

EFEITO DO ABANDONO EM PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO EM LAMEIROS DO PARQUE NATURAL DE MONTESINHO

Francieli Fernandes

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Agroecologia no âmbito da dupla diplomação com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Orientada por

Prof. Doutor Tomás D'Aquino Rosa de Figueiredo (IPB)

Prof^a. Doutora Felícia Fonseca (IPB)

Prof^a Doutora Nilvania Aparecida de Mello (UTFPR)

BRAGANÇA

2019

FRANCIELI FERNANDES

EFEITO DO ABANDONO EM PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO
SOLO EM LAMEIROS DO PARQUE NATURAL DE MONTESINHO

Dissertação de Mestrado apresentado ao programa de Dupla Diplomação do Instituto Politécnico de Bragança em parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia. Pesquisa sob orientação do Professor Doutor Tomás D'Aquino Rosa de Figueiredo (IPB), Professora Doutora Felícia Fonseca (IPB) e Professora Doutora Nilvania Aparecida de Mello (UTFPR).

BRAGANÇA

2019

Dissertação de mestrado dedicada à Jesuina Maria do Prado Barboza, minha vó, mulher guerreira, feita de amor.

Em memória a José Valdemar Fernandes, meu tio, que sempre acreditou em mim e me deu tanto amor.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por tudo, pois acredito que sem ele não somos nada.

Aos meus pais, Sueli e Vonério, que me criaram com todo amor e carinho, sempre acreditaram em mim, viveram meus sonhos, me deram todo apoio, que fizeram e fazem tudo pela minha felicidade.

Ao meu orientador Doutor Tomás de Figueiredo por todo carinho, paciência e orientação durante o trabalho.

A professora Doutora Nilvania, por toda dedicação e orientação para realização da tese.

A professora Doutora Felícia por toda ajuda, dedicação e carinho.

A Ana Caroline e José Luiz por toda ajuda prestada para a realização do projeto, pelo carinho e atenção.

A minha Vó dona Jesuína, que sempre foi a minha inspiração de vida, sou grata por todo carinho e apoio.

A Leticia por todo apoio e momentos felizes vivenciamos neste ano, uma sendo família para a outra.

A minha amiga Géssica por sempre torcer por mim, por todo apoio, lealdade e carinho.

Ao meu amigo Rafael por toda paciência e auxílio para análise dos dados.

Amigos por todos os momentos, conselhos, palavras de apoio e motivação.

A minha família que vibrou comigo em todos os momentos, me dando apoio.

A UTFPR e ao IPB pela oportunidade de realizar o mestrado em Agroecologia e a Dupla Diplomação.

RESUMO

O trabalho foi desenvolvido em parceria com o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), no âmbito do Habmonte, projeto em curso no Parque Natural de Montesinho (PNM), uma Área Protegida, localizada no nordeste de Portugal Continental. Com cerca de 74.200 ha, o PNM abrange a parte norte dos Concelhos de Bragança e Vinhais, sendo um território de montanha com um conjunto complexo de paisagens naturais, seminaturais e humanizadas. O trabalho foi realizado em 16 lameiros, de 100 áreas definidas pelo projeto Habmonte, incluídos em 4 categorias, cada uma com 4 repetições: lameiro utilizado com linha de água, lameiro abandonado com linha de água, lameiro utilizado sem linha de água e lameiro abandonado sem linha de água. Analisou-se a influência do uso e abandono e da presença ou ausência de linha de água permanente nos resultados. Os parâmetros estudados foram propriedades físicas (permeabilidade, densidade, elementos grosseiros) e químicas do solo (porcentagem de matéria orgânica, soma de bases de troca, capacidade de troca catiônica, P_2O_5 , K_2O , pH em água, alumínio), resultantes da análise laboratorial de amostras colhidas em cada lameiro com quatro repetições. As amostras para a determinação da densidade aparente, elementos grosseiros e propriedades químicas foram coletadas em duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm), e na camada superficial (0-5 cm) para as restantes propriedades físicas. Os resultados evidenciaram que os lameiros em estado de abandono, quando comparados com os em uso, apresentaram parâmetros indicadores da qualidade do solo mais favoráveis, como é o caso do teor de Matéria Orgânica, Densidade Aparente, Soma de Bases de Troca e Capacidade de Troca Catiônica efetiva.

Palavras Chave: Matéria orgânica, Pastagem natural, Propriedades físicas e químicas.

ABSTRACT

The work was carried out in partnership with the Institute of Nature Conservation and Forests (ICNF), in the context of the Habmonte project under way in the Montesinho Natural Park (PNM), a protected area located in the northeast of Portugal. With around 74,200 hectares, the PNM covers the northern part of the municipalities of Bragança and Vinhais, being a mountain territory with a complex set of natural, semi-natural and humanized landscapes. The work was carried out on 16 *lameiros*, from 100 areas defined by the Habmonte project, included in 4 categories, each with 4 repetitions: *lameiro* used with a water line, *lameiro* abandoned with a water line, *lameiro* used without a water line and *lameiro* abandoned without a water line. The influence of use and abandonment and the presence or absence of a permanent water line on the results was analyzed. The parameters studied were physical (permeability, density, coarse elements) and chemical properties of the soil (percentage of organic matter, sum of exchangeable bases, cation exchangeable capacity, P₂O₅, K₂O, pH, aluminum), resulting from laboratory analysis of samples collected in each *lameiro*. The samples for the determination of bulk density, coarse elements and chemical properties were collected at two depths (0-20 cm and 20-40 cm), and in the surface layer (0-5 cm) for the remaining physical properties. The results showed that *lameiro* in a state of abandonment, when compared to those in use, presented more favorable soil quality indicator parameters, such as the organic matter content, bulk density, sum of exchangeable bases and effective cation exchangeable capacity.

Keywords: Organic matter, Natural grassland, Physical and chemical properties.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Lameiros	13
2.2 Trás-os-Montes e o Parque Natural de Montesinho.....	14
2.3 Uso da terra no Parque Natural de Montesinho.....	17
2.4 Atributos físico-químicos dos solos sujeitos a excesso de água.....	18
2.4.1 Aspectos Gerais	18
2.4.2 Atributos químicos do solo.....	19
2.4.3 Matéria Orgânica.....	20
2.5 Solos dos lameiros do nordeste de Portugal.....	20
2.6 Notas sobre Solos hidromórficos no Brasil.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Área de Estudo	24
3.2 Delineamento experimental.....	25
3.3 Observações de Campo	26
3.4 Amostragens de Campo	40
3.4.1 Amostras para determinação da permeabilidade.....	40
3.4.2 Amostras para determinação da densidade aparente.....	40
3.4.3 Amostras perturbadas para análise química.....	41
3.4.4 Medição do Declive	41
3.4.5 Lençol freático	42
3.5 Análises laboratoriais	43
3.5.1 Permeabilidade.....	43
3.5.2 Densidade aparente e real	45
3.5.3 Análise Química do solo	46
3.6 Análise estatística	48
4 RESULTADOS.....	49
4.1 Propriedades Físicas Do Solo.....	49
4.1.1 Densidade Aparente.....	49
4.1.2 Permeabilidade.....	50
4.1.3 Porosidade Total.....	51
4.1.4 Capacidade Máxima para a Água e Capacidade de Campo	52
4.1.5 Macroporosidade e Microporosidade.....	53
4.1.6 Elementos Grosseiros.....	54
4.2 Propriedades Químicas do solo.....	55
4.2.1 pH em Água	55

4.2.2 Matéria Orgânica	57
4.2.3 Fósforo e Potássio	58
4.2.4 Complexo De Troca Do Solo	60
5 DISCUSSÃO.....	65
6 CONCLUSÃO.....	72
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
8 ANEXOS.....	78
8.1 ANEXO A - Tabela dos valores críticos do coeficiente de correlação	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do norte de Portugal. Fonte: Portugalvirtual.pt.....	24
Figura 2 - Mapa do Parque Natural de Montesinho. Fonte: Autor, 2019.....	25
Figura 3 - Mapeamento dos 16 lameiros amostrados. Fonte: Google Earth, 2019.....	25
Figura 4 - Abertura de cova para coleta de amostras. Fonte: Autor, 2019.....	27
Figura 5 - Lameiro LAVE 20_07 usado, com linha de água (A), Perfil do solo exposto na margem direita (B). Fonte: Autor, 2019.....	28
Figura 6 - Lameiro LAVE 20_08 usado, com linha da água. Fonte: Autor, 2019.....	28
Figura 7 - Lameiro LAVE 20_19 abandonado, com linha da água. Fonte: Autor, 2019.....	29
Figura 8 - Lameiro LAVE 20_11 abandonado, sem linha de água. Festuca cobrindo o lameiro. Fonte: O autor, 2019.....	30
Figura 9 - Lameiro LAVE 20_12 abandonado, sem linha da água (A). Declive do terreno do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.....	31
Figura 10 - Lameiro LAVE 20_13 abandonado, com linha da água (A). Galeria ripícola junto à linha de água (B). Fonte: Autor, 2019.....	32
Figura 11 - Lameiro LAVE 20_18 abandonado, sem linha da água. Fonte: Autor, 2019.....	32
Figura 12 - Lameiro LRIO 21_02 usado, sem linha da água (A). Rampa no limite superior do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.....	33
Figura 13 - Lameiro LAVE 20_15 abandonado, com linha da água. Fonte: Autor, 2019.....	34
Figura 14 - Lameiro LRIO 21_04 usado, sem linha da água (A). Perfil do solo exposto na margem do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.....	35
Figura 15 - Lameiro LRIO 21_05 em uso, sem linha da água (A). Margem esquerda do lameiro com perfil exposto (B). Fonte: Autor, 2019.....	36
Figura 16 - Diferentes camadas no perfil de solo no ponto amostrado (A). Diferença do solo entre os primeiros 15cm e abaixo desta profundidade (B). Fonte: Autor, 2019.....	36
Figura 17- Área de amostragem do lameiro (A), Galeria ripícola junto ao leito da linha de água colmatada no centro do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.....	37
Figura 18 - Lameiro LRIO 21_09 abandonados, sem linha da água. Fonte: Autor, 2019.....	38
Figura 19 - Lameiro LAVE20_25 abandonados, com linha da água (A). Giestas dispersas na extensão do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.....	39
Figura 20 - Lameiro LRIO 21_09B em uso, sem linha da água (A). Depressões com ressurgência de água no meio do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.....	40
Figura 21 - Coleta de amostras no campo. Fonte: Autor, 2019.....	40
Figura 22 - Processo de amostragem do solo. Fonte: Autor, 2019.....	41
Figura 23 - Medição do declive. Fonte: Autor, 2019.....	42
Figura 24 - Trado com solo mostrando presença de água subterrânea (A), sonda sendo introduzida no solo (B). Fonte: Autor, 2019.....	43
Figura 25 - Processos laboratoriais de determinação da permeabilidade do solo. Fonte: Autor, 2019.....	44
Figura 26 - Crivagem das amostras de solo. Fonte: Autor, 2019.....	46
Figura 27 - Densidade aparente 0-20cm (A) e 20-40cm (B) de profundidade: Média e Desvio Padrão.....	49
Figura 28 - Interação de efeitos nas médias da densidade aparente (DAP) na camada 20-40cm. Letras maiúsculas diferenciam o uso do abandono e as minúsculas com rio e sem rio nas médias que diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).....	50
Figura 29 - Permeabilidade Inicial (A) e Permeabilidade final (B): Média e Desvio Padrão.....	51
Figura 30 Porosidade Total: Média e Desvio Padrão.....	52
Figura 31 - Capacidade Máxima para a Água (A) e Capacidade de Campo (B): Média e Desvio Padrão.....	52
Figura 32 - Macroporosidade (A) e Microporosidade (B): Média e Desvio Padrão.....	53

Figura 33 - Interação de efeitos nas médias da Macroporosidade. Letras maiúsculas diferenciam o uso do abandono e as minúsculas com rio e sem rio nas médias que diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).	54
Figura 34 - Elementos Grosseiros 0-20cm (A) e 20-40cm (B) de profundidade: Média.	55
Figura 35 - pH em água 0-20cm (A) e 20-40cm (B) de profundidade.....	56
Figura 36 - Interação de efeitos nas médias do pH em água na camada de 0-20cm. Letras maiúsculas diferenciam o uso do abandono e as minúsculas com rio e sem rio nas médias que diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)......	57
Figura 37 - Matéria Orgânica (%) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).	58
Figura 38 – Fósforo extraível (mg/kg) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).	59
Figura 39 - Potássio extraível (mg/kg) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).	59
Figura 40 Capacidade de Troca de Cátions (cmol/kg) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).	60
Figura 41 - Complexo de Troca (cmol/kg) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).	62
Figura 42 - Soma de Bases de Troca (cmol/kg) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).	63
Figura 43 - Relação entre Densidade aparente (DAP) e Matéria Orgânica (M.O) nas duas camadas dos solos dos lameiros estudados.....	66
Figura 44 - Relação da Matéria orgânica com a Porosidade total, Macroporosidade e Microporosidade na camada 0-5cm dos solos dos lameiros estudados.	67
Figura 45 - Relação da Capacidade de Campo (CC) com a Matéria Orgânica (M.O) na camada 0-5cm dos solos dos lameiros estudados.	68
Figura 46 - Relação da Soma das Bases de Troca (SBT) com a Matéria Orgânica (M.O) nas duas camadas dos solos dos lameiros estudados.....	68
Figura 47 Relação da Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (CTCe) com a Matéria Orgânica (M.O) nas duas camadas dos solos dos lameiros estudados.	70
Figura 48 - Relação da Soma de Bases de Troca (SBT) com a Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (CTCe) nas duas camadas dos solos dos lameiros estudados.....	71
Figura 49 – Grau de Saturação em Bases efetivo (GSBe) nas duas camadas dos solos dos lameiros estudados.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação USDA da permeabilidade dos solos (Figueiredo, 2011).....	45
Tabela 2 - Classes de pH do solo (Costa,1991).....	47
Tabela 3 - Classificação dos solos quanto à percentagem de matéria orgânica (Costa, 1991).....	47
Tabela 4 - Densidade aparente nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.	50
Tabela 5 - Comparação de médias dos parâmetros físicos das amostras de solo superficial (0-5cm).....	54
Tabela 6 - Teor de elementos grosseiros (%) nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.....	55
Tabela 7 - Valores de pH em água nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.	56
Tabela 8 - Concentração de matéria orgânica (%) nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.....	58
Tabela 9 - Concentração de fósforo e potássio extraíveis (mg/kg) nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.	60
Tabela 10 - Capacidade de Troca Catiônica (cmol/kg) nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.....	61
Tabela 11 - Cálcio e Magnésio de troca (cmol/kg), nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.....	62
Tabela 12 - Sódio e potássio de troca (cmol/kg), nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.....	63
Tabela 13 - Comparação de médias Soma de Bases de Troca e Alumínio.	64
Tabela 14 - Resultados teste de normalidade N=64.....	65

1 INTRODUÇÃO

Os Lameiros localizam-se em áreas de montanha, sendo importantes para a produção vegetal e criação animal dos moradores locais, pois os solos encontrados nessas áreas são geralmente férteis e agricultáveis. Esses territórios também são utilizados por animais silvestres, como por exemplo, os cervídeos, que os utilizam para se alimentar e repousar. Além disso, os lameiros servem de barreira física no caso de incêndio, impedindo que o fogo se alastre por extensas áreas. No entanto, no Parque Natural de Montesinho (PNM), muitas dessas áreas se encontram em abandono, o que diminui a função de barreira, devido a isso, o projeto Habmonte, realiza a manutenção dessas áreas com controle da vegetação, pois em períodos de secas o parque apresenta elevado risco de incêndio. Também se realiza o corte da vegetação para fenação e renovação da pastagem, mais palatável para os animais.

Devido à importância dos lameiros, o presente trabalho teve como objetivo estudar as propriedades físico-químicas dos solos que os suportam, analisando o impacto que o uso e o abandono vêm ocasionando nos solos. Também analisar se a presença de linhas de água permanentes nos lameiros interferiu nos parâmetros estudados. Para isso analisou-se as características físicas do solo a partir de análises de permeabilidade, densidade aparente e elementos grosseiros, para os resultados químicos se utilizou a porcentagem de matéria orgânica, soma de bases de troca, capacidade de troca catiônica, P_2O_5 , K_2O , pH em água, alumínio e a partir desses testes foi possível averiguar a influência dos parâmetros analisados.

Para alcançar esses objetivos, o trabalho foi desenvolvido em cinco capítulos. Inicia-se com o Referencial Teórico, o qual é baseado em estudos publicados sobre assuntos relacionados a temática. O capítulo seguinte descreve os Materiais e Métodos utilizados para realizar as avaliações, evidenciando desde as atividades em campo até aos tratamentos dos dados obtidos. Posteriormente apareceram os Resultados e Discussão com os principais resultados encontrados, comparando-os com trabalhos científicos similares. No último capítulo estão as Conclusões sobre os principais resultados obtidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Lameiros

Os lameiros geralmente se encontram em áreas de montanhas, suas pastagens são consideradas seminaturais, caso não ocorra reflorestamento ou sementeira de espécies (Pires et al., 1994). Esses locais geralmente possuem alta disponibilidade hídrica, com solos de textura fina e ricos em matéria orgânica, que em casos de encharcamento e sem proteção vegetal tornam-se lamacentos, característica que dá origem à sua nomenclatura de Lameiro (Vieira et al., 2000; Pereira e Sousa, 2005).

O surgimento destas pastagens ocorreu durante a Alta Idade Média, juntamente com o povoamento das áreas de montanha (Moreira et al., 2001). Devido à colonização dessas áreas ocorreu a destruição da vegetação natural de matos e árvores, por fogo ou corte, que se desenvolviam nas linhas de água, seguida de sementeira de outras culturas (Pires et al., 1994; Dries, 2002).

Os lameiros nos sistemas tradicionais eram utilizados de maneira interligada e comunitária e indispensáveis para a alimentação de bovinos. Nas áreas próximas ao povoado, em que o solo era regado e fértil, se instalavam as hortas, utilizadas na produção de alimentos para autoconsumo da comunidade. As áreas florestais eram utilizadas para obtenção de madeira e lenha, mas também se cultivava nessas zonas castanheiro para a produção de fruto, destinado à alimentação animal e humana (Rodrigues, 1996).

A agricultura possuía caráter contínuo e era realizada de maneira espontânea, organizada coletivamente de forma similar às organizações comunitárias do tipo pastoril ou agropastoril. A origem deste sistema possivelmente era pré-romana, apoiando-se nas condições locais encontradas que eram os lameiros comunais, baldios (terreno possuído e gerido por uma comunidade local), edifícios comuns, entre outros. Com o tempo as organizações comunitárias foram dando espaço ao individualismo agrário, devido à substituição dessas áreas de baldios, que antes eram destinadas ao gado, e passaram a ser destinadas ao cultivo de cereais, especialmente para cultura do milho nos séculos XVI e XVII. Já no século XX essas áreas foram se tornando perímetros florestais por nacionalização dos baldios (Caldas, 1998).

Segundo Dries (2002), a topografia do terreno influencia a qualidade e definição dos lameiros. Nos locais onde os declives são mais acentuados e o terreno apresenta forma convexa os solos são rasos, com pouca profundidade, baixa capacidade de retenção hídrica, déficit em nutrientes e matéria orgânica. Em terrenos de forma côncava e depressões ocorre maior acúmulo de solo, tornando o lameiro mais profundo e mais rico em nutrientes e matéria orgânica, com melhor retenção de água. Os lameiros de fundos de vales tendem a ser mais

propícios a sofrer alagamento. Se não forem devidamente drenados, tendem a ser dominados por vegetação das famílias das Juncáceas e Ciperáceas (Teles, 1970).

Os principais critérios de classificação dessas áreas de pastagens seminaturais de montanha como lameiro, são a sua disponibilidade hídrica e o regime de aproveitamento. Conforme a quantidade de água que se dispõe no terreno durante o ano.

Os lameiros podem ser classificados de regadio, regadio imperfeito e de sequeiro ou secadal, sendo os lameiros de regadio os que possuem disponibilidade de água o ano todo, possuindo nascentes com abundância hídrica, possibilitando irrigação durante todas as estações do ano, já os lameiros de regadio imperfeito, se localizam junto a linhas de água não permanentes, aonde as nascentes são menores, possuindo baixa disponibilidade de água no verão, sendo insuficiente para realizar a rega durante os períodos mais quentes, e os lameiros de sequeiro ou secadal se encontram junto a linhas de água temporárias, que em períodos de longa estiagem podem vir a desaparecer (Teles, 1970; Pires et al., 1994; Moreira et al., 2001).

Essas áreas de pastagens seminaturais e de montanha, que são utilizadas para a produção e alimentação pecuária, podem ser ainda classificadas pelo seu regime de aproveitamento como lameiros de pasto (que são destinados a criação de gado), lameiros de erva e lameiros de feno (destinado a pastagens de corte) (Pires et al., 1994)

Dependendo da zona em que está localizado o lameiro, se pode determinar sua tipologia, quantidade diária recebida de luz solar, ocorrência ou não de geadas, disponibilidade de água (Dries, 2002).

Os lameiros também possuem valor ambiental, pois dificultam a propagação de incêndios, devido a ocasionarem a descontinuidade da vegetação florestal. Pela sua pluralidade paisagística, que envolve vários aspectos visuais, os lameiros também se tornaram alvo de turismo rural, sendo já conhecidos em guias de percursos, paisagens e habitats de Portugal (Farinha, 2000).

2.2 Trás-os-Montes e o Parque Natural de Montesinho

Trás-os-Montes ocupa o quadrilátero limitado a Oeste pela província do Minho, a Sul pelo Douro, a Leste pelo Douro Fronteiriço e a Norte pela Espanha, (Taborda, 1932).

O nome “Trás-os-Montes” refere que a região é composta de montanhas, com solos pobres e rasos. Embora esta característica predomine em grande parte da região, algumas zonas não condizem com esse título. Para Gusmão et al. (1978) pode-se dizer que Trás-os-Montes é formado por uma sucessão de planaltos constantes, a uma altitude uniforme, variando de 700 a 1000 m, geralmente entre os 700 e 800 m. Esta região é a zona mais significativa de montanhas, por conter uma grande cadeia de montanhas do qual fazem parte

o Gerês e a Cabreira situadas a Norte, o Alvão e o Marão a Sul. Quanto às elevações, o distrito de Vila Real possui maior superfície, acima dos 900 m, com 21,3%, enquanto Bragança possui 5,2%.

