

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FÍSICA DE UMA CATENA (LATOSSOLO-GLEISSOLO) NO CAMPO DE MURUNDU DO CÓRREGO DA FORTALEZA, CHAPADA UBERLÂNDIA-UBERABA, UBERLÂNDIA-MG

Fernanda Pereira Martins

Mestrado em Geografia - Universidade Federal de Uberlândia
Aluna de doutorado - Universidade Federal de Minas Gerais
martinsgeo@hotmail.com.br

Vânia Sílvia Rosolen

Prof.^a Dra. da Universidade Federal de Rio Claro
vaniarosolen@gmail.com

RESUMO

O campo de murundu do Córrego da Fortaleza, afluente do rio Uberabinha, está localizado na chapada Uberlândia-Uberaba. Este microrrelevo, denominado regionalmente de covoal, é encontrado ao longo da chapada, principalmente nas cabeceiras de drenagens, formando pequenas depressões no solo com impedimento à drenagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar as diferenças em uma catena na cabeceira do ribeirão Fortaleza que associa Latossolo e Gleissolo a fim de determinar propriedades que possam ser usadas como elementos para a reflexão sobre a relação solo-paisagem. Para isso, foram feitas análises de granulometria, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo juntamente com análise da cor do solo pelo código Munsell. Assim, foram constatadas mudanças nas propriedades físicas e químicas dos solos, com diminuição da argila da Borda para o Centro do Covoal e aumento da areia nesta mesma direção. A transição de um pedoambiente aerado para outro com baixa circulação hídrica faz com que ocorram diversas reações químicas no solo que podem ser inferidas a partir de sua cor, com presença de solo amarelo na Borda e um solo cinza no Centro do covoal. A análise da dinâmica destes ambientes se faz necessária para compreender sua importância ecológica e conseqüentemente sua imprescindível preservação.

Palavras-chave: Covoal. Área úmida. Triângulo Mineiro.

MORPHOLOGICAL AND PHYSICAL CHARACTERIZATION OF A CATENA (OXISOL-GLEISOL) IN THE MURUNDU FIELD OF THE STREAM OF FORTALEZA, PLATEAU OF UBERLÂNDIA-UBERABA, UBERLÂNDIA-MG

ABSTRACT

The murundu field of Fortaleza stream, a tributary of Uberabinha river, is located in the Uberlândia-Uberaba plateau. This microrelief, named locally as "covoal", is found along the plateau, especially in the headwaters of drainages, forming small depressions in the ground with low drainage. The objective of this study was to evaluate the differences in a catena at the head of the stream that joins Oxisols and Gleisols to determine properties that can be used as a focus for reflection on the soil-landscape. For this, we analyzed the particle size, porosity, macroporosity, microporosity and soil density along the catena with analysis of the Munsell soil color code. Changes were observed in physical and chemical properties of soils, with decreased amount of clay from edge to the center of the Covoal and increased sand in the same direction. The transition from an aerated pedoenvironment from another with low water circulation causes various chemical reactions occurring in the soil that can be inferred from its color. With the presence of yellow soil in Edge and grey soil in the covoal Center. The analysis of the dynamics of these environments is needed to understand their ecological importance and thus its essential preservation.

Keywords: Covoal. Wetland. Triângulo Mineiro.

Recebido em 24/04/2014
Aprovado para publicação em 10/11/2014

INTRODUÇÃO

As chapadas sedimentares do Triângulo Mineiro apresentam paisagem influenciada por uma pedologia que associa solos lateríticos bem drenados (Latosolos) e solos com propriedades hidromórficas (Gleissolos). O Gleissolo encontra-se nas zonas topograficamente deprimidas da paisagem enquanto que o Latossolo encontra-se nas posições com altimetria mais elevadas.

Essas áreas de depressões correspondem a uma grande área de afloramento do lençol freático denominada regionalmente por covoal, compondo microrrelevos de suaves depressões brejosas típicos da paisagem plana do chapadão (SCHNEIDER e SILVA, 1991).

São conhecidos, também, como “Campo de murundus” e são constituídos de feições repetidas de redondos montes de terra cobertos por plantas do cerrado e por depressões dominadas por gramíneas, ciperáceas e outros tipos de vegetação rasteira (DINIZ DE ARAÚJO-NETO et al., 1986). Esses morrotes podem ser circulares ou elípticos, de 0,5 a 15 metros de diâmetro e de 0,3 a 2,0 metros de altura (SCHNEIDER e SILVA, 1991). Os morrotes formam discretas ilhas de cerrado com Latossolos vermelho-amarelos e são cercados por umidade, depressões com gramíneas contendo solos hidromórficos (Glei). A acumulação de matéria orgânica nas depressões pode dar origem a solos orgânicos (DINIZ DE ARAÚJO-NETO et al., 1986).

Para Diniz de Araújo-Neto et al. (1986) os murundus são montes de cupins, análogos aos “cupins de savana” descritos em partes da África. No Brasil central essa afirmação não é baseada em mensurações detalhadas de campo, mas apenas numa observação geral de que muitos morrotes são ocupados por cupins. Não estando claro se eles constroem tudo ou apenas parte dos morrotes ou quando eles simplesmente os ocupam onde as condições ambientais são mais adequadas.

