



AGÊNCIA PEIXE VIVO
NIPPON KOEI LAC DO BRASIL

Relatório de Caracterização dos Solos
(Produto 3)

Outubro de 2023

REV.	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB.	VERIF.	APROV.
1	26/10/23	Primeira revisão	EKP	HCS	RSK
0	06/10/23	Emissão inicial	EKP	HCS	RSK

SERVIÇO:

DIAGNÓSTICO E PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO PARA CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE PROPRIEDADES RURAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO RIBEIRO BONITO, NO MUNICÍPIO DE CAETÉ – MG

ÁREA:

MEIO AMBIENTE

TÍTULO:

Relatório de Caracterização de Solos

ELAB. EKP	VERIF. HCS	APROV. RSK	Finalidade Para Informação
CONTRATO: 14/2023	DATA 26/10/2023	Folha: 1	de 42

Nº DO DOCUMENTO: J4L019-003

REVISÃO

1

Consultora:



NIPPON KOEI LAC

Rua Cláudio Soares, 72, 3º andar, conjuntos 302 e 303, São Paulo - SP.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	4
Lista de Quadros.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVOS	7
3. METODOLOGIA.....	8
3.1. COLETA DAS AMOSTRAS DE SOLO.....	8
4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS SOLOS DA BACIA	11
4.1. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA.....	12
4.2. CLIMA.....	12
4.3. SOLOS.....	12
5. SÍNTESE E DISCUSSÃO DO DIAGNÓSTICO PEDOLÓGICO	14
5.1. USO DO SOLO E A FERTILIDADE QUÍMICA.	15
5.2. SOLOS NAS ÁREAS DE PASTAGEM	17
5.3. SOLOS NAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATIVA	28
5.4. SOLOS NA ÁREA COM EUCALIPTO	37
6. CONCLUSÕES.....	37
7. REFERÊNCIAS	39
APÊNDICES	40
ANEXOS.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 – Sequência das atividades realizadas para a coleta das amostras de solo na área de abrangência da bacia do ribeirão Ribeirão Bonito, Caeté, Minas Gerais.	10
Figura 3-2 – Mapa com os pontos de coleta dos solos na área de abrangência da bacia do ribeirão Ribeirão Bonito, Caeté, Minas Gerais.	11
Figura 4-1 – Nove pedoformas básicas proposta por Troeh 1965.....	13
Figura 4-2 – Percentual da distribuição das ordens de solos na área de estudo.....	14
Figura 5-1 – Diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise de componentes principais (ACP) à matriz de correlações dos descritores químicos.....	16
Figura 5-2 – Gráfico de carregamento dos dados associados ao primeiro componente principal. pH H ₂ O = pH da água; P = fósforo; K = potássio; Ca ⁺² = cátion de cálcio; Mg ⁺² = cátion de magnésio; Al = alumínio; H+Al = sexidróxido de alumínio (acidez potencial); SB = soma de bases; t = capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva; T = CTC potencial; V% = saturação por bases; m% = saturação por Alumínio; MO = matéria orgânica; P-rem = fósforo Remanescente.....	17
Figura 5-3 – Síntese geral da fertilidade aparente dos solos das glebas sob uso de pastagem na camada de 0-20 cm.....	20
Figura 5-4 – Síntese geral da fertilidade aparente dos solos das glebas sob uso de pastagem na camada de 20-40 cm.....	24
Figura 5-5 – Síntese geral da fertilidade aparente dos solos das glebas sob uso de pastagem na camada de 40-60 cm.....	27
Figura 5-6 – Síntese geral da fertilidade aparente dos solos das glebas sob vegetação nativa na camada de 0-20 cm.....	31
Figura 5-7 – Síntese geral da fertilidade aparente dos solos das glebas sob vegetação nativa na camada de 20-40 cm.....	34
Figura 5-8 – Síntese geral da fertilidade aparente dos solos das glebas sob vegetação nativa na camada de 40-60 cm.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 3-1 – Informações dos locais de coleta e número do registro do laboratório de análise dos solos para cada amostra.....	9
Quadro 5-1 – Gramíneas e leguminosas adaptadas a sistemas de produção de diferentes níveis tecnológicos ou intensidade de utilização. (Manual de Adubação e Calagem do Estado de Minas Gerais).....	28

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório faz parte do Contrato nº 14/2023 assinado entre a Agência Peixe Vivo e a Nippon Koei Lac do Brasil Ltda, visando a Elaboração de um Diagnóstico e Projetos Básico e Executivo para Conservação e Recuperação Ambiental de Propriedades Rurais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Ribeiro Bonito, no município de Caeté – MG.

De acordo com o previsto no termo de referência para desenvolvimento dos trabalhos, o estudo completo considera a elaboração de seis produtos, como exposto a seguir:

- Produto 1 – Caracterização geral da microbacia e bases de dados geográficos;
- Produto 2 – Cadastro georreferenciado de propriedades rurais;
- Produto 3 – Relatório de caracterização dos solos (dados primários);
- Produto 4 – Projetos básico e executivo para ações de conservação ambiental e sanitária, controle de erosões, proteção dos cursos hídricos e conservação de estradas vicinais;
- Produto 5 – Projetos básico e executivo dos sistemas individuais de tratamento de esgoto nas localidades de Penedia e Rancho Novo;
- Produto 6 – Relatório de Mobilização e Sensibilização Ambiental, que deverá incluir a coleta de termos de aceite.

Nesse sentido, como exposto anteriormente, este documento visa atender ao terceiro produto, com a caracterização dos solos da microbacia.

Para isso, o documento é dividido em sete capítulos, como exposto na sequência:

- Capítulo 1 – Introdução: apresenta uma breve introdução do estudo e do documento;
- Capítulo 2 – Objetivos: apresenta o objetivo geral do estudo e o(s) objetivo(s) específico(s) deste produto;
- Capítulo 3 – Metodologia: apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento do presente produto;
- Capítulo 4 – Caracterização geral dos solos da microbacia: apresenta as características físicas e químicas dos solos da bacia;
- Capítulo 5 – Síntese e discussão do diagnóstico pedológico;
- Capítulo 6 – Conclusões: apresenta as principais conclusões desta etapa de trabalho;
- Capítulo 7 – Referências.

2. OBJETIVOS

O estudo em desenvolvimento tem o objetivo geral de elaborar levantamento cadastral, projetos básicos e executivos para controle, adequação e recuperação ambiental e sanitária na microbacia do ribeirão Ribeirão Bonito, com base em estudos de diagnóstico e concepção.

Para que esse objetivo geral seja atendido, cada produto terá o desenvolvimento de estudos preliminares e parciais, que serão integrados ao longo do tempo. Nesse sentido, o presente relatório visa atender ao seguinte objetivo específico:

- Realizar a caracterização dos solos da bacia, incluindo dados físicos e químicos, com base em dados primários, contemplando solos representativos de cada classe de solo presente na bacia;

Dessa forma, os próximos capítulos do documento apresentarão as principais informações obtidas referentes ao trabalho desenvolvido nesta etapa.

3. METODOLOGIA

O uso sustentável do solo está cada vez mais sendo uma demanda global, devendo-se utilizar o solo de acordo com sua capacidade de sustentar uma produtividade viável economicamente, tecnicamente e ambientalmente, promovendo a conservação e evitando a sua degradação química, física e biológica. Desta forma, para o estudo da microbacia hidrográfica do ribeirão Ribeirão Bonito foi considerado as propriedades químicas e granulométricas para o estudo do potencial de uso. As principais exigências para conhecer o potencial de uso de uma determinada área decorrem de um conjunto de interpretações do próprio solo e do meio onde ele se desenvolve (Ranzani, 1969).

As principais características que podem ser avaliadas são: profundidade efetiva do solo, visando avaliar a capacidade de expansão do sistema radicular; suscetibilidade a erosão; fertilidade aparente para avaliar o potencial de uso das terras nos diferentes níveis tecnológicos, com base nas análises químicas; capacidade de retenção de água para avaliação da drenagem; excesso de água; aeração, que pode ser considerado a granulometria do solo; e características morfológicas. Outro fator importante para determinação do potencial de uso do solo refere-se à topografia do terreno, além da avaliação de impedimentos à mecanização pela presença de rochas aflorantes ou excesso de cascalho. Todas essas características vão afetar de forma direta e indireta o potencial de uso do solo.

Sinteticamente foram consideradas as características e qualidades de todas as áreas, julgando suas possíveis adaptabilidades para uso intensivo com cultivos, pastagens e reflorestamento. Foram avaliados os seguintes critérios: deficiência de fertilidade, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

3.1. Coleta das amostras de solo

A área considerada para realizar a amostragem dos solos foi determinada de acordo com alguns aspectos de maior relevância, uma vez que se entende que normalmente as áreas não são homogêneas. Os principais aspectos foram, coloração do solo, o relevo da área, a cobertura vegetal existente. Convém ressaltar as amostras foram retiradas tanto de propriedades cadastradas para os Pips (Projeto Individual por Propriedade) como em propriedades aleatórias. Ressalta-se que os resultados das análises dos solos poderão ser utilizados pelos produtores para a melhoria da qualidade dos solos de suas propriedades. O relatório fotográfico com as características de cada local de coleta encontra-se no **Apêndice 1**.

Foram identificados 20 pontos de coletas, sendo realizadas coletas de amostras do solo em três faixas de profundidades diferentes: 0-20, 20-40 e 40-60 cm com auxílio de trato manual tipo caneco (20cm), totalizando 60 amostras. O trado utilizado para as coletas foi devidamente lavado com água em abundância entre uma coleta e outra.

Foi coletado aproximadamente 0,5 kg de cada amostra e colocada em saco plástico devidamente identificado com o nome do proprietário, profundidade de amostragem, coordenada geográfica do ponto de coleta e informações sobre a área.

Após coletadas, as amostras foram acomodadas em caixa de papelão e encaminhadas para o laboratório de análises de solos. No Quadro 3-1 estão descritos dados dos locais de onde foram coletadas as amostras e o registro do laboratório por análise de solo.

Quadro 3-1 – Informações dos locais de coleta e número do registro do laboratório de análise dos solos para cada amostra

Coleta de Solos					
Amostra	Coord.		N° Laboratorio	Alt(metros)	Obs:
1	645413	7810357	7420/7421/7422	974	Área de pastagem. Prop. Rubens José
2	647536	7812870	7396/7397/7398	946	Área nativa proxima ao plantio de eucalipto
3	643449	7808288	7408/7409/7410	996	Área de pastagem
4	643648	7808221	7405/7406/7407	997	Área de pastagem. Prop. José Guilherme
5	645119	7808944	7390/7391/7392	936	Área de pastagem. Prop. Dilvany Fernades, Sidney
6	646431	7811985	7402/7403/7404	969	Área de mata nativa com inclinação. Prop. Dona Elsi
7	643873	7801570	7447/7448/7448	1055	Área nativa remanescente. Prop. Minton horta
8	645532	7802949	7435/7436/7437	1028	Área proxima a plantio de hortaliças. Prop. Henrique Queiroz
9	645721	7803686	7429/7430/7431	1048	Área de pastagem proxima a área nativa e plantio de hortaliças. Prop. Valter Timboi
10	646127	7803492	7438/7439/7440	1044	Área de pastagem. Prop. Ailton
11	646621	7808122	7399/7400/7401	974	Área de pastagem proxima a propriedade do Sr. Jose
12	643232	7804819	7423/7424/7425	1101	Área de pastagem proxima ao prop. Sr. Nilo
13	643925	7804864	7444/7445/7446	1003	Área de pastagem
14	645578	7798099	7432/7433/7434	1128	Área plantio de eucalipto
15	647428	7796492	7441/7442/7443	1085	Área de pastagem. Prop. Ademar
16	647657	7795847	7426/7427/7428	1103	Área proxima a área nativa remanescente
17	642039	7807003	7411/7412/7413	1077	Área de pastagem proxima a reserva. Prop. Benvindo, sitio gordura
18	643261	7810095	7393/7394/7395	1126	Área topo de morro, proximo a mineradora Timbal
19	646196	7795387	7414/7415/7416	1058	Área de pastagem, prop. Vagner Franca
20	645258	7795023	7417/7418/7419	1132	Área de pastagem com bastante declive

Na Figura 3-1 estão representados os passos e equipamentos utilizados para a coleta das amostras de solo.



Figura 3-1 – Sequência das atividades realizadas para a coleta das amostras de solo na área de abrangência da bacia do ribeirão Ribeiro Bonito, Caeté, Minas Gerais.

Na Figura 3-2 estão representados os 20 pontos de coleta dos solos na área de abrangência da bacia do ribeirão Ribeiro Bonito.

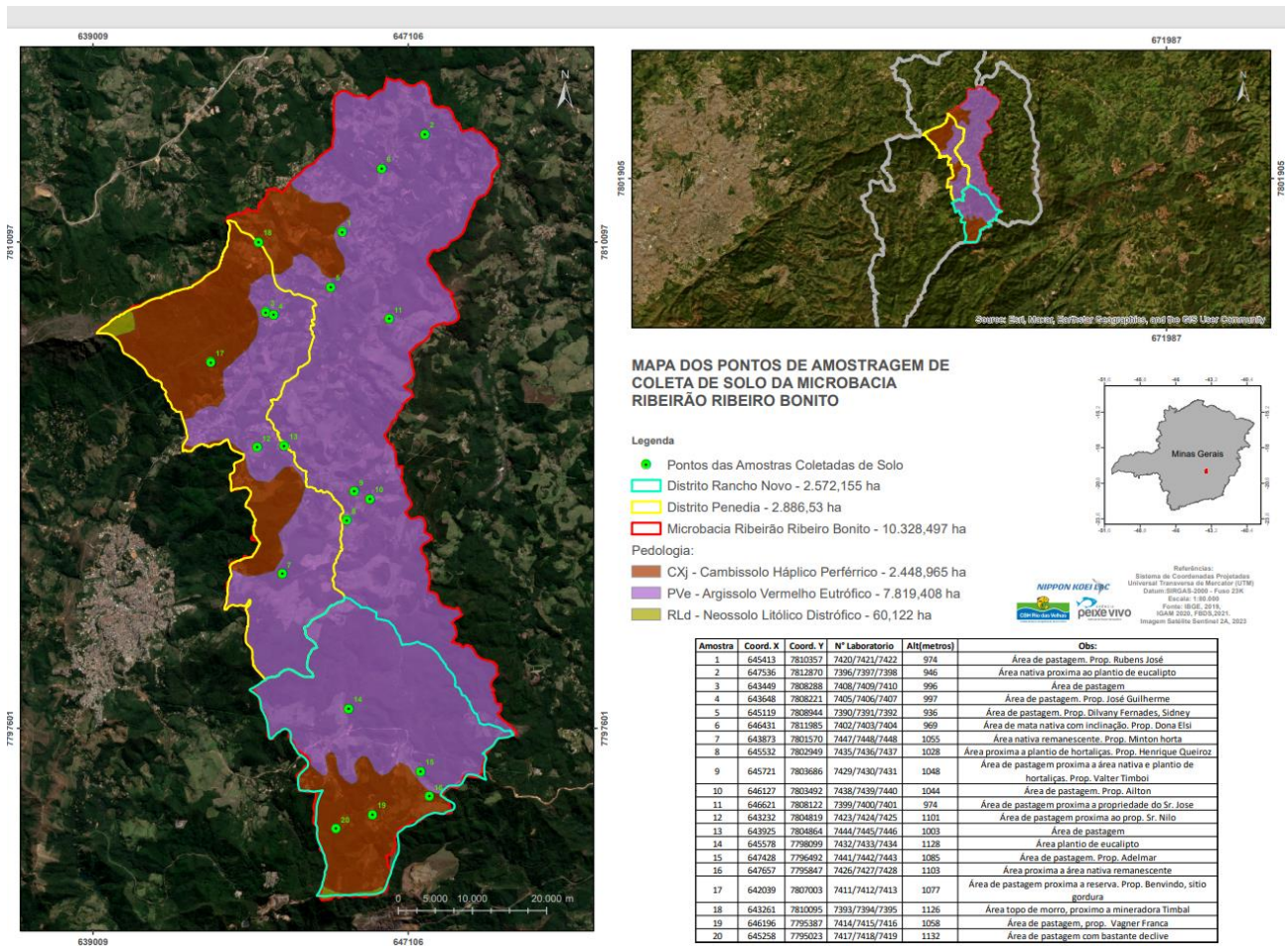


Figura 3-2 – Mapa com os pontos de coleta dos solos na área de abrangência da bacia do ribeirão Ribeiro Bonito, Caeté, Minas Gerais.