O Parque Natural de Montesinho (PNM), foi criado pelo Decreto-Lei n.º 355/79, de 30 de agosto, e reclassificado pelo Decreto Regulamentar n.º 5-A/97, de 4 de abril, sendo uma Área Protegida, localizado no nordeste de Portugal Continental, com uma extensão de cerca de 74 200 hectares, englobando a parte norte dos concelhos de Bragança e Vinhais. O território é montanhoso com um complexo de paisagens naturais, seminaturais e humanizadas, com elevados níveis de biodiversidade.

A geologia do PNM faz parte da geologia do Noroeste Peninsular, abrangendo o centro Ibérica e Galiza – Trás-os-Montes. Destaca-se os complexos polimetamórficos alóctones, que se dá pelo empilhamento de diversas unidades tectónicas, carreadas e instaladas sobre metassedimentos Paleozóicos. Estima-se que esse fenómeno tenha resultado da colisão de placas tectónicas, que ocorreram há cerca de 400 milhões de anos e terminada há 320 milhões de anos. A PNM engloba a área do Maciço de Bragança, no qual se encontram rochas exóticas da crosta e do manto terrestre, que constituem as unidades alóctones superior e intermédia (Meireles et al., 2005).

A Serra de Montesinho possui importantes afloramentos rochosos de granito, constituídos em sua maioria, por granito de estrutura média a grosseira de duas micas, sendo a terminação do maciço granítico da serra da Gamoneda. Próximo às aldeias de Moimenta e Pinheiro Velho também se encontram afloramentos de maciço granítico (Meireles et al., 2005).

Devido à sua variabilidade geológica e climática, o PNM possui grande biodiversidade natural, no decorrer de sua extensão é possível observar matas de azinheira (*Quercus rotundifolia*). Nos locais onde a altitude e a luminosidade são menores e o clima tende a ser mais seco, tem-se matas de carvalho-negral (*Quercus pyrenaica*), em altitudes superiores e clima mais húmido e frio, são observados castanheiros (*Castanea sativa*) (Rodrigues e Aguiar, 1998a).

Existem as áreas menos extensas de matagais de urze (*Erica australis* e *Erica umbellata*), de carqueja (*Chamaespartium tridentatum*) e de sargaço (*Hailimium alyssoides*). Nas áreas mais frias, surgem os matagais de esteva (*Cistus ladanifer*), de arçã (*Lavandula stoechas subsp. sampaiana*) e de sal-puro (*Thymus mastichina*). Junto às florestas de azinheira e de carvalho, aparecem algumas espécies mais velhas, como a gilbardeira (*Ruscus aculeatus*), o medronheiro (*Arbutus unedo*), o trovisco (*Daphne gnidium*), a rosa-de-lobo (*Paeonia broteroi*), o jasmim-silvestre (*Jasminum fruticans*), a cássia-branca (*Osyris alba*) e o cadorno (*Phillyrea angustifolia*). Nas orlas e clareiras dos carvalhais ocorrem o martagão

(*Lilium martagon*), as esporas-bravas (*Linaria triornithophora*) e o gerâniosanguíneo (*Geranium sanguineum*) (Rodrigues e Aguiar, 1998a).

Além disso, encontram-se espécies raras e exclusivas dos carvalhais do Parque e Serra da Nogueira, como a *Viola hirta*, a *Arabis glabra*, a *Centaurea triumfetti*, *Lingulata*. Na vegetação ripícola se encontra principalmente as espécies de freixo (*Fraxinus angustifolia*), amieiro (*Alnus glutinosa*), borrazeira negra (*Salix atrocinera*), borrazeira-branca (*Salix salvifolia*), pilriteiro (*Crataegus monogyna*) e urze-branca (*Erica arborea*). Entre as espécies florísticas salientam-se o embude (*Oenanthe crocata*) e a saponária (*Saponaria officinalis*). Houve a redução destes bosques, devido à formação dos prados seminaturais, conhecidos por lameiros (Rodrigues e Aguiar, 1998a).

As pastagens de área de montanha, como o PNM, são importantes para a proteção do solo, evitando que ocorra erosão e o escoamento e perda de solo superficial, aumentando assim a capacidade de retenção hídrica do solo, quando ocorre chuvas de maior intensidade, seu impacto na superfície é interceptado pelas levadas, resultando no aumento da infiltração, num escoamento sub-superficial rápido, devido à pastagem que faz a cobertura do solo favorecer a infiltração da água, também fazendo que ocorra uma redução dos caudais de ponta (Pereira e Sousa, 2005).

A fauna do PNM é bastante diversificada, formada por cerca 249 espécies de vertebrados, sendo 50 de mamíferos, 160 de aves, 18 de répteis, 13 de anfíbios e 8 de peixes (PNM, 2007a). O lobo (*Canis lupus*), a toupeira-d'água (*Galemys pyrenaica*), a lontra (*Lutra lutra*) e o gato-bravo (*Felis sylvestris*), são mamíferos tradicionais do local.

O PNM possui o maior núcleo de lobos da Península Ibérica, sendo Portugal o país que mais contribui para as condições favoráveis de sobrevivência do lobo. Também o veado e o corço têm uma sobreposição das suas áreas de distribuição, também é o único lugar aonde se encontra rato-dos-lameiros (*Arvicola terrestris*) em Portugal (Moreira, 1998).

Segundo o autor Moreira (1998) a diversidade de aves no local é abundante, sendo cerca de 150 espécies, das quais 125 são dadas como nidificastes (fazem ninho), sendo algumas espécies importante para os conservacionistas, como a águia-real (*Aquila chrysaetos*), o tartaranhão azulado (*Circus cyaneus*), o Milhano (*Milvus milvus*) ou a cegonha-preta (*Ciconia nigra*), também pode se observar espécies raras no país, como o picanço-dorso-ruivo (*Lanius collurio*), o pisco-de-peito-azul (*Luscinia svecica*), o melro-das-rochas (*Monticola saxatilis*) e o cartaxo-nortenho (*Saxicola rubetra*), geralmente são visíveis em locais de altitude maior que 800 metros (PNM, 2007a). São várias as espécies existentes no PNM, com nível populacional considerável, que se encontram ameaçadas de extinção na Europa, que dá ao parque o estatuto de Zona de Protecção Especial (ZPE) para as aves.

Além do mais, a área ripícola do PNM, é essencial para a sobrevivência de dois endemismos ibéricos, o lagarto-de-água (*Lacerta schreiberi*) e a rã-ibérica (*Rana iberica*). Também, são importantes os peixes locais, pois contribuem para alimentação humana, são a base da pesca local, que é uma das atividades lúdicas mais importantes da região.

Nessas áreas ainda residem espécies de invertebrados aquáticos, como as comunidades das espécies *Margaritifera margaritifera* e *Unio crassus* (Reis, 2002).

No Parque natural de Montesinho se encontram inúmeras espécies raras em Portugal como a *Melitaea diamina* e a *Boloria dia*, espécies que estão ameaçadas de extinção como a *Brenthis ino* e a *Lycaena virgaureae*, e algumas novas espécies recentemente descobertas, como a *Thecla betulae*.

2.3 Uso da terra no Parque Natural de Montesinho

Segundo Rodrigues (2008), cerca de 8 mil pessoas residem na zona do PNM, distribuídos em 88 aldeias, geralmente localizadas onde o declive é menor, em áreas de vales abertos ou meia encosta. Estas comunidades estão distribuídas de maneira quase homogênea, exceto a zona nordeste, aonde o povoamento é menos denso devido ser uma área mais montanhosa.

A agricultura é a principal atividade socioeconômica realizada nessas áreas, e na grande maioria dos casos serve como complemento de renda, não sendo a atividade principal para o sustento da família. Essas áreas exploradas, geralmente, são da própria família, ou a posse vem através de acordos informais, a mão-de-obra é praticamente realizada apenas pelos membros familiares (PNM, 2007a).

Rodrigues (2008) afirma que essas áreas de lameiro são geralmente, terrenos férteis e profundos, nos quais a fertilidade é elevada devido ao acúmulo de solos das áreas de maior declive. Nestes pontos a disponibilidade de água para rega é boa, assumindo assim, papel significativo nos sistemas de produção agrícola, sendo terrenos valorizados na economia rural tradicional.

A ocupação dessas áreas está de maneira interligada, devido ao seu gradiente de fertilidade, o que define seu cultivo e utilização, podendo ser classificado em três grandes ligações de áreas como as hortas, os terrenos de cereal de sequeiro e os matos (PNM, 2007a). As culturas de sequeiro possuem grande percentagem de áreas, principalmente espécies arvenses.

As hortas estão localizadas próximo das comunidades, se encontram em áreas férteis, com alta disponibilidade de fertilizantes de origem animal e água para irrigação, sendo sua produção destinada ao autoconsumo (Rodrigues, 2008)

O castanheiro tem grande valor econômico, devido à venda da castanha, e da sua madeira (PNM, 2007a).

A pecuária é praticada em regime extensivo nos lameiros, com três principais produções, sendo bovinocultura, pequenos ruminantes e pequenas produções de carácter complementar (suínos, coelhos e aves de capoeira). A maior ocupação dessas áreas é com a raça bovina Mirandesa e a raça ovina Churra Galega Bragançana. Já nas produções de carácter complementar, destaca-se os suínos da raça Bísara, que geram renda familiar, diminuindo assim o abandono do campo (Rodrigues, 2008).

Segundos PNM (2007b) as áreas vêm sofrendo abandono, pois não se tem a continuação das atividades familiares, devido à saída dos jovens do campo após a entrada na idade adulta.

2.4 Atributos físico-químicos dos solos sujeitos a excesso de água

2.4.1 Aspectos Gerais

Os solos localizados em áreas baixas que sofrem alagamento periódico e prolongada saturação por água, possuem características distintas quando comparados a áreas bem drenadas, principalmente na sua coloração devido aos processos de redução química a que são submetidos os seus constituintes minerais, essas são característica que podem classificar esses solos como hidromórficos (Sousa et al., 2000).

A saturação dos microporos do solo por água, eliminando a fase gasosa, aquando do encharcamento, torna a agregação quase inexistente devido à consistência semifluida que prevalece nessas condições de umidade. Devido à troca do ar pela água nos microporos do solo as trocas gasosas entre a atmosfera e o solo são prejudicadas, e o oxigênio restante no solo é consumido pelos microrganismos aeróbicos. Quando acaba essa fração de ar, esses microrganismos morrem, sobrando apenas os aeróbicos facultativos e os anaeróbicos. Esses organismos conseguem sobreviver devido a obtenção de energia através da oxidação da matéria orgânica, onde em vez de usar oxigênio como acceptor final de elétrons na cadeia respiratória, fazem troca de elétrons orgânicos para compostos oxidados, transformando NO_3^- em N_2 , Mn^{4+} em Mn^{2+} , Fe^{3+} em Fe^{2+} , SO_4^{2-} em H_2S , entre outros (Souza et al., 2007).

Com o encharcamento desses solos, parâmetros eletroquímicos são afetados, fazendo com que apenas plantas adaptadas a essas situações consigam sobreviver nesses ambientes alagados. Segundo os autores Ponnampetuma (1972); Camargo et al. (1999) e Sousa et al. (2000) as principais mudanças eletroquímicas ocorrentes nesses solos são a diminuição do

potencial redox, aumento do pH, mudanças na condutividade elétrica, nos minerais e alteração na capacidade de troca de catiônica (CTC) e capacidade de troca de aniônica (CTA) .

2.4.2 Atributos químicos do solo

A análise química do solo é de extrema importância. Melo e Alleoni (2009) referem que a partir desta análise se pode estimar a quantidade de nutrientes disponíveis para a planta, metais pesados, elementos contaminantes, fornecendo informações para se realizar o controle desses elementos no solo.

Os principais elementos da análise química para se realizar um estudo do solo são: potencial hidrogeniônico (pH), capacidade de troca catiônica (CTC), bases trocáveis (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} e Na^{+}), teor de fósforo (P), matéria orgânica, saturação por Bases (SB) e por alumínio (m), além da acidez potencial (H+Al), condutividade elétrica (CE) e porcentagem de sódio trocável (PST). A SB e a CTC são indicativos da fertilidade, sendo influenciadas pela fração de argila e pelo material de origem do solo (Ronquim et al., 2010), já o pH influencia na disponibilidade dos nutrientes, sais e de sódio no solo (indicados nos valores de CE e PST), afetando inúmeros processos no solo e na planta (Souza et al, 2007).

Além da análise química esboçar o estado nutritivo desse solo, ela permite constatar o impacto da ação humana pelos parâmetros analisados, principalmente quando ocorre a perda da vegetação natural e redução nos teores de matéria orgânica do solo, devido às más práticas de manejo e processos erosivos, que podem ocasionar um declínio na disponibilidade de nutrientes, vindo a comprometer a qualidade física, química e biológica do solo, influenciando assim a sua capacidade produtiva (Costa et al., 2015; Pavinato e Rosolem, 2008; Silva Junior et al., 2012).

Devido à inundação periódica de solos hidromórficos, ocorre um decréscimo no potencial eletroquímico do solo (Lima et al. 2006), ocasionando mudança nas condições de redução e oxidação dos óxidos de ferro e manganês, alterando assim a sua solubilidade no solo, gerando zonas enriquecidas em ferro de coloração característica no perfil. Além disso, o perfil do solo pode possuir cor escura, ocasionado pela acumulação de matéria orgânica, pois devido ao encharcamento a decomposição é realizada pelos organismos anaeróbios, que são menos eficientes na mineralização da matéria orgânica do que os aeróbios. O pH também sofre influência, pois os processos de redução causam a produção ou o consumo de H^{+} . Decorrente desses fatores, esses solos possuem concentrações mais elevadas de nutrientes no estado reduzido, quando comparado com solos bem drenados (Coringa et.al., 2012).

2.4.3 Matéria Orgânica

Os níveis de matéria orgânica influenciam nos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo. A sua concentração no solo é resultante da produção, alteração e decomposição de resíduos orgânicos, a qual sofre influência de fatores como a temperatura, aeração, pH, água, nutrientes e manejo do solo. Sua decomposição em solos com boa drenagem tende a ser acelerada, o que resulta na produção de CO_2 , NO_3 , SO_4^{2-} e húmus, que é a matéria orgânica de maneira estável. Já em solos que sofrem alagamentos periódicos, a decomposição é lenta e compostos intermediários são formados, o que influencia e altera a dinâmica da matéria orgânica (Ponnamperuma, 1972; Camargo et al., 1993).

O fracionamento e a determinação quantitativa das substâncias húmicas (SHs) envolvem processos físicos e químicos, tendo como fundamento a solubilidade diferencial entre as diversas frações (Stevenson, 1989). Essas substâncias são consideradas indicativas dos processos e do grau de humificação desse material, sendo subdivididas nas frações ácidos fúlvicos (FAF), ácidos húmicos (FAH) e humina (FHU). Esta última pode ter alguma participação de substâncias não húmicas, como carboidratos, ou outros compostos ligados à fração mineral (Theng et al., 1989).

2.5 Solos dos lameiros do nordeste de Portugal

De acordo com Agroconsultores & Coba (1991), os lameiros do nordeste de Portugal distribuem-se pelas seguintes unidades solo: Fluvissoles, Cambissolos, Regossolos e Antrossolos. Os lameiros de secadal ocupam uma área de 33 800ha, e os lameiros úmidos 22 000ha (Figueiredo, 2005).

Os Fluvissoles são solos espessos desenvolvidos sobre depósitos de aluvião, com perfis do tipo A C ou A Cg. Localizam-se preferencialmente na proximidade das linhas de água, sendo ocupados frequentemente por pastagens úmidas (lameiros úmidos) (Agroconsultores e Coba, 1991; Figueiredo, 2005). Trata-se de solos franco-arenosos, ácidos a subácidos (Costa, 2011), ricos em matéria orgânica, com teores de fósforo baixos e teores de potássio médios (Santos, 2015). A capacidade de troca catiônica apresenta valores médios a baixos.

Os Cambissolos são solos com horizonte B câmbico (Bw), onde se processou a mineralogia inicial da rocha e a formação de novos produtos, nomeadamente minerais de argila e óxidos de ferro e alumínio, com profundidade geralmente entre 50 e 70cm e perfil do tipo A Bw C R (Agroconsultores e Coba, 1991; Figueiredo, 2005). Nesta região este tipo

de solos desenvolvem-se sobre depósitos de vertente e de coluvião de fundo de encosta, estando essencialmente associados a lameiros sem presença de linhas de água, podendo esses serem úmidos ou de secadal. Os Cambissolos desenvolvidos nas vertentes, tendem a apresentar textura mais grosseira (franco-arenosa), e os desenvolvidos no fundo de encosta tendem a mostrar textura mais fina (franco-limoso). Os solos são ácidos a subácidos (Costa, 2011), com teores altos de matéria orgânica, teores baixos de fósforo e médios de potássio (Santos, 2015), e valores médios de capacidade de troca catiônica.

Os Regossolos são solos desenvolvidos sobre depósitos coluvionares, com espessura superior a 1 m, com perfis do tipo A C ou A C 2R. Geralmente, estão associados a lameiros úmidos, sem presença de linhas de água. A textura varia de franco-arenosa a franco-limoso. São solos ácidos (Costa, 2011), com teores de matéria orgânica médios a altos, teores de fósforo muito baixos e teores médios de potássio (Santos, 2015). A capacidade de troca catiônica varia de baixa a média.

Os Antrossolos são solos em que as atividades humanas têm provocado profundas modificações nas características originais, através de mobilizações profundas, movimentação de terras, armação do terreno em socacos, construção de muros de suporte, rega, fertilizações. Geralmente, estão associados a lameiros sem linhas de água, podendo estes serem úmidos ou de secadal. São solos de textura franca a franca-arenosa, ácidos (Costa, 2011), com teores médios de matéria orgânica, teores muito baixos a baixos de fósforo, e teores médios de potássio (Santos, 2015). A capacidade de troca catiônica varia de baixa a média.

2.6 Notas sobre Solos hidromórficos no Brasil

O Brasil também possui grande extensão territorial de solos que possuem características semelhantes aos lameiros em Portugal, como por exemplo os Pampas situados no Rio Grande do Sul, que são solos Hidromórficos ou de várzea, com cerca de 5,4 milhões de hectares de extensão (Reinert et al., 2008).

Outro exemplo destes solos no Brasil é o Pantanal, no qual possui a maior extensão de áreas alagáveis do mundo, se localizando entre os biomas da Amazônia (ao norte), o Chaco (ao sudoeste), o Cerrado (leste, norte e sul), a Mata Atlântica (sul) e o Bosque Seco Chiquitano (noroeste) (Ab´Saber, 1988). Consistem em uma zona tropical úmida, na qual sofre grandes inundações anuais, os solos dessas áreas passam por grandes alternâncias naturais, com fases de alagamento e secamento, fator que caracteriza esses territórios de solos hidromórficos (Assine e Soares, 2004).

Os solos do Pantanal se formam a partir de sedimentos orgânicos, inconsolidados arenosos e argilosos, que são depositados ao longo do tempo. Sua origem se constitui através de depósitos aluviais, constituído por vasas, arenitos e argilas (Oliveira e Leonardos, 1943). Segundo Corrêa et al. (1976) pode ser dividida em três subunidades, sendo a planície aluvial, mais antiga, de origem arenosa e conglomerática, como arenitos conglomeráticos ou conglomerados polimíticos, de cor parda variada, semi-consolidados, de alta porosidade, com predominância de rocha e quartzo, cimentados por substância ferruginosa e matriz de argilas caulínicas, sendo as áreas de maior elevação. A segunda unidade é composta por materiais argilo-arenosos pardos, semiconsolidados, porosos, também cimentado por material ferruginoso, sendo a área de planície pantaneira, na qual sofre alagações periódicas. A terceira unidade são as áreas de depósitos aluvionares essencialmente fluviais, sendo as margens e canais dos principais rios do Pantanal (rios Paraguai, Nabileque e Aquidabã), de composição predominantemente areno-argilosa.

Em razão do seu material de origem e suas características hidromorficas, as áreas do pantanal possuem características pedológicas, formando solos com características únicas, que devem ser avaliadas e consideradas para se adequar a melhor utilização dessas áreas. Grande parte dos pantaneiros se mantém saturados por água durante períodos que podem variar de dias a meses, esses alagamentos se dão por elevação do nível das águas em período de cheia dos rios, ou de elevadas precipitações pluviais, em razão da falta de drenagem ou do aumento do nível do lençol freático. Devido a esses fatores citados esses solos são encontrados em toda a região pantaneira, sendo sua morfologia decorrente principalmente, de processos de redução e oxidação do ferro e manganês, o que conferem a esses solos processos pedogenéticos como a gleização e plintização, de coloração acinzentada em todo o perfil ou em algumas partes (Couto e Oliveira, 2010). Devido a esses processos geogênicos, os solos de pantanal são diversificados, podendo ser classificado como Planossolos, Plintossolos, Gleissolos, Cambissolos Flúvicos, Neossolos, Luvisolos e Vertissolos (Couto et al. 2002). Grande parte da sua mineralogia e composição química provem do seu material de origem e do regime hídrico que o solo é submetido, contendo assim características distintas, como por exemplo a elevada saturação por sódio ou alumínio, a textura varia dependendo do tipo de sedimento depositado e riqueza em argilas expansivas (Fernandes et al. 2007). Além disso, devido aos fluxos laterais que essas áreas sofrem, esses solos estão sujeitos a perdas ou adições de matéria orgânica e inorgânica, seja por solução ou partículas o que ocasiona uma alteração no equilíbrio dos elementos e compostos no solo (Bertsch e Seaman, 1999). As inundações causam oxidação do ferro e manganês, gerando diminuição no potencial eletroquímico do solo, influenciando assim na coloração avermelhada

devido o acúmulo de ferro (Lima et al. 2006). Esses horizontes também podem ter uma coloração escura, devido ao acúmulo de matéria orgânica, decorrente da ação dos decompositores anaeróbios, que possuem menor eficiência na mineralização da matéria orgânica do que os aeróbios. Além desses processos frequentes de redução, ocorrem as alterações nas concentrações dos H⁺ no solo, alterando os níveis de pH no solo.

Ainda em comparativo com regiões similares as estudadas em Montesinho, porém se tratando de tipo de vegetação encontrada, no Brasil também se encontram locais com vegetação e situação similar, como no caso do Parque Estadual do Espinilho (PEEsp), no qual possui área de 1.617 ha, abrangendo parte do curso do arroio Quaraí-chico, até seu encontro com o rio Uruguai com vegetação tipo Savana que se localiza no bioma Pampa no Município Barra do Quaraí, no extremo oeste do Rio Grande do Sul. Devido sua relevância e especificação, a área na qual o parque está situado é considerada pelo MMA (2007) um local de imensa importância biológica para conservação várias espécies de flora e fauna regional, nacional e mundial. Além do mais, possui campos naturais, de ampla gama de variedades de gramíneas. O clima da região em sua maioria é do tipo Cfa de Koeppen, em maiores altitudes a nordeste possui uma pequena porção de tipo Cfb, com temperaturas anuais variando entre 14 à 20° C, estando sujeito no período de inverno sofrer frequentes geadas, com uma precipitação anual de cerca de 1300 mm (SEMA-RS, 2009).