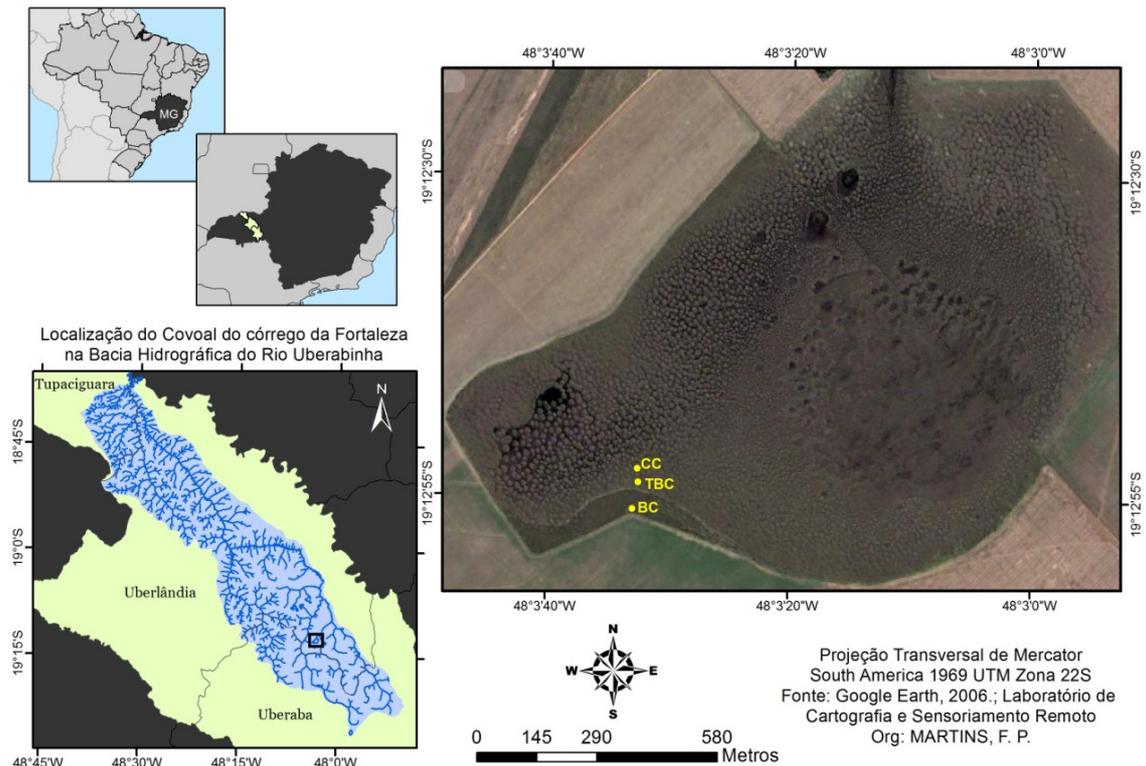
A formação dos murundus pode ser por fatores abióticos (hidrológico/geomorfológico) ou bióticos (termiteiros). O primeiro apoia-se na hipótese de sedimentação diferencial, devido à superfície ou outras irregularidades, os morrotes incipientes são ocupados por árvores e arbustos do cerrado, especialmente espécies mais tolerantes a alagamentos. O estabelecimento de vegetação sobre os montes atua para reduzir a velocidade das águas de inundações sazonais em torno deles, contribuindo para o aumento do seu tamanho por sedimentação diferencial. Enquanto que o fator biótico está relacionado com a formação dos murundus pela ação de térmitas. Os murundus também podem ser formados por ações combinadas de processos hidrológicos/geomorfológicos e térmitas, como no caso dos murundus do Pantanal (PONCE e CUNHA, 1993).

Assim, objetivou-se compreender a distribuição repetitiva de latossolos-gleissolos na paisagem, podendo ser identificada superficialmente no terreno por mudanças de topografia (presença de depressões topográficas na superfície do platô), de vegetação (associação de vegetação de campo Cerrado com vegetação de gramíneas e palmáceas de ambientes encharcados) e mudança da composição do horizonte superficial do solo contendo quantidades expressivas de matéria orgânica, produto da saturação hídrica do solo, ou apenas a presença de horizonte pouco pronunciado contendo matéria orgânica fortemente decomposta e mineralizada, este produto de ambiente oxidante. Ao contrário dessas evidências, as diferenças físicas que acompanham as mudanças de solo são incertas. Com base no exposto, o objetivo geral deste trabalho é avaliar estas diferenças em uma catena na cabeceira do ribeirão Fortaleza que associa Latossolo e Gleissolo a fim de determinar propriedades que podem ser usadas como elementos para a reflexão sobre a relação solo-paisagem.

A catena em estudo abrange uma sequência Latossolo-Gleissolo e está localizada na área da nascente do córrego Fortaleza (coordenadas 19°12'44"S de latitude e 48° 3'13"W de longitude), município de Uberlândia, porção meridional da Chapada Uberlândia-Uberaba (Figura 1). O córrego da Fortaleza é afluente da margem esquerda do Rio Uberabinha, o qual tem a totalidade de seu curso no compartimento topomorfológico de chapada. Suas nascentes estão localizadas no extremo norte do município de Uberaba, corta a área urbana de Uberlândia no sentido SE/NO, indo desaguar na margem esquerda do rio Araguari, que por sua vez é afluente do rio Paranaíba. Esse conjunto hidrográfico é parte integrante da bacia do rio Paraná (SILVA e SCHNEIDER, 1989).

A tipologia do covoal do córrego da Fortaleza é de cabeceira de drenagem. Na qual apresentam-se amplas e suaves depressões onde a área de concentração da drenagem superficial, que liga o anfiteatro de captação ao canal fluvial, encontra-se suavemente deprimida e bem delimitada em função do arranjo espacial dos morrotes. Entre estes é comum a presença de pequenas depressões arredondadas, onde se formam lagoas na estação úmida (SCHNEIDER e SILVA, 1991).