A amostragem do solo é a base para o uso racional, sustentável e econômico dos solos porque permite uma recomendação correta de fertilizantes e corretivos, que são responsáveis por parte considerável da produtividade da cultura de interesse. Outro fator importante a ser considerado sobre os resultados obtidos com a análise do solo é o conhecimento sobre a aptidão do solo da região de estudo, o que proporcionará aos proprietários seu uso de forma adequada e mais rentável e consequentemente a melhoria na produtividade, nas características estruturais e na resistência à erosão.

4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS SOLOS DA BACIA

Para caracterização dos solos da área é necessário fazer uma abordagem da geomorfologia, geologia e clima do município, o qual foi realizado no Produto 1. Aqui trazemos as principais informações.

4.1. Geomorfologia e geologia

De acordo com o Diagnóstico do Produto 1 (NKLAC, 2023), a maior parte da microbacia do ribeirão Ribeiro Bonito pertence à subunidade das Serras do Quadrilátero Ferrífero. Essa unidade pertence ao domínio dos Crátons Neoproterozoicos e possui uma dissecação homogênea convexa. Somente na porção nordeste da microbacia, próximo à desembocadura da microbacia, há uma unidade geomorfológica das Serras do Espinhaço Meridional, que possui uma dissecação estrutural convexa (NKLAC, 2023). Essa unidade pertence ao Domínio dos Cinturões Móveis Neoproterozoicos. O relevo da microbacia do ribeirão Ribeiro Bonito é relativamente alto, variando entre 879 e 1627 m acima do nível do mar. A microbacia possui um relevo bastante irregular quanto à declividade, principalmente nas porções mais altas e da seção final do ribeirão Ribeiro Bonito (NKLAC, 2023).

A maior parte da microbacia do ribeirão Ribeiro Bonito pertence à unidade de Caeté (NKLAC, 2023), com idade mínima de origem estimada para o Neoarqueano (2,5 a 2,8 bilhões de anos). As rochas da unidade de Caeté são classificadas como ígneas ou metamórficas e incluem, principalmente o granito, granito gnaisse e o granodiorito. Também se destaca a unidade Nova Lima, presente na Serra da Piedade, a qual possui associação vulcânica máfica-ultramáfica. As rochas dessa unidade são metamórficas e incluem o serpentinito, metagabro e o xisto. Em menor presença identifica-se a unidade Cauê, que apresenta rochas metamórficas e sedimentares, incluindo o itabirito, o dolomito e o filito; a subunidade Caraça, a qual possui rochas metamórficas, como o filito; e a subunidade Santa Paula.

4.2. Clima

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região de Caeté pode ser considerado como subtropical úmido com inverno seco e verão temperado (Cwb). Há relativamente pouca variação das temperaturas médias mensais ao longo do ano na região, variando entre 19,4 °C e 24,0 °C. As menores temperaturas ocorrem no inverno que também se mostra seco, entre os meses de junho e julho (entre 15,2 e 15,4 °C), enquanto as maiores temperaturas são alcançadas nos meses de outubro e fevereiro (entre 27,7 e 29,1 °C), que também são meses mais chuvosos. A precipitação, por sua vez, apresenta altos índices de sazonalidade na região, com o período chuvoso iniciando no mês de outubro de cada ano e seguindo até março ou abril do ano seguinte. De toda forma, observa-se a ocorrência de alguns eventos de precipitação nos meses mais secos do ano, entre junho e agosto, com índices totais mensais da ordem de 10 mm.

4.3. Solos

A área é composta basicamente por solos bem desenvolvidos, como Latossolos e Argissolos provenientes do intemperismo de rochas graníticas e gnaisse. Além desses, configura-se os Cambissolos como a segunda ordem de solo de maior importância, bastante caracterizados por apresentarem o saprólito na área. Afloramentos de rocha também são perceptíveis e a presença de Neossolos litólicos na região da Serra da Piedade (Machado e Silva 2010, Montandon, 2017).

Para a avaliação do potencial erosivo do solo é necessário conjugar o relevo e topografia, bem como o material de origem, além do clima, pois esses são os principais fatores que irão influenciar na erosão desses solos. E por último o uso do solo, que finalmente poderá contribuir potencializando a erosão ou diminuindo, devido a proteção das plantas à superfície do solo.

Desta forma, cada gleba estudada precisa ser considerado o tipo de relevo. Na Figura 4-1 é possível verificar como o relevo influencia os fluxos hídricos de superfície, baseado nas nove pedoformas básicas proposta por Troeh (1965).

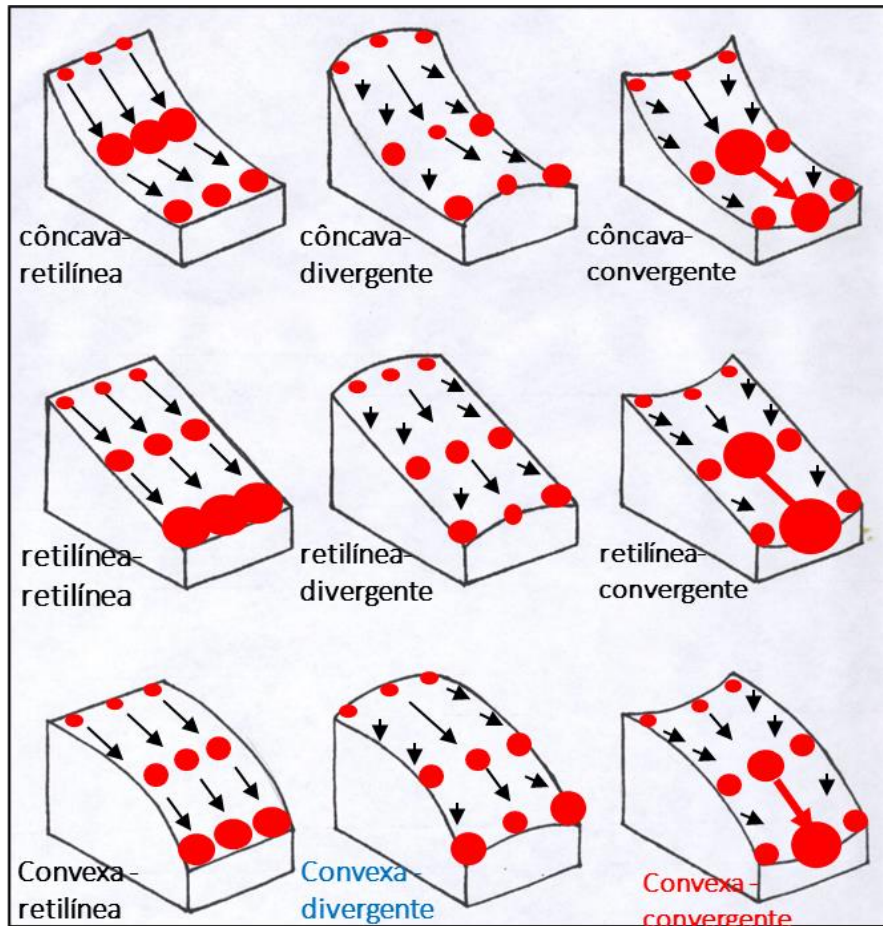


Figura 4-1 – Nove pedoformas básicas proposta por Troeh 1965.

Nessa figura é possível observar que as pedoformas convergentes (convexa-convergente, retilínea convergente e concava-convergente) são as mais susceptíveis a erosão, pois tendem a concentrar maior fluxo hídrico, e isso pode ser verificado nos pontos vermelhos de maior tamanho descrito na figura.

Os solos levantados na área são bem variáveis, sendo as principais ordens Latossolos/Argissolos, Cambissolos, e Neossolos Litólicos, (Figura 4-2). Essa figura será discutida no próximo item.

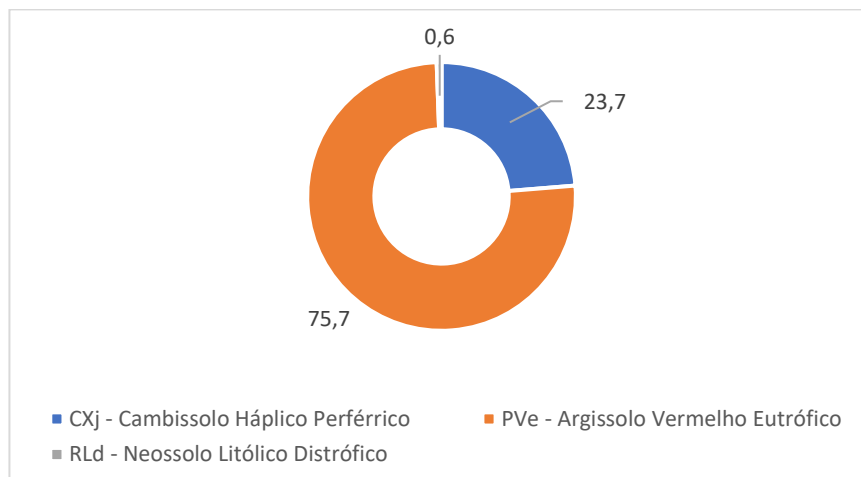


Figura 4-2 – Percentual da distribuição das ordens de solos na área de estudo.

5. SÍNTESE E DISCUSSÃO DO DIAGNÓSTICO PEDOLÓGICO

De acordo com o levantamento de solos, 75% da área foi classificada como Latossolos/Argissolos Vermelho Eutrófico. Esses solos são constituídos por material mineral, apresentando um horizonte subsuperficial denominado de B textural. Esse horizonte é caracterizado pela concentração ou acumulação relativa ou absoluta de argila e pode ser originado por processos de iluviação herdada do material de origem; infiltração de argila; destruição de argila do horizonte A; e perda de argila do horizonte A para o B por erosão diferencial, devendo apresentar teor de argila no horizonte B maior que no horizonte A.

Contudo, essa natureza coloidal da argila torna esse horizonte suscetível a erosão, dificultando a mobilidade da água, e por isso é um solo que apresenta fragilidade e risco de erosão subsuperficial e superficial. Esse horizonte pode apresentar algum nível de cerosidade (característica morfológica que auxilia na identificação desse solo a campo). Outra característica morfológica é a cor. Esse solo tem predominantemente hematita na sua composição mineralógica, tendo, portanto, matiz 2,5YR ou mais vermelho (Embrapa, 2018). Os Latossolos em contrapartida, são solos que apresentam características interessantes do ponto de vista de produção, já que são profundos, estrutura mais bem desenvolvida, e diferentes dos Argissolos, não apresentam gradiente textural. Por serem solos bem evoluídos apresentam intemperização intensa dos minerais primários, e sua mineralogia é composta por argila do tipo óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, ou seja, com predomínio de CTA (capacidade de troca aniônica) em detrimento da CTC (capacidade de catiônica).

O segundo solo de maior relevância, representando 23% da área, são os Cambissolos, caracterizados por um horizonte B incipiente de pouca alteração física e química, apresentando algumas unidades estruturais, porém metade do volume dele ainda apresenta características do material de origem. Pode guardar alguma semelhança com o horizonte B dos Latossolos, porém, deve apresentar espessura menor que 50 cm e 4% ou mais de materiais primários, e a capacidade de troca catiônica maior que 17 cmolc.kg⁻¹ de argila (Embrapa, 2018). O risco de erosão está associado prioritariamente à espessura do solo associado à topografia do terreno, por apresentarem pouca profundidade efetiva, sendo, portanto, susceptíveis a erosão. Neste caso é muito importante considerar o uso e o manejo do solo para indicar o risco do desenvolvimento de processos erosivos.

E por último o Neossolo Litólico, que representam menos de 1% da área, são considerados solos pouco evoluídos, constituído de material mineral com menos de 20 cm de espessura e ausência

de horizonte B. Contudo, admite-se um horizonte B em início de formação, mas que não é possível classificá-lo (Embrapa, 2018). Os Neossolos Litólicos podem ser diferenciados em função do grau de decomposição do material de origem, sendo lítico, quando a rocha subjacente se encontra intacta, ou lítico fragmentário, quando essa mesma rocha se apresenta fragmentada, facilitando a penetração das raízes de algumas espécies vegetais, sobretudo, a infiltração de água. Porém, a pouca espessura desse solo em contato com o material de origem superficial, torna-o bastante susceptível a erosão, devendo adotar práticas conservacionistas para o uso dele. E claro, associado à topografia, são solos que devem ser cuidadosamente avaliados para a indicação do uso como práticas de atividades intensivas. Os resultados brutos das análises de solos estão apresentados no **Anexo 1** e **Apêndice 3**.

5.1. Uso do solo e a fertilidade química.

Neste tópico, será abordada as propriedades químicas dos solos da microbacia do ribeirão Ribeirão Bonito. As amostras foram analisadas considerando os parâmetros de fertilidade, teores trocáveis dos nutrientes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , P) e ainda teores de Al, H+Al, soma de bases, capacidade de troca catiônica (CTC efetiva e CTC potencial), além da saturação por base (V%), saturação por Alumínio (m%), pH em água, Fósforo remanescente e matéria orgânica (MO).

Primeiramente, foi utilizado a análise componentes principais (ACP) para verificar o comportamento das informações de fertilidade química dos solos que foram coletados. Nesta análise não foram separados os usos do solo, ou seja, todas as glebas indiferentes do uso foram consideradas, bem como todas as profundidades (0-20, 20-40 e 40-60cm).

Conforme a Figura 5-1 é possível verificar que não houve formação de agrupamentos relacionados ao uso do solo, ou seja, os usos do solo não segregaram grupos dentro da nuvem de pontos. Para essa análise foi considerado os usos dos solos como fonte de variação, esperava-se que o uso do solo fosse separar as propriedades rurais, mas isso não aconteceu. As elipses estão mostrando apenas que as amostras de solos separaram dois grupos de propriedades apenas em função da fertilidade, ou seja, as amostras da elipse vermelha representam solos com altos teores de Al e por consequência maiores saturação por Alumínio. Já os que estão na elipse azul relacionam-se com os outros parâmetros de fertilidade, como por exemplo, v% (saturação por base), SB (soma de bases), teores de Ca, Mg e K.

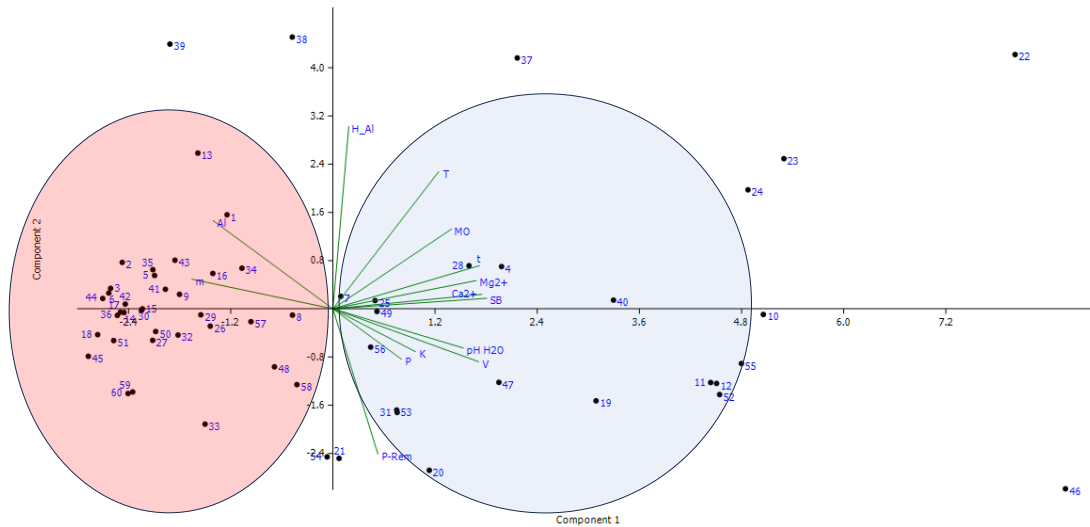


Figura 5-1 – Diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise de componentes principais (ACP) à matriz de correlações dos descritores químicos.