As estreitas faixas de vegetação de galeria ripícola encontradas as margens dos rios Uruguai e Quaraí Chico, possuem maior diversidade e densidade quando comparadas as áreas abertas de savana. Nas margens do rio Uruguai, é evidente a predominância de maior porte, com sub-bosque pouco denso, com espécies de *Inga uruguensis*, *Blepharocalix salicifolius*, *Eugenia repanda*, *Eugenia uruguensis*, *Scutia buxifolia*, *Salix humboldtiana*, *Cephalanthus glabratus*, *Pouteria salicifolia*, *Terminalia australis* (SEMA-RS, 2009)

Nas margens do Arroio Quaraí Chico evidencia-se uma vegetação sub-bosque denso, com várias lianas, pequenos arbustos e árvores, principalmente por espécies de: *Erythrina crista-galli*, *Terminalia australis*, *Myrcianthes cisplatensis*, *Myrcia selloi*, *Sebastiania commersoniana*, *Parapiptadaenia rigida*, *Hexaclamys edulis*, *Myrrhinium atropurpureum*, *Pouteria salicifolia* e *Smilax campestris* (SEMA-RS, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O projeto foi desenvolvido em parceria com o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), na região do Parque Natural de Montesinho (PNM), uma Área Protegida, localizada no nordeste de Portugal Continental com cerca de 74 200 hectares abrangendo parte norte dos concelhos de Bragança e Vinhais, sendo um território de montanha com um conjunto complexo de paisagens naturais, seminaturais e humanizadas. Foram selecionadas 16 de 100 áreas envolvidas no projeto Habmonte, incluindo 4 categorias de lameiros: com rio em uso, com rio em abandono, sem rio com uso e sem rio em abandono. Através da análise física e química dos solos buscou-se evidenciar diferenciação entre essas categorias.

A Figura 1 mostra o mapa do Norte de Portugal, que evidencia o PNM, a norte de Bragança. Nas Figuras 2 e 3 é possível visualizar a localização das áreas nas quais foram feitas as amostragens de solos.



Figura 1 - Mapa do norte de Portugal. Fonte: Portugalvirtual.pt

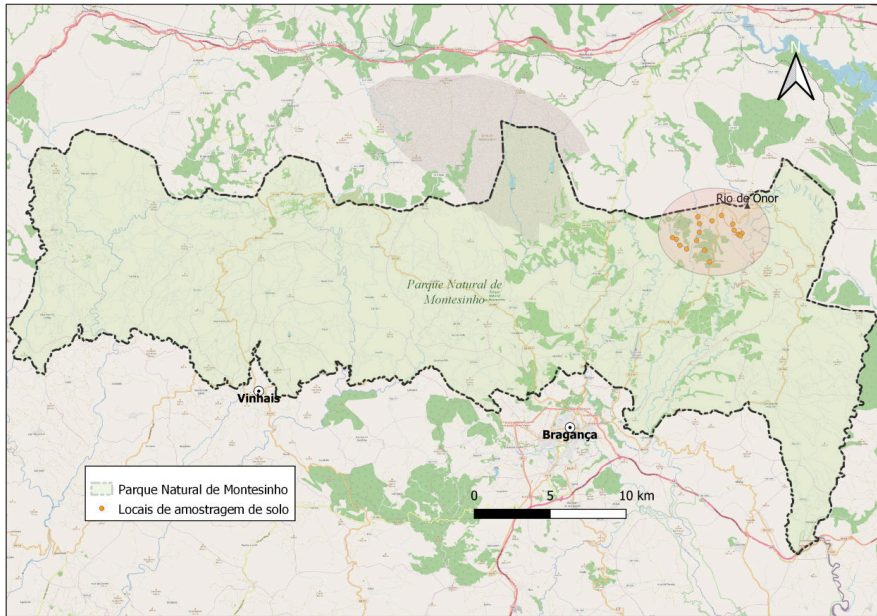


Figura 2 - Mapa do Parque Natural de Montesinho. Fonte: Autor, 2019.

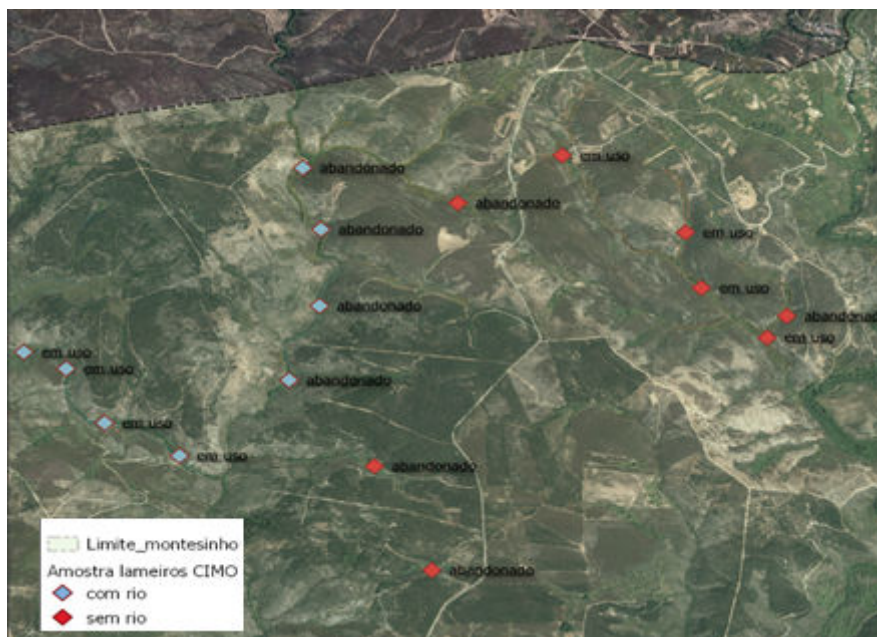


Figura 3 - Mapeamento dos 16 lameiros amostrados. Fonte: Google Earth, 2019

3.2 Delineamento experimental

O trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar 16 lameiros, que foram divididos em 4 categorias, lameiro utilizado com linha de água, lameiro abandonado com linha de água, lameiro utilizado sem linha de água e lameiro abandonado sem linha de água. Cada categoria teve 4 repetições, onde analisou-se a influência do uso e abandono e se a presença ou ausência de rio influenciou nos resultados. Os parâmetros utilizados para estudo foram fatores físicos do solo (permeabilidade e densidade aparente), químicos, análise de vegetação e declividade dos terrenos.

Foram feitas 4 repetições para cada parâmetro analisado, em cada lameiro, para diminuir o erro amostral e aumentar a veracidade dos resultados.

3.3 Observações de Campo

Foi realizada uma descrição visual dos lameiros, anotando as observações realizadas no campo, como a vegetação do lameiro e da zona envolvente, o declive dos locais, a presença ou não de linha de água, a densidade da galeria ripícola, a presença de afloramentos rochosos nas encostas, a presença de levadas nos lameiros e seu estado de conservação. Realizou-se um reconhecimento da vegetação, topografia e a presença de canais de irrigação e construções.

Lameiro LAVE 20_06, primeira área coletada - lameiro com linha de água, usado

O lameiro se localizava em uma zona aplanada limitada por duas levadas, com uma ribeira situada junto à base da encosta da margem esquerda. As encostas possuem declive acentuado, cobertas de matos, com algumas árvores dispersas, porém a predominância é arbustiva. As espécies avistadas no local são em maioria giesta, carqueja e urze. A vegetação ripícola era pouco densa. As encostas possuíam afloramento de rochas de xisto. As coordenadas da área são 41°55'14.68"N e 6°40'25.48"W e o declive longitudinal (L) é de 6% e o transversal (T) de 5%. A vegetação do lameiro é densa, constituída por gramíneas de baixo porte. A Figura 4 mostra uma área amostrada no primeiro lameiro.



Figura 4 - Abertura de cova para coleta de amostras. Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LAVE 20_07, segunda área coletada - Lameiro com linha de água, usado

A linha de água dividia dois lameiros, o analisado foi o da margem esquerda, por possuir maior área e declive semelhante. Na base da encosta da margem esquerda, com cerca de 5m de largura e desnível de 1m aproximadamente, localiza-se uma levada colmatada por sedimentos e vegetação.

Existe um barranco no limite inferior da encosta com cerca de 2m de altura, com perfil exposto, podendo se analisar que se formou a partir do depósito de sedimentos de vertente. As encostas das duas margens são muito inclinadas, cobertas por matos e pequenos bosques. Na margem esquerda se encontra um bosque de pinheiros e na direita predomina a vegetação arbustiva. A vegetação ripícola é pouco densa e descontínua. A vegetação do lameiro, composta por gramíneas é densa e baixa. O declive longitudinal do terreno é de 1% e o transversal de 3% e as coordenadas do local são 41°55'1.63"N e 6°40'15.76"W.

A litologia do local é xisto e se pode encontrar o lençol freático a 0,50m de profundidade. A Figura 5 mostra uma imagem do lameiro (A) e do perfil exposto encontrado (B) no local.

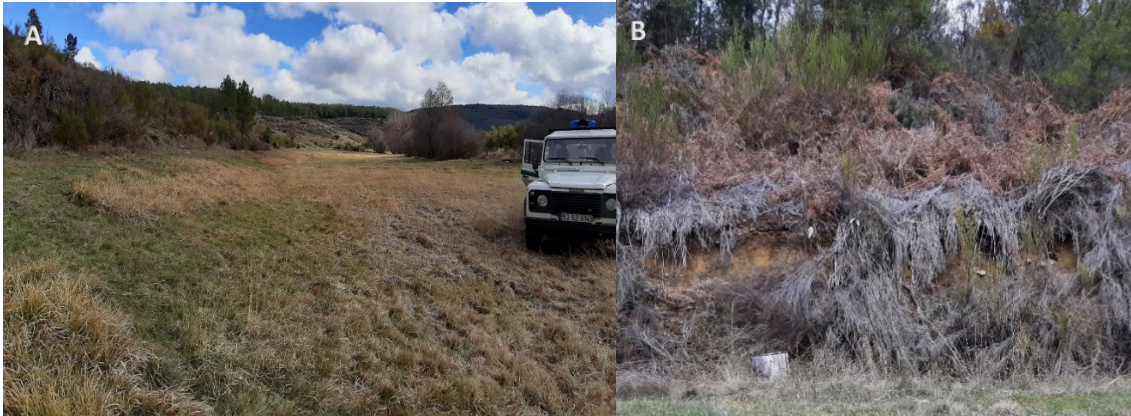


Figura 5 - Lameiro LAVE 20_07 usado, com linha de água (A), Perfil do solo exposto na margem direita (B).
Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LAVE 20_08, terceira área coletada - Lameiro com linha de água, usado

O lameiro possui duas partes, a área da margem direita é muito pequena e está inutilizada, a área da margem esquerda é maior e mais longa, onde foram coletadas as amostras para realização das análises. A área possui uma galeria ripícola contínua e densa. O lameiro possui uma faixa de 15m de largura na plataforma mais baixa e aplanada, o declive longitudinal do terreno é 2,5% e o transversal de 3% e as coordenadas são 41°54'53.57"N e 6°39'56.46W". Na extremidade esquerda existe um talude que confina com uma encosta coberta por matos, essencialmente giesta, com desnível entre o topo e a base de 4 a 4,5m e a presença de uma levada inativada, coberta por vegetação. A litologia do local é xisto, sendo possível ver afloramentos rochosos nas encostas. O lençol freático foi encontrado a 93cm de profundidade (Figura 6).



Figura 6 - Lameiro LAVE 20_08 usado, com linha da água. Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LAVE 20_19, quarta área coletada - Lameiro com linha de água, abandonado há mais de 10 anos

O lameiro tem cerca de 27m de largura e na zona direita passa o Rio Igrejas. Tem duas áreas topográficas, uma aplanada mais larga, com um pequeno talude de 5m com desnível de 0,5m. O declive longitudinal do terreno é de 3% e o transversal de 7% e as coordenadas são 41°56'1.65"N e 6°39'22.80"W.

A galeria ripícola é alta e bem desenvolvida, contínua e medianamente densa. Numa faixa de 5m próximo ao rio existe uma vegetação seca que forma tufo, de forma descontínua. No centro do lameiro se encontra gramíneas de porte baixo, pouco verdejante, de aspecto seco. A encosta da margem esquerda é inclinada e coberta por matos e afloramentos de rochas de xisto, nos quais se pode ver grande concentração de líquens.

Podemos analisar a vegetação e a topografia do local através da Figura 7.



Figura 7 - Lameiro LAVE 20_19 abandonado, com linha da água. Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LAVE 20_11, quinta área coletada - Lameiro sem linha de água, abandonado há mais de 30 anos

Trata-se de um lameiro formado sobre um depósito de coluvião, com parte central de 25m e um total de área de 50m, possuindo três anéis de altura, um fundo de 25m no talude da direita, com dois níveis um leve de 15m e outro mais abrupto com 10m, cercado por florestas de pinheiros, com alguns freixos plantados no talude junto ao lameiro, também se observou alguns salgueiros no local. A parte central é funda cercada por dois taludes com aproximadamente 15% de inclinação. O declive longitudinal do terreno é de 5% e o transversal 15% e as coordenadas da área são 41°54'25.52"N e 6°38'51.39"W.

Ao redor, nas áreas de talude, se observou vegetação arbustiva, principalmente urze de flor rosa, giesta e fetos. Na parte central do lameiro predominava festuca de médio porte com alguns tufos que se sobressaiam, também havia um sulco utilizado para irrigação que estava inativo e coberto por vegetação. A margem direita do talude é mais suave que a esquerda, que ocorre de maneira abrupta. Aparecem alguns afloramentos de xisto em ambas encostas e o lençol freático não foi possível de se encontrar, está a mais de 1,20m de profundidade (Figura 8)



Figura 8 - Lameiro LAVE 20_11 abandonado, sem linha de água. Festuca cobrindo o lameiro.
Fonte: O autor, 2019.

Lameiro LAVE 20_12, sexta área coletada - Lameiro sem linha de água, abandonado há mais de 30 anos

Lameiro fluvial de regadio, com floresta de pinus e vegetação arbustiva nas encostas, predominantemente urze, com a presença de alguns salgueiros junto ao talvegue. A margem direita, com exposição sul, com esteva e alguma urze, a esquerda giesta, urze, carqueja, na parte central do lameiro tinha alguma urze.

A margem esquerda é mais inclinada e com muitos afloramentos rochosos de xisto. O lameiro estende-se na margem direita com declive mais suave, na parte superior aparece um patamar com arbustivas, acima de 10m tem floresta de pinus. O declive longitudinal do terreno é de 19% e o transversal de 5% e as coordenadas são 41°54'50.47"N e 6°39'5.78"W. A área central do lameiro estava coberta por vegetação de festuca densa.

O lameiro possui cerca de 50m de largura, as coletas foram realizadas na margem esquerda e em áreas mais planas do terreno. O lençol freático foi localizado a 35cm de profundidade.

A seguir podemos analisar o abandono e forte declive encontrado no local, que dificultaram a coleta de amostras, devido à presença de rochas e solos rasos (Figura 9).



Figura 9 - Lameiro LAVE 20_12 abandonado, sem linha da água (A). Declive do terreno do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LAVE 20_13, sétima área coletada - Lameiro com linha de água, abandonado há mais de 30 anos

A linha da água se localizava do lado esquerdo do lameiro. No lado direito havia um canal abandonado coberto por vegetação e a galeria ripícola apresentava uma parte densa e outra dispersa. Em ambas as encostas podem se ver muitos afloramentos rochosos de xisto.

O talvegue é rodeado por vegetação arbustiva e algumas azinheiras. Na margem direita predominava a esteva e na esquerda a urze e giesta. No centro do lameiro havia gramínea densa, que foi cortada recentemente, com extensão de 30 a 50m de largura.

A topografia é irregular, mais aplanada junto ao rio, apresentando um patamar mais elevado quando se vai em direção ao rio. A margem direita possui 3 patamares de elevação diferente. O lençol freático se localizou na profundidade de 1,10m. O declive longitudinal do terreno é de 3% e o transversal de 11% e as coordenadas são 41°55'11.21"N e 6°39'27.53"W.

Podemos analisar nas imagens a seguir o lameiro e sua galeria ripícola, o lameiro havia passado pelo processo de limpeza na semana anterior, para evitar que a vegetação das margens tome conta do local (Figura 10).



Figura 10 - Lameiro LAVE 20_13 abandonado, com linha da água (A). Galeria ripícola junto à linha de água (B). Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LAVE 20_18, oitava área coletada - Lameiro sem linha de água, abandonado há mais de 30 anos

O lameiro possui cerca de 30m de largura, sua litologia é de xisto. O lado direito está dominado por arbustos e o final é mais estreito. Aparece uma levada no fundo da encosta tomada por sedimentos e vegetação, também se pode observar algumas árvores dispersas, que estão em níveis de solo diferentes. O declive longitudinal do terreno é de 5% e o transversal de 9%. As coordenadas do lameiro são 41°55'52.75"N e 6°38'42.61"W.

Sensivelmente o meio do lameiro aparece uma pequena rampa. Não se obteve a leitura do lençol freático pois estava a mais de 1,20m de profundidade. Abaixo podemos analisar a vegetação e declive do local (Figura 11).



Figura 11 - Lameiro LAVE 20_18 abandonado, sem linha da água. Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LRIO 21_02, nona área coletada - Lameiro sem linha de água, usado

O lado esquerdo do lameiro possui duas levadas cobertas por vegetação e se localizam em diferentes níveis de declive, entre as duas há um talude. O declive longitudinal do terreno é 10% e o transversal é de 4%, com coordenadas 41°56'3.74"N e 6°38'15.19"W. No lado direito do lameiro há uma levada, entre a encosta e a levada o terreno está alagado. A vegetação da direita é densa e arbustiva, com algumas árvores dispersas, na esquerda também se encontra arbustivas, mas de maneira dispersa. Em ambas as encostas se tem grande quantidade de decafloramentos de xisto.

A área se encontrava grande parte alagada, com muitos sulcos utilizados para irrigação, as amostras tiveram que ser coletadas de maneira estratégica, nas partes mais altas onde não havia lâmina de água sobre o solo, o lençol freático foi localizado a 50cm de profundidade. A vegetação central do lameiro era gramínea de baixo porte como podemos ver na Figura 12.

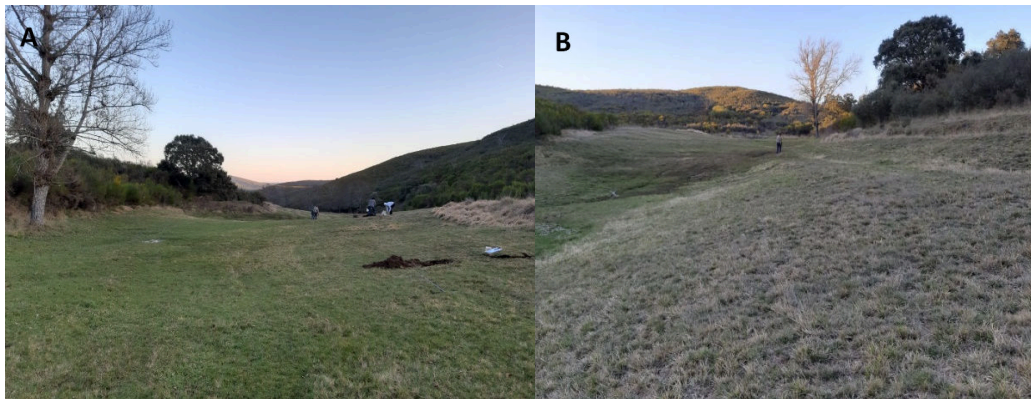


Figura 12 - Lameiro LRIO 21_02 usado, sem linha da água (A). Rampa no limite superior do lameiro (B).
Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LAVE 20_15, décima área coletada - Lameiro com linha de água, abandonado há mais de 30 anos

O lameiro possui rio e encontra-se abandonado há mais de 30 anos, se estende por uma zona aplanada de cerca 200m de comprimento e 22m de largura. Aos 16m do lameiro no sentido da ribeira para a esquerda há um talude de 6m com uma inclinação de aproximadamente 3m. Na encosta esquerda têm uma levada inativa, tomada por sedimentos e vegetação, a inclinação da margem é cerca de 30%, com vegetação arbustiva densa, principalmente urze, esteva e giesta, com algumas azinheiras ao fundo da encosta, na parte superior da encosta encontram-se alguns pinheiros.

A encosta direita está ligada ao rio e possui uma inclinação de aproximadamente 60%, sua vegetação é arbustiva e dispersa, em que predomina a espécie esteva, também

podemos ver na parte mais alta alguns pinheiros. O declive longitudinal do terreno é 9% e o transversal de 5%, as coordenadas do lameiro são 41°55'28.75"N e 6°39'19.22"W.

Em ambas as encostas podemos ver afloramentos rochosos de xisto, na ribeira podemos avistar vários amieiros dispostos de forma densa. No centro do lameiro a gramínea é densa e foi recentemente cortada, possuindo um talude quando se direciona para norte. O lençol freático foi localizado a 1,46m de profundidade (Figura13).



Figura 13 - Lameiro LAVE 20_15 abandonado, com linha da água. Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LRIO 21_04, décima primeira área coletada - Lameiro sem linha de água, em uso

O lameiro não possui rio e está atualmente em uso, com cerca de 150m de extensão, com cinco taludes no decorrer da área, a média do declive longitudinal do terreno é de 7% e o transversal de 5%, com coordenadas 41°55'44.98"N e 6°37'43.50"W.

Em ambas as margens podemos encontrar afloramentos rochosos e vegetação arbustiva densa, com predominância das espécies, giesta, esteva, urze, carqueja e algumas azinheiras. Na margem direita se encontra uma levada, após a qual, aparece um perfil de solo exposto, com mais de 3m de altura. Na margem esquerda tem-se uma levada colmatada.

As encostas são similares, com inclinação de aproximadamente 45%. O material rochoso é de xisto e o lençol freático foi encontrado a 90cm de profundidade. Segue Figura 14 do local amostrado.