Figura 1. Mapa de localização do campo de murundu (Covoal) e pontos de amostragem, Triângulo Mineiro/MG.



A vegetação circundante aos covoais, ao longo da chapada, era, originalmente, o cerrado *stricto sensu*, uma vegetação arbórea aberta, com estrato graminóide e matas de galerias. Entretanto, o que resta do cerrado original são apenas algumas pequenas manchas (FRASCOLI, 2000). Já nos covoais, há o predomínio de campo hidromórfico, com pequenos arbustos e árvores de pequeno porte, de espécies típicas do cerrado, ocupando os topos dos murundus maiores. A vegetação arbustiva-arbórea dos murundus apresenta ligeiro aumento rumo à periferia, mas é raro ocorrer mais que duas pequenas árvores por morrote e estas não existem em todos eles. A vegetação, no conjunto do “covoal”, evidencia a existência de dois microambientes distintos convivendo entrelaçados: o ambiente mais seco dos morrotes e outro mais úmido, constituído pela base de toda a depressão (SCHNEIDER e SILVA, 1991).

O clima local, assim como ocorre em toda a região do Brasil Central onde está localizada a Bacia do Rio Uberabinha, é definido como tropical semi-úmido com duas estações bem definidas: verão quente e úmido e inverno seco e com temperaturas amenas. Os meses mais frios são junho e julho, apresentando uma temperatura média inferior a 20° C. No entanto, a temperatura média dos meses mais quentes é superior a 23° C (outubro a março), com temperatura média anual em Uberlândia de 22,55° C (QUEIROZ, 2012).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima na bacia do rio Uberabinha é do tipo Awa com chuva de verão e temperaturas elevadas, tendo o mês mais frio com temperatura média superior a 18° C. A precipitação pluvial é maior do que a evapotranspiração anual. O verão é

quente, com o mês mais quente (outubro) possuindo temperatura média maior que 22° C (QUEIROZ, 2012).

Os maiores índices pluviométricos mensais (de 1975 a 2010) ocorreram no período de outubro a março (período chuvoso), totalizando 1270 mm médios anuais, o que equivale, em média, a 86% das chuvas anuais (1474 mm). Com médias mensais que variaram entre 107 para outubro e 298 mm em dezembro. Já de abril a setembro, houve considerável diminuição, representando os 14% restantes da média dos totais anuais, contribuindo assim, com apenas 204 mm. Com índices pluviométricos médios mensais que variaram entre 10 mm em julho a 79 mm em abril, Com tendência de aumento nos índices de precipitação máxima diária/ano ao longo do período de 1974-2010 (QUEIROZ, 2012).

As rochas do Grupo Bauru distribuem-se por grande parte da superfície da área de estudo e representam a última etapa de depósitos datáveis da bacia do Alto Paraná. Este Grupo se divide em Formação Uberaba, Formação Adamantina e Formação Marília, esta subdividida em Membros Ponte Alta e Serra da Galga. Mas, é representado na área de estudo especificamente pela Formação Marília (FELTRAN FILHO, 1997).

A chapada Uberlândia-Uberaba possui quatro classes de solo, sendo: Latossolo Roxo; Latossolo Vermelho-Amarelo; Latossolo Vermelho-Escuro e Hidromórfico. Nas chapadas do oeste mineiro os latossolos Vermelho-Amarelos (LE) e Vermelho-Escuros (LV) são os de maior ocorrência e ocupam os topos das chapadas, em relevos planos e suave ondulados, sob vegetação de cerrado, em altitudes superiores a 850 m. São solos essencialmente minerais e apresentam horizonte B latossólico. O latossolo roxo, que se distribui em espaços restritos, em lugares onde ocorre a exposição de rochas do grupo Serra Geral (basalto) do qual é originário. Aparece mapeado na Chapada Ocidental, acompanhando parte do leito do rio Uberabinha, no seu curso médio, na altitude (FELTRAN FILHO, 1997). Nos topos das chapadas é encontrado ainda o solo Gley húmico álico e distrófico, os quais são solos minerais profundos, mal drenados, com baixa permeabilidade. Localizam-se em faixas estreitas acompanhando os rios, nos topos mais elevados das chapadas, em sua maior parte, em altitudes superiores a 850 m, e principalmente nas porções mais largas das chapadas (FELTRAN FILHO, 1997).

MATERIAIS E MÉTODOS

MAPEAMENTO COM IMAGEM DE SATÉLITE E SIG

A base cartográfica da bacia hidrográfica do rio Uberabinha foi adquirida no Laboratório de Cartografia e Sensoriamento Remoto (LACAR). A imagem de satélite do objeto de estudo foi retirada do Google Earth (versão gratuita) devido à sua alta resolução. E os pontos de coleta de solos foram adquiridos com GPS geodésico de dupla frequência e correção diferencial.

ATIVIDADES DE CAMPO

Foram feitas campanhas de campo para o reconhecimento e escolha da área de pesquisa e a coleta foi realizada no dia 06 de Novembro do ano de 2012. Fez-se a coleta de amostras deformadas e indeformadas para os procedimentos de laboratório e descrição da cor de acordo com o código Munsell que permite, conforme Schwertmann (1993), inferir o processo pedogenético atuante na área principalmente relacionada com a caracterização, em campo, do tipo e dinâmica do óxido de ferro.