Observando os dados, é possível verificar que o solo do Sítio Gordura (pontos 22, 23 e 24) se diferenciam por apresentar o teor de Alumínio quase próximo a zero nas três profundidades avaliadas e o maior teor de matéria orgânica (11,38%), quando comparado às demais áreas. O valor de T (CTC potencial) é relativamente alto nas duas áreas, contudo no solo do Sítio Gordura os cátions presentes na CTC estão relacionados ao alto teor de matéria orgânica já citado anteriormente, e na área de pastagem que está localizada próxima a área nativa nos pontos 37, 38 e 39, a CTC também é alta, contudo, a saturação por alumínio (m%) também está alta, variando de 20 a 86% e os teores de H+Al seguem a mesma tendência.

Outra característica importante a ser observada no diagrama refere-se aos pontos 22, 23 e 24 e aos pontos 37, 38 e 39, pertencem a duas propriedades na microbacia, sendo a primeira uma pastagem dentro do Sítio Gordura (nas 3 profundidades estudadas) e o segundo uma área também de pastagem que foi identificada como próxima à área nativa remanescente. Esses pontos se distanciaram dos demais no diagrama de ordenação indicando que eles apresentam características de fertilidade diferente do restante das áreas.

Todos os parâmetros de fertilidade, tiveram a mesma importância dentro das áreas avaliadas, contudo, os teores de Al e m% (Figura 5-2) parece estar sendo os dois únicos parâmetros que separaram os grandes grupos de glebas na microbacia do ribeirão Ribeirão Bonito, ou seja, as glebas que estão espacializadas no quadrante superior e inferior esquerdo do diagrama estão correlacionadas com os teores de Alumínio trocável e saturação por alumínio, ou seja, apresentam baixa fertilidade. E isso também pode ser observado no gráfico de carregamento gerado no programa estatístico (Figura 5-2).

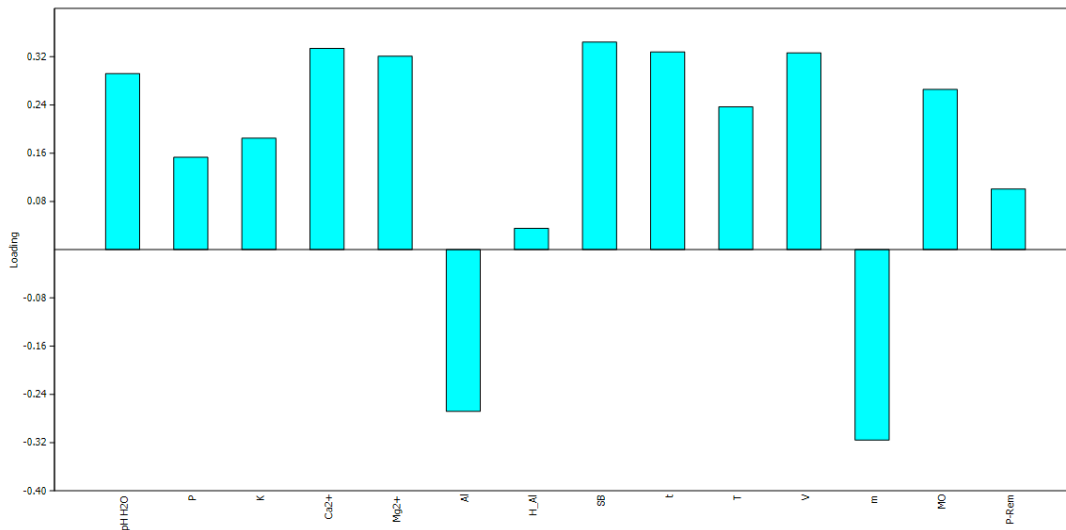


Figura 5-2 – Gráfico de carregamento dos dados associados ao primeiro componente principal. pH H₂O = pH da água; P = fósforo; K = potássio; Ca⁺² = cátion de cálcio; Mg⁺² = cátion de magnésio; Al = alumínio; H+Al = sexidróxido de alumínio (acidez potencial); SB = soma de bases; t = capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva; T = CTC potencial; V% = saturação por bases; m% = saturação por Alumínio; MO = matéria orgânica; P-rem = fósforo Remanescente.

5.2. Solos nas áreas de pastagem

Agora a abordagem será feita considerando as propriedades químicas dos solos da microbacia do ribeirão Ribeiro Bonito em função do uso do solo. Consideramos os principais usos: pastagem, vegetação nativa e silvicultura.

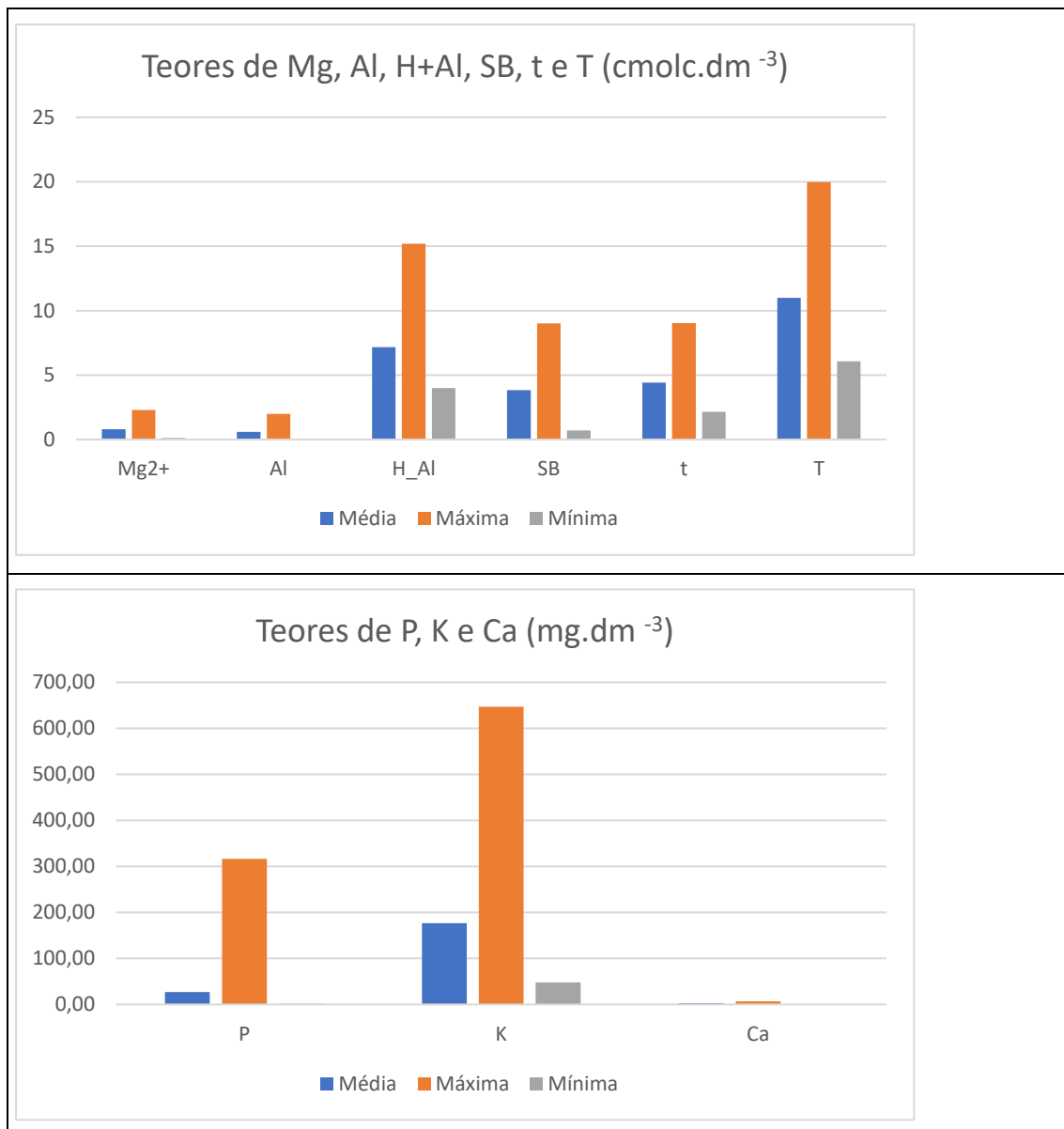
Nas áreas sob uso pastagem na camada de 0-20cm (Figura 5-3), verifica-se que o valores dos cátions básicos estão baixos, principalmente Cálcio (Ca⁺²) e Magnésio (Mg⁺²). O que está de acordo com a saturação por alumínio (m%), que apresentou valores entre 20 a 60%. Percentuais acima de 50% já são considerados valores limitantes e recomenda-se fazer calagem para corrigir o pH. A capacidade de troca catiônica também está bem abaixo do valor ideal. Neste caso, seria recomendado fazer uma manutenção nas áreas de pastos, emprego de algumas práticas conservacionistas, como adoção de espécies forrageiras com sistema radicular profundo, uso de leguminosas para melhorar a fertilidade do solo também são indicadas nesse caso.

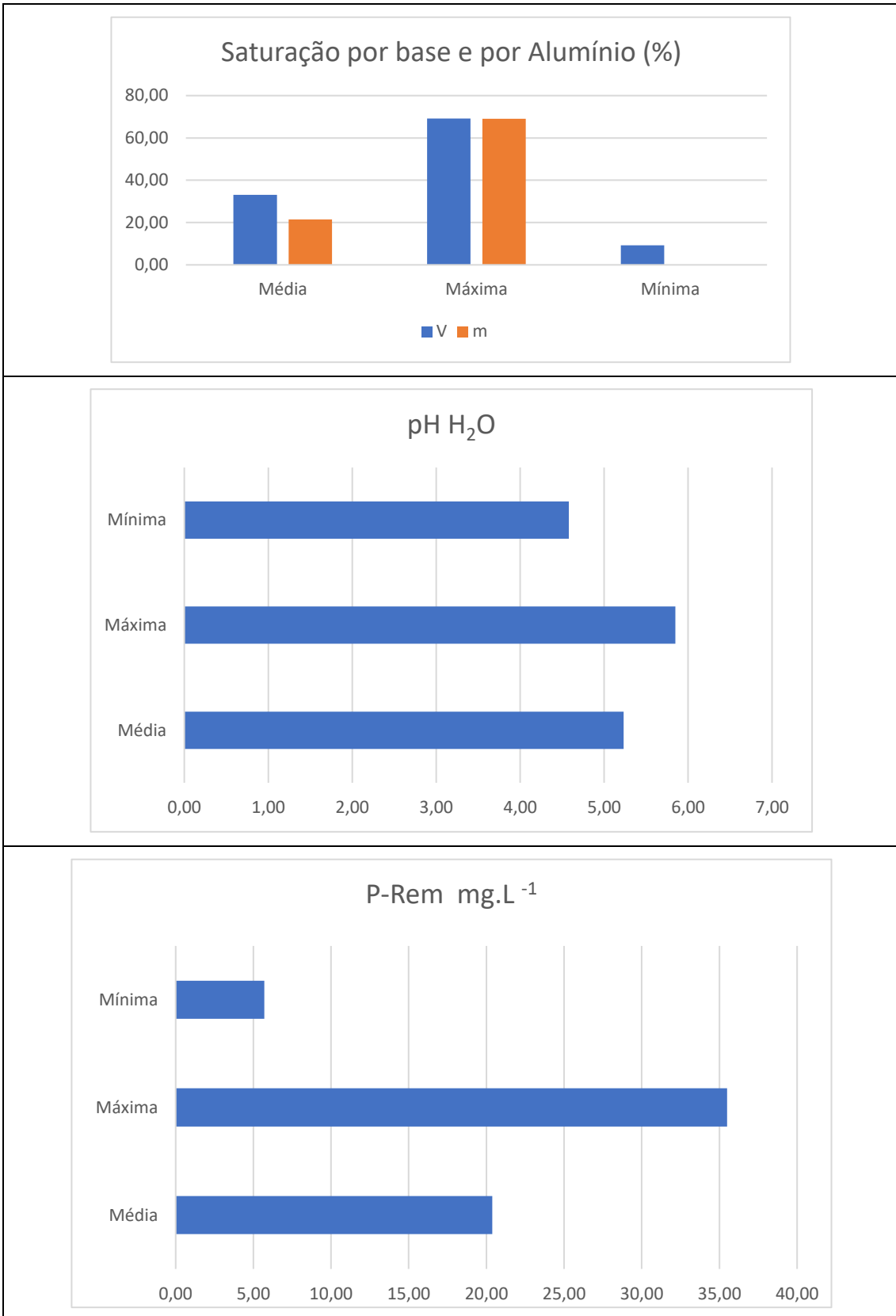
O manejo da pastagem é uma nova realidade que deve ser adotada pelos pecuaristas, não se admite mais o cultivo de forrageiras sem fazer uma análise de recomendação de adubação e calagem. A resposta que as novas cultivares têm apresentado justifica o emprego de tecnologias nessa área. A adubação de estabelecimento deverá propiciar a rápida formação da pastagem com elevada produção, quando o pasto já está estabelecido, ou seja, quando ele atinge a máxima cobertura do solo existe o processo de reciclagem dos nutrientes, até mesmo porque os animais de certa forma fazem algum aporte de nutrientes (resíduos de fezes e urina). Mesmo assim, é preciso lembrar que mesmo quando a forrageira está estabelecida, a exigência de Nitrogênio (N) e Potássio (K⁺) aumentam significativamente.

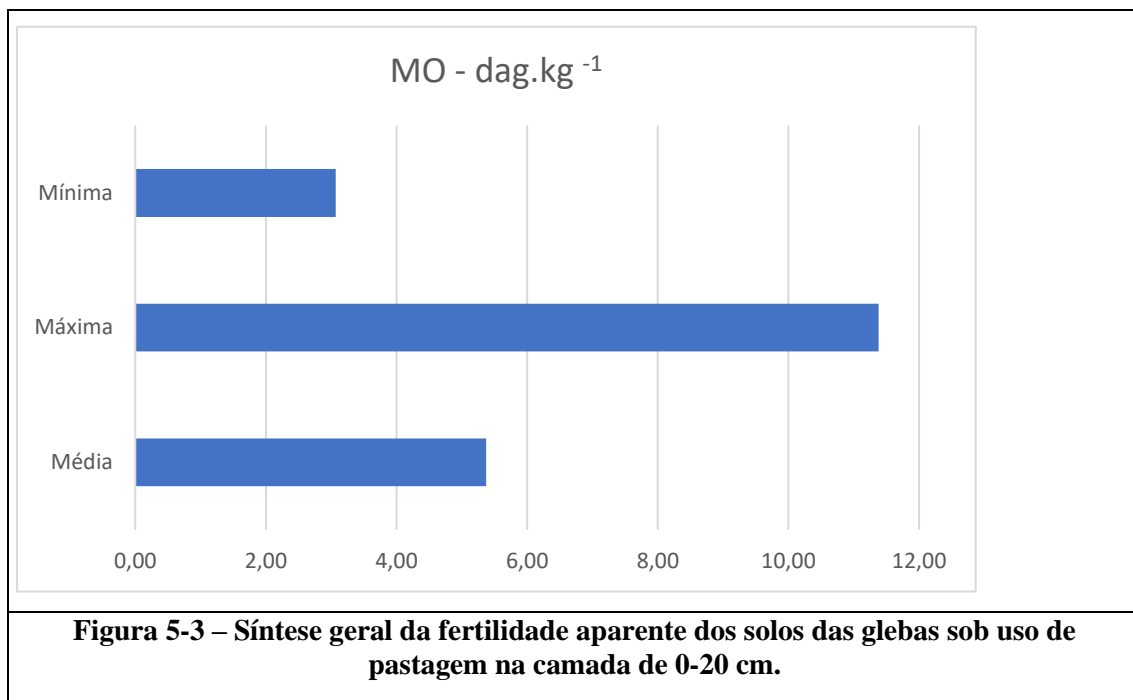
As forrageiras tropicais, principalmente as gramíneas, toleram um certo nível de acidez do solo, mas isso não significa que não se deve fazer calagem, pois para o estabelecimento das espécies vegetais na área, o calcário será de fundamental importância, sobretudo, devendo-se considerar a incorporação em maiores profundidades, no caso de introdução em áreas novas. Nas áreas antigas,

recomenda-se fazer a manutenção e a calagem pode ser feita a lanço com incorporação de pelo menos 5 cm.