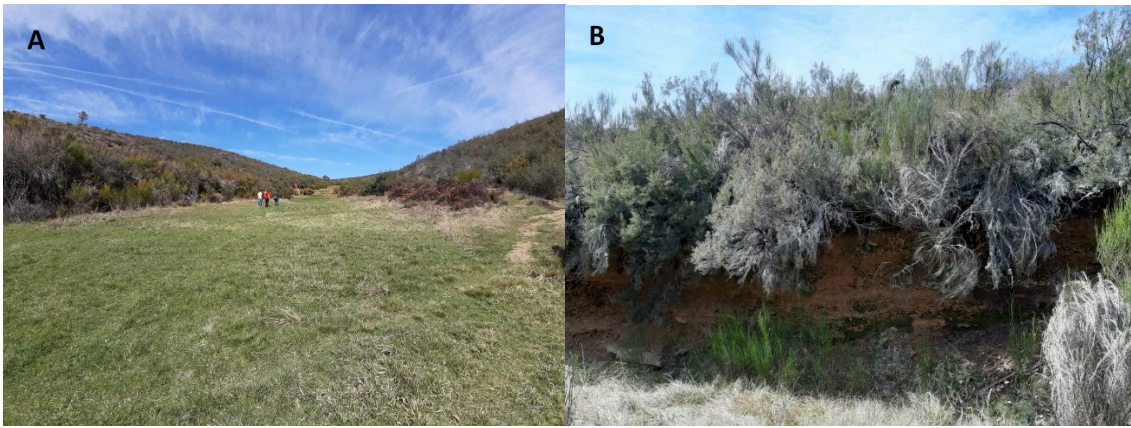


Figura 14 - Lameiro LRIO 21_04 usado, sem linha da água (A). Perfil do solo exposto na margem do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LRIO 21_05, décima segunda área coletada - Lameiro sem linha da água, em uso

O lameiro está sendo utilizado e não possui rio. Na área central do lameiro se encontra uma levada, o deixando com dois níveis. Também existem alguns freixos dispersos no meio do lameiro. A gramínea é baixa e bastante densa.

Rente à margem esquerda se encontra uma levada colmatada desativada e na encosta pode-se observar um perfil de solo exposto. A vegetação é do tipo arbustiva e densa, com predomínio da esteva, carqueja e urze, nos taludes pode-se ver a presença de giestas e azinheiras.

Em ambas as encostas há afloramentos de rochas de xisto. O lençol freático se localizou a 1,37m de profundidade. A média do declive longitudinal do terreno é de 3% e o transversal de 2%, e as coordenadas são 41°55'31.73"N e 6°37'39.71"W.

Ao realizar as coletas pode-se reparar que a partir da profundidade de 15cm o solo apresentava uma camada de material grosseiro, muito solto que se estende por 8cm, em seguida o material é fino. As Figuras 15 e 16 mostram alguns dos detalhes descritos.

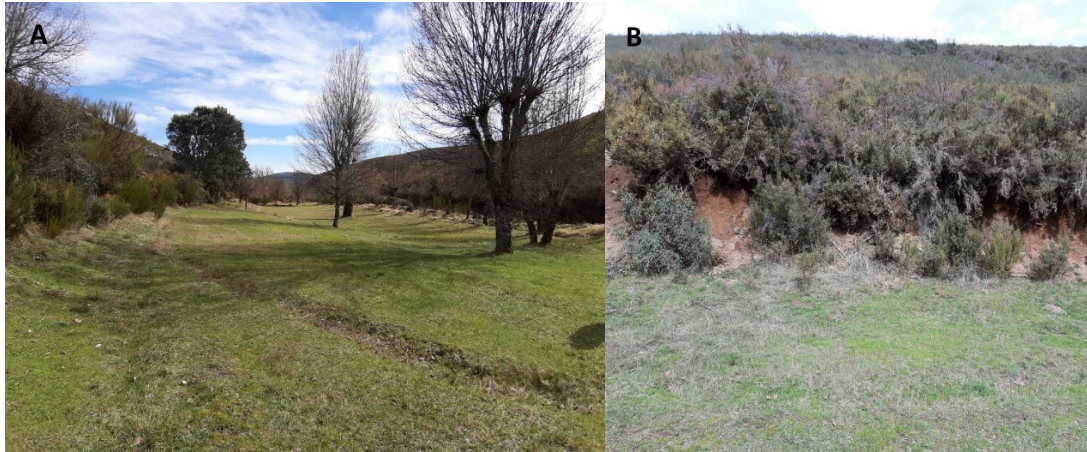


Figura 15 - Lameiro LRIO 21_05 em uso, sem linha da água (A). Margem esquerda do lameiro com perfil exposto (B). Fonte: Autor, 2019.



Figura 16 - Diferentes camadas no perfil de solo no ponto amostrado (A). Diferença do solo entre os primeiros 15cm e abaixo desta profundidade (B). Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LRIO 21_06, décima terceira área coletada - Lameiro com linha de água, em uso

O lameiro está situado próximo da fronteira com a Espanha, possui um estradão em direção a norte, há vestígios de um antigo leito com galeria ripícola no centro, na plataforma mais baixa. O leito atual está encostado a uma vertente muito inclinada e rochosa coberta de mato. A galeria ripícola é relativamente regular e pouco densa, na direita do lameiro, entre o leito atual e o antigo tem um espaço de 30 metros de largura. O antigo leito ainda tem algumas interrupções com poças de água, mas está colmatado.

A zona de amostragem foi a margem esquerda do antigo leito, onde se encontra uma plataforma regular de 30 metros em direção a margem esquerda, com um declive que se

estende até uma levada alta e mal definida, dividida em dois setores, cerca de 1 metro acima da superfície inferior. Acima da levada tem uma encosta pouco inclinada, com muitos afloramentos rochosos. O porte da galeria ripícola aumenta de montante para jusante. Ao fundo lameiro do lado esquerdo, no antigo leito, se encontra um declive longitudinal regular e transversal baixo, nas fotos pode se ver as duas superfícies pela diferenciação da cor da vegetação (Figura 17).

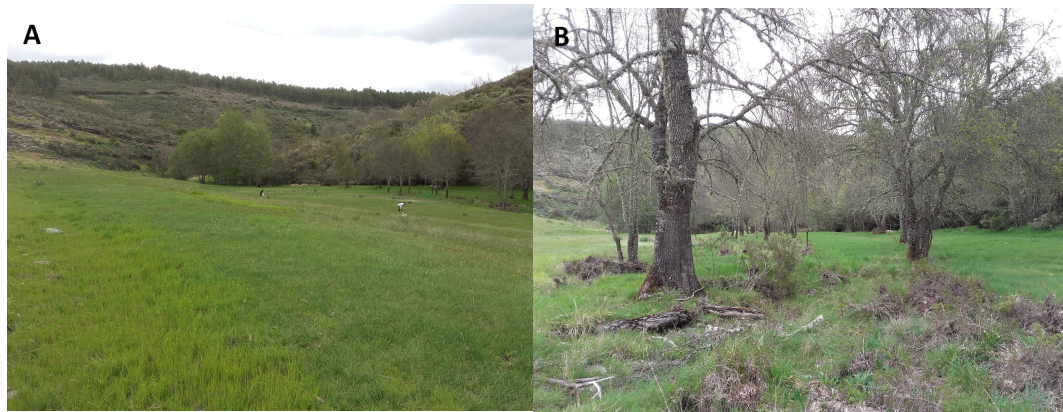


Figura 17- Área de amostragem do lameiro (A), Galeria ripícola junto ao leito da linha de água colmatada no centro do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LRIO 21_09, décima quarta área coletada - Lameiro sem linha de água, abandonado

O lameiro encontra-se abandonado e sem presença de rio, possuindo três níveis de declive, com freixos dispersos em sua extensão e à volta, com uma largura de aproximadamente 30m por 25m de comprimento.

Na encosta da direita o declive é de aproximadamente 30°, na esquerda é mais acentuado com 50°. A vegetação de ambas encostas é de urze, esteva, carqueja e sargaço. A média do declive longitudinal do terreno é de 4% e o transversal de 9%, as coordenadas são 41°55'24.78"N e 6°37'17.65"W. A gramínea na área central é densa com alguns tufos no centro. Na margem esquerda existe uma levada desativada, repleta de vegetação. O lençol freático foi encontrado a 56cm de profundidade. O lameiro é cercado por dois muros de pedra, como podem ser vistos na Figura 18.



Figura 18 - Lameiro LRIO 21_09 abandonados, sem linha da água. Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LAVE20_25 Décima quinta área coletada - Lameiro com linha de água, abandonado há mais de 30 anos

O lameiro está abandonado há mais de 30 anos e possui um rio que passa junto à encosta da margem direita, sua largura é de aproximadamente 25m. A galeria ripícola é densa, ficando dispersa em alguns pontos em sua extensão.

A margem direita é mais declivosa que a esquerda, com arbustos dispersos, predominando urze, giesta e esteva.

Na margem esquerda o declive é menor, com vegetação arbustiva mais densa. Também podemos ver dois taludes e uma levada colmatada rente à encosta do lado esquerdo. Ambas as margens possuem afloramentos de xisto. A média de declive longitudinal encontrada no terreno é de 7% e transversal de 8%, e as coordenadas são 41°55'46.96"N e 6°39'18.39"W.

No centro do lameiro a vegetação encontra-se densa com muitas giestas de grande porte dispersas por todo o local, como podemos ver na Figura 19, também se tem presença de fetos no local. O lençol freático estava a 95 cm de profundidade.

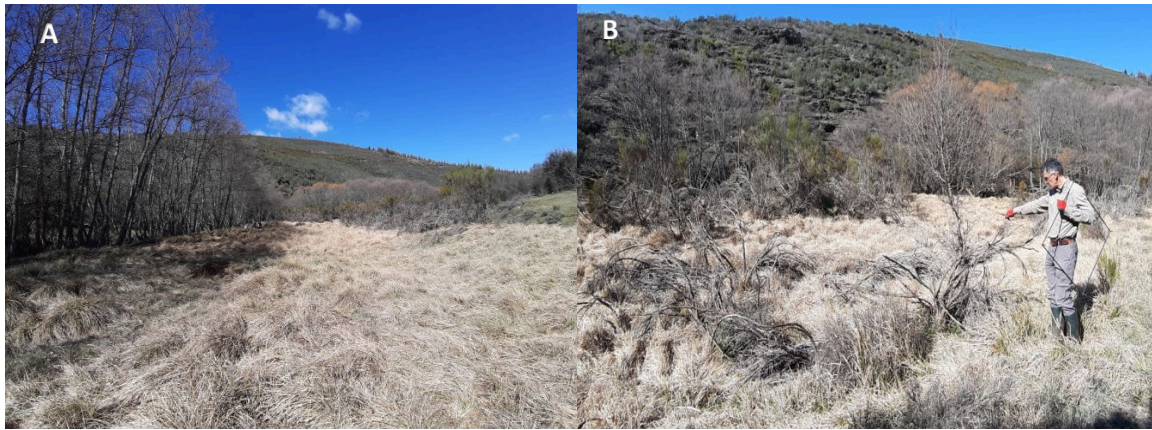


Figura 19 - Lameiro LAVE20_25 abandonados, com linha da água (A). Giestas dispersas na extensão do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.

Lameiro LRIO 21_09B Décima sexta área coletada - Lameiro sem linha de água, em uso

O lameiro se encontrava em uso e não existe rio no local. A maior parte da área central do lameiro estava saturada em água, o que dificultou a amostragem. Assim, as amostras foram coletadas em locais estratégicos onde não havia água na superfície. A vegetação central se encontrava densa e rasteira, a plataforma mais baixa do lameiro apresenta topografia irregular, com depressões e pequenos canais de água, que aparentemente são resultantes de micro deslizamentos. O lameiro é confinado abaixo e acima por duas galerias de árvores de freixos e choupo.

A margem direita tem uma levada ativa, com grande fluxo de água, em torno existe uma galeria de árvores. A encosta é muito abrupta com afloramentos rochosos e vegetação bastante densa.

Na margem esquerda desenvolve-se um talude, com cerca de 15m de largura e 1,5m de desnível, o talude era limitado na área superior e inferior por duas levadas ativas. A média de declive longitudinal encontrada no terreno é de 4% e transversal de 14%, e as coordenadas são 41°55'19.71"N e 6°37'22.87"W. A encosta esquerda é menos inclinada que a direita, com vegetação densa (Figura 20).



Figura 20 - Lameiro LRIO 21_09B em uso, sem linha da água (A). Depressões com ressurgência de água no meio do lameiro (B). Fonte: Autor, 2019.

3.4 Amostragens de Campo

3.4.1 Amostras para determinação da permeabilidade

Para realizar as análises de permeabilidade do solo foi efetuado um delineamento experimental casualizado, com quatro repetições em cada lameiro. A coleta das amostras foi realizada na profundidade de 0-5cm, com o auxílio de um anel de aço com bordas cortantes e volume interno conhecido (100cm^3). Retirou-se previamente a vegetação superficial, utilizou-se uma marreta para introduzir o anel no solo, e uma espátula para escavar ao redor do anel e retirar o anel com a amostra não perturbada. Posteriormente, foram tapados ambos os lados do anel com uma tampa de plástico e disposto em uma maleta apropriada para evitar perturbação e perda de solo (Figura 21).

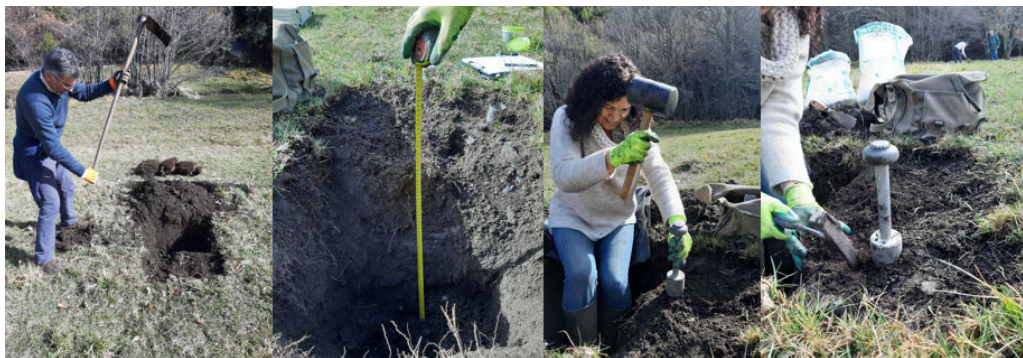


Figura 21 - Coleta de amostras no campo. Fonte: Autor, 2019.

3.4.2 Amostras para determinação da densidade aparente

As amostras para determinação da densidade aparente, não perturbadas, foram coletadas com 4 repetições em cada lameiro a duas profundidades: 0 a 5cm, em

representação da camada de 0-20cm, e 20 a 25cm, em representação da camada 20-40cm. A coleta foi realizada no mesmo local das amostras para a análise de permeabilidade.

Para realizar a coleta foi retirada a vegetação superficial e aberto um buraco no solo com o auxílio de uma enxada até alcançar a profundidade superior a 40cm. Com o anel de aço e bordas cortantes com volume interno conhecido, coletou-se a primeira camada (0-20cm), sem perturbar a amostra.

Em seguida, no mesmo local, com uma fita métrica, se mediu até se alcançar 20 cm, e coletou-se dos 20 aos 40cm solo com o anel volumétrico, repetindo o processo anterior realizado nas profundidades de 0-20cm.

Cada amostra foi disposta em uma caixa de plástico devidamente identificada, as quais, se mantiveram fechadas após coleta até o início as análises laboratoriais, para se evitar a perda de umidade.

3.4.3 Amostras perturbadas para análise química

Para analisar os parâmetros químicos do solo, as amostras perturbadas foram coletadas em duas profundidades de 0-20cm e de 20-40cm. Para cada profundidade, coletou-se 4 amostras. As amostras de cada profundidade foram dispostas juntamente em um único saco (Figura 22), onde foram homogeneizadas. Posteriormente, retirou-se uma subamostra de cada camada que foram levadas ao laboratório para processamento e análise química.



Figura 22 - Processo de amostragem do solo. Fonte: Autor, 2019.

3.4.4 Medição do Declive

Foram feitas medições de declive longitudinal e transversal em todos os 16 lameiros, com quatro repetições em cada, utilizando o quadro de 72x72cm como base. Para realizar

as leituras colocava-se o quadro no sentido longitudinal ou transversal do lameiro, nivelava-se com um nível de bolha, e se media com uma régua a distância do solo ao lado superior do quadro, utilizando nos cálculos o lado com 72cm do quadro (Figura 23).



Figura 23 - Medição do declive. Fonte: Autor, 2019.

Para calcular o declive utilizou-se a fórmula abaixo:

$$D = (V / H) * 100$$

D= Declive do terreno;

H= Distância horizontal (72 cm);

V= Distância vertical medida (do lado inferior do quadro ao solo).

3.4.5 Lençol freático

Com o auxílio de um trado foi feita a perfuração do solo até se encontrar o lençol freático, após encontrado, a medição da profundidade era feita com o auxílio de uma fita métrica (Figura 24).



Figura 24 - Trado com solo mostrando presença de água subterrânea (A), sonda sendo introduzida no solo (B). Fonte: Autor, 2019.

3.5 Análises laboratoriais

3.5.1 Permeabilidade

As amostras coletadas foram levadas para análise no Laboratório de solos da ESA. Foram analisadas por lotes de 23 amostras, numeradas e dispostas no permeâmetro instalado nesse laboratório que estava no nível máximo de água. As amostras foram colocadas numa sexta-feira, ficando dois dias saturando, na segunda até a quinta-feira foram feitas as leituras de permeabilidade da água no solo.

As leituras foram realizadas todos os dias no mesmo horário, no primeiro dia, colocou-se os sifões, posteriormente verificou-se o funcionamento do aparelho e os sifões. Logo após, iniciou-se as leituras com fechamento das buretas, sempre cronometrando o tempo até a água atingir os 40mL do recipiente. Após feita as leituras, foram feitas as medições dos níveis de água na área interna e externa dos anéis, isso se repetiu nos próximos três dias.

Após a última leitura, se drenou a água do aparelho, em seguida esperou-se uma hora para fazer a retirada dos anéis que foram colocados individualmente em caixas identificadas e com pesos determinados (tara da caixa). Em seguida, realizou-se a primeira pesagem dos anéis com o solo saturado, pano e caixa.

Após a pesagem inicial, os anéis com solo foram deixados descansando por 24 horas, posteriormente se fez uma nova pesagem da caixa com o anel, solo, pano, em seguida foram colocados em estufa a 105° C, por 48 horas.

Retirou-se o material da estufa e aferiu-se novamente o peso, agora com o solo já seco. Sendo essa a última pesagem, se retirou o solo do anel e se fez a lavagem dos anéis e dos panos, que foram levados a estufa para secar e posteriormente pesar, determinando assim a tara necessário para calcular o valor real do solo. Todo o processo pode ser visto na Figura 25.

Para a realizar os cálculos do ensaio, os valores das leituras e pesagens foram colocados em uma planilha de Excel, na qual se fez os descontos das taras e lançou o cálculo final dos valores.



Figura 25 - Processos laboratoriais de determinação da permeabilidade do solo. Fonte: Autor, 2019.

Cálculos

A Lei de Darcy é utilizada para calcular a permeabilidade (K) e para realizar a classificação da permeabilidade dos solos usa-se a Tabela 1.

Se calcula K da seguinte forma:

$$k = \left(\frac{V * L}{A * t * dH} \right)$$

V- Volume de água que flui através da amostra (cm³);

k – Coeficiente de permeabilidade (cm/h);

dH - Diferença de nível de água dentro e fora do cilindro da amostra (cm);

L - Comprimento da amostra de solo (cm);

A – Superfície da secção transversal da amostra (cm²);

t – Tempo utilizado para o fluxo de água através da amostra.

Tabela 1- Classificação USDA da permeabilidade dos solos (Figueiredo, 2011).

Classe de permeabilidade (designação)	Valor (Cm/hr)
Muito rápida	>25,4
Rápida	12,7 - 25,4
Moderadamente rápida	6,35 – 12,7
Moderada	2,00 – 6,35
Moderadamente lenta	0,50 – 2,00
Lenta	0,13 - 0,50
Muito lenta	<0,13

Para além da permeabilidade, o protocolo descrito acima permite determinações complementares de propriedades físicas do solo, cujo cálculo é apresentado em seguida.

Para calcular a Capacidade de Campo (CC) se utiliza a seguinte equação:

$$CC = \frac{Msolo\ húmido - Msolo\ seco}{Msolo\ seco} * 100$$

Para a capacidade máxima para a água (CMA) se utilizou a seguinte fórmula:

$$CMA = \left(\frac{Msolo\ húmido}{Msolo\ seco} \right) - 1$$

A Porosidade total (P) foi calculada com a fórmula seguinte:

$$P(\%) = Dap * CMA$$

A Microporosidade (MicroP) é a expressão volumétrica deste teor de humidade, e foi determinada pela seguinte expressão:

$$MicroP (\%) = CC * Dap$$

No caso da Macroporosidade (MacroP), foi obtida através da seguinte expressão:

$$MacroP (\%) = P - MicroP$$

3.5.2 Densidade aparente e real

Em laboratório foi realizada a pesagem das amostras com a caixa, assim que chegadas do campo, posteriormente foram colocadas em estufa a 105 °C por 48 horas. Com o solo já seco, realizou-se uma nova pesagem para determinar a densidade do solo

sem umidade. Depois de pesados os solos foram colocados em sacos identificados para se determinar a densidade real das amostras. As caixas utilizadas para colocar as amostras foram lavadas, secas e pesadas, para se ter a tara do recipiente.

Os valores foram dispostos em planilha de Excel, para posteriormente realizar os cálculos da densidade aparente.

Na determinação da densidade aparente (DAP) foi utilizada a fórmula seguinte:

$$DAP = \frac{\text{Peso da amostra seca}}{\text{Volume da amostra}}$$

3.5.3 Análise Química do solo

Em laboratório as amostras foram deixadas nos sacos identificados, deixando-os abertos para que ocorresse a perda da umidade até que houvesse disponibilidade de secagem.

Após se levou para a estufa a 45 °C aonde ficaram por quatro dias para que ocorresse a secagem total. Com o solo seco realizou-se a crivagem (crivo de malha de 2mm) (Figura 26). Após peneirado as amostras foram ensacadas, identificadas e levadas ao laboratório de solos e plantas da ESA, para as determinações químicas.



Figura 26 - Crivagem das amostras de solo. Fonte: Autor, 2019.

As amostras de solos foram pesadas e crivadas por 3 minutos em uma vibração de 70.Kz e crivo de malha de 2mm. Após este procedimento, no qual se separou os elementos grosseiros (partículas com dimensões > 2mm) da terra fina (partículas com dimensões < 2mm), procedeu-se à pesagem dos elementos grosseiros, com vista à determinação da sua percentagem no solo. De seguida, e para determinação da humidade, foram pesadas 10g de terra fina, colocadas na estufa a 105 °C por 48 horas, posteriormente foi feita uma nova

pesagem. O procedimento repetiu-se para todas as amostras coletadas nas profundidades 0-20cm e 20-40cm.