COLETA DE AMOSTRA

Foram abertas 3 trincheiras para a coleta de amostras em catena na sequência Latossolo-Gleissolo (Figura 2). A primeira (BC) localiza-se na borda do covoal com presença de Latossolo (matriz formada em condições aeróbicas e oxidantes). A segunda (TBC), localizado entre a borda (BC) e o centro do covoal (CC) do córrego da Fortaleza, evidencia a transição entre um pedoambiente aeróbico na borda e um ambiente com características anaeróbicas no centro. A terceira trincheira (CC) localiza-se rumo ao centro do covoal que, devido à saturação hídrica sazonal é caracterizado pela presença de Gleissolo apresentando matriz mosqueada e acumulação de matéria orgânica em superfície indicando alternância de oxidação.

A distância de BC para TBC é de 73,68 m, e de TBC para CC de 38,87 m. A catena possui extensão total de 112,23 m.

A Tabela 1 apresenta as coordenadas geográficas dos pontos em que foram abertas as trincheiras.

Em cada trincheira foram coletadas amostras nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-100 cm. Exceto para o centro do covoal (CC), em que, apenas as coletas com cilindros seguiram as profundidades anteriormente ressaltadas, sendo que as coletas para análises texturais e geoquímicas seguiram as profundidades de 0-8, 8-20, 20-40, 40-100 cm devido à individualização vertical das camadas em razão da concentração de matéria orgânica no perfil. As cores das amostras de solo foram descritas seguindo o Código Munsell (1990).

Tabela 1. Coordenadas geográficas no sistema WGS-84 dos pontos de amostragem.

Pontos de amostragem	Coordenadas geográficas*	
	Longitude	Latitude
BC	48° 03' 33.07264"O	19° 12' 57.50811"S
TBC	48° 03' 32.67205"O	19° 12' 55.12843"S
CC	48° 03' 32.69737"O	19° 12' 53.86512"S

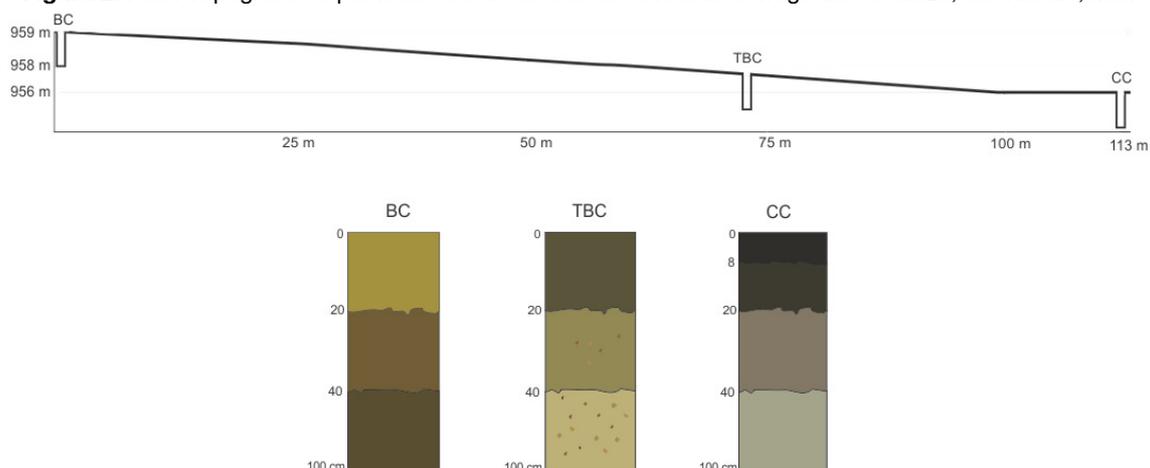
*Dados obtidos com Receptor GPS de dupla frequência e correção diferencial

Para análises de porosidade e densidade utilizou-se cilindros de metal para coleta de amostras indeformadas em cada uma das profundidades estudadas (0-20; 20-40; 40-100 cm) para os pontos BC, TBC e CC. Ao todo, coletou-se um total de nove amostras indeformadas.

Para análise textural as amostras foram coletadas em três profundidades para o BC e TBC (0-20, 20-40 e 40-100 cm) e em quatro profundidades para o CC (0-8, 8-20, 20-40, 40-100 cm), conforme descrito anteriormente.

Na análise textural foram feitas três repetições em cada profundidade totalizando 30 amostras para cada tipo de análise.

Figura 2. Perfil Topográfico e perfis de solo da catena do covoal do córrego da Fortaleza, Uberlândia, MG.



ATIVIDADE DE LABORATÓRIO

As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e tamisadas em peneira com abertura de malha de 2 mm de diâmetros para obtenção da fração terra fina seca ao ar (TFSA). Na fração inferior a 2 mm foram feitas determinações de granulometria, densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade.

a) Granulometria

A parte inorgânica (sólida) do solo é constituída de partículas de diferentes tamanhos: argila, silte e areia (que constituem a fração terra fina, <2 mm) representadas em termos de concentração relativa ou percentual nas arestas do triângulo textural, e os cascalhos, calhaus e matacões (RESENDE et al., 2007).

A determinação da textura do solo, através da quantificação dos teores de areia (fina e grossa), silte e argila, foi feita conforme a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

Os procedimentos foram realizados no Laboratório de Manejo de solos (LAMAS) do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia.

Alíquotas de 10 g de solo (TFSA), foram dispersas quimicamente com 10 ml de solução de NaOH, submetidas a agitação com 10 esferas de metal por aproximadamente 12 horas.

Posteriormente foram lavados utilizando peneiras de 0,210 mm e 0,053 mm para a coleta da areia grossa e areia fina respectivamente. Cada fração foi colocada em um recipiente e levado à estufa para secagem em temperatura de 60° C.