Outro fator a ser considerado é o nível tecnológico do produtor. Para produções em baixos níveis tecnológicos, os teores presentes nas amostras de solo analisadas são minimamente adequados. Porém, quando essa forrageira está mais madura, a adubação potássica torna-se uma necessidade eminente. A considerar a textura do solo, que no caso das amostras avaliadas, todos os solos são de textura média a argilosa, a recomendação para os de textura média é de que a adubação potássica não pode ser ignorada.







De acordo com Dias-Filho e Lopes (2021) a manutenção da cobertura vegetal no solo da pastagem contribui para fertilidade do próprio solo. O aumento na taxa de decomposição do carbono orgânico causado pela erosão hídrica e a compactação são extremamente danosos a esses sistemas. Desta forma, é preciso garantir um processo eficiente de ciclagem dos nutrientes do solo da pastagem, em particular os nutrientes naturalmente liberados no solo pela decomposição mais lenta e gradual e a mineralização da matéria orgânica. Esse processo favorecerá a longevidade produtiva do pasto.

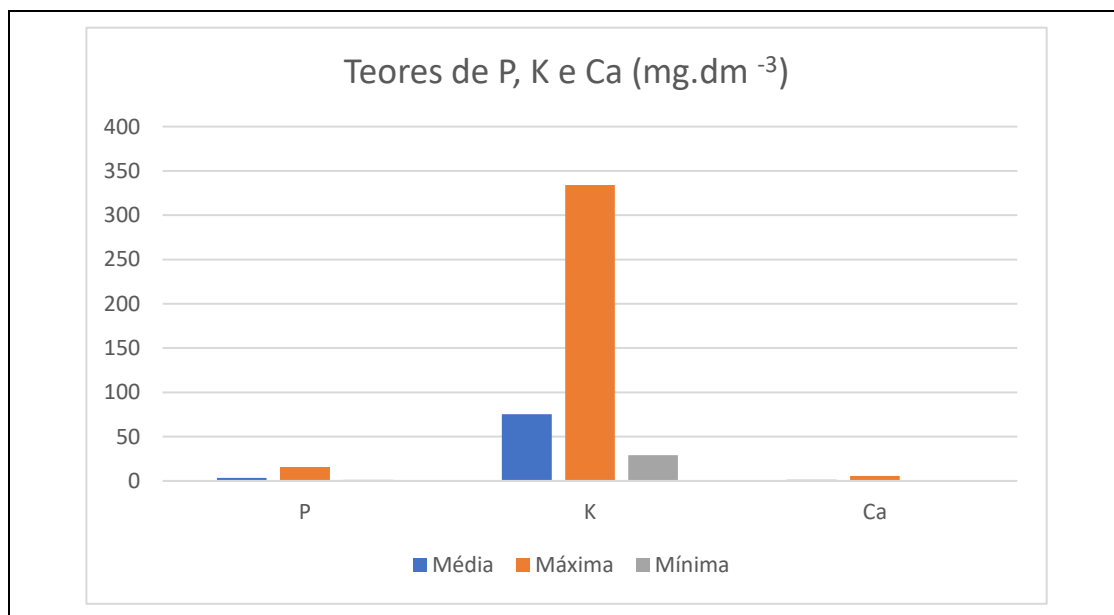
O teor de matéria orgânica é considerado um indicador importante da qualidade do solo (Feigl et al., 2019; Lal, 2004). Em pastagens, o estoque de matéria orgânica do solo varia de acordo com as taxas de entrada, via resíduos vegetais e animais, e as taxas de saída, que pode acontecer por meio da erosão hídrica, através do escoamento superficial da água da chuva e da oxidação (decomposição) da matéria orgânica, processada pelos microrganismos do solo.

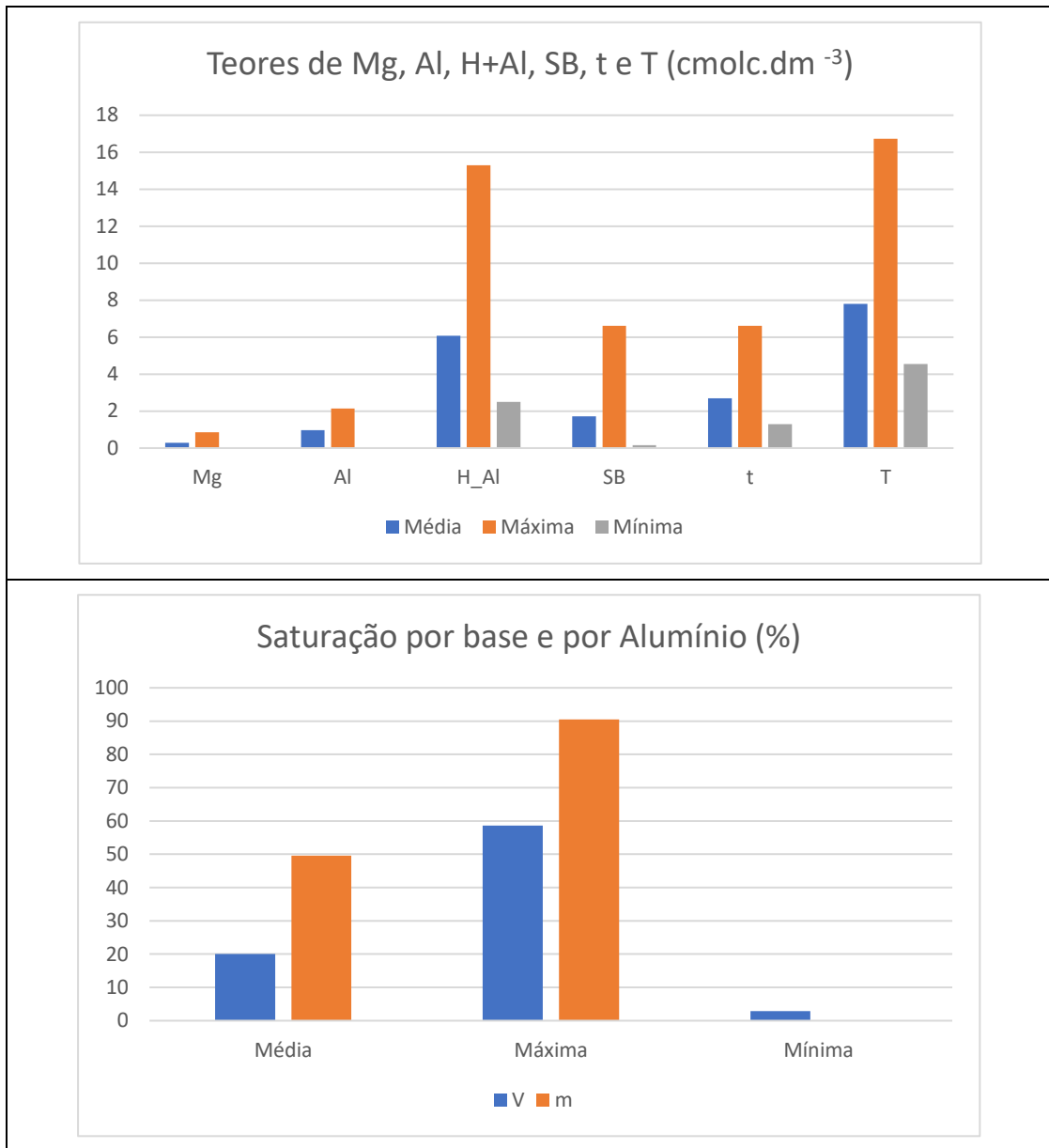
Diversos estudos sugerem que a formação da matéria orgânica do solo é oriunda principalmente das raízes e não da parte aérea (Bayer et al., 2019). As raízes, além de serem fonte de matéria orgânica, também contribuem para estabilizar a fertilidade do solo em pastagem. Isso sugere que a manutenção da matéria orgânica é chave principal para o sucesso do pasto, e isso depende apenas do manejo empregado nas áreas. Os valores médios encontrados foram de 5%, mas algumas áreas apresentaram valores dentre 2 e 2,5%; e outras, valores que chegaram até perto de 12%. São valores bem interessantes, e de certa forma esperados, por se tratar da primeira camada, sendo um horizonte A, os teores devem ser mais elevados. Nas áreas em que esse valor está perto de 2%, indica algum nível de degradação e desequilíbrio desse sistema.

Mas esses valores discrepantes entre as áreas explicam que existem diferentes níveis de manejo, indicando pastagens que podem estar degradadas e outras em processo de degradação. Em algumas áreas sulcos e ravinas estão presentes. É importante verificar esses sulcos de erosão na área para correlacionar com esses valores mais baixos, pois a erosão é um processo de degradação do solo muito oneroso para o produtor. Uma vez descontrolada, a área pode entrar em estágio de degradação e se tornar inutilizada.

Na camada de 20-40 cm os teores dos elementos básicos trocáveis estão ainda mais baixos que os encontrados na camada de 0-20cm (Figura 5-4). A primeira camada é mais rica em matéria orgânica, e isso favorece os maiores teores de nutrientes. A matéria orgânica é uma grande transformadora do solo, pois ela melhora as condições físicas, como por exemplo, o armazenamento de água e a infiltração de água, bem como a porosidade, e por ação dos microrganismos a transformação dos elementos é muito mais intensa na camada mais superficial do solo. Para melhorar as condições dessa camada, sugere-se fazer a incorporação de adubos e calcários visando construir um perfil de fertilidade do solo, e não ficar restrito apenas na primeira camada. Mas todas essas construções dependem muito do nível tecnológico do produtor. Lembrando que o uso de práticas conservacionistas nesses sistemas é de fundamental importância, tanto para evitar a degradação dessas áreas, como para remediar as áreas que já estão em algum estágio de degradação.

Encontramos valores de saturação por alumínio (m%) próximos de 90%, ou seja, indicando que o Alumínio (Al^{+3}) está ocupando praticamente toda a CTC do solo, necessitando fazer imobilização desse elemento no solo. Porém, é importante ressaltar que as propriedades rurais selecionadas, de acordo com a análise de solo, apresentam diferentes manejos, e isso pode ser observado, onde alguns valores encontrados foram bem altos e outros bem baixos. Na ACP (Análise de Componentes Principais) ficou muito claro essa diversidade existente na qualidade química dos solos. Onde duas propriedades se destacaram de todas as outras, e ainda o grupo de propriedades que ficaram agrupadas no diagrama, se dividiram em dois outros grupos, um relacionado com os teores de Al e m% e o outro com os demais parâmetros de fertilidade avaliados.