As análises químicas foram feitas pela equipe que trabalha no laboratório, utilizando os procedimentos descritos a seguir.

pH em água - Preparou-se uma suspensão sobrenadante 1:2,5 (10g de solo para 25mL de água). Agitou-se por 2 horas e realizou-se a medição com o uso de um pHmetro. Posteriormente os resultados obtidos nas análises foram comparados com a Tabela 2.

Tabela 2 - Classes de pH do solo (Costa,1991).

Designação do solo	pH
Hiperácido	4,5 ou menor
Ácido	4,6 – 5,5
Subácido	5,6 – 6,5
Neutro	6,6 – 7,5
Subalcalino	7,6 – 8,5
Alcalino	8,6 – 9,5
Hiperálcalino	9,6 ou maior

Matéria orgânica – a determinação da matéria orgânica foi realizada pelo método de Walkley-Black. Este procedimento faz digestão úmida de uma amostra de solo com uma mistura de dicromato de potássio e ácido sulfúrico durante 30 minutos. O dicromato residual é titulado com sulfato de ferro amoniacal 0,5M na presença do indicador fenantrolina. Inicialmente é determinado o teor de carbono orgânico facilmente oxidável e com ele o teor de matéria orgânica, por meio do fator de conversão baseado no teor médio de carbono na matéria orgânica do solo, que é de cerca de 58% (Van Reeuwijk, 2002).

Tabela 3 - Classificação dos solos quanto à percentagem de matéria orgânica (Costa, 1991).

Classe	Textura do solo Grosseira	Textura Mediana e Fina
	Matéria Orgânica (%)	
Muito Baixo	< 0,5	< 1
Baixo	0,5 – 1,5	1 – 2
Médio	1,5 – 5	2 – 7
Alto	5 – 10	7 – 15
Muito Alto	10 – 20	15 – 30
Orgânico	> 20	> 30

Com as concentrações de cálcio, magnésio, potássio e sódio determinadas, é possível calcular a Soma de Bases de Troca através da fórmula seguinte:

$$SBT (cmol\ kg) = (Ca + Mg + K + Na)$$

Capacidade de Troca Catiônica - Consiste na extração dos cátions designados de bases de troca (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) e da acidez de troca (Al^{3+} e H^+) por meio de uma amostra de solo de 2,5 g percolada com 50 mL de uma solução de acetato de amônio tamponizada a pH 7 e agitada por 30 minutos. Os cátions Ca e Mg foram mensurados por absorção atômica e o K e Na, por espectrometria de emissão de chama (Van Reeuwijk, 2002) num equipamento UNICAM PU 9100X. O cálculo realizado foi o seguinte:

$$CTCe = SBT + AT$$

SBT – Soma das bases de troca ($Cmolc\ kg^{-1}$);

AT – Acidez de troca ($Cmolc\ kg^{-1}$).

Quantificação de fósforo e potássio extraíveis - O fósforo foi determinado pelo método Egner-Riehm, que consiste na adição de uma solução de lactato de amônio e ácido acético, tamponizada a pH 3, a uma porção de solo na proporção solo: solução de 1:20, agitando-se durante duas horas (MAP, 1977). Após a filtração, o fósforo foi determinado por espectrofotometria no comprimento de onda 882 nm num equipamento da marca Genesys, após desenvolvimento de cor pelo método do ácido ascórbico. Já o potássio foi quantificado por fotometria de chama (MAP, 1977) num fotômetro de chama Jenway.

3.6 Análise estatística

Foram realizadas análises estatísticas dos resultados utilizando a análise de variância – ANOVA, a dois fatores com interação, considerando as categorias com rio e sem rio para o fator tipo de lameiro e usado e em abandono para o fator estado do lameiro, para cada profundidade amostrada. Utilizou-se os recursos do programa estatístico R.

Previamente à ANOVA, as séries de resultados analíticos obtidos foram submetidas ao teste de Normalidade Shapiro-Wilk (5%), para o qual utilizou-se o respectivo calculador no R. As séries não foram normais foram logaritmizadas pelo método Box-Cox e refeitos novamente o teste de Normalidade no R. Foi realizado teste de Tukey, para a comparação de médias, em todos os parâmetros físico-químicos analisados.

4 RESULTADOS

4.1 Propriedades Físicas Do Solo

4.1.1 Densidade Aparente

A densidade aparente foi determinada em duas profundidades, 0-20cm e 20-40cm. Na Figura 27A, temos resultados de média e desvio padrão em 0-20cm de profundidade, nas categorias de lameiros com rio e sem rio, comparando também a influência de seu uso e abandono. Constatou-se que os lameiros em uso na ausência de rio apresentaram resultados mais elevados para densidade do que nas categorias com rio e sem rio abandonado. Na Figura 27B, analisou-se a camada mais profunda, de 20-40cm, e que sofre menor influência das condições atmosféricas, refletindo os processos do solo em si. Os resultados obtidos nesta camada, foram semelhantes aos resultados encontrados na camada superficial, onde os valores de densidade nos lameiros em uso que não possuíam rio foram superiores quando comparados aos que possuíam rio e aos abandonados sem rio.

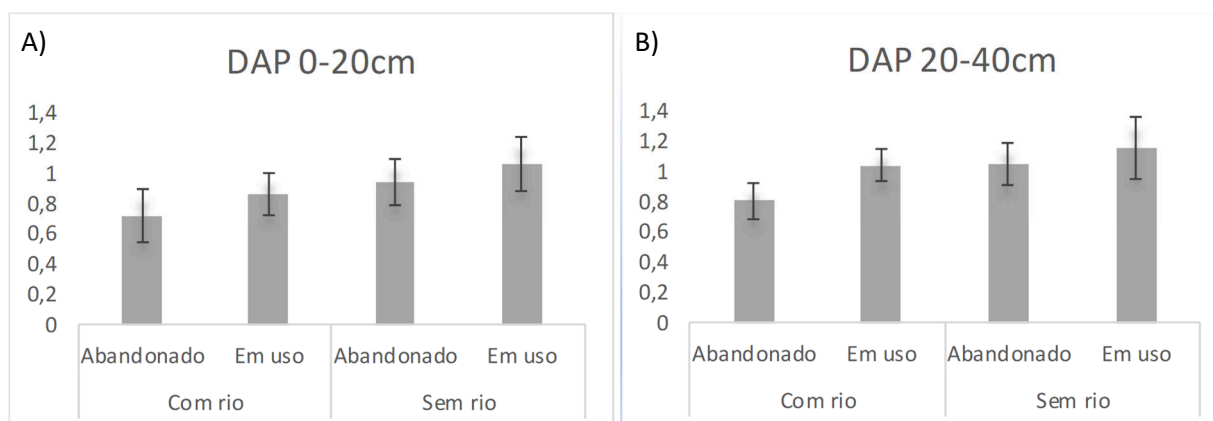


Figura 27 - Densidade aparente 0-20cm (A) e 20-40cm (B) de profundidade: Média e Desvio Padrão.

Ao comparar estatisticamente as médias da densidade aparente na camada superficial do solo, de 0-20cm, são observadas diferenças significativas entre lameiros em uso e abandonados, e entre lameiros com e sem rio, como se pode ver na Tabela 4. Na camada mais profunda, de 20-40cm, ocorreram diferenças estatísticas significativas ao nível da interação entre os fatores analisados. Como se pode ver na Figura 30, o seu uso e abandono se diferenciou significativamente quando comparado com a presença e a ausência de rio. A interação entre os dois efeitos foi significativa em ambas as profundidades (Figura 28).

Tabela 4 - Densidade aparente nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.

Fator	Profundidade	
	0-20cm	20-40cm
Em uso	0,98a	1,05 ^a
Abandonado	0,91b	0,96b
Com rio	1,00a	0,96b
Sem rio	0,89b	1,04 ^a

Nota: Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

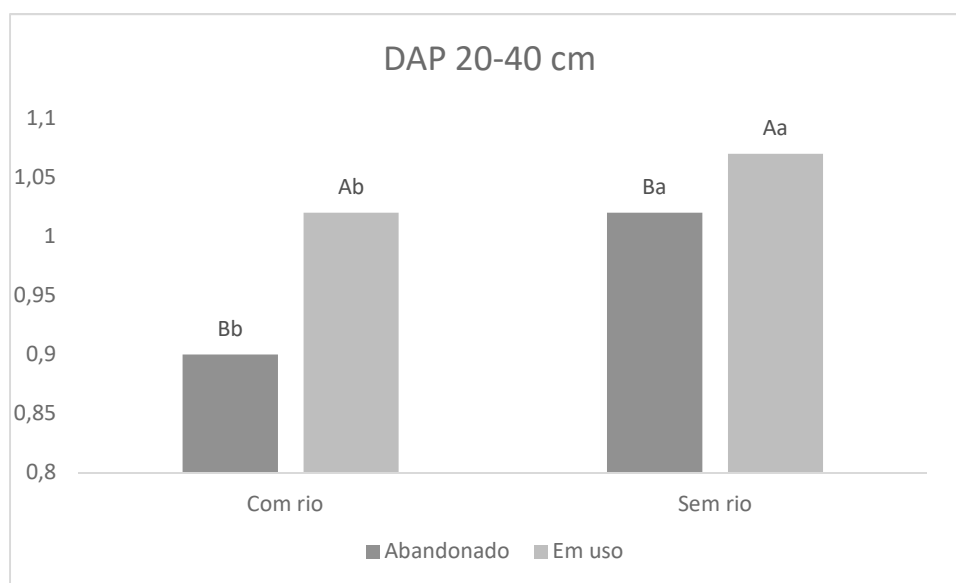


Figura 28 - Interação de efeitos nas médias da densidade aparente (DAP) na camada 20-40cm. Letras maiúsculas diferenciam o uso do abandono dentro de cada categoria (com rio e sem rio) e as minúsculas diferenciam com rio e sem rio (no uso e abandono) nas médias que diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

4.1.2 Permeabilidade

A permeabilidade do solo é a capacidade que o mesmo tem de transferir um fluido. Esta propriedade é importante para a movimentação da água no perfil do solo e consequentemente dos nutrientes. Devido a isso foram realizados ensaios de permeabilidade para se obter a capacidade que os lameiros analisados possuem de percolação da água pelo perfil. Na permeabilidade inicial (K_i) como demonstra a Figura 29, os valores encontrados apresentaram heterogeneidade variando de 229 a 1013 cm/h. A variação na permeabilidade pode ser decorrente de vários fatores tais como umidade antecedente, porosidade, entre outros.

Nos solos avaliados destacaram-se com maior permeabilidade, sendo mais rápido, os lameiros sem rio em uso. Estes apresentaram os maiores valores de média (1013,49

cm/h) e desvio padrão. Com menor média de permeabilidade inicial, estão os sem rio que se encontravam abandonados, que obtiveram valores médios de 177,65 cm/h e também apresentaram o menor desvio padrão.

Na permeabilidade final (Kf), por sua vez, os resultados encontrados foram semelhantes aos do Ki, os valores mais rápidos foram encontrados nos lameiros sem rio em uso, com 776 cm/h, grupo que também mostrou o maior desvio padrão. O valor médio mais lento foi 176 cm/h no abandonado sem rio, neste mesmo lameiro foi verificado o menor valor de desvio padrão.

Todos os valores encontrados na permeabilidade inicial e final em ambas as profundidades são considerados muito rápidos.

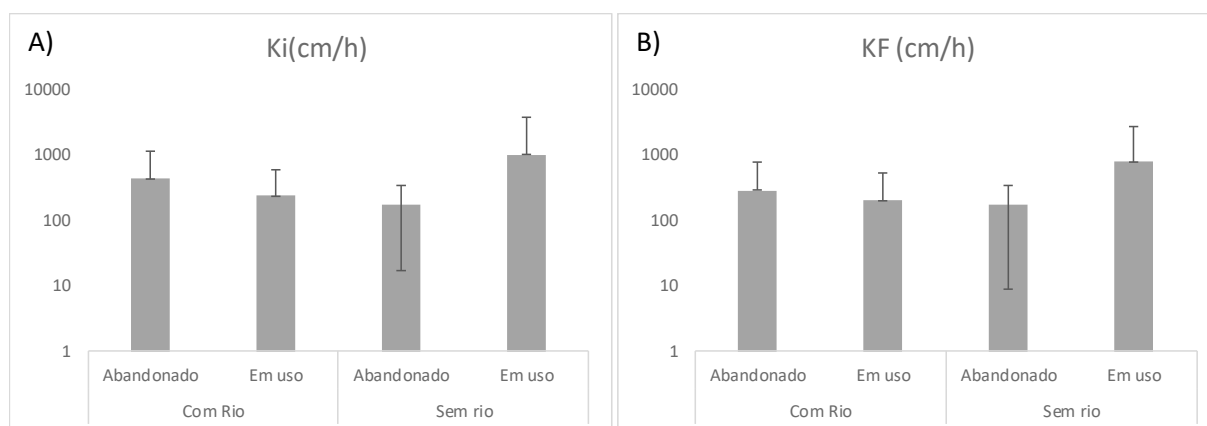


Figura 29 - Permeabilidade Inicial (A) e Permeabilidade final (B): Média e Desvio Padrão.

4.1.3 Porosidade Total

A porosidade total do solo é a porcentagem de espaços entre as partículas que originam os macro e microporos, que são preenchidos de água e ar. Nos casos analisados os maiores resultados foram encontrados nos lameiros em estado de abandono, nos quais, os com rio mostraram a maior média e desvio padrão, com valores de 73% e 7%, respectivamente. Os menores valores de média corresponderam aos lameiros sem rio e em uso, com 64%, e os de desvio padrão aos casos em uso com rio, com 5% (Figura 30).

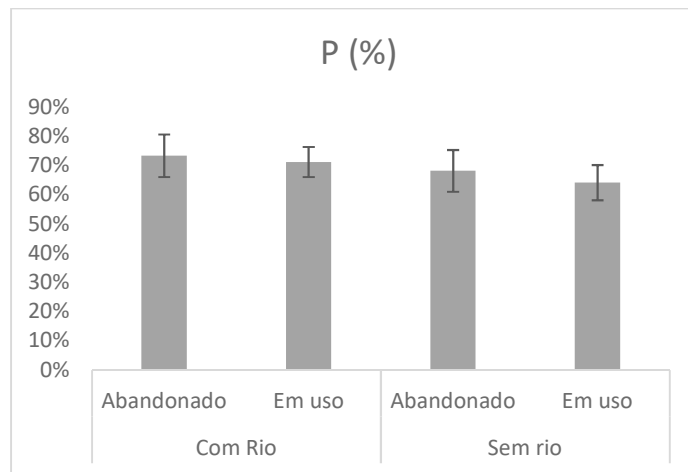


Figura 30 Porosidade Total: Média e Desvio Padrão.

4.1.4 Capacidade Máxima para a Água e Capacidade de Campo

Para análise da Capacidade Máxima para a Água (CMA) e Capacidade de Campo (CC) os resultados foram expressos em porcentagem. Na Figura 31, A e B, são apresentados os resultados obtidos nas análises de CMA e CC, respectivamente.

Ficou evidente que nos lameiros abandonados os valores de CMA foram maiores que nos utilizados de cada categoria. O maior valor obtido foi nos lameiros com rio que se encontravam em estado de abandono, nos quais os valores médios chegaram 109%. O desvio padrão, nesse caso, também foi o mais elevado, chegando a 29%. Já a menor média foi nos lameiros sem rio em uso, com média de CMA de 66% e desvio padrão de 18%.

Na análise da CC, que é a capacidade máxima que o solo possui de reter água após o excesso ter sido drenado, os resultados foram similares aos da CMA. Os maiores valores obtidos foram nos casos dos lameiros abandonados, com o valor mais elevado verificado nos abandonados com rio, chegando à média de 99%. Os menores valores são encontrados nos casos dos lameiros em uso que não dispunham de rio, com média de 59%. O mesmo sucedeu para o desvio padrão, com maior valor de 25% nos casos com rio abandonado e menor sem rio em uso com 18%.

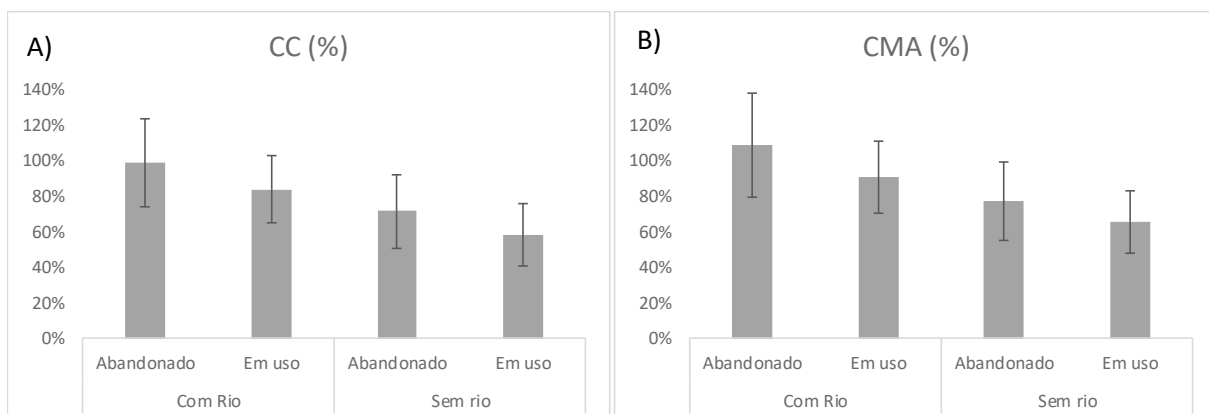


Figura 31 - Capacidade Máxima para a Água (A) e Capacidade de Campo (B): Média e Desvio Padrão.

4.1.5 Macroporosidade e Microporosidade

Na macroporosidade (Figura 32A), os valores médios obtidos variaram entre 7% e 4%, onde o maior valor foi obtido nos locais que se encontravam em uso sem rio. Já o menor valor foi em lameiros sem rio em estado de abandono. O desvio padrão, que apresentou o valor máximo, 2,4% foi observado em áreas que dispunham de rio e se encontrava abandonado, e o mínimo, 1%, no sem rio abandonado.

Na microporosidade (Figura 32B) a maior média foi 66%, obtida em lameiros com rio abandonados, já os menores valores foram em locais sem rio em uso 56%. O valor mais elevado de desvio padrão foi encontrado nos lameiros sem rio em uso 7,2% e o menor 5%, nos casos com rio em uso.

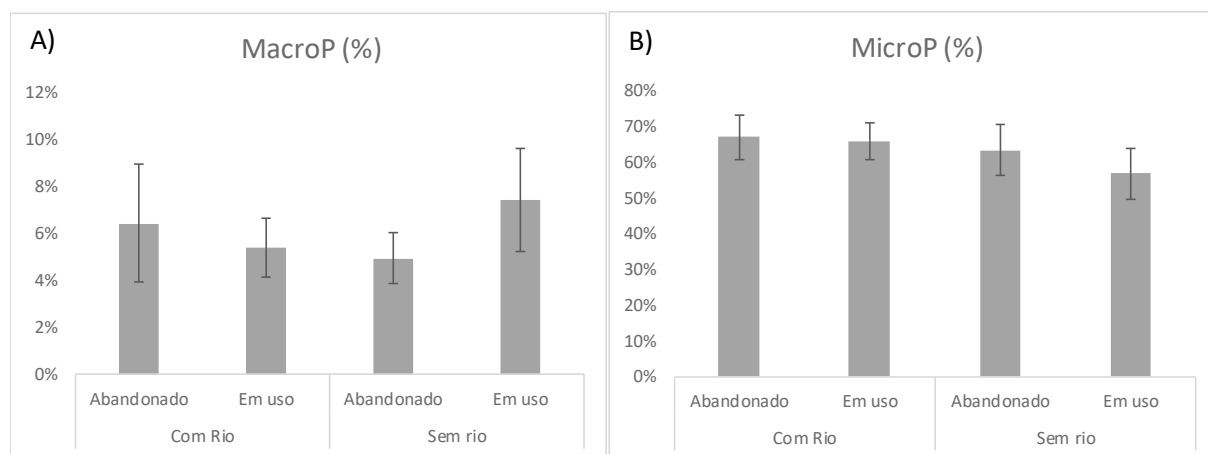


Figura 32 - Macroporosidade (A) e Microporosidade (B): Média e Desvio Padrão.

Para o conjunto dos parâmetros acima apresentados, a Tabela 5 mostra os resultados da ANOVA a dois fatores com interação. Pode verificar-se que na maioria dos parâmetros se encontraram diferenças significativas associadas aos fatores analisados, exceto no caso da permeabilidade (tratada com valores logaritmizados, Ki-log e Kf-log, devido à não normalidade das séries de dados). As médias de Capacidade Máxima para a Água (CMA), Capacidade de Campo (CC), Microporosidade (MicroP), Porosidade Total (P) e Densidade Aparente (DAP) diferiram significativamente devido ao fator estado do lameiro (uso e abandono) e ao fator tipo de lameiro (presença e ausência de rio). A Macroporosidade (MacroP) mostra também diferença significativa do estado, uso e abandono.

Tabela 5 - Comparação de médias dos parâmetros físicos das amostras de solo superficial (0-5cm)

Fator	Ki-log	Kf-log	CMA (%)	CC (%)	MicroP (%)	MacroP (%)	P (%)
Em uso	2,25 ^{NS}	2,12 ^{NS}	77b	70b	61b	6,55a	67b
Abandonado	2,04	1,97	93a	85a	65a	5,8b	71a
Com rio	2,10 ^{NS}	1,95 ^{NS}	99a	91a	66a	6,05 ^{NS}	72a
Sem rio	2,19	2,15	71b	65b	60b	6,30	66b

Nota: Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
^{NS} médias não diferem significativamente entre si.

A Macroporosidade apresentou diferenças estatisticamente significativas em relação aos fatores analisados, onde os lameiros em uso diferiram dos abandonos na ausência de rio. O maior valor de Macroporosidade corresponde à categoria sem rio em uso (Figura 33).

