antigo sobre as áreas da Agronomia, no cargo desde 1970 e anteriormente como estudante da ETA localizada no morro Santana. Lembra dos manejos e ocupações ao longo dos anos e forneceu um croqui das áreas da FAGRO.

Origem natural ou construída:

A planície é natural, sem maiores intervenções nas cotas na maior parte da extensão ao longo do Dilúvio, com exceção de área- pequena faixa- entre a subárea 3 e 4, potreiro e plantas de lavoura respectivamente. Esta faixa recebeu aterro proveniente das obras da Av. Bento Gonçalves e até hoje passa por várias intervenções, inclusive com revolvimento de solo por grandes máquinas. Não é de seu conhecimento alguma grande intervenção nas subáreas desde de 1970.

A transposição do Dilúvio:

Se ocorreu, foi bem antes dos anos 70 ou há mais de 50 anos.

Histórico:

Diferenças de manejo ou formação ao longo da área:

Principais alterações/intervenções:

A maior intervenção ocorreu na área que recebeu aterro e está com cota mais altavisivelmente alterada e em constante revolvimento- não sendo interessante como área de estudo;

Outras áreas receberam manejos diferentes dos atuais, como o ocorrido na subárea 1- mata nativa- que já recebeu uma horta manejada pelos funcionários da FAGRO, entre os anos de 1978 e 1985. Parte desta área, limite Norte, recebia resíduos para compostagem, a cerca de dois anos a compostagem não é mais realizada e ainda é possível notar onde era realizada, assim como é perceptível que parte da mata foi alterada inclusive com entrada de veículos. Ainda na área de mata nativa existe a tubulação de esgoto do R.U. que já passou por alguns transbordamentos, contaminando um pequeno raio no entorno da tubulação.

2. Histórico da Planície do Dilúvio- Campus Agronomia UFRGS

Relatos: Lucas Ferreira (Grupo Uvaia)

Unidade de paisagem 2: SAF

Tempo de conhecimento da área:

Conhecimento recente das áreas, sobre o SAF especificamente, cerca de dez anos. Desde iniciou no curso de Agronomia e começou a acompanhar as experiências de construção do SAF.

Origem natural ou construída:

A área do SAF era ocupada anteriormente com o mesmo manejo da atual área vizinha, com pastagem e animais- subárea 3. O SAF foi iniciado em 2006, e até os dias de hoje durante alguns manejos ou coletas alguns materiais estranhos podem ser encontrados em parte das áreas do SAF, como pedaços de materiais de construção, por exemplo, indicando que alguns locais podem ter recebido aterro ou resíduos de outros locais.

Histórico:

A área foi destinada ao SAF em 2005, em 2006 iniciaram-se os plantios, com a ideia de que o espaço seria de experimentação, construção de conhecimentos sobre o sistema. As primeiras mudas plantadas foram de mirtáceas inoculadas, doadas por um professor da Horticultura. Em 2007-2 houve mais plantio, com intensão de recuperação da área degradada, assim os plantios passaram a ser para 'alimentar' o solo, ou gerar solo. As mudas plantadas em todo o SAF são de várias procedências.

Diferenças de manejo ou formação ao longo da área:

Algumas glebas mais centrais no SAF receberam pó de rocha. No inverno, desde 2007 são realizados plantios de adubação, para acúmulo de biomassa no solo (nabo, ervilhaca, fedegoso). Quando as árvores são podadas, os galhos e resíduos de poda ficam sobre o solo, sem retirada de material do sistema. São notadas diferenças na fertilidade do solo, visto que algumas áreas são indicadas como melhores para o desenvolvimento das plantas, um local de destaque é onde existe o pomar de mirtáceas e ingás, próximo da trilha do Graxaim. Algumas áreas são indicadas como mais compactadas, como a região das bananinhas do mato, outras com mais incidência de resíduos antrópicos, onde foram plantadas as mudas de cacau.

Nos anos de 2010 e 2011 houve menor manejo nas áreas, com poucos alunos trabalhando nas áreas. Análises de Solo foram realizadas: Yuri, Lucas Khel.

Principais alterações/intervenções: Inundações registradas: 2009, 2010, 2013; Geadas: 2008.

3. Histórico da Planície do Dilúvio- Campus Agronomia UFRGS

Relatos: Harold Patina (Professor do departamento de Zootecnia).

Unidade de paisagem 3: Potreiro

Tempo de conhecimento da área:

Conhecimento das áreas em geral: desde 1978-1980

Tempo de uso com pastagem: desde 1980

Origem natural ou construída (planície):

Área aterrada, com presença de resíduos de concreto.

Sem calagem na implantação da área de pastagem.

Introdução de espécie (capim Tanzânia).

Histórico:

Preparo da área (aterros, calagem, correções): Algumas áreas foram usadas para experimentação, com adubação orgânica em diferentes níveis e cultivo de plantas de lavoura (sorgo, milho). Área à esquerda

A carga animal: As áreas são usadas para descanso dos animais que saem das gaiolas metabólicas ou de experimentos.

Há muitos anos as áreas foram ocupadas por ovinos.

Principais alterações/intervenções:

Inundações frequentes

Erosão do barranco

4. Histórico da Planície do Dilúvio- Campus Agronomia UFRGS
Relatos: Renata da Cruz (Professora do Departamento de Plantas de
Lavoura- FAGRO) e André Thomas Professora do Departamento de
Plantas de Lavoura-FAGRO).
Unidade de Paisagem 4: Plantas de Lavoura

Tempo de conhecimento da área:

Conhecimento das áreas em geral: 20 anos

Tempo de uso com plantas de lavoura: usada como área demonstrativa há pelo menos 20 anos.

Origem natural ou construída (planície):

Sem conhecimento claro.

Histórico:

Como a área foi preparada (aterros, calagem, correções): preparo inicial sem calagem, a cerca de 8 anos houve calagem em uma pequena parte da área. As espécies de plantas: Aveias, mandioca, Feijão, milho, mucuna entre outras. Os manejos adotados (SPD, SC, dessecação, herbicida, mecanização); diferentes manejos, nas diferentes áreas, pousio, culturas de verão, inverno, sempre sobre plantio convencional- aração e gradagem, com exposição e revolvimento do solo em superfície.

Diferenças de manejo ou formação ao longo da área:

Algumas glebas com manejos diferenciados, cada área é usada ou manejada de acordo com a demanda dos alunos ou professores. Não há registro histórico do uso, visto que vários pesquisadores do departamento utilizam a área como unidade experimental.

Principais alterações/intervenções:

Transposição do Arroio Dilúvio em 1913.