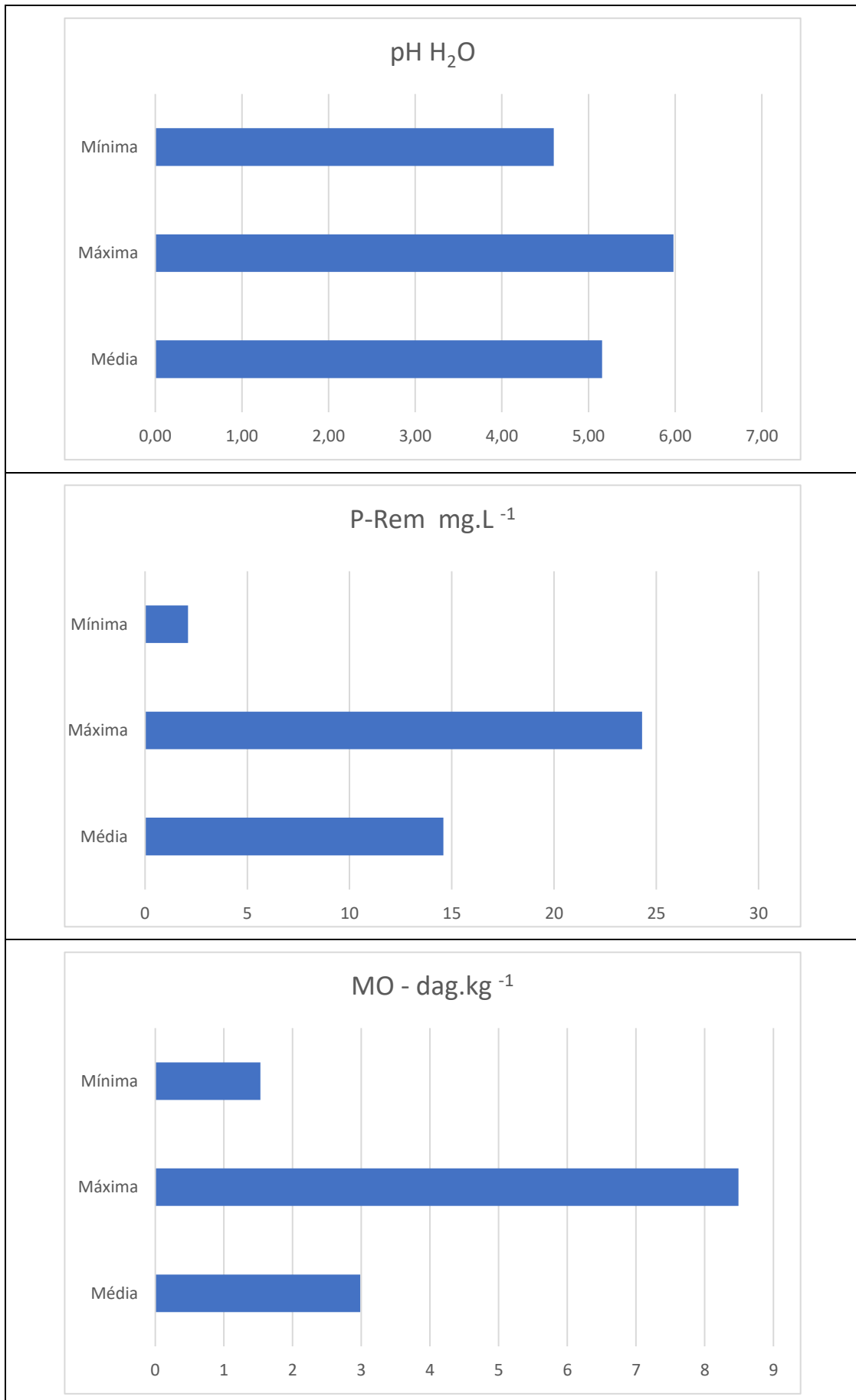


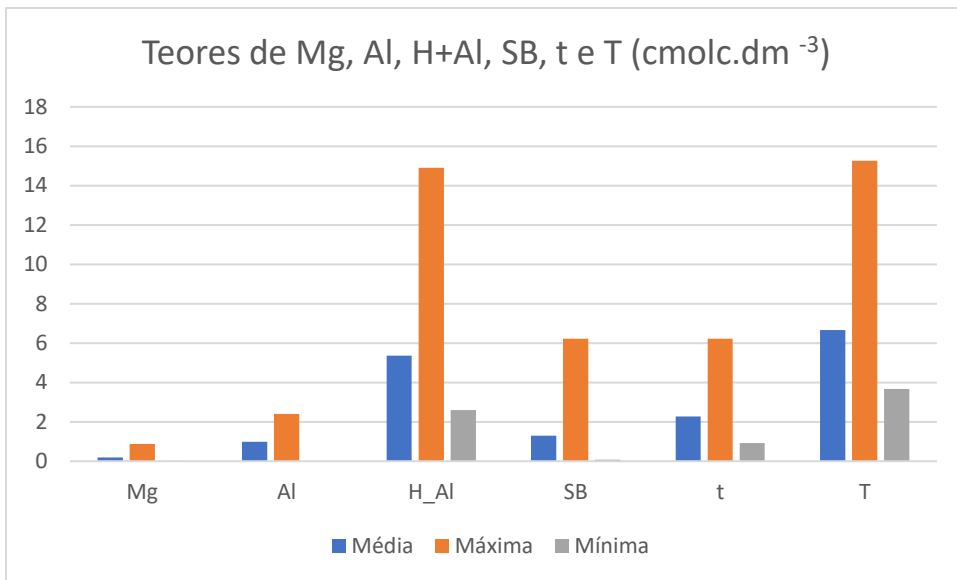
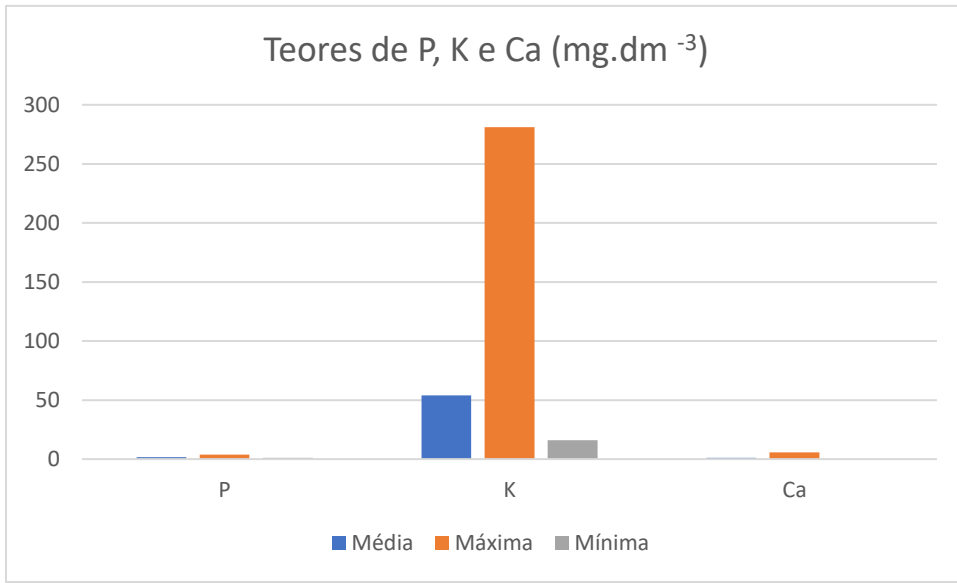
Figura 5-4 – Síntese geral da fertilidade aparente dos solos das glebas sob uso de pastagem na camada de 20-40 cm.

Os teores de matéria orgânica encontrados nas amostras de 20-40 cm (Figura 5-4) foram variados, com valores menores que 1% até no máximo 8%. A isso se explica que existem diferentes níveis manejo na área estudada, pastagens que podem estar degradadas e outras em processo de degradação, como já discutido anteriormente.

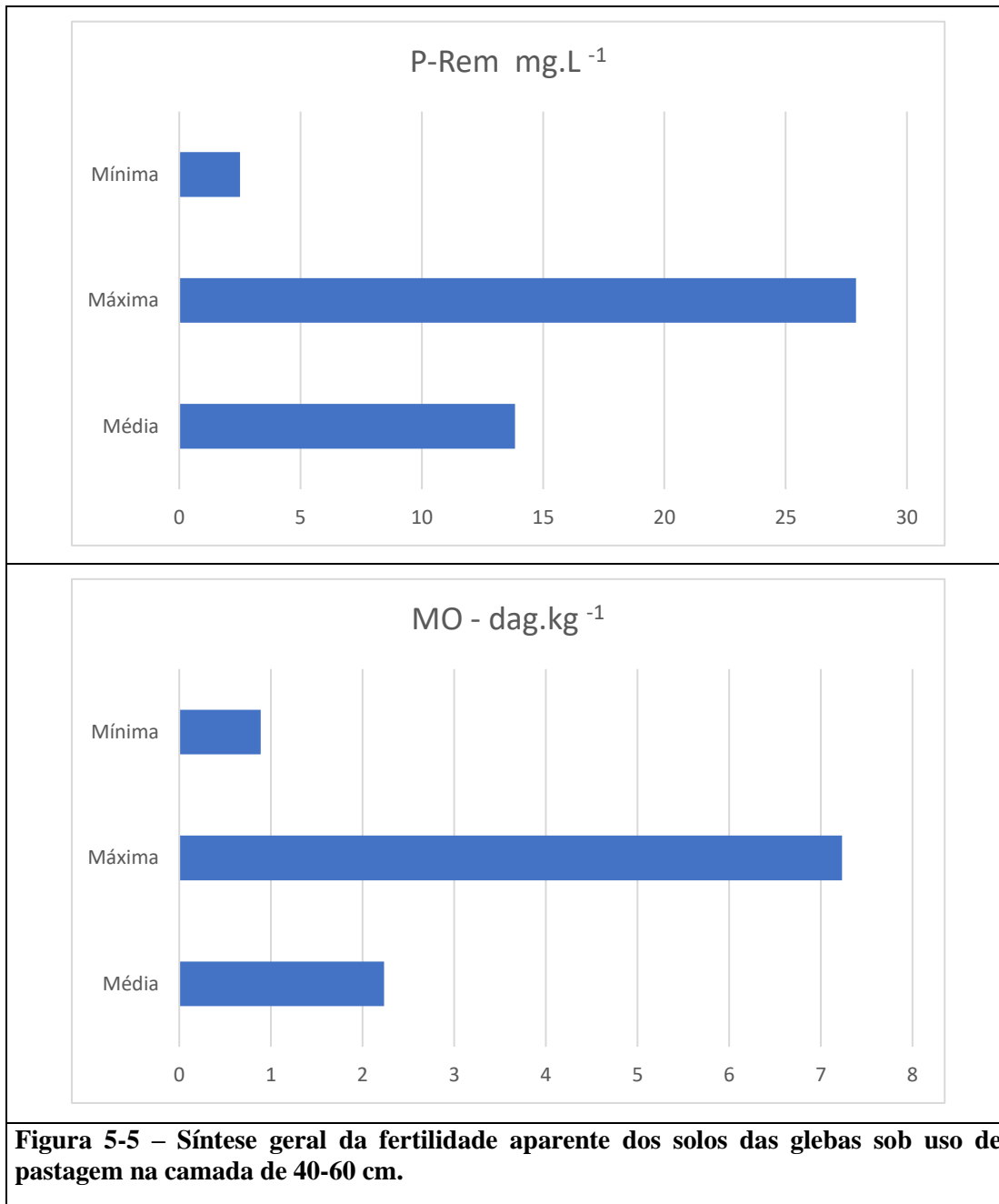
E para o fósforo remanescente (P-rem), os teores na camada de 20-40 cm foram inferiores aos encontrados na camada superficial (0-20cm), ou seja, o comportamento foi semelhante aos outros elementos avaliados nas duas camadas. Contudo, vale ressaltar que os teores de argila são bem homogêneos em profundidade, indicando solos de textura média a argila e alguns até muito argiloso, condizente com o material de origem. O Fósforo (P) é fortemente retido na superfície das argilas altamente intemperizadas e geralmente em solos mais argilosos esse elemento se torna indisponível para as plantas, estando na forma de P- não lábil. E o P-rem nos permite correlacionar essas informações, onde altos valores de P-rem indicam menos (P) retido na argila.

E na camada de 40-60cm (Figura 5-5) o resultado foi bem semelhante aos encontrados em 20-40cm. Como o uso é pastagem, eram esperados resultados mais baixos em maiores profundidades, apesar do sistema radicular da maioria das espécies realizarem uma melhoria na qualidade física e química do solo, sobretudo biológica. Esses resultados indicam que o manejo dos solos dessas áreas com pastagem apresenta algum desequilíbrio nutricional. E a permanência dos pastos exige uma revisão do manejo e do uso dos solos das propriedades que estão fazendo o uso inadequado das tecnologias ou, não estão manejando de forma adequada as áreas.

Nas áreas foram observados os terraços, o que de certa forma é um bom indicativo de que os produtores da região estão preocupados com a erosão e degradação dos solos adotando práticas mecânicas de conservação. Contudo, faz-se necessário, devido principalmente à declividade, a adoção de outras práticas de controle da erosão, como melhoria da qualidade do solo (práticas edáficas) e o uso de plantas com sistema radicular pivotante (práticas vegetativas) para melhorar a fertilidade física do solo e promover a fixação de nitrogênio. As raízes dessas plantas tendem a melhorar a infiltração da água no solo, devido a formação de bioporos, que são canais formados após a morte da raiz. Esses bioporos, que são poros formados pelos microorganismos do solo, podem auxiliar significativamente no processo de infiltração de água, minimizando a erosão. Além disso, a biomassa dessas forrageiras são excelentes em proteger o solo do impacto da gota da chuva, além de propiciar a entrada de resíduos nessas áreas, aumentando os teores de matéria orgânica ao longo do tempo.







As práticas conservacionistas, devem ser utilizadas em conjunto, ou seja, associar intervenções de caráter edáfico e vegetativo juntamente com os mecânicos, que neste caso seriam os próprios terraços, que estão presentes nas áreas. Essa associação trará um resultado muito mais satisfatório com melhores respostas no desenvolvimento das espécies de capim. Além disso, faz-se necessário enfatizar que o uso dessas espécies deve seguir alguns critérios que na maioria das vezes não se segue. Muitos produtores usam sementes sem qualidade, e espécies que não estão adaptadas à região, ao tipo de solo e sobretudo, a exigência nutricional. E isso está diretamente ligado ao nível tecnológico do produtor.

Desta forma, para auxiliar na recuperação e manutenção dessas áreas faz-se além de tudo utilizar espécies forrageiras adequadas ao manejo do produtor e sobretudo espécies adaptadas as diferentes condições de solo existentes. O Quadro 5-1 indica de acordo com nível tecnológico do

produtor a espécie de forrageiras (gramíneas e leguminosas) mais adequados para cada classe econômica.

Quadro 5-1 – Gramíneas e leguminosas adaptadas a sistemas de produção de diferentes níveis tecnológicos ou intensidade de utilização. (Manual de Adubação e Calagem do Estado de Minas Gerais).

Nível tecnológico	Gramíneas	Leguminosas
Alto ou Intensivo	Grupo do Capim-elefante: Cameron, Napier, Pennisetum híbrido (<i>Pennisetum purpureum</i>); Coast-cross, Tiftons (<i>Cynodon</i>); Colônião, Vencedor, Centenário, Tobiatã, Tanzânia e outros (<i>Panicum maximum</i>); Braquiarião ou Marandú (<i>Brachiaria brizantha</i>)	Alfafa (<i>Medicago sativa</i>); Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)
Médio	Colônião, Tanzânia, Mombaça (<i>Panicum maximum</i>); Braquiarião ou Marandú (<i>Brachiaria brizantha</i>); Braquiaria australiana (<i>Brachiaria decumbens</i>); Setária (<i>Setaria sphacelata</i>); Andropogon (<i>Andropogon gayanus</i>); Jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>)	Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>); Soja perene (<i>Neonotonia wightii</i>); Centrosema (<i>Centrosema pubescens</i>); Siratro (<i>Macroptilium atropurpureum</i>); Amendoim forrageiro (<i>Arachis pintoi</i>); Calopogônio (<i>Calopogonio mucunoides</i>); Guandu (<i>Cajanus cajan</i>)
Baixo ou extensivo	Braquiaria IPEAN, Braquiaria australiana (<i>Brachiaria decumbens</i>); Braquiaria humidicola; Braquiaria dictioneura; Andropogon (<i>Andropogon gayanus</i>); Jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>); Gordura (<i>Melinis minutiflora</i>); Grama batatais, Pensacola (<i>Paspalum notatum</i>)	Estilosantes Mineirão e Bandeirantes (<i>Stylosanthes guianensis</i>); Amendoim forrageiro (<i>Arachis pintoi</i>); Kudzu (<i>Pueraria phaseoloides</i>); Galactia (<i>Galactia striata</i>); Calopogônio (<i>Calopogonio mucunoides</i>)

Portanto, a construção da fertilidade do solo em pastagens vai além de ações diretas, como a simples adubação do solo, sendo necessário fortalecer a base dessa construção, que está alicerçada em dois pilares: o aumento do teor de matéria orgânica e da eficiência na ciclagem de nutrientes. O objetivo final é a melhoria das propriedades biológicas, químicas e físicas do solo, as quais, em conjunto, irão aumentar a qualidade e a fertilidade do solo e, como consequência, a produtividade da pastagem. Sem o fortalecimento dessa base, a construção da fertilidade do solo da pastagem não será um objetivo sustentável.

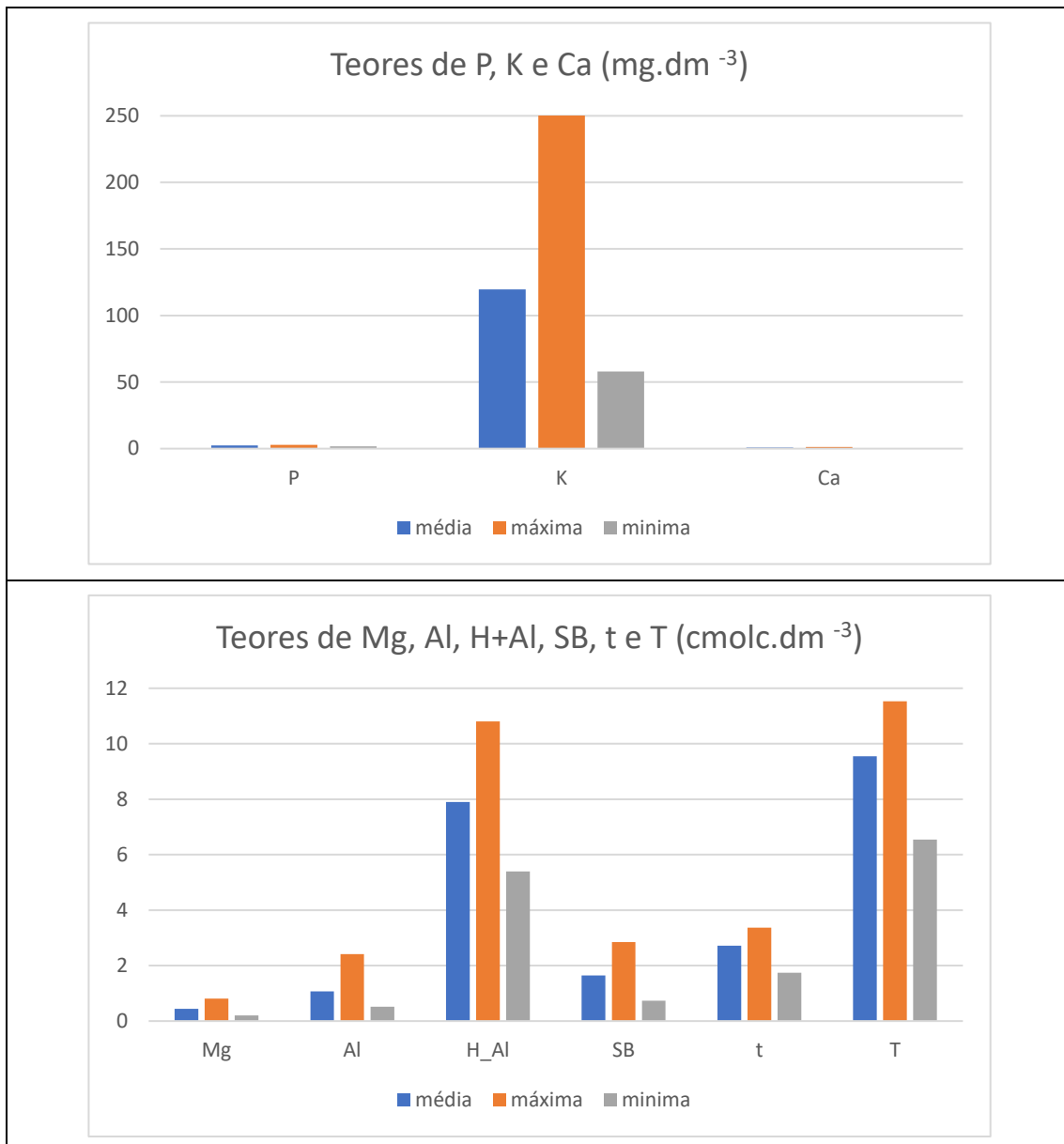
5.3. Solos nas áreas de vegetação nativa