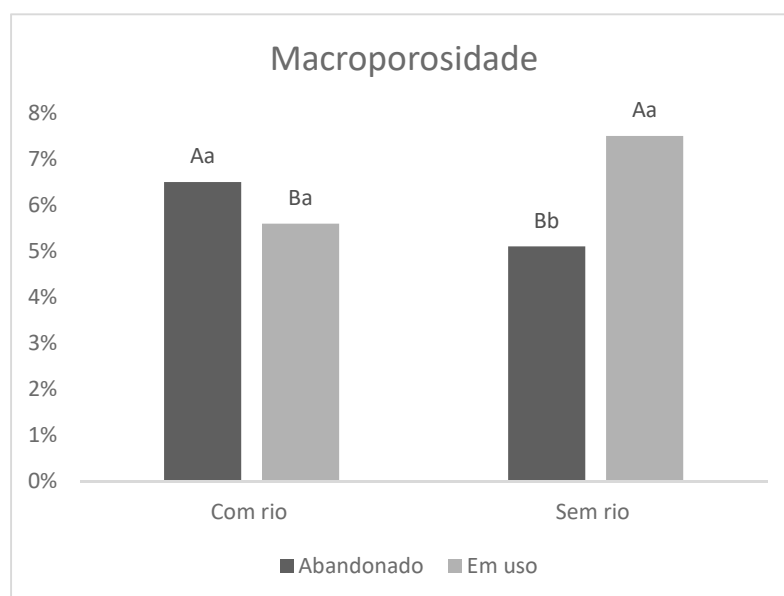


Figura 33 - Interação de efeitos nas médias da Macroporosidade. Letras maiúsculas diferenciam o uso do abandono e as minúsculas com rio e sem rio nas médias que diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

4.1.6 Elementos Grosseiros

Foram analisados os materiais grosseiros em duas profundidades, de 0-20cm (Figura 34A) e 20-40cm (Figura 34B). Os resultados mostram que, na maioria dos lameiros as amostras mais superficiais apresentam maior porcentagem de elementos grosseiros (EG), chegando até ao valor médio de 46%.

Na profundidade de 0-20cm a maior quantidade de EG encontrada foi em lameiros em uso sem linha de água, e o menor valor percentual obtido verificou-se em lameiros abandonados com linha de água.

Na camada de 20-40cm, o valor mais elevado, encontrou-se em uso sem rio (40%). Por sua vez, os que apresentam menor percentagem foram os com rio em uso (28,21%).

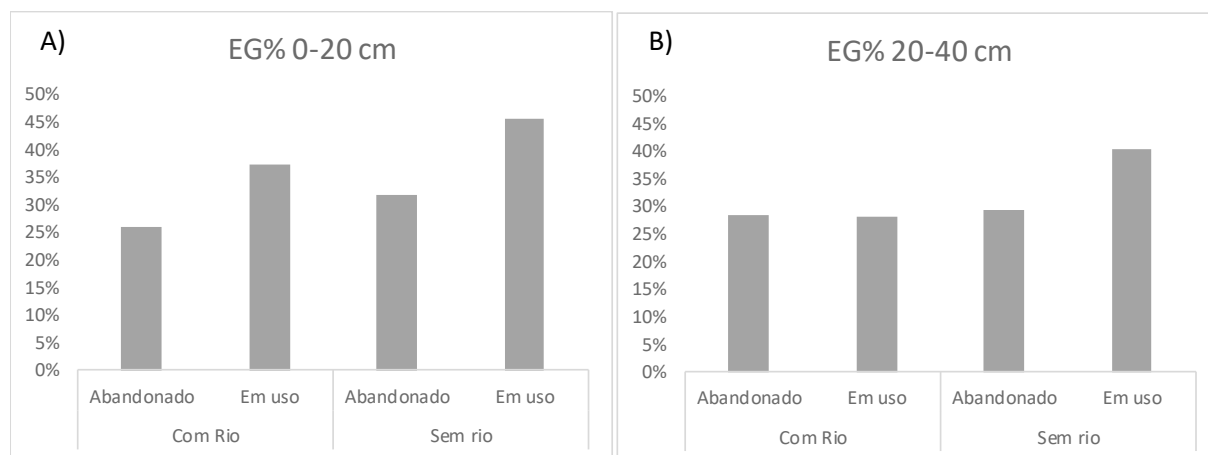


Figura 34 - Elementos Grosseiros 0-20cm (A) e 20-40cm (B) de profundidade: Média.

Na comparação de médias dos elementos grosseiros, os resultados diferiram estatisticamente apenas no caso de 0-20cm de profundidade, com 0,41% no uso e 0,28% no abandono, como apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Teor de elementos grosseiros (%) nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.

Fator	Profundidade	
	0-20cm	20-40cm
Em uso	41a	34 ^{NS}
Abandonado	28b	29
Com rio	32 ^{NS}	28 ^{NS}
Sem rio	39	35

Nota: Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
^{NS} médias não diferem significativamente entre si.

4.2 Propriedades Químicas do solo

4.2.1 pH em Água

Os resultados encontrados de pH em água, nas profundidades de 0-20cm (Figura 35A) e 20-40cm (Figura 35B) mostram que os lameiros que se encontravam em abandono, tiveram valores de maior acidez, com 4,8 na camada 0-20cm e 4,9 na 20-40cm.

Os lameiros em uso com rio apresentam menor acidez, nas duas profundidades analisadas, com 5,3 na primeira e 5,5 na segunda camada.

Os valores encontrados em todas as análises de pH, segundo a escala de Prato Longo, permitem classificar os solos como sendo ácidos.

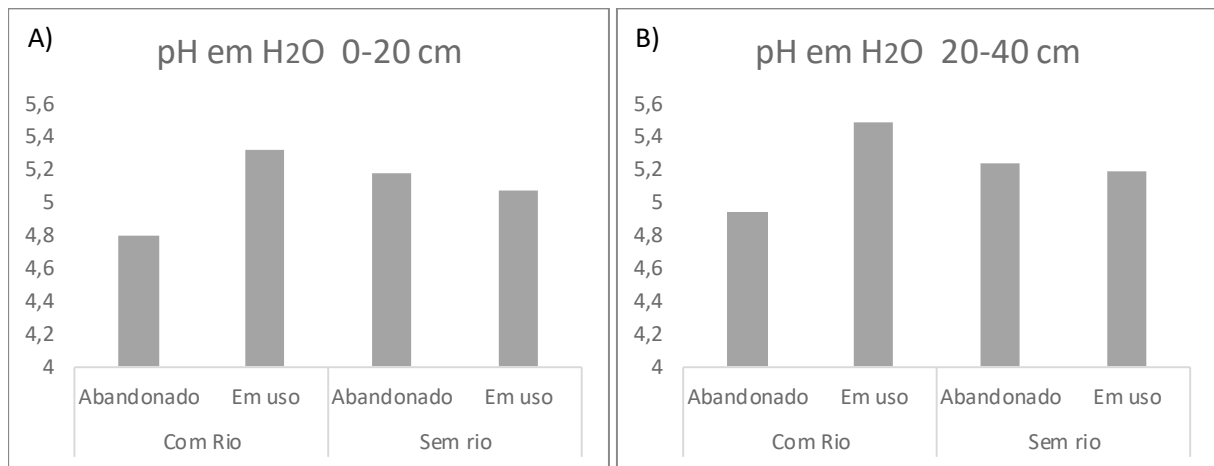


Figura 35 - pH em água 0-20cm (A) e 20-40cm (B) de profundidade.

Na primeira profundidade analisada, o pH em água mostra interação significativa entre os fatores (Figura 36). Os lameiros com rio diferiram dos com uso e abandonados. Os com rio em uso apresentaram valor de pH de menor acidez. Também ocorreu diferenças estatísticas significativas quando comparado dentro do fator abandonado, os lameiros com e sem rio, nos quais, os sem rio apresentaram maior média (menor acidez). Na profundidade 20-40cm não houve diferenças significativas em nenhum dos casos. Também, não diferiram as médias nas duas profundidades após realização da soma das interações (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores de pH em água nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.

Fator	Profundidade	
	0-20cm	20-40cm
Em uso	5,20 ^{NS}	5,34 ^{NS}
Abandonado	4,99	5,09
Com rio	5,06 ^{NS}	5,21 ^{NS}
Sem rio	5,13	5,21

Nota: Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
^{NS} médias não diferem significativamente entre si.

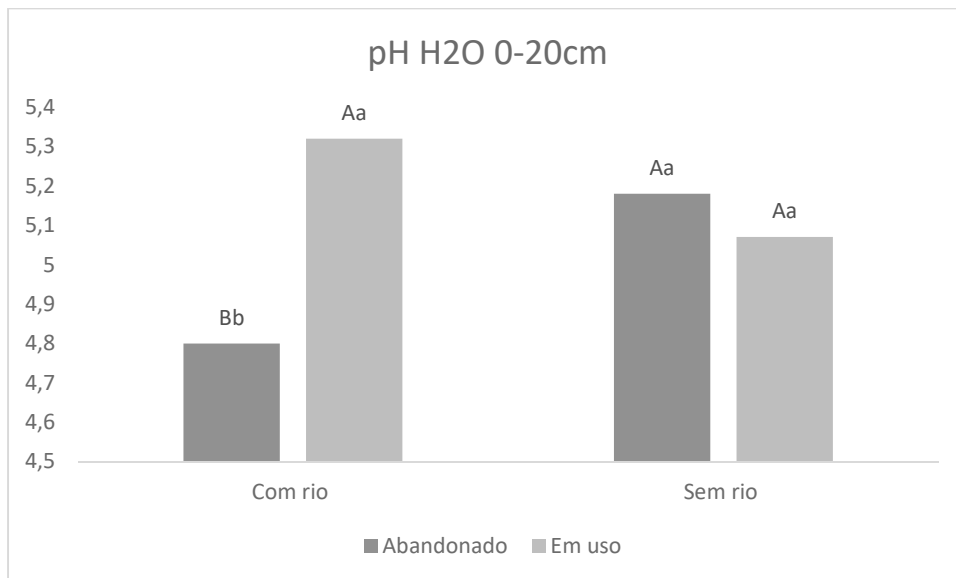


Figura 36 - Interação de efeitos nas médias do pH em água na camada de 0-20cm. Letras maiúsculas diferenciam o uso do abandono e as minúsculas com rio e sem rio nas médias que diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

4.2.2 Matéria Orgânica

Relativamente à concentração de matéria orgânica (M.O) nos lameiros, como já se é esperado, os maiores valores foram encontrados na camada mais superficial (0-20cm). A maior proporção de material orgânico na camada superficial de 0-20cm (Figura 37A) corresponde aos lameiros que se encontram abandonados com linha de água, com uma média de 10,6%, se encaixando em valores alto conforme a classificação dos solos quanto ao teor de matéria orgânica (Tabela 8). Os menores resultados de M.O foram obtidos nos casos sem rio que estão sendo utilizados 4,9%, valor considerado médio.

Por sua vez, nas amostras coletadas nas camadas de 20-40cm (Figura 37B) os resultados encontrados não foram muito diferentes dos anteriores. Os maiores valores foram encontrados nos lameiros abandonados com rio (6,2%) e os menores na categoria usada sem rio (3,5%).

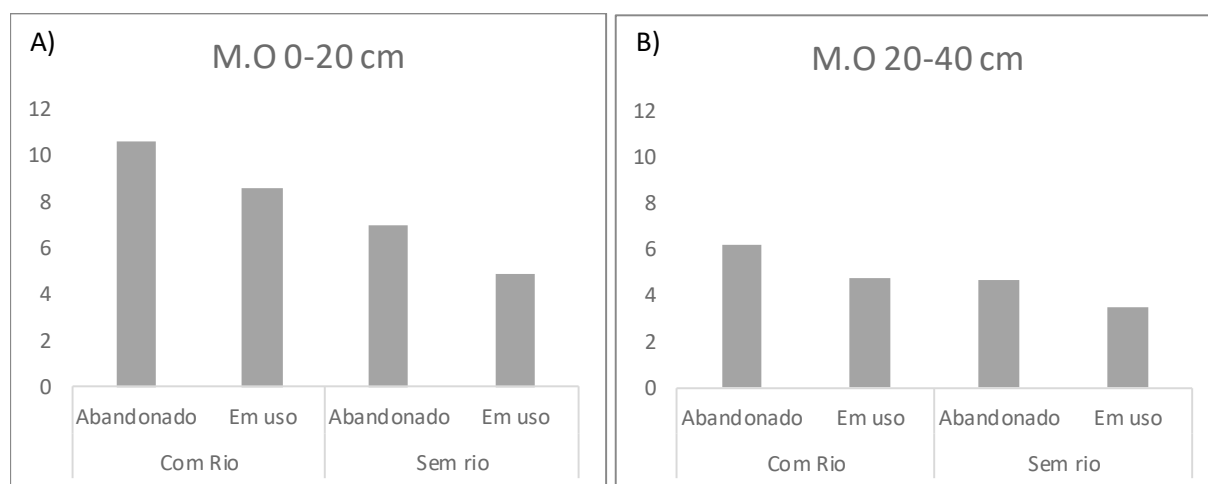


Figura 37 - Matéria Orgânica (%) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).

A Matéria Orgânica diferenciou estatisticamente o uso e abandono, na camada de 20-40cm. Na profundidade de 0-20cm os dados não diferiram entre si. No entanto, quando comparados os lameiros com rio e sem rio, em ambas as profundidades, os dados diferiram estatisticamente (Tabela 8).

Tabela 8 - Concentração de matéria orgânica (%) nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água

Fator	Profundidade	
	0-20cm	20-40cm
Em uso	6,8 ^{NS}	7,4b
Abandonado	8,8	8,0a
Com rio	9,6a	8,0a
Sem rio	5,9b	7,4b

Nota: Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
^{NS} médias não diferem significativamente entre si.

4.2.3 Fósforo e Potássio

As concentrações mais elevadas de fósforo foram encontradas de 0-20cm (Figura 38A) e as menores na camada de 20-40cm (Figura 38B). Isso pode ser decorrente da sua baixa mobilidade no solo.

Na profundidade 0-20cm a maior concentração de potássio se observou nos lameiros abandonados com rio, 21,1 mg/kg, e a menor quantidade foi encontrada nos lameiros em uso sem rio com 5,4 mg/kg.

A concentração mais elevada de fósforo na camada de 20-40cm, foi nos casos em uso com linha de água com 6,6 mg/kg, a menor se obteve em lameiros em uso sem rio 2,6 mg/kg. Contudo são sempre valores considerados muito baixos (Santos, 2015).

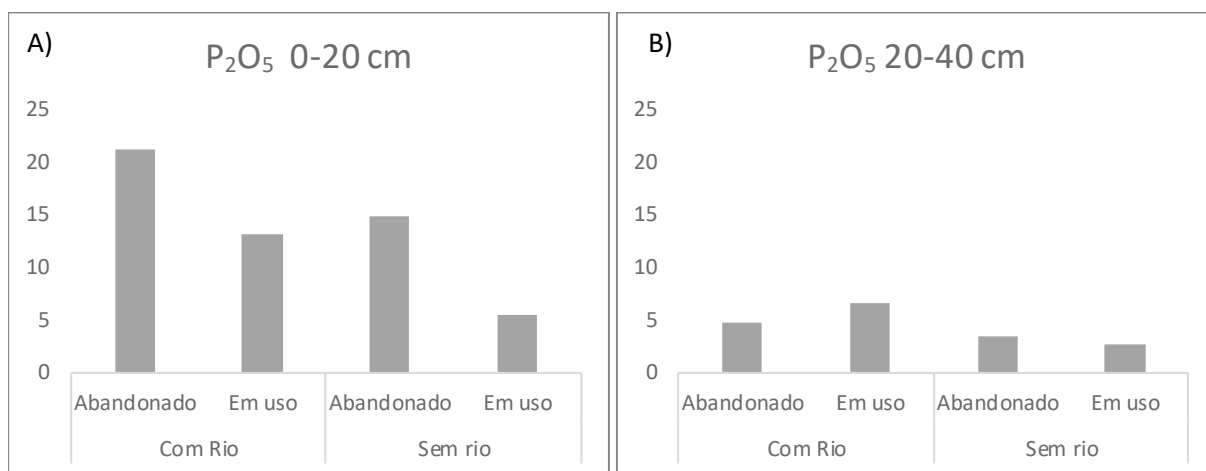


Figura 38 – Fósforo extraível (mg/kg) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).

Para o Potássio, nas duas profundidades, as maiores médias foram na categoria sem rio em abandono.

Na camada de 0-20cm (Figura 39A) a maior concentração de K₂O foi encontrada no abandonado sem rio, com 104,2 mg/kg, que segundo a classificação de Santos (2015), é considerada alta.

A menor concentração, 59,2 mg/kg, apresentada nos lameiros em uso com rio, tem valor enquadrado como médio.

Na camada de 20-40cm (Figura 39B) a maior quantidade de K₂O também foi nos lameiros abandonados sem rio com 55,2 mg/kg, se enquadrando na classificação de concentrações médias, e a menor nos com rio em uso de 29 mg/kg, que é considerada baixa.

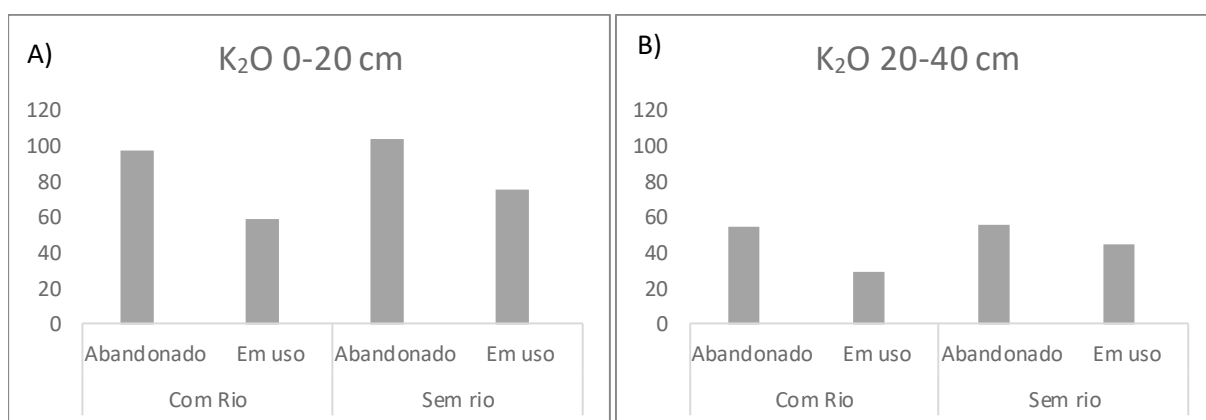


Figura 39 - Potássio extraível (mg/kg) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).

As médias das concentrações analisadas de P_2O_5 no solo, não diferiram estatisticamente em nenhum dos fatores analisados (Tabela 9).

O K_2O apresentou diferenças estatísticas significativas em ambas as profundidades (0-20cm e 20-40cm), no uso e abandono. Entretanto, o fator com rio e sem rio não ocasionou diferença estatística significativa (Tabela 9).

Tabela 9 - Concentração de fósforo e potássio extraíveis (mg/kg) nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.

Fator	P_2O_5		K_2O	
	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm
Em uso	9,25 ^{NS}	0,97 ^{NS}	67,63a	37,00a
Abandonado	17,92	1,12	100,75b	55,13b
Com rio	17,09 ^{NS}	1,36 ^{NS}	78,25 ^{NS}	42,00 ^{NS}
Sem rio	10,09	0,73	90,13	50,13

Nota: Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
^{NS} médias não diferem significativamente entre si.

4.2.4 Complexo De Troca Do Solo

Nos resultados da Capacidade de Troca Catiônica (CTCe), a maior concentração encontrada, foi nos lameiros abandonados com linha de água, nas duas profundidades, como podemos ver na Figura 40.

Na camada de 0-20cm (Figura 40A) os lameiros abandonados com rio apresentaram Capacidade de Troca de Cátions mais elevada, com 10,3 cmol/kg, entretanto o menor valor encontrado foi em uso sem linha de água, com 6,9 cmol/kg.

Na camada de 20-40cm (Figura 40B), também se obteve maior Capacidade de Troca Catiônica nos lameiros abandonados com rio (7,8 cmol/kg), e menor nos sem rio em uso (5,9 cmol/kg).

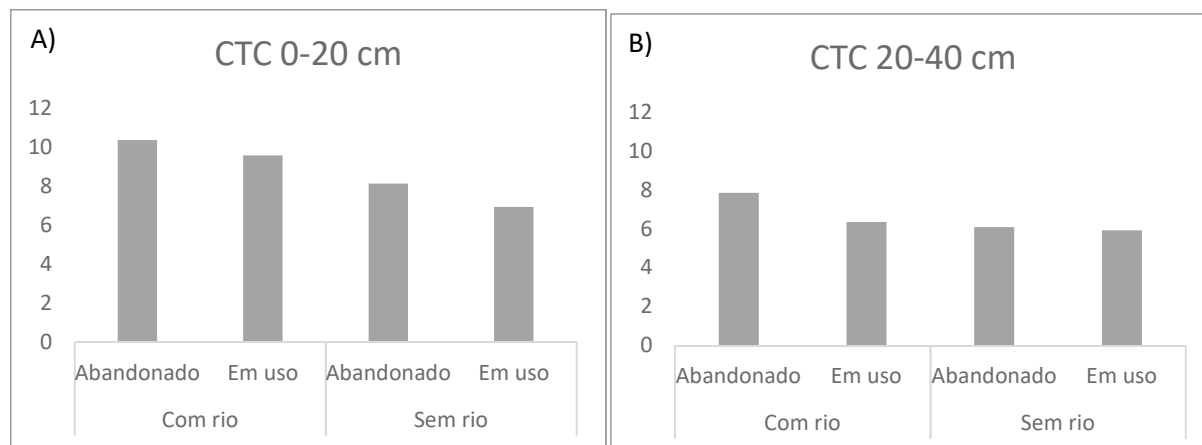


Figura 40 Capacidade de Troca de Cátions (cmol/kg) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).

Os lameiros com rio apresentaram maior valor médio de Capacidade de Troca Catiônica, diferenciando estatisticamente dos sem rio, em ambas as profundidades analisadas. Porém o uso e abandono não apresentou diferença significativa em nenhuma das profundidades analisadas (Tabela 10).

Tabela 10 - Capacidade de Troca Catiônica (cmol/kg) nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.

Fator	Profundidade	
	0-20cm	20-40cm
Em uso	8,27 ^{NS}	9,54 ^{NS}
Abandonado	9,27	11,77
Com rio	9,99 ^a	12,12 ^a
Sem rio	7,54 ^b	9,19 ^b

Nota: Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
^{NS} médias não diferem significativamente entre si.

O cálcio se encontrou em maior concentração em ambas as profundidades amostradas nos lameiros com rio em estado de abandono, sendo 6,1 cmol/kg na camada de 0-20cm e 3,5 cmol/kg na 20-40cm. A menor quantidade se obteve nos sem rio em uso com 4,1 cmol/kg na primeira camada e 2,7 cmol/kg na segunda (Figura 41).

O mesmo aconteceu na primeira camada de 0-20cm (Figura 41A) para o magnésio, apresentando a maior média nos lameiros com rio abandonado com (2,38 cmol/kg), e a menor sem rio em uso (1,86 cmol/kg). Na camada de 20-40cm (Figura 41B) os lameiros com rio e abandonados apresentaram o valor mais elevado (1,76 cmol/kg), o menor se obteve no caso com rio em uso (1,35 cmol/kg).