O sobrenadante contendo silte e argila (< 0,05 mm) foi colocado em proveta, aferido com água destilada até alcançar 1000 ml. Cada proveta foi agitada manualmente durante 1 min e após uma pausa de 5 min foi iniciada a pipetagem (25 ml de volume pipetado) para a extração da fração silte a 10 cm de profundidade, seguindo o princípio da sedimentação de partículas proposta na lei de Stockes.

Conforme a temperatura ambiente, o tempo necessário para a próxima coleta foi de 4 horas. Após este período efetivou-se a coleta de partículas de argila com a pipeta em profundidade de 5 cm.

As amostras foram acondicionadas em cadinho de porcelana e levados a estufa a 60° C para secagem. Posteriormente todas as frações foram pesadas e suas porcentagens relativas calculadas.

O enquadramento dos resultados em classes texturais foi feito utilizando o Triângulo Textural proposto por EMBRAPA (2006).

b) Densidade do Solo, Porosidade Total, Macroporosidade e Microporosidade

As análises das variáveis de densidade do solo e porosidade (macroporosidade, microporosidade e porosidade total), foram realizadas em amostras com estrutura preservada, coletadas com anel volumétrico. Inicialmente as amostras foram saturadas e pesadas e logo após levadas para a panela de tensão. Foi exercida pressão equivalente a uma coluna de água de 60 cm. Após a retirada da panela de tensão, os anéis foram novamente pesados e calculada a macroporosidade, a qual está relacionada apenas com o volume de água perdido na panela de tensão. Posteriormente, os anéis foram levados à estufa a 105°C durante 24 horas e foram novamente pesados para determinar a porosidade total (diferença entre o peso do anel saturado e o anel após secagem na estufa). A determinação da microporosidade foi feita através da diferença obtida da subtração da macroporosidade e da porosidade total.

Posteriormente foi feita a análise de Densidade global (Dg) ou Densidade do Solo, determinada pelo método do anel volumétrico, conforme metodologia da Embrapa (1997), fundamentado no uso de um anel de bordas cortantes com capacidade interna conhecida.

Assim, a densidade é definida entre a massa de sólidos secos do solo e seu volume total (Equação 1).

$$D_s = \frac{M_s}{V_s} \quad (1)$$

em que:

Ds = Densidade do solo, g cm⁻³

M = massa de solo seco;

Vc = volume do anel, cm³

Tem-se, assim, a massa da amostra obtida por pesagem em balança analítica após remoção da umidade em estufa por 24 horas a 105°C até peso constante.

E seu volume é conhecido por meio de anéis volumétricos inseridos no solo com o uso de equipamento apropriado. O volume do anel é determinado conforme a equação 2 (GUARIZ et al., 2009):

$$V_c = \frac{\pi d^2}{4} \cdot hc \quad (2)$$

em que:

V_c = volume do anel, dm³

d = diâmetro do anel, dm

hc = altura do anel, dm

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises realizadas foram feitas em triplicatas ou mais caso identificado alguma dúvida analítica. A partir das repetições foram feitos cálculos de média e desvio padrão.

Utilizou-se o Teste Tukey para determinar a oscilação das variáveis entre as profundidades de cada perfil em específico, 0-20; 20-40 e 40-100 cm para BC e posteriormente entre as mesmas profundidades para o ponto TBC e nas profundidades de 0-8; 8-20; 20-40 e 40-100 cm para o CC. E também a variação das variáveis ao longo da catena BC, TBC e CC.

Após a análise de variância (Teste F), utilizou-se o teste de média Tukey a 0,05 de probabilidade, com o intuito de avaliar a magnitude das diferenças entre as médias por teste de comparações múltiplas.

O teste de Tukey baseia-se na Diferença Mínima Significativa (DMS) Δ. A estatística do teste é dada da seguinte forma, Equação 3 (ANJOS, 2009).

$$\Delta = q \sqrt{\frac{QMRes}{r}} \quad (3)$$

em que:

q = é a amplitude total studentizada (depende do número de tratamentos e do número de graus de liberdade do resíduo;

QMRes = quadrado médio do resíduo;

R = número de repetições.

Foram efetuadas análises do Coeficiente de Correlação Simples de Pearson entre os dados de Areia Grossa, Areia Fina, Areia Total, Silte, Argila, Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Densidade do Solo (Ds).

As análises estatísticas, tanto o teste Tukey, quanto a correlação de Pearson foram feitas a partir do software Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A formação e transformação de coberturas pedológicas em uma paisagem refletem as mudanças de intensidade da atuação dos fatores e processos pedogenéticos como, por exemplo, a expansão da hidromorfia e as mudanças produzidas nas matrizes latossólicas.

ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DOS SOLOS DA CATENA DO COVAL DO CÓRREGO DA FORTALEZA

A transição lateral entre o conjunto de camadas estudadas do BC, TBC e CC apresenta sensível diferença morfológica relacionada à cor. Para Schwertmann (1993), as mudanças de

cor estão associadas à distribuição dos óxidos de ferro nos diferentes segmentos da topossequência, bem como à intensidade e duração das condições hidromórficas.

A partir do croma dos solos na catena em estudo, foi possível inferir considerações sobre a localização do lençol freático devido ao contraste entre as colorações acinzentadas (menor croma) e marrom (maior croma) (FRANZMEIER et al., 1983).

A Tabela 2 possui os valores de matiz e croma atribuídos para cada profundidade do solo nas três trincheiras estudadas, juntamente com a cor, estrutura e coesão do solo.

O perfil da Borda do Covoal (BC) possui camadas com coloração amarelada que podem indicar a predominância de goethita, a qual, conforme Schwertmann (1993), possui coloração que varia de 10 YR a 7,5 YR. A presença deste óxidohidróxido de ferro (goethita) é admitida considerando que ela ocorre em solos com elevado nível de hidratação, ambiente este diferente ao da individualização da hematita.