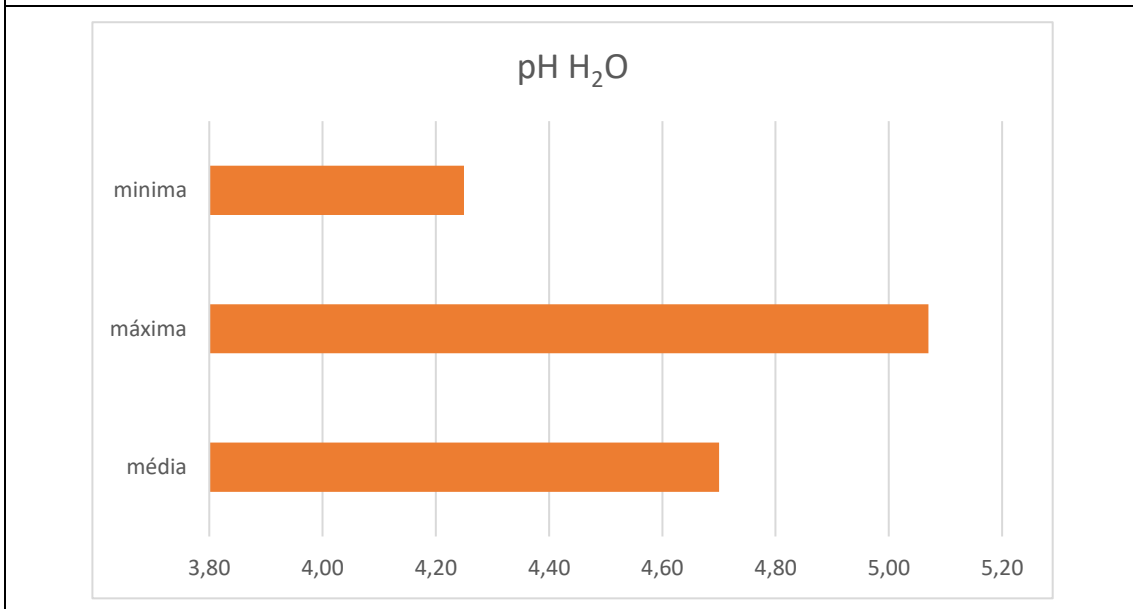
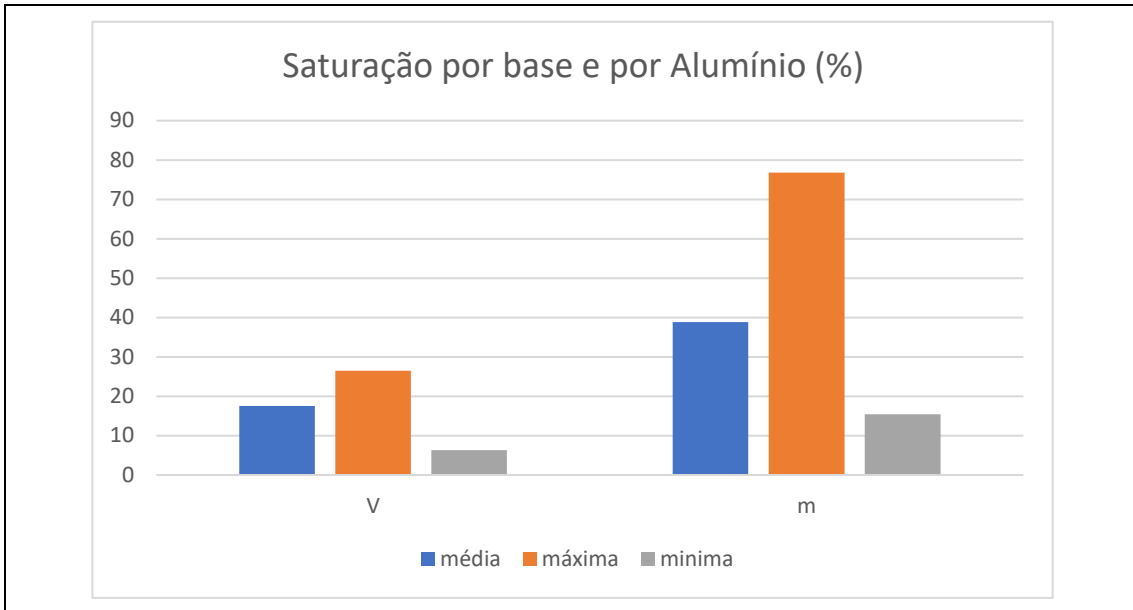
Nas áreas sob vegetação nativa o solo apresenta-se também com baixa fertilidade. Baixos teores de Fósforo (P), Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}), resultando em uma saturação por bases também baixa e consequentemente alta saturação por alumínio. O maior valor de capacidade de troca catiônica foi de 12 cmolc dm^{-3} , coerente com as altas saturações por alumínio encontradas na mesma camada, valores que chegam a 80%, indicando solos de baixa fertilidade química. Os teores de Fósforo trocável também foram baixos (Figura 5-6).

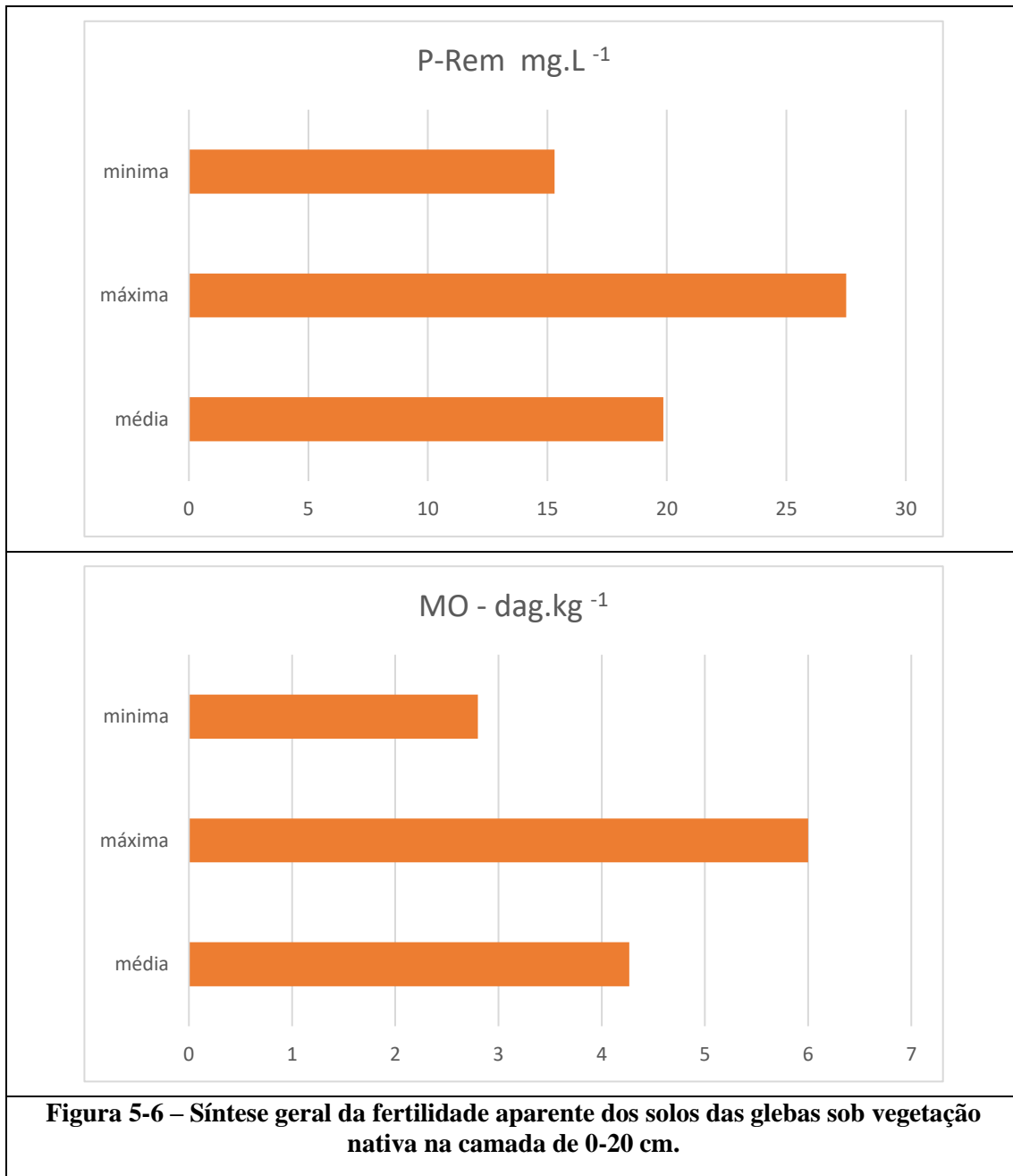
Esse cenário na camada 0-20 cm é bastante comum, e podemos considerar a baixa exigência nutricional das espécies nativas, fazendo com que a vegetação nativa se estabeleça em condições de solos bastante inóspitas, ou seja, com baixa fertilidade química e muitas vezes física também. Além disso, essas áreas que hoje estão reservadas para o desenvolvimento da vegetação, podem ter sido antropizadas no passado, ou seja, utilizadas para cultivos de espécies agrícolas e/ou pastagem, e posteriormente terem sido abandonadas, por não se apresentarem sustentáveis a manutenção dos sistemas produtivos, sem manejo da fertilidade do solo. Isso pode ser verificado com o levantamento das espécies arbóreas que estão ocupando essas áreas hoje. A vegetação é um indicador muito

eficiente para apontar a mudança do uso do solo, observando a sucessão de espécies e estágios de desenvolvimento. Algumas espécies são indicadoras de solos fértil e outras de solos ácidos.

Os valores de P-rem estão semelhantes aos encontrados na camada e 40-60 cm na maioria das glebas sob pastagem. Os valores máximos de matéria orgânica nas áreas de vegetação nativa (6%) estão mais baixos que nas áreas sob pastagem (11%) e os valores mínimos idênticos 2,5%. Esses resultados indicam que o solo presente na primeira camada apresenta baixa fertilidade.