O potássio não se diferenciou na primeira camada (0-20cm), nos lameiros com rio abandonado e sem rio abandonado, ambos apresentaram valor de 0,22 cmol/Kg. Enquanto os lameiros em uso com rio mostraram a menor quantidade. Na segunda camada (20-40cm) o abandonado com rio obteve resultado superior, com 0,14 cmol/kg, já o inferior foi encontrado nos lameiros com rio em uso (0,09 cmol/kg).

No caso do sódio, os valores variaram de 0,74 a 0,71 cmol/kg na profundidade 0-20cm, e de 0,66 a 0,76 cmol/kg na camada 20-40cm. Na primeira camada, o maior valor encontrado foi nos locais com rio em uso (0,74 cmol/kg), e a menor quantidade nos lameiros sem rio em uso (0,71 cmol/kg). Na segunda profundidade o valor superior foi obtido nos lameiros com rio em uso (0,76 cmol/kg), e o inferior sem rio em abandono (0,66 cmol/kg).

O alumínio por sua vez, se encontrou em maior concentração em ambas profundidades nos lameiros com rio em estado de abandono, com 0,73 cmol/kg na camada de 0-20cm e 0,75 cmol/kg de 20-40cm. A menor quantidade, na primeira camada foi encontrada no sem rio em uso com 0,38 cmol/kg, e na segunda no com rio em uso com 0,43 cmol/kg.

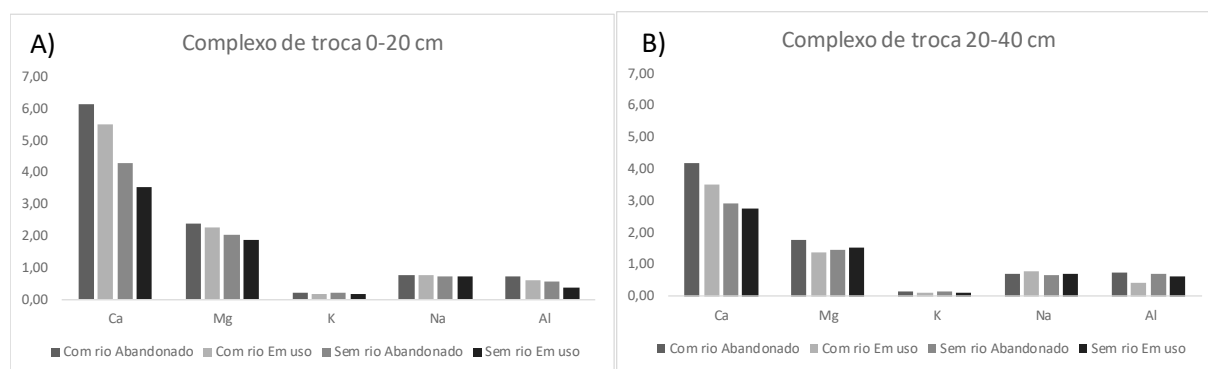


Figura 41 - Complexo de Troca (cmol/kg) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).

Os lameiros com rio diferenciaram-se significativamente dos que não dispunham de rio, apresentando maiores médias de concentração de Cálcio (Ca^{2+}), em ambas as profundidades analisadas. Para o Magnésio (Mg^{2+}) não houve diferença significativa em nenhum dos fatores analisados nas duas profundidades (Tabela 11).

Tabela 11 - Cálcio e Magnésio de troca (cmol/kg), nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.

Fator	Ca		Mg	
	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm
Em uso	4,51 ^{NS}	3,13 ^{NS}	2,07 ^{NS}	1,43 ^{NS}
Abandonado	5,20	3,53	2,20	1,61
Com rio	5,81 ^a	3,85 ^a	2,33 ^{NS}	1,55 ^{NS}
Sem rio	3,90 ^b	2,82 ^b	1,94	1,48

Nota: Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
^{NS} médias não diferem significativamente entre si.

O Potássio de troca (K^+) apresentou diferença estatística significativa nas duas profundidades, quando comparado com as médias do uso e abandono dos lameiros (Tabela 12). A ausência ou presença de rio no local não diferenciou estatisticamente. Para o Sódio (Na^+) não houve diferenças significativas em nenhum dos fatores analisados, em ambas profundidades (Tabela 12).

Tabela 12 - Sódio e potássio de troca (cmol/kg), nos lameiros com uso e abandonados e com presença e ausência de linhas de água.

Fator	Na		K	
	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm
Em uso	0,72 ^{NS}	0,72 ^{NS}	0,16b	0,10b
Abandonado	0,72	0,68	0,22a	0,14a
Com rio	0,74 ^{NS}	0,73 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,12 ^{NS}
Sem rio	0,71	0,67	0,19	0,12

Nota: Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
^{NS} médias não diferem significativamente entre si.

Relativamente à Soma de Bases de Troca (SBT), ao analisar a Figura 42, observa-se que na camada 0-20cm, os lameiros com rio e abandonados obtiveram o maior resultado (9,4 cmol/kg), e os sem rio em uso o menor (6,2 cmol/kg). Para a camada 20-40cm, os que apresentaram maior SBT também foram os lameiros com rio que se encontram em abandono com 6,7 cmol/kg, enquanto a menor média foi observada nos em uso sem rio com 5 cmol/kg.

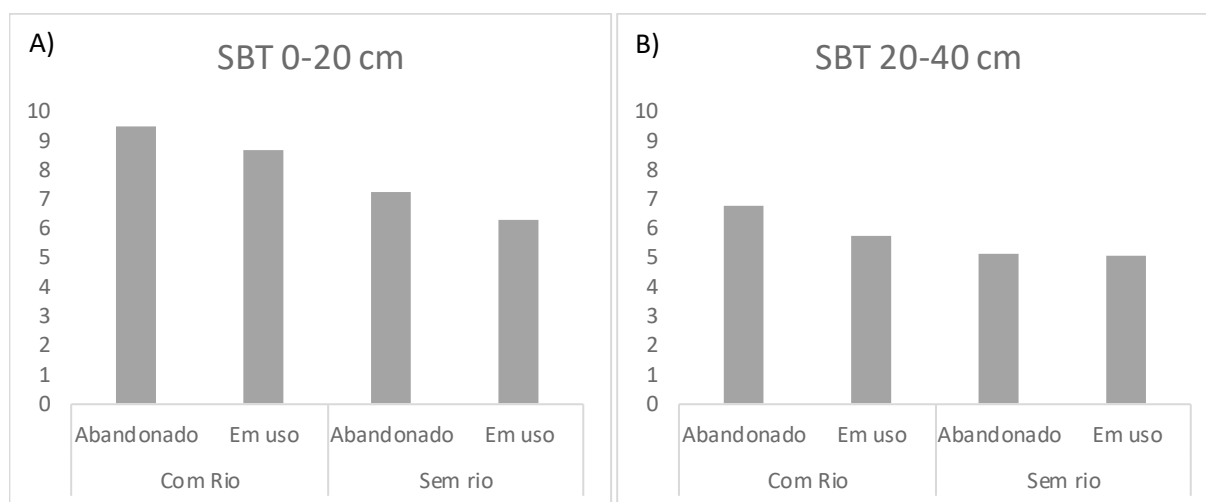


Figura 42 - Soma de Bases de Troca (cmol/kg) nas profundidades 0-20cm (A) e 20-40cm (B).

A Soma de Bases de Troca obteve diferença significativa no fator com rio e sem rio, na profundidade de 0-20cm, onde os que dispunham de rio apresentaram resultado superior. Entretanto na profundidade 20-40cm, as médias não diferiram estatisticamente entre si.

O alumínio (Al^{3+}) não diferenciou estatisticamente em nenhuma das variáveis analisadas, em ambas profundidades, como podemos analisar na Tabela 13.

Tabela 13 - Comparação de médias Soma de Bases de Troca e Alumínio.

Fator	SBT		Al ³⁺	
	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm
Em uso	7,46 ^{NS}	6,88 ^{NS}	0,67 ^{NS}	0,51 ^{NS}
Abandonado	8,34	8,10	0,74	0,71
Com rio	9,06a	8,67 ^{NS}	0,78 ^{NS}	0,59 ^{NS}
Sem rio	6,74b	6,31	0,64	0,64

Nota: Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
^{NS} médias não diferem significativamente entre si.

5 DISCUSSÃO

Das séries de valores obtidos para cada parâmetro analisado, verificou-se que a maioria segue uma distribuição normal, passando o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância. No entanto, as séries de valores dos parâmetros K_i , K_f e Macroporosidade, não passaram o mesmo teste, sendo, portanto, consideradas não normais. Os valores logaritmizados destas últimas seguem uma distribuição normal, razão pela qual a análise estatística nestes casos foi realizada com as séries transformadas (Tabela 14).

Tabela 14 - Resultados teste de normalidade N=64

Parâmetro	p
K_i (cm/h)	0,45749
K_i log(cm/h)	0,45660
K_f (cm/h)	0,42062
K_f log(cm/h)	0,40885
Dap	0,04975
Cma (%)	0,10368
CC (%)	0,31367
P(%)	0.03730
MicroP(%)	0,15893
MacroP(%)	0,00042
MacroP log(%)	0,07626

A densidade aparente diferiu significativamente na camada de 0-20cm entre lameiros em uso e abandonados, apresentando o maior valor médio ($0,98 \text{ g/cm}^3$) em uso e o menor ($0,91 \text{ g/cm}^3$) quando abandonado. O que pode ser explicado pela utilização de maquinário para realizar a manutenção do local, e pelo pisoteio de animais. Nos lameiros abandonados a menor densidade pode estar relacionada com o grande número de raízes no solo, e também com o acúmulo de matéria orgânica, pois a sua elevada Superfície Específica, maior que a da argila do solo, pode ocasionar menor valor de densidade aparente (Capurro et al., 2002).

Na camada mais profunda também houve diferenciação por efeito de uso e abandono nos lameiros com rio, onde os utilizados apresentaram maior densidade aparente quando comparados com os abandonados. O resultado pode ser efeito do pisoteio animal e do maquinário na área, o qual pode propagar-se para camadas de solo um pouco mais profundas quando o solo permanece muito húmido devido ao nível freático elevado (Collares et al., 2011).

A correlação entre a DAP e a M.O é negativa e significativa, com $r^2 = 0,99$ na primeira camada (0-20cm) e $r^2 = 0,97$ na segunda (20-40cm), mostrando que quanto maior a porcentagem de matéria orgânica, menor será a densidade do solo (Figura 43). Este efeito parece mais pronunciado no caso da camada de 20-40 cm, onde o declive da reta de regressão entre as duas variáveis é mais elevado em valor absoluto.

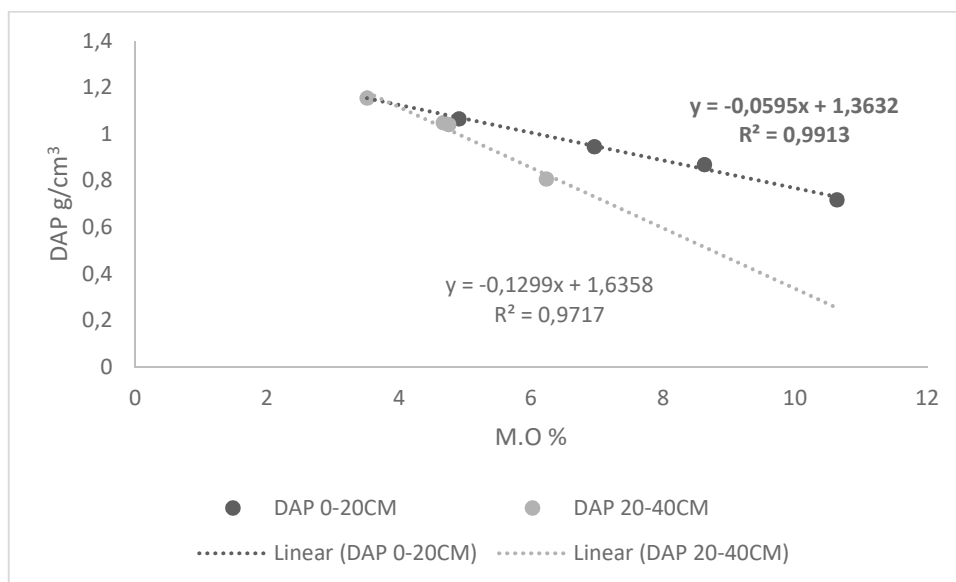


Figura 43 - Relação entre Densidade aparente (DAP) e Matéria Orgânica (M.O) nas duas camadas dos solos dos lameiros estudados.

Nos lameiros com rio se encontrou maior densidade aparente e também se obteve a maior quantidade de microporos. Com o aumento da densidade ocorre, na maioria das vezes, a diminuição da macroporosidade, e aumento na microporosidade (Stone e Silveira, 2001).

A matéria orgânica teve correlação positiva significativa com a porosidade total, conforme ocorreu aumento da porcentagem de M.O, conseqüentemente a porosidade total aumentou (Figura 44). Também se obteve correlação positiva da M.O com a MicroP, embora não significativa.

A MacroP por sua vez, parece não depender da M.O face ao muito baixo coeficiente de correlação entre as duas variáveis. Os Macroporos podem ser resultado da disposição dos agregados, ação da mesofauna, presença de raízes e da expansão e contração do solo (Salton e Tomazi, 2014). A abundância de raízes e de mesofauna observada durante a colheita de amostras em todos os lameiros pode contribuir para explicar a baixa correlação da MacroP com a MO.

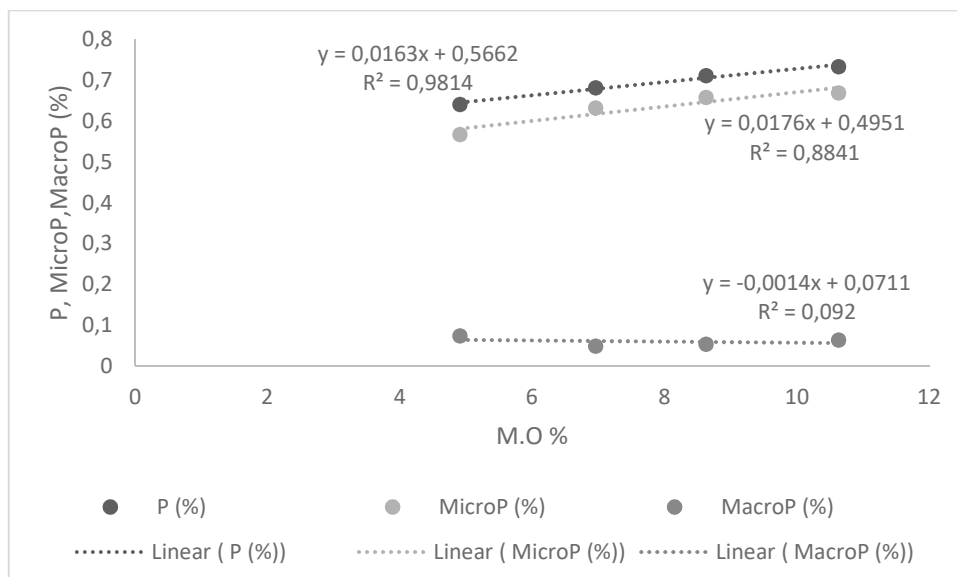


Figura 44 - Relação da Matéria orgânica com a Porosidade total, Macroporosidade e Microporosidade na camada 0-5cm dos solos dos lameiros estudados.

Por sua vez, a matéria orgânica foi superior em ambas as profundidades nos lameiros com rio, diferindo estatisticamente dos lameiros que não dispunham de rio no local, fato que pode ter ocorrido devido a sedimentos orgânicos levados pelo rio até aos lameiros. Também, pode ser justificado pelo fato da presença de uma linha de água proporcionar ao lameiro condições hídricas favoráveis ao desenvolvimento das plantas no decorrer do ano, pois a água, em alguns casos, era distribuída no lameiro por levadas, promovendo a rega do local, criando assim, condições ideais para a maior produção de biomassa. Resultado semelhante ao obtido foi encontrado por Boyer (1970), que diz que um adequado suprimento hídrico da vegetação, contribui para uma melhor taxa fotossintética, aumentando a massa foliar.

Na Figura 45, também se pode perceber que a Capacidade de Campo está diretamente correlacionada com a quantidade de M.O no solo, pois na medida que ocorreu o aumento da M.O se teve aumento da CC. Isso se dá devido ao potencial da M.O em reter água no solo, influenciando diretamente na CC (Reynolds et al., 2002).

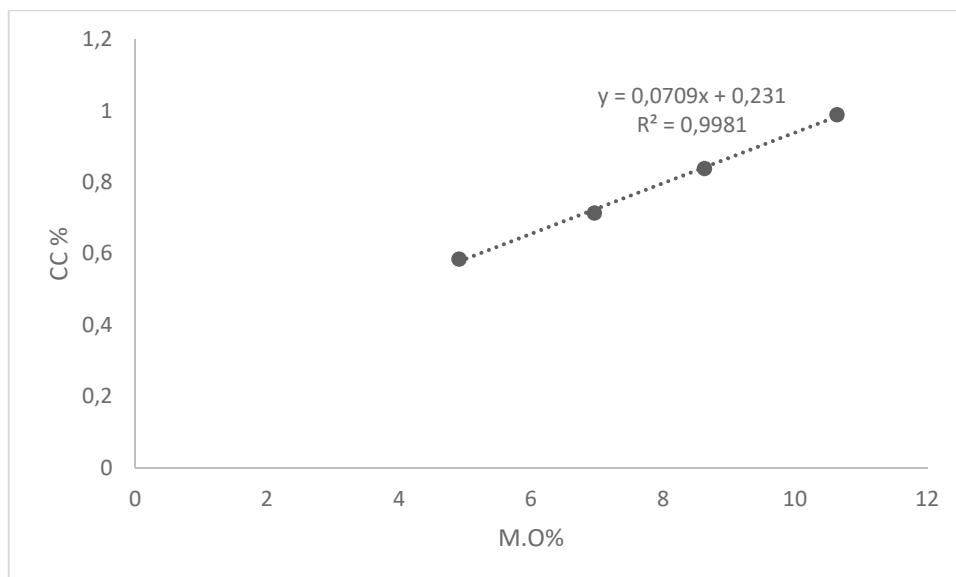


Figura 45 - Relação da Capacidade de Campo (CC) com a Matéria Orgânica (M.O) na camada 0-5cm dos solos dos lameiros estudados.

A Soma de Base de Troca também foi influenciada pela quantidade de M.O. Como apresentada na Figura 46, a correlação foi positiva nas duas profundidades e significativa na de 0-20cm, o que pode ter ocorrido devido à decomposição do material orgânico, que resulta na mineralização dos nutrientes dos tecidos das plantas, tornando assim, o solo uma fonte nutritiva (Pavinatto e Rosolem, 2008).

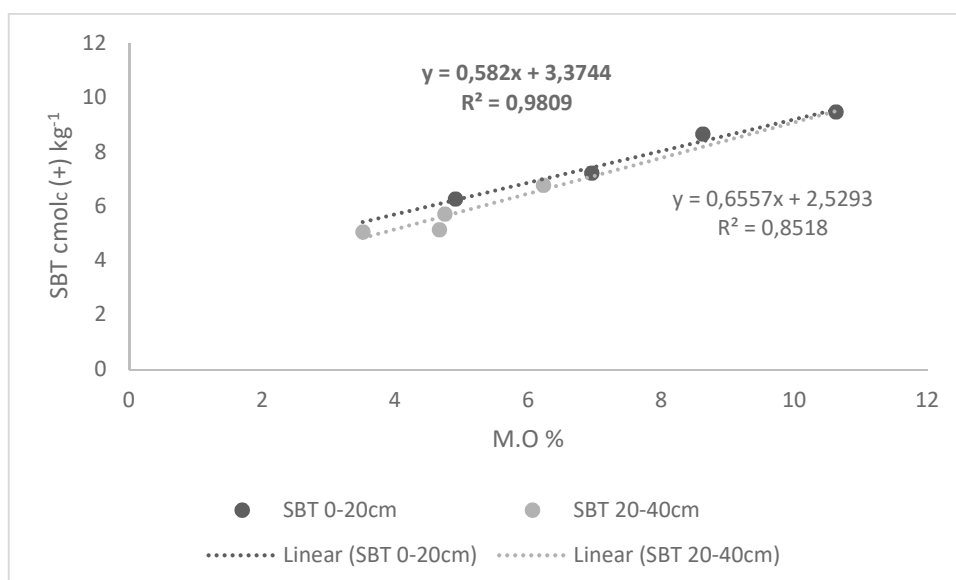


Figura 46 - Relação da Soma das Bases de Troca (SBT) com a Matéria Orgânica (M.O) nas duas camadas dos solos dos lameiros estudados.

Segundo Ciotta (2003), a Capacidade de Troca Catiônica está relacionada com o grau de decomposição da Matéria Orgânica, ou seja, a Capacidade de Troca Catiônica sofre influência pelo aumento ou redução da M.O. O que se constatou nos resultados obtidos, pois onde se encontrou maior proporção de material orgânico também se verificou maior quantidade de cátions trocáveis. A Figura 47 mostra a correlação entre a Matéria Orgânica e a CTCe, positiva e significativa na primeira camada (0-20cm).

As equações de regressão entre as duas variáveis mostradas na Figura 47 permitem separar a fração da Capacidade de Troca Catiônica com origem nos constituintes orgânicos (termo dependente) da com origem nos constituintes minerais (termo independente ou ordenada na origem da equação da reta). O primeiro caso, permite ainda obter um valor médio global para os solos amostrados da CTC efetiva do material orgânico, que é igual ao declive da reta de regressão multiplicado por 100 (em cmol/kg). Assim, a CTC efetiva do material orgânico estima-se em 62,36 e 74,28 cmol/kg, respetivamente, para a primeira e segunda camada. Estes valores são genericamente baixos já que em média se admite uma CTC dos húmus de 200 cmol/kg (Agroconsultores e Coba, 1991). Para além de se tratar de uma CTC efetiva, portanto mais baixa do que a CTC potencial, os valores estimados podem ser explicados segundo Andriesse (1984) pela condição hidromórfica desses solos, onde a decomposição da matéria orgânica é prejudicada pela redução da intensidade de transformação devido à anaerobiose, o que dificulta liberação de cargas da M.O e aumento da CTC. O contributo da fração mineral para a Capacidade de Troca Catiônica nas duas profundidades foi menor quando comparada com o da fração orgânica. Na primeira camada a fração orgânica contribui com 4,85 cmol/kg (calculado para o valor médio da M.O de todas as amostras dessa camada) e a mineral com 3,92 cmol/kg. Na segunda camada, o contributo da fração orgânica estima-se em 3,54 cmol/kg (calculado para a M.O média da camada) e o da fração mineral em 3,01 cmol/kg (Figura 47).