Neste mesmo ponto, a coloração ligeiramente mais cromática (bruna) indica um grau de hidromorfismo menor, com ocorrência de drenagem permanente, ou ainda, a ocorrência de goethita e aumento do teor de Al em profundidade (SILVA NETO, 2010).

No CC, a camada superficial (8-20 cm) apesar de ter croma 1 e estar ligada ao hidromorfismo, possui coloração da matiz 10YR. Isso pode ser devido à hidromorfia incompleta, ou seja, sazonal. Desta forma, tem-se a influência do lençol elevado em determinado período, com redução do Fe e concentração da M.O por causa da baixa oxidação. Por isso, o Fe pode estar parcialmente presente, na forma de goethita, originando essa coloração de matiz.

Na trincheira TBC, nas camadas de 0-20 cm o valor do croma é 1 e de 20-40 cm possui croma 2 e na trincheira CC, nas três profundidades estudadas, tem-se croma 1 (Tabela 2). O valor do croma ≤ 2 e a coloração acinzentada das camadas superficiais são indicativos de condições de baixa circulação hídrica, ou seja, saturação e redução durante parte do ano (FRANZMEIER, 1983; VEPRASKAS, 1992), inferindo uma ausência de óxido de ferro no perfil devido à sua retirada por redução e lixiviação (SCHWERTMANN, 1993).

Na camada superficial do TBC e em todo o perfil do CC, o croma 1 é referente a duas características importantes dos solos típicos do covoal ou seja, o ambiente saturado ainda que temporariamente, o qual determina a natureza química e mineralógica, e a elevada concentração de matéria orgânica na superfície do solo.

O perfil de Transição Borda-Centro (TBC) possui croma 1 de 0-20 cm e croma 2 de 20-40 cm, entretanto, este valor aumenta para croma 6 na profundidade de 40-100 cm.

Assim, na camada de 40-100 cm, a evidência de um menor grau de hidromorfismo em relação ao CC se dá pela presença de mosqueados com matiz amarelo avermelhado (5YR 6/6) e principalmente vermelho (2,5YR 5/8), apresentando também maiores valores de croma, este último indicando, conforme Vepraskas (1992), que parte do Fe dessas feições corresponde à hematita. Feições mosqueadas são indicativas de flutuação de lençol freático.

As feições de redoxomorfismo estão em evidência na camada mais profunda do TBC e em ambas as camadas subsuperficiais do CC. No primeiro caso foram encontradas algumas concentrações redox, mesmo considerando que o croma encontrado não é inferior a 2, com mosqueados 5YR 6/6 (amarelo avermelhado) e 2,5YR 5/8 (vermelho), este último indicando, conforme Vepraskas (1992), que parte do Fe dessas feições corresponde a hematita.

O perfil do Centro do Covoal (CC) possui croma 1 para todas as profundidades em estudo. Sendo a camada de 0-20 cm com coloração Cinza Muito Escuro, por causa da maior quantidade de material orgânico presente na superfície, e as camadas de 20-40 cm e 40-100 cm com coloração Cinza Claro.

Assim como a camada mais profunda do TBC, ambas as camadas subsuperficiais do CC possuem feições redoxomórficas.

Tabela 2. Cor do solo, conforme o sistema de cores Munsell, nas amostras de solo das trincheiras BC, TBC e CC para as profundidades de 0-20 cm; 20-40 cm e 40-100 cm.

Prof. (cm)	Borda do Covoal (BC)				Transição Borda-Centro (TBC)				Centro do Covoal (CC)			
	Munsell	Cor	Estrutura	Coesão	Munsell	Cor	Estrutura	Coesão	Munsell	Cor	Estrutura	Coesão
0-8	--	--	--	--	--	--	--	--		Hor. Orgânico Preto	Maciça	Pouco coesos
8-20	--	--	--	--	--	--	--	--	10YR3/1	Cinza Muito Escuro	Maciça	Pouco coesos
0-20	10YR4/4	Bruno Amarelo Escuro	Maciça	Muito coesos	2,5Y4/1	Cinza Escuro	Maciça	Coesos	--	--	--	--
20-40	10YR5/6 e 10YR4/6	Bruno Amarelo Escuro e Bruno Amarelado	Maciça	Muito coesos	2,5Y5/2	Bruno Acinzentado	Maciça	Coesos	2,5Y7/1	Cinza Claro	Maciça	Coesos
40-100	10YR5/6	Bruno Amarelado	Maciça	Muito coesos	2,5Y7/6	Amarelo	Maciça	Coesos	2,5Y7/1	Cinza Claro	Maciça	Coesos

Na profundidade de 8-20 cm, a matriz cinza claro possui nódulos (20%) friáveis vermelho. Na profundidade de 20-40 cm, manchas de coloração amarelo oliva (2,5Y 6/6) são encontradas nas porosidades das raízes. Assim como o Fe, manchas de M.O aparecem associadas ao enraizamento de gramíneas. Isto porque o Fe ferroso é produzido na matriz e se move em direção aos ambientes aeróbicos (próximo a raízes e macroporos) para se reoxidar (SCHWERTMANN, 1993) e precipitar na forma de revestimento poroso (VEPRASKAS, 1992).

As feições redoxomórficas incluem nódulos de Fe e mosqueados que se formam no solo pela redução, translocação e oxidação de óxidos de Fe ou Mn em solos sazonalmente saturados, tornando visíveis os locais onde a oxidação ocorre dentro dos horizontes (VEPRASKAS, 1992). Por isso, nos ambientes anaeróbicos como um todo, além do ganho de elétrons há também perdas, ocasionando a oxidação.