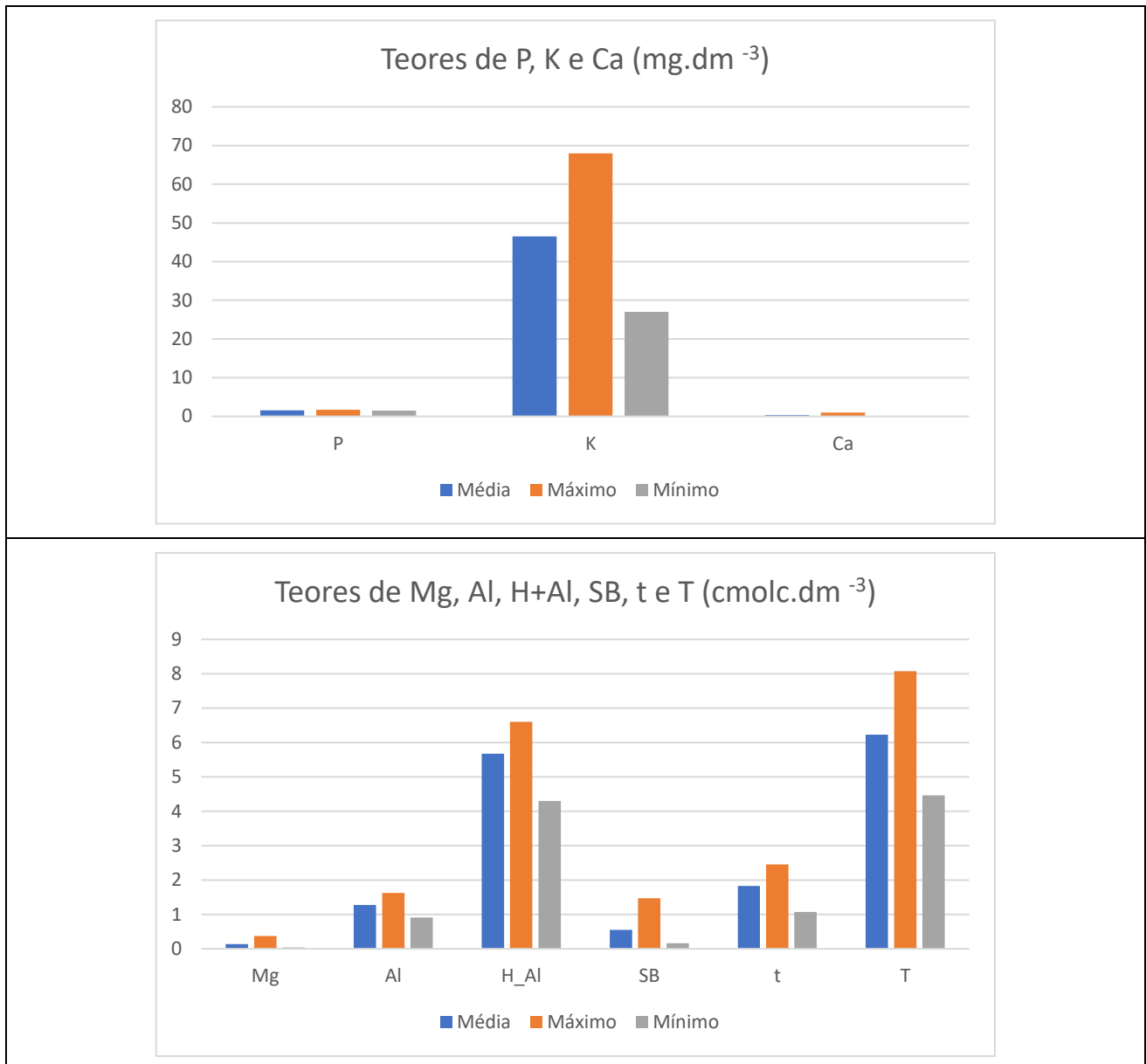


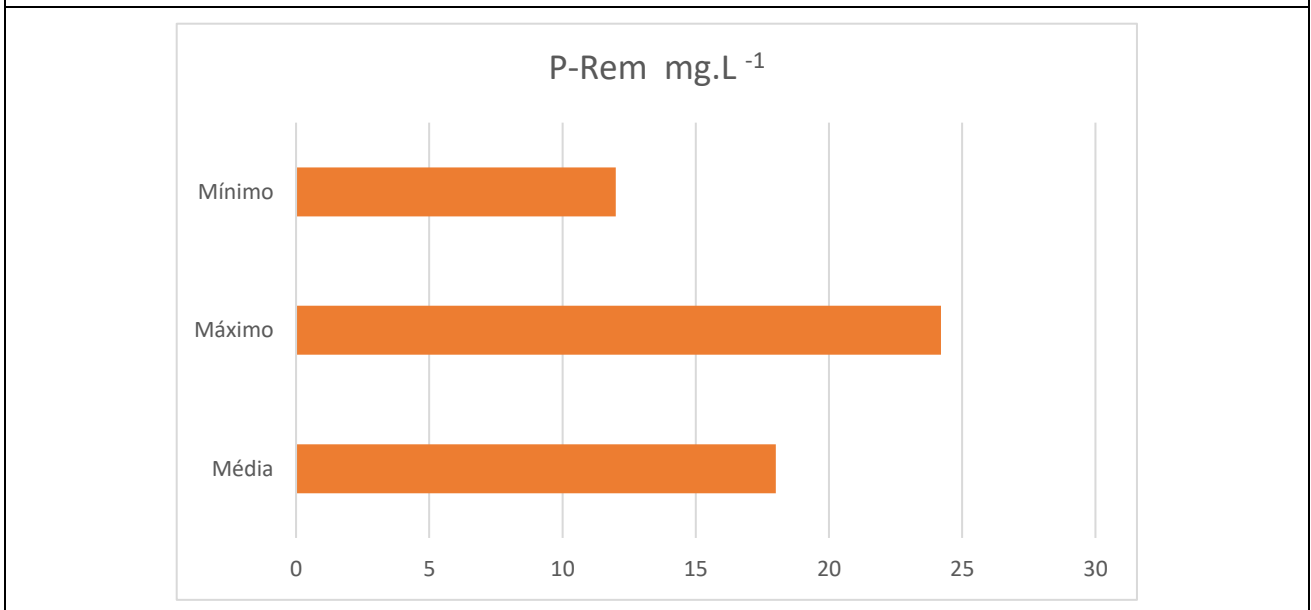
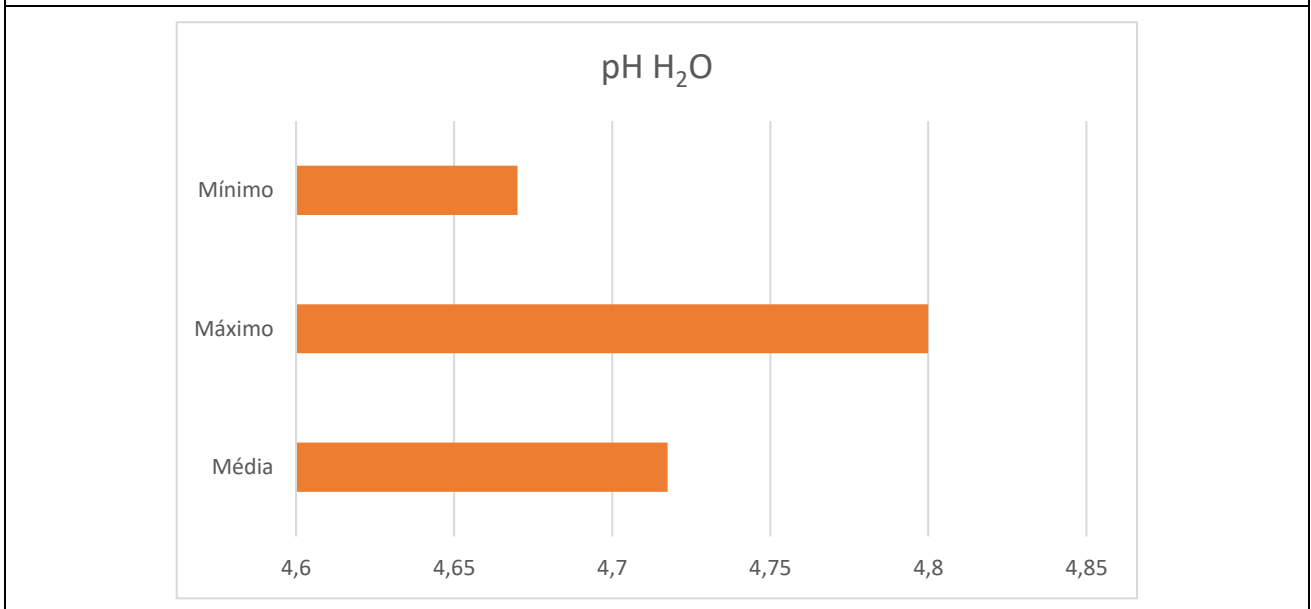
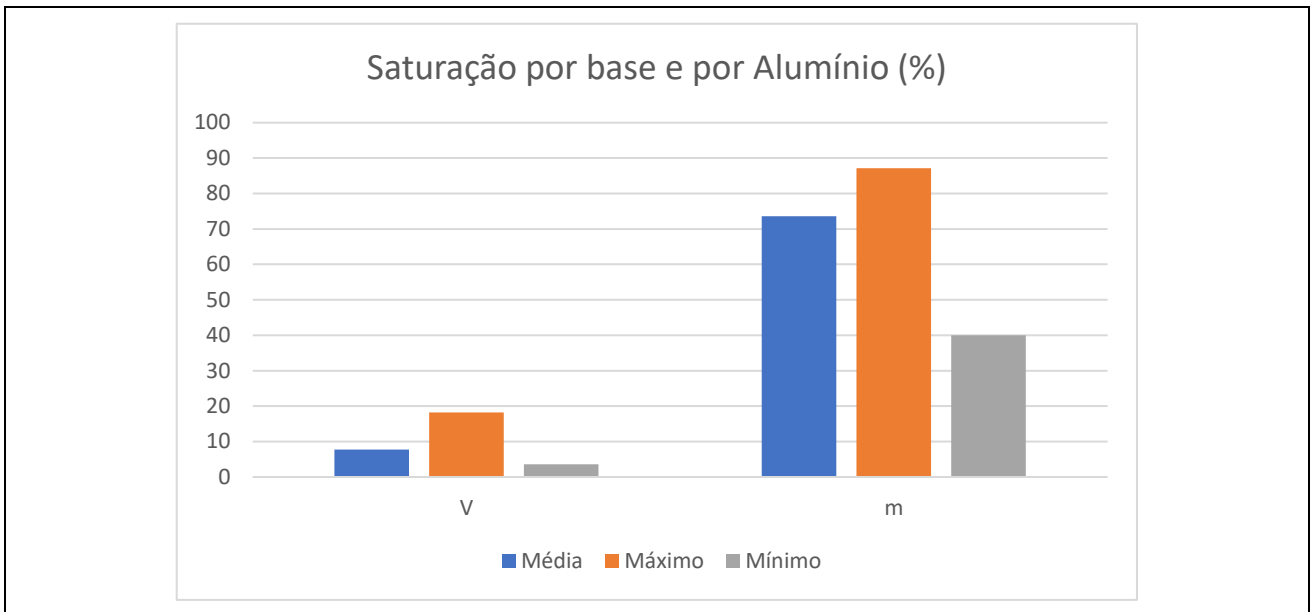


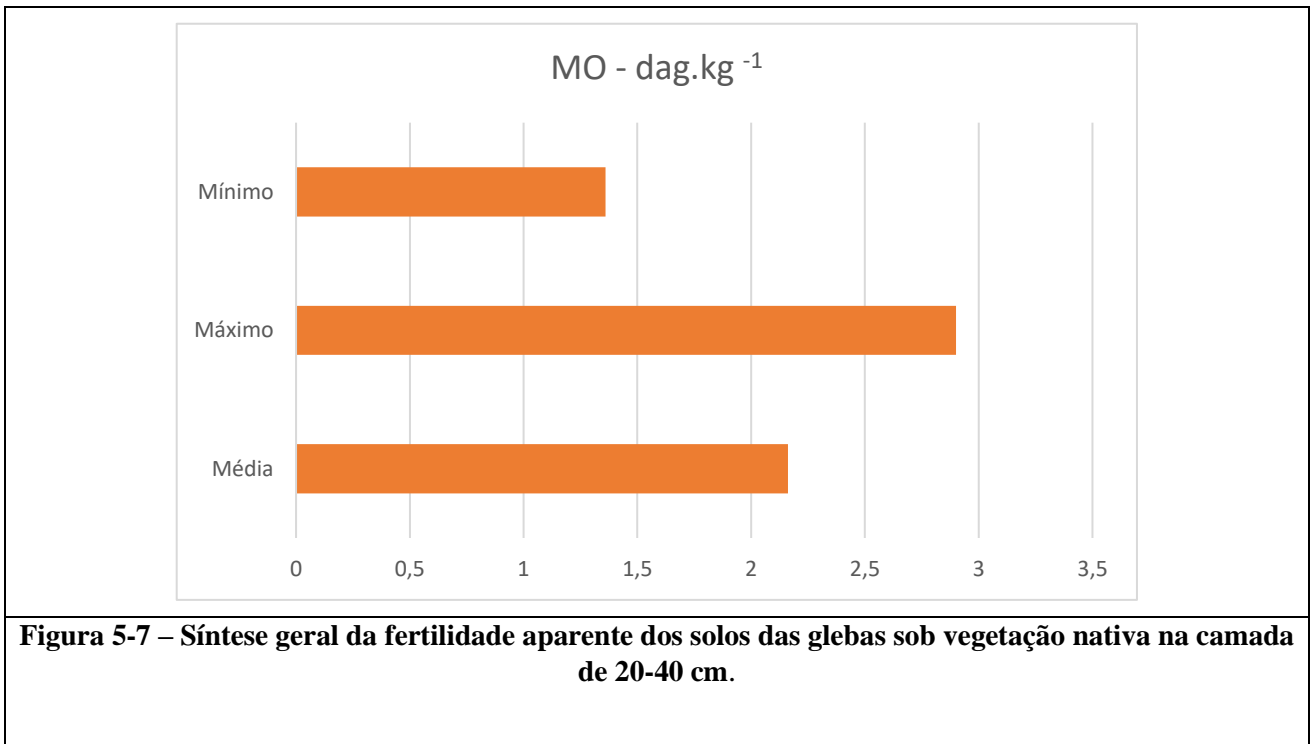
Na camada de 20-40cm (Figura 5-7) o mesmo padrão é observado, ou seja, idêntico aos valores encontrados na camada anterior. Baixos teores de cátions básicos, como Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}), Potássio (K^{+}), e os teores de Fósforo (P). O P é considerando um elemento importante para o desenvolvimento de raízes. A CTC potencial e efetiva traduz solos com baixo potencial produtivo. A saturação por Alumínio (m%) com valores máximos próximos de 80%, novamente, ou seja, os solos estão com níveis tóxicos de Alumínio (Al^{+3}), coerente com os baixos valores de saturação por base (v%) (valor máximo encontrado abaixo de 30%). Mas por se tratar de uma área que não tem interesse em transformar em áreas produtivas, e a vegetação nativa é a cobertura atual e predominante no local, o que podemos afirmar é que essas áreas são frágeis em termos de fertilidade química.

O Fósforo remanescente (P-rem) foi o único parâmetro químico que foi idêntico em todas as camadas inclusive nas áreas de pastagem, valores máximos em torno de 25 mg.L^{-1} . O fósforo remanescente (Prem) mede a quantidade de Fósforo (P) que permanece em solução de equilíbrio em

resposta a uma concentração de Fósforo (P) adicionada ao solo. Ele pode ser utilizado para medir indiretamente a capacidade tampão do solo em relação a Fósforo (P), Enxofre (S) e Zinco (Zn), já que ele indica a capacidade de retenção de Fósforo (P) pelo solo. Quanto maior a capacidade de retenção, menor será o valor do P-rem, e se relaciona com o teor de argila. O aumento da adsorção de fosfatos, em relação à textura do solo, pode ser verificado nesta ordem: argila>silte>areia fina>areia grossa. Desta forma, maiores valores de P-rem significam que não está havendo fixação de P na argila.

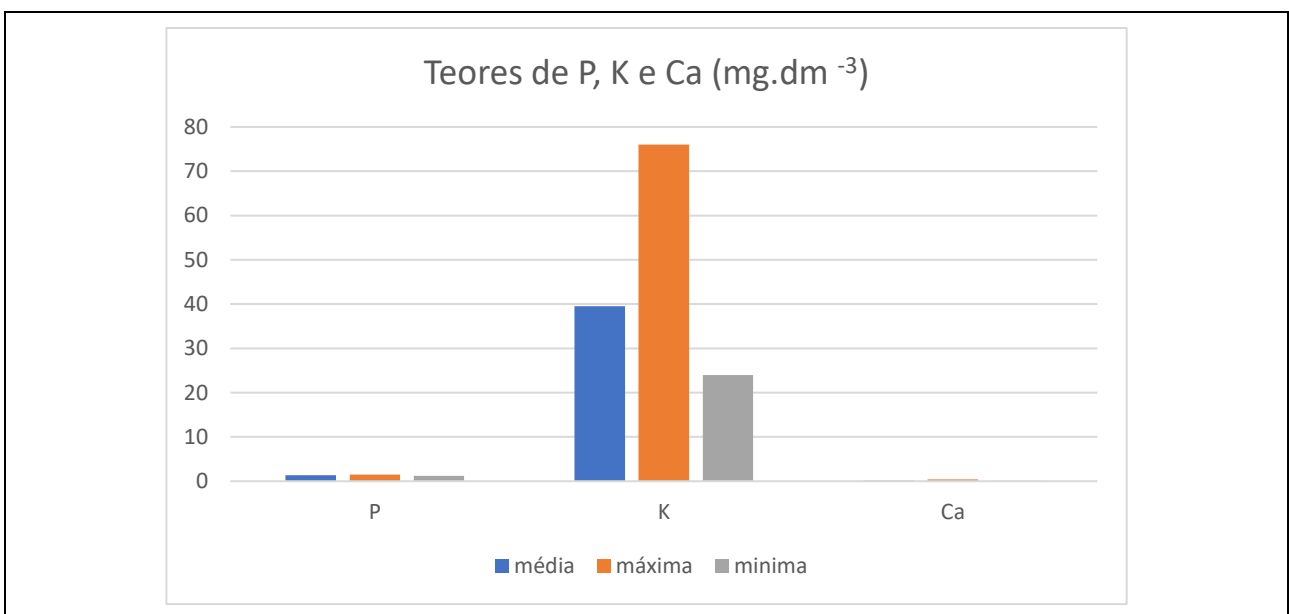




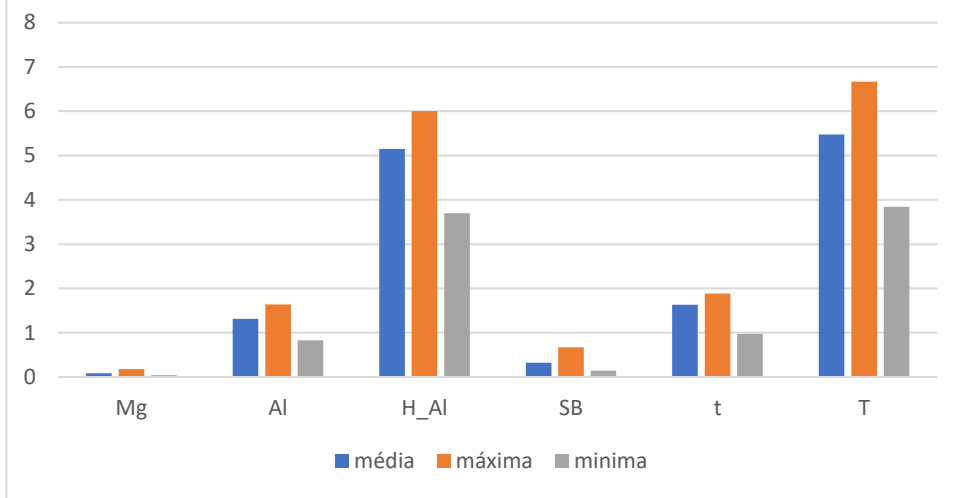


A matéria orgânica nesta camada também segue a mesma tendência dos outros elementos, onde há uma redução nos teores medidos. Inclusive, o maior valor de matéria orgânica nessa camada refere-se ao teor médio de matéria orgânica nas glebas com pastagem. Essa tendência é esperada por se tratar de uma vegetação não bem desenvolvida, onde a ciclagem de nutrientes ainda não está bem estabelecida, pois os níveis de fertilidade e de matéria orgânica estão baixos.