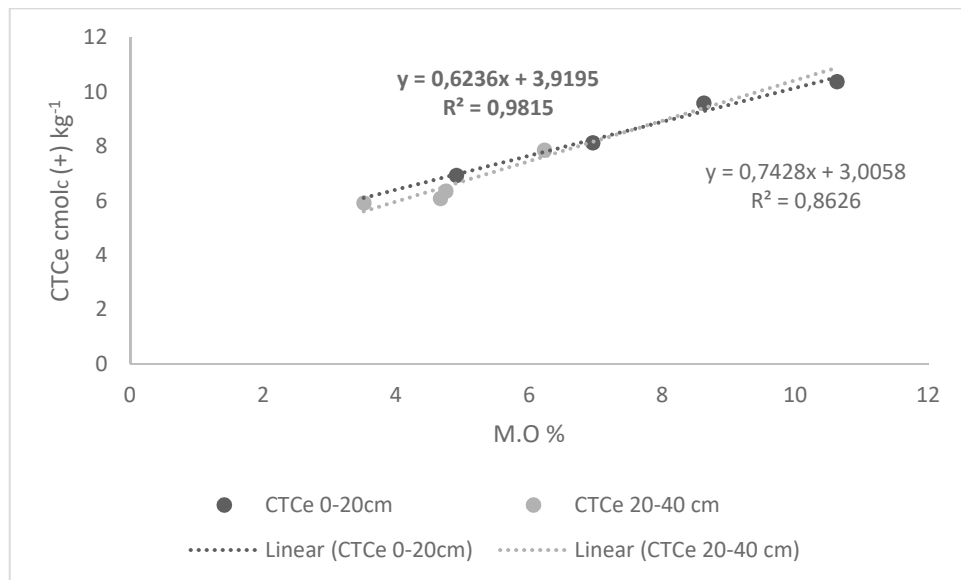


Figura 47 Relação da Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (CTCe) com a Matéria Orgânica (M.O.) nas duas camadas dos solos dos lameiros estudados.

À medida que diminui a Soma de Bases de Troca, também ocorre a redução da Capacidade de Troca Catiônica efetiva, e isso resulta, segundo Ronquim (2010), da Capacidade de Troca Catiônica de um solo representar a quantidade total de cátions retidos à superfície dos coloides em condição permutável ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+ + \text{Al}^{3+}$). Assim sendo, os solos dos lameiros analisados podem ser considerados eficientes para a nutrição de plantas, uma vez que a maioria da Capacidade de Troca Catiônica é ocupada por cátions essenciais como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ . Na Figura 48 se pode ver a correlação positiva significativa nas duas profundidades analisadas, entre as duas propriedades químicas destes solos.

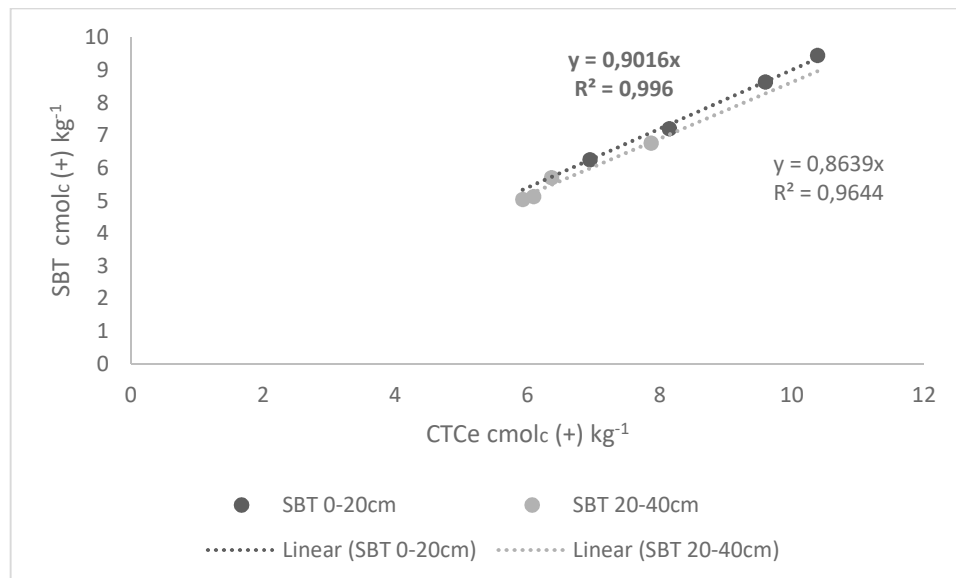


Figura 48 - Relação da Soma de Bases de Troca (SBT) com a Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (CTCe) nas duas camadas dos solos dos lameiros estudados.

A Figura 49 mostra o Grau de Saturação em Bases Efetivo (GSBe) dos solos amostrados, com médias que variaram, na camada de 0-20cm, de 88%, nos lameiros sem rio abandonados, a 91%, nos lameiros com rio abandonados. Na camada de 20-40cm os valores de GSBe variam de 84% nos lameiros sem rio abandonados a 89% nos com rio em uso.

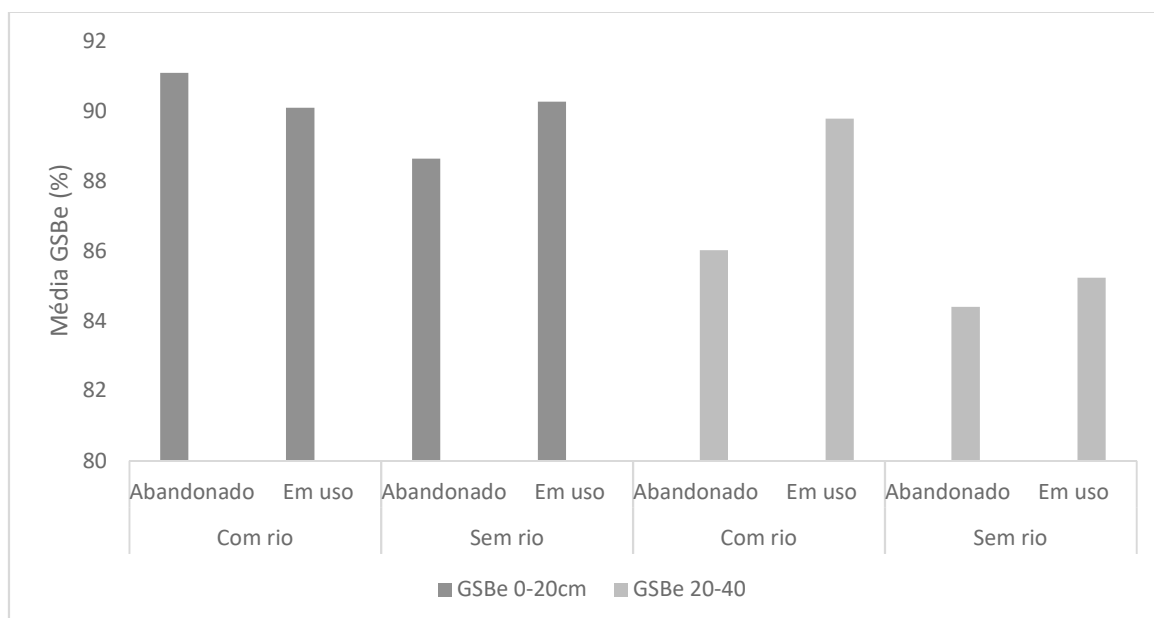


Figura 49 – Grau de Saturação em Bases efetivo (GSBe) nas duas camadas dos solos dos lameiros estudados.

6 CONCLUSÃO

Dos resultados do trabalho realizado destacam-se os de Densidade Aparente obtidos nos lameiros em estado de abandono, que apresentaram menores valores quando comparados com os que estavam sendo utilizados.

A Porosidade total também apresentou resultados mais elevados nos casos de abandono.

O mesmo ocorreu para a Matéria Orgânica, que se destacou com porcentagem mais elevada nos lameiros abandonados com linha de água.

Os casos de abandono também corresponderam aos maiores valores determinados de Soma de Base de Troca e Capacidade de Troca Catiônica.

Apesar dos resultados obtidos evidenciarem que o abandono dos lameiros conduz a condições edáficas mais favoráveis, sabemos que o projeto de manutenção dos lameiros (Habmonte) é extremamente importante, devido ao risco de incêndio que essas áreas possuem. Os lameiros manejados servem como contenção e barreira, para que o fogo não se alastre de um lado para o outro, caso aconteça queima. Para além disso, com uma gestão adequada, essas áreas passam a ter uma vegetação renovada, que serve de alimento para animais silvestres, devido à sua preferência alimentar por vegetação recém brotada, por ser mais palatável, além de aumentar a biodiversidade vegetativa de pastagem, pois nos lameiros abandonados se tem grande número de invasoras no local.

Neste estudo no Parque Natural de Montesinho, os lameiros em estado de abandono amostrados, em sua maioria, encontram-se há cerca de 30 anos sem sofrer intervenção humana. Este longo período de abandono poderá explicar os melhores resultados obtidos para as propriedades físico-químicas do solo, quando comparados com os lameiros em uso. Isto poderá dever-se ao facto de nos lameiros em uso a biomassa ser anualmente cortada para fenação, o que ocasiona a interrupção do ciclo natural e a ciclagem dos nutrientes.

Por isso, os valores de matéria orgânica obtidos neste estudo nas áreas abandonadas foram maiores do que nas áreas em uso. Ou seja, em locais abandonados o material permanece na área e sofre o ciclo completo de decomposição, permitindo a acumulação de matéria orgânica nos solos. Por outro lado, esta acumulação reflete-se em melhores condições físicas e químicas do solo.

Para trabalhos futuros, a sugestão seria realizar análises na vegetação do local, para se estimar a produção de biomassa do local, também analisar o perfil de cada lameiro, para se obter uma caracterização desses solos amostrados mais completa.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab' Saber, A. N. The Pantanal of Mato Grosso and the theory of refugia. *Revista Brasileira de Geografia*, 50: 9-57, 1988.

Agroconsultores e Coba. Carta dos solos do nordeste de Portugal. UTAD, Vila Real, 1991.

Assine, M.L.; Soares, P.C. Quaternary of the Panatanal, westcentral Brazil. *Quaternary International*, 114: 23-24, 2004.

Bertsch, P.M.; Seaman, J.C. Characterization of complex mineral assemblages: Implications for contaminant transport and environmental remediation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 1999.

Boyer, J. S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean, and sunflower at various leaf water potentials. *Plant Physiology*, Waterbury, v. 46, n. 2, p. 233-235, 1970.

Caldas, E. C. A Agricultura na História de Portugal. EPN, Lisboa, 1998.

Camargo, F.A.O.; Santos, G.A.; Passuello, R.O.P.; Ferreira, A.B.B. Produção de ácidos orgânicos voláteis com a adição de palha de arroz em glei sob condições anaeróbicas. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:337-342, 1993.

Capurro, Epg; Reichert, Jm; Reinert, Dj; Prechac, F.G. Atributos do Solo e biomassa radicular APOS Quatro Anos de semeadura Direta de forrageiras de estação fria em Campo herbicidas dessecado naturais COM. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.26, n.1, p.211- 223, janeiro / março 2002.

Ciotta, M. N.; Bayer, C.; Fontoura, S. M. V.; Ernani, P. R.; Albuquerque, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 6, novembro-dezembro, 2003.

Collares, G.L.; Reinert, D.J.; Reichert, J.M.; Kaiser, D.R. Compactação de superficial Latossolos solúçar Integração lavoura: pecuária de leite não Noroeste do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, V.41, n.2, p.246-250, fevereiro. 2011.

Coringa, E. A. O. et al. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. *Acta Amaz.*, Manaus, v. 42, n. 1, p. 19-28, março. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672012000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 08 julho 2019.

Corrêa, J.A.; Correia-Filho, F.C.L.; Scislewski, G.; Neto, C.; Cavallon, L.A.; Cerqueira, N.L.S.; Nogueira, V.L. Geologia das Regiões Centro e oeste de Mato Grosso do Sul. Projeto Bodoquena. Brasília, DNPM. 111 pp, 1976.

Costa, J.B. Caracterização e Constituição do Solo. Fundação Calouste Gulbenkian Lisboa. 2011.

Costa, N. R.; Andreotti, M.; Ulian, N. D. A.; Costa, B. S.; Pariz, C. M.; Teixeira Filho, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. Bioscience Journal, 818-829, 2015.

Couto, E.G.; Jacomine, P.K.T.; Cunha, C.N. Vechiatto, A.B. Guide of technique excursion of the XIV RBMCSA. In: XIV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do solo e da água. Cuiabá: UFMT. 68 pp, 2002.

Couto, E.G.; Oliveira, V. The Soil Diversity of the Pantanal, In: The Pantanal of Mato Grosso: Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland. Sofia: Pensoft. p. 40-64, 2010.

Dries, A. The Art of Irrigation. The Development, Stagnation and Redesign of FarmerManaged Irrigation Systems in Northern Portugal. Proefschrift. ter verkrijging van de rector magnificus van Wageningen Universiteit. 2002.

Fanning, D.S. Fanning, M.C.B. Soil morphology, gênesis and classification. New York: John Wiley. 395 pp, 1989.

Farinha, J.C. Percursos. Paisagens e Habitats de Portugal. Assírio e Alvim. Lisboa, 2000.

Fernandes, F.A.; Fernandes, A.H.B.M.; Soares, M. T. S.; Pellegrin, L.A.; Lima, I.B.T. Update Map of Soils of the Pantanal lowlands for the Brazilian System of Soil Classification. Comunicado Técnico 61 - Brasília-DF: Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, 6 pp, 2007.

Figueiredo, T. Uma panorâmica sobre os recursos pedológicos do nordeste transmontano. Série Estudos, IPB, Bragança, 2005.

Gusmão, F. V.; Sarmiento, F. Q. M.; Rocha-Melo, H. L. G.; Ferreira, L. S. E Henriques, R. A. P. Estudo de fomento pecuário para a sub-região norte interior. (trás-os-montes). Secretaria de Estado do Fomento Agrário, MAP, Lisboa, 1978.

Karel, J.; Mahler J. F. Natureza Em Revista, Espinilho - Restauração e conservação dos ecossistemas do entorno do Parque Estadual do Espinilho março 2016.

Lima, H.N.; Mello, J.W.V.; Schaefer, C.E.G.R.; Ker, J.C.; Lima, A.M.N. Chemistry and mineralogy of three soils of a toposequence of the sedimentary basin of the upper Amazon, western Amazon. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30: 59-68, 2006.

Meireles, C., Dias, G., Brilha, J. e Pereira, P. Os recursos geológicos e o património geológico do Parque Natural de Montesinho. Contributo para o seu plano de ordenamento - Relatório elaborado no âmbito do contrato de prestação de serviços entre o Instituto da Conservação da Natureza, a Universidade do Minho e o Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação. Universidade do Minho e Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, 2005.

Melo, V. F.; Alleoni, L. R. F. Viçosa, Parte I: Química e mineralogia do solo, v. 529, 2009.

Mma. 2007. Portaria nº 09, de 23/01/2007. Áreas Prioritárias para a Biodiversidade. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 01.05.2019.

Moreira, L. Fauna. Parque Natural de Montesinho: um guia para o visitante. João Azevedo Editor. Mirandela, 1998.

Moreira, N.; Aguiar, C.; Pires, J.M. Lameiros e outros prados e pastagens de elevado valor florístico. Pastagens de Montanha. Direcção Geral de Desenvolvimento Rural. Lisboa, 2001.

Oliveira, A.I.; Leonardos, O. H. Geologia do Brasil. Rio de Janeiro: Serviço Informação Agrícola/Ministério da Agricultura. 813 pp, 1943.

Parque Natural de montesinho. Plano de ordenamento do Parque natural de mostesinho. estudo de caracterização. Bragança, 2017.

Pavinato, P. S.; Rosolem, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa , v. 32, n. 3, p. 911-920, Junho 2008 .

Pereira, L.S.; Sousa, V.S. Lameiros e prados de lima, uma paisagem das terras altas húmidas de Portugal. Comunicação apresentada no V Seminário Internacional CYTED-XVII. Un enfoque para la gestion sustentable del agua: Experiencias en zonas humedas. Universidad de Buenos Aires, abril de 2005. Disponível em http://www.cytcd.agua.uba.ar/V_SEM_ppt/Santos%20Pereira/html/index.html. Acesso em :15/04/2019.

Pires, J.M.; Pinto, P.A.; Moreira, N.T. Lameiros de Trás-os-Montes. Perspectivas de futuro para estas pastagens de montanha. Série Estudos, Escola Superior Agrária. Edição do Instituto Politécnico de Bragança. 96 p, 1994.

PNM (2007a). Estudos de Caracterização. Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Conservação da Natureza. Parque Natural de Montesinho. Bragança, 2007.

PNM (2007b). Relatório. Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Conservação da Natureza. Parque Natural de Montesinho. Bragança, 2007.

Ponnamperuma, F.N. The chemistry of submerged soils. Adv. Agron., 24:29-96, 1972.

Reinert, D.J.; Albuquerque, J.A.; Reichert, J.M.; Aita, C.; Andrada, M.M.C. Limites Críticos de Densidade fazer solo para o Crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.32, n. 5, p.1805-1816, Set / Outubro De 2008.

Reis, J. Caracterização Preliminar da População de Magaritifera magaritifera na Bacia do Rabaçal: Impactos das Barragens de Rebordelo e Bouçoais. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa, 2002.

Reynolds, W. D.; Bowman, B. T.; Drury, C. F.; Tan, C. S.; Lu, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. Geoderma, v.110, p.131-146, 2002.

RODRIGUES, A. J. A; Tese de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza: Gestão da Conservação da Natureza no Parque Natural de Montesinho: a teoria e a prática ao longo de 25 anos. Instituto Politécnico de Bragança, Dezembro, 2008.

Rodrigues, A; Aguiar, C. Geologia e Relevos. Em Parque Natural de Montesinho: um guia para o visitante. João Azevedo Editor. Mirandela, 1998^a.

Rodrigues, O. A mudança do espaço rural em zonas marginais: o caso da Terra Fria Transmontana. In Brito, J.P. et al. (coord.). O Voo do Arado. Lisboa, 1996.

Ronquim, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

Santos, J. Q. Fertilização, fundamentos Agroambientais da utilização dos adubos e corretivos. Publindústria, Lisboa, 2015.

Salton, J.C.; Topazi, M. Comunicado Técnico: Sistema Radicular de Plantas e Qualidade do Solo. Embrapa, Dourados, Mato Grosso do Sul, dezembro,2014.

SEMA. Parque Estadual do Espinilho. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/parque-estadual-do-espinilho>. Acesso em: 02.05.2019.

Silva Júnior, C. A.; Boechat, C. L.; Carvalho, L. A. Atributos químicos do solo sob conversão de floresta amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil. *Uberlândia: Bioscience Journal*, v. 28, n. 4, p. 566-572, 2012.

SOUSA, R. O.; CAMARGO, F. A. O.; VAHL, L. C. Solos alagados. In: Meurer, E. J. *Fundamentos de química do solo*. Porto Alegre:Gênesis, 2000.

Souza, D. M. G.; Miranda, L. N.; Oliveira, S. A. Acidez Do Solo E Sua Correção. In: Novais, R. F.; Alvarez V.,V.H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J.C.L., Eds. *Fertilidade Do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira De Ciência Do Solo, 2007. p. 205-274.

Stevenson, F.J.; Elliot, E. Methodologies for assessing the quality and quantity of soil organic matter. In: COLEMAN, D.; OADES, J.M. & UEHARA, G., eds. *Dynamic of soil organic matter in tropical ecosystems*. Honolulu, University of Hawai. p.173-199 , 1989.

Stone L. F.; Silveira, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.395-401, 2001.

Taborda, V. *Alto Trás-os-Montes (estudo geográfico)*. Coimbra, 1932.

Teles, A.N. Os lameiros de montanha do norte de Portugal. Subsídios para a sua caracterização fitossociológica e química. *Separata da Agronomia Lusitana – Vol. XXXI – Tomo I – II*, 1970.

Theng, B.K.G.; Tate, K.R ; Sollens, P. Constituents of organic matter in temperate and tropical soils. In: Coleman, D.; Oades, J.M.; Uehara, G., eds. *Dynamic of soil organic matter in tropical ecosystems*. Honolulu, University of Hawai, 1989. p.5-19

Vepraskas M.J.; Faulkner S.P. Redox chemistry of hydric soils. In: *Wetland soils*. Boca Raton, FL: Lewis. 2001.

Vieira, J.; Fernandes, A.; Bernardo, A.; Martins, V.; Moreira, N. Os lameiros e a sustentabilidade dos sistemas de produção agro-pecuários de montanha em Trás-os-Montes. In: *II Congresso de Estudos Rurais – “Periferias e Espaços Rurais”*, Angra do Heroísmo – Açores, 29 de setembro a 3 de Outubro, 2000.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO A - Tabela dos valores críticos do coeficiente de correlação

Fonte: Pierre Dagnelie, 2009. Estatística Teoria e Métodos II. Tradução de Antônio St. Aubyn. Reimpressão 08-2009. Publicações Europa-América. p.497.

Valores críticos $r_{1-\alpha/2}$

para $\alpha = 0,05, 0,01, 0,001$ e $k = 1(1)20(5)50(10)100$

K	A		
	0,05	0,01	0,001
1	0,99692	0,999877	0,9999988
2	0,95000	0,990000	0,99900
3	0,8783	0,95873	0,99116
4	0,8114	0,91720	0,97406
5	0,7545	0,8745	0,95074
6	0,7067	0,8343	0,92493
7	0,6664	0,7977	0,8982
8	0,6319	0,7646	0,8721
9	0,6021	0,7348	0,8471
10	0,5760	0,7079	0,8233
11	0,5529	0,6835	0,8010
12	0,5324	0,6614	0,7800
13	0,5139	0,6411	0,7603
14	0,4973	0,6226	0,7420
15	0,4821	0,6055	0,7246
16	0,4683	0,5897	0,7084
17	0,4555	0,5751	0,6932
18	0,4438	0,5614	0,6787
19	0,4329	0,5487	0,6652
20	0,4227	0,5368	0,6524
25	0,3809	0,4869	0,5974
30	0,3494	0,4487	0,5541
35	0,3246	0,4182	0,5189
40	0,3044	0,3932	0,4896
45	0,2875	0,3721	0,4648
50	0,2732	0,3541	0,4433
60	0,2500	0,3248	0,4078
70	0,2319	0,3017	0,3799
80	0,2172	0,2830	0,3568
90	0,2050	0,2673	0,3375
100	0,1946	0,2540	0,3211

Exemplos: $r_{0,975} = 0,5760$ para 10 graus de liberdade

$r_{0,995} = 0,5368$ para 20 graus de liberdade