Em suma, no segmento montante (BC) as camadas amareladas com matriz homogênea refletem condições de drenagem interna livre, condição típica das paisagens lateríticas desenvolvidas nas posições mais elevadas.

No segmento intermediário (TBC) tem-se a formação de horizonte manchado nas camadas subsuperficiais. Este horizonte subsuperficial (40-100 cm) amarelo no TBC enfatiza a transição entre Latossolos do BC, para os Gleissolos, correspondente ao CC. E, contraditoriamente, mesmo correspondendo à camada mais profunda (TBC – 40-100 cm) e, portanto, sendo mais influenciado pelo lençol freático que os horizontes sobrejacentes, possui croma de valor 6, o qual é característico da matriz de solo laterítico. Franzmeier et al. (1983) explicaram que, mesmo que a coloração mais cinza seja indicativa de maior período de saturação, essa generalização não pode ser aplicada em horizontes mais profundos, nos quais a quantidade de matéria orgânica parece ser insuficiente para causar a redução dos compostos de Fe.

O croma 1, presente na camada superficial do TBC e em todo o perfil do CC refere-se a duas características importantes dos solos típicos do covoal ou seja, o ambiente hidromórfico, que determina a natureza química e mineralógica, e a elevada concentração de matéria orgânica na superfície do solo.

Estas camadas são influenciadas pela dinâmica da depressão e, embora nos horizontes inferiores ainda permaneçam alguns volumes de manchas vermelhas, há um predomínio e intensificação da coloração cinza. Sobre eles, forma-se um horizonte superficial mais escuro que indica a presença da M.O.

Sendo assim, o segmento jusante (CC) corresponde à zona central da depressão que permanece submersa em água por maior período de tempo. Esta dinâmica é responsável pela redução e migração dos óxidos de ferro e, conseqüentemente, o completo desaparecimento dos horizontes manchados e o aparecimento dos horizontes de cinza claro.

ATRIBUTOS FÍSICOS DOS SOLOS DA CATENA DO COVOAL DO CÓRREGO DA FORTALEZA

Foram determinadas variações nos teores de areia, silte e argila nas amostras analisadas e elas estão associadas às mudanças morfológicas apresentadas nos diferentes tipos de matrizes do solo, ou seja, matrizes oxidadas e matrizes com propriedades redutoras.

Em todos os perfis, BC, TBC e CC para todas as camadas em estudo, houve maior quantidade de argila, seguida de areia grossa. Enquanto que o silte e a areia fina são as frações que apresentaram menores quantidades, oscilando entre si (Tabela 3, Figura 3). No perfil BC, tem-se, para a camada superficial (0-20 cm), 604 g kg⁻¹ de argila, 242 g kg⁻¹ areia grossa, 59,33 g kg⁻¹ areia fina e 94 g kg⁻¹ de silte. A camada de 20-40 cm é composta por 594 g kg⁻¹ de argila, 242 g kg⁻¹ areia grossa, 58,67 g kg⁻¹ areia fina e 104 g kg⁻¹ de silte. E de 40-100 cm, 665 g kg⁻¹ de argila, 182 g kg⁻¹ areia grossa, 51,33 g kg⁻¹ areia fina e 61,9 g kg⁻¹ de silte. No perfil TBC, os valores para a camada de 0-20 cm são de 437 g kg⁻¹ de argila, 427 g kg⁻¹ de areia grossa, 70,33 g kg⁻¹ de areia fina e 66 g kg⁻¹ de silte. De 20-40 cm tem-se 581 g kg⁻¹ de argila, 225, 57 g kg⁻¹ de areia grossa 57 g kg⁻¹ de areia fina e 138 g kg⁻¹ de silte. De 40-100 cm, 629 g kg⁻¹ de argila, 181 g kg⁻¹ areia grossa, 56 g kg⁻¹ areia fina e 133 g kg⁻¹ de silte. Finalmente, na camada subsuperficial (40-100 cm), a argila, areia grossa, areia fina e silte correspondem a 629 g kg⁻¹, 181 g kg⁻¹, 56 g kg⁻¹, 133 g kg⁻¹, respectivamente. Por fim, no perfil do Centro do Covoal (CC) de 0-8 cm os valores são 489, 298, 77 e 136 g kg⁻¹, para argila, areia grossa, areia fina e silte. De

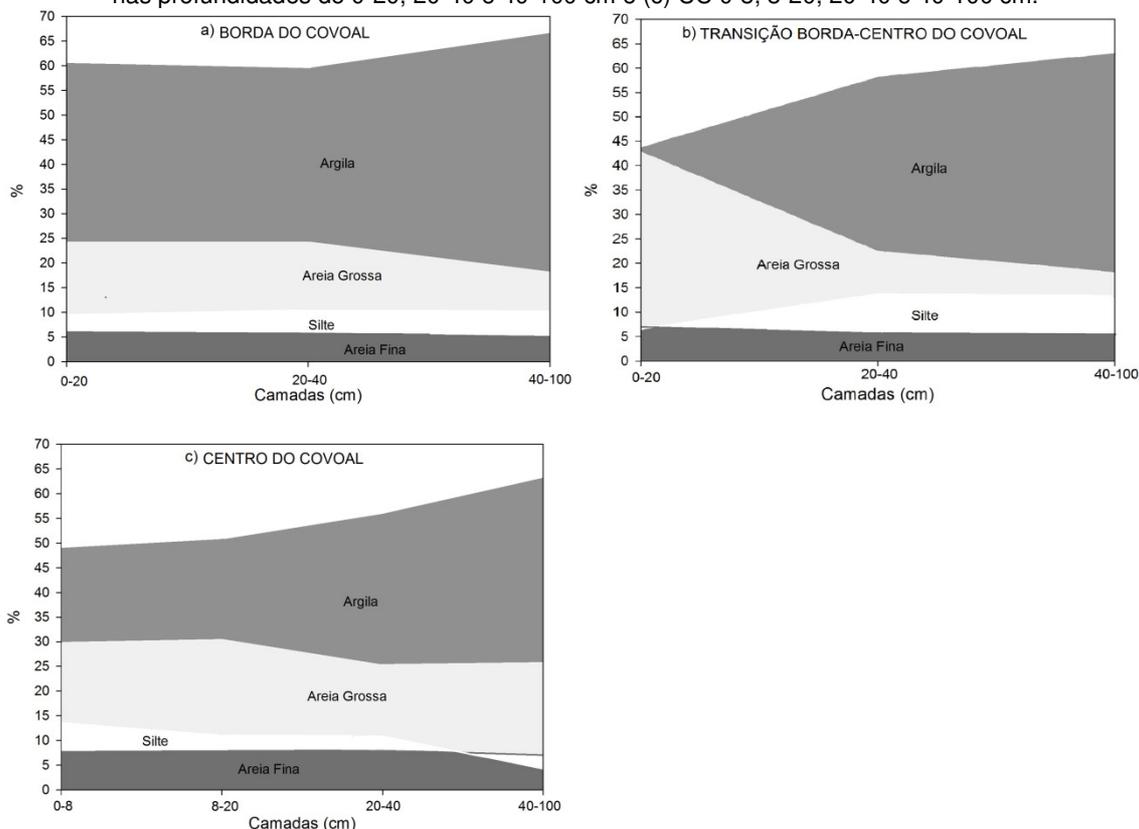
8-20 cm, 507, 304, 78,67 e 111 g kg⁻¹. De 20-40 cm, 559, 252, 81 e 109 g kg⁻¹, e de 40-100 cm são 631, 257, 71 e 41 g kg⁻¹.

Tabela 3. Média dos teores das frações granulométricas de areia grossa, areia fina, silte e argila (g kg⁻¹) determinados nas amostras de solo da Borda (BC) e Transição do Covoal (TBC) nas profundidades de 0-20; 20-40 e 40-100 cm e no Centro do Covoal (CC) profundidades de 0-8; 8-20; 20-40 e 40-100 cm.

Pontos	Prof. (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	relação silte/argila	Classe Textural
		-----g kg ⁻¹ -----					
BC	0-20	242 a2*	59,3 a1	94 a1	604 a1	0,16	Argila
	20-40	242 a2	58,6 a1	104 a1	594 a1	0,18	Argila
	40-100	182 a1*	51,3 a1	102 a1	665 a1	0,15	Muito Argilosa
TBC	0-20	427 a3	70,3 a2	66 a1	437 a1	0,15	Argilo Arenosa
	20-40	225 a2	57 a1	138 a1	581 a2	0,24	Argila
	40-100	181 a1	56 a1	133 a1	629 a2	0,21	Muito Argilosa
CC	0-8	298 a2	77 a1	136 a1	489 a1	0,28	Argila
	8-20	304 a2	78,6 a1	111 a1	507 a1	0,22	Argila
	20-40	252 a1	81 a1	109 a1	559 a1 a2	0,19	Argila
	40-100	257 a1	71 a1	41 a1	631 a2	0,06	Muito Argilosa

Na tabela valores verticais identificados com a letra “a” seguido de numeração quando distintas representam diferença de acordo com teste Tukey a 0,05 de variância.

Figura 3. Análise granulométrica dos perfis a) BC nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-100 cm, b) TBC nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-100 cm e (c) CC 0-8, 8-20, 20-40 e 40-100 cm.



Adotando parâmetros estabelecidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006), os solos do covoal em estudo apresentaram textura argilosa (teores de argila entre 350 e 600 g kg⁻¹) e muito argilosa (acima de 600 g kg⁻¹) em todas as trincheiras amostradas (Tabela 3), exceto o perfil TBC em

superfície (0-20 cm), onde foi verificada a maior quantidade (427 g kg^{-1}) de areia grossa, classificando-o como solo de textura Argilo-Arenosa. Estudo anterior (Ramos et al., 2006) realizado nas veredas do Triângulo Mineiro e, portanto, com características pedológicas similares à do covoal estudado indicou a ocorrência de solos com textura muito argilosa, argilosa ou média, conforme a superfície geomórfica relacionada e a posição no relevo. A variação de textura entre camadas dos solos nas veredas foi atribuída ao processo de entulhamento por sedimentos trazidos das partes mais altas da paisagem, devido à ação antrópica (RAMOS, 2000).

A ação antrópica como causa principal do aumento do teor de argila nas áreas úmidas também foi apresentado por Martin e Hartman (1987) ao comparar a textura de sedimentos coletados em áreas úmidas cercadas por cultivos agrícolas, com aqueles presentes em ambientes úmidos cercados por pastagem nativa.

Os autores determinaram porcentagens relativas de argila significativamente maiores nos sedimentos das áreas agrícolas. Na área de estudo é pouco provável a influência antrópica sobre as variações texturais, considerando que o perfil latossólico não apresenta indicativo de perda de argila, inclusive com valores isolados mais elevados do que os perfis no covoal. As camadas de 0-20 cm na trincheira TBC e de 0-8 cm em CC apresentam os menores teores de argila quando comparado com todas as outras amostras indicando poder haver influência do escoamento superficial e migração de