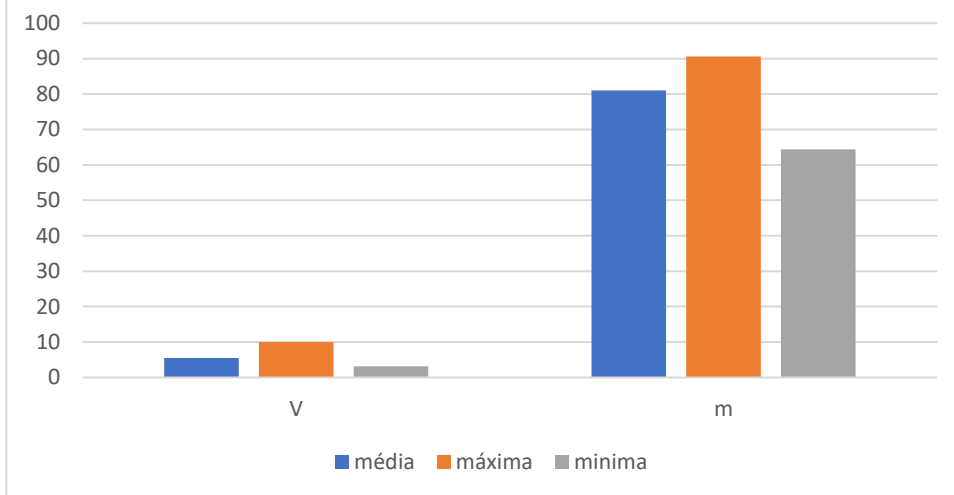
As gramíneas apresentam um sistema radicular fasciculado e essa característica associada ao aporte de resíduos dos animais, de certa forma, pode ter contribuído para esses valores mais altos em comparação com o solo das áreas nativas.



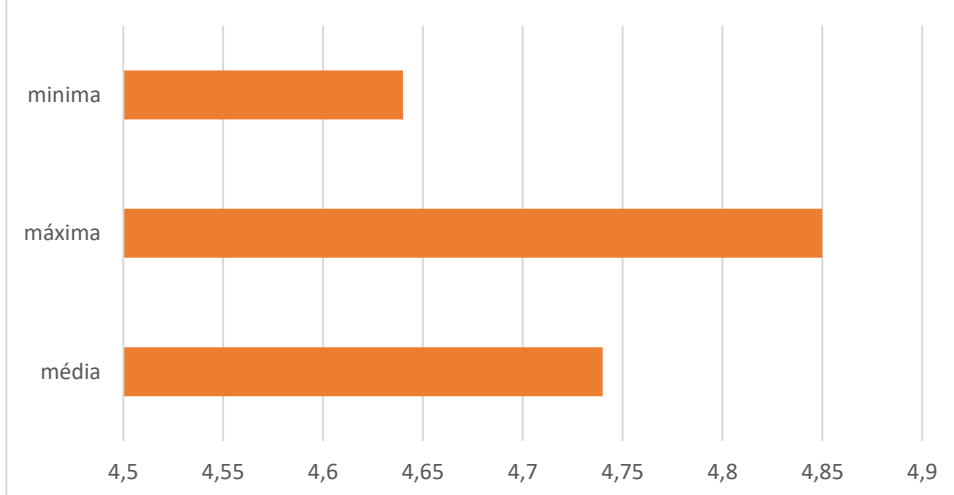
Teores de Mg, Al, H+Al, SB, t e T (cmolc.dm⁻³)

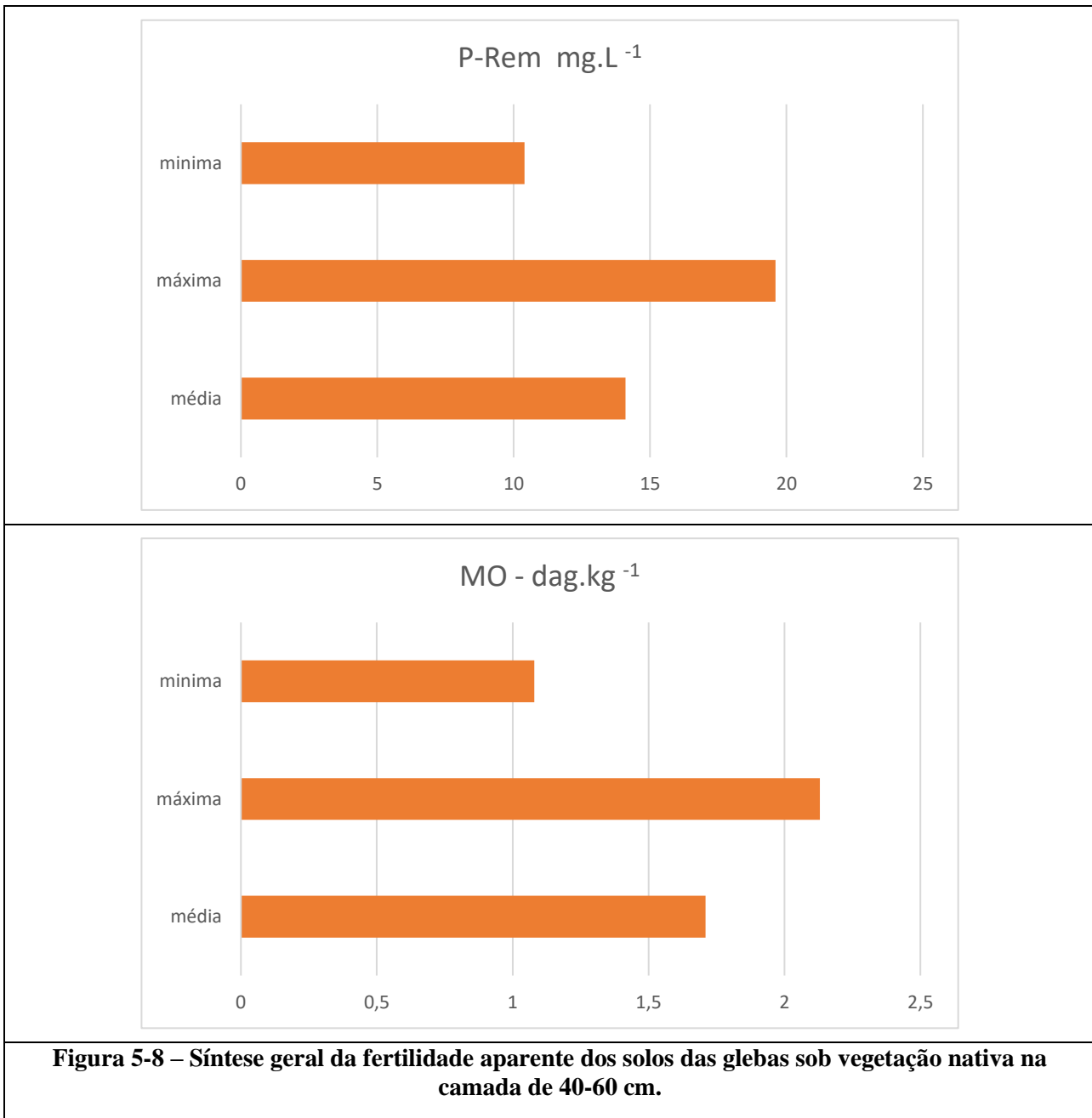


Saturação por base e por Alumínio (%)



pH H₂O





Na camada de 40-60cm (Figura 5-8) o padrão de fertilidade observado em 20-40 cm se repete: baixa fertilidade natural dessas glebas sob vegetação nativa. Porém, com valores ainda mais baixos para alguns elementos químicos. Valores de pH ainda mais baixos que da camada superior, saturação por alumínio (m%) próximos de 90%, indicam alta toxidez por esse elemento, e o V% muito abaixo dos valores encontrados nas outras profundidades e no solo ocupado por pastagem.

Se considerarmos essas áreas como de referência para comparar com as áreas de uso antrópico, teremos que afirmar que a fertilidade da área nativa está mais baixa. Contudo, acreditamos que essas áreas chamadas de nativas hoje, um dia já foram antropizadas e abandonadas.

O índice de P-rem abaixo de 20 mg.L⁻¹, como discutido anteriormente, valores maiores de P-rem são mais desejados, pois indica menos fixação de Fósforo (P). O teor de argila apresenta correlação direta com o teor de óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio, sendo este um dos

principais responsáveis pela fixação do P, e os solos da microbacia são de textura média a argilosa e às vezes até muito argilosa.

A matéria orgânica tende a diminuir em profundidade, pois a atividade microbiana é menor nas camadas mais profundas, diminuindo de certa forma, a transformação dos elementos e decomposição dos resíduos vegetais. E nesta última camada, os teores foram semelhantes aos encontrados na mesma camada dos solos sob pastagem, porém o maior valor encontrado na pastagem foi três vezes maior que o medido na área com vegetação nativa na mesma profundidade, indicando que o sistema radicular das gramíneas utilizadas para pastagem está sendo mais eficiente em acumular carbono em profundidade.

5.4. Solos na área com Eucalipto

Na área com plantio de eucalipto, não foi possível fazer análise, pois apenas uma área foi amostrada. Desta forma, o que podemos observar é que o pH apresentava-se muito baixo (4,0) em todas as profundidades coletadas, o teor de Fósforo (P) também foi próximo de 1,0 nas camadas de 20-40 cm e 40-60 cm, com exceção apenas para 0-20 cm que esse valor foi superior (3,1). E os teores de Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}) e Potássio (K) em todas as camadas também estão abaixo do valor mínimo desejável. O manual de recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes do Estado de Minas Gerais não traz informações sobre valores críticos para cultura do eucalipto, apenas uma recomendação genérica para árvores. Mas sabe-se que essa espécie responde bem à adubação e que em plantios comerciais, a adubação é feita com base na produtividade esperada em $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$.

A saturação por Alumínio (m%) na camada de 20-40 cm e 40-60 cm acima de 90%, coerentes com os valores de saturação por base (v%), com valores máximos abaixo de 4 cmolc. Esse panorama de baixíssima fertilidade pode estar justificando abaixo rendimento de produção de madeiras, ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$).

O teor de P-rem foram os mais baixos encontrados nas amostras avaliadas nos diferentes usos e profundidades, indicando que há muita retenção de Fósforo (P) na fração do solo. E por fim, a matéria orgânica com valor máximo de 3,7% na primeira camada, e 1,4% na última. Por ser uma área com cultivo de espécies florestais, os teores de matéria orgânica poderiam estar mais altos, considerando que trata-se de um cultivo de baixo impacto no solo, o não revolvimento do solo poderia proporcionar maiores teores de carbono no solo. O teor de argila aumenta em profundidade, mas os acréscimos são sutis, 37%, 48% e 52%, respectivamente, nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm.

6. CONCLUSÕES

Os solos das áreas analisadas apresentam textura média/argilosa e até muito argilosa. A fertilidade química de uma maneira geral é bem baixa, necessitando fazer correções, como manejo da adubação e calagem nas áreas com usos intensivos. As áreas com maior potencial degradador do solo são as ocupadas pelo uso intensivo de agricultura e depois as ocupadas pela pastagem, visto que é realizado revolvimento, aplicação de insumos e uso de implementos e maquinários. As amostras das áreas de pastagens indicaram solos com fertilidade química superior às áreas nativas e de silvicultura, indicando que o sistema radicular das forrageiras estão melhorando o solo, e os resíduos dos animais no pasto estão de certa forma acrescentando nutrientes a esse solo. Porém, isso não significa que os teores encontrados estão dentro do nível crítico para pastagens, até porque precisamos conhecer o manejo que é feito das áreas e sobretudo quais espécies de forrageiras estão sendo utilizadas. Duas propriedades tiveram resultados diferentes das demais áreas, ambas com uso sob

pastagem. O uso de práticas conservacionistas deve ser adotado como prioridade na microbacia, mesmo nas áreas com terraços. Sugere-se a associação de práticas vegetativas e edáficas que incluem o uso de espécies vegetais com diferentes sistemas radiculares. O consórcio de leguminosas com gramíneas tem demonstrado excelentes respostas na melhoria da qualidade do solo, além do uso de cordões vegetativos, adubação e calagem/gessagem, ou seja, manejo da fertilidade do solo aliado com as outras práticas conservacionistas de caráter vegetativo e mecânico. A presença de sulcos/ravinas e outros processos erosivos em algumas das áreas é o indicativo de que o sistema não está em equilíbrio, ou seja, a capacidade de uso da terra não está sendo respeitada. Quando se associa chuvas com alta erosividade¹, solos com alta erodibilidade² e relevo acentuado, deve-se adotar medidas severas de controle da erosão, associando diversas práticas conservacionistas e sobretudo adequando o uso da terra de acordo com a sua capacidade produtiva.

¹ capacidade da chuva causar erosão

² capacidade do solo sofrer erosão

7. REFERÊNCIAS

BAYER, C.; KIECKOW, J.; CONCEIÇÃO, P. C.; SANTOS, J. C. F. dos. Sistemas de manejo conservacionista e qualidade de solos, com ênfase na matéria orgânica. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. Manejo e conservação do solo e da água. Viçosa, MG: SBCS, cap. 11, p.315-343. 2019.

DIAS-FILHO, M. B.; LOPES, G. S. Fertilidade do solo em pastagem: como construir e monitorar. Belém- PA: Embrapa Amazônia Oriental, 24 p. 2021.

FEIGL, B. J.; OLIVEIRA, B. G.; FRANCO, A. L. C.; FRAZÃO, L. A. Inter-relação entre manejo e atributos biológicos do solo. In: Bertol, I.; De Maria, I. C.; Souza, I. S. (Ed.). Manejo e conservação do solo e da água. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2019.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global. Science, v.304, p. 1623. 2004.

MACHADO, M. F.; SILVA, S.F. Geodiversidade do Estado de Minas Gerais. Nota Técnica Explicativa/ Organização. Belo Horizonte. CPRM, 131 p. 2010.

NKLAC – NIPPON KOEI LAC DO BRASIL. Caracterização Geral da Microbacia e Elaboração de Bases de Dados Geográficos (Produto 1). Diagnóstico e Projetos Básico e Executivo para Conservação e Recuperação Ambiental de Propriedades Rurais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Ribeiro Bonito, no Município de Caeté – MG. Agência Peixe Vivo, 65 p. 2023.

MONTANDON, L. F. Avaliação da influência da escala do mapa litológico nos modelos de suscetibilidade a escorregamentos, no município de Caeté – MG utilizando métodos estatísticos. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geotecnia. 150 p. 2017.

RANZANI, G. – Manual de levantamento de solos. 2ª ed. São Paulo. Ed. Edgard Blucher Ltda. 156 p. 1969

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). SPI, EMBRAPA, 412 p. 2018

APÊNDICES

Apêndice 1

Link com relatório fotográfico dos pontos de coleta de solo:

Apêndice 2

Link com os arquivos *shapefile* dos pontos de coleta de solo:

https://drive.google.com/drive/folders/1PDDXKAXII9Dcnq4oMB2p8DYJQSKB-R-S?usp=share_link

Apêndice 3

Link com os dados brutos da análise de solos:

https://drive.google.com/file/d/1WHeEg2ZvKrS9dny5grwb1YXLy9HVoWbQ/view?usp=share_link

ANEXOS

Anexo 1

Link com resultados das análises físicas do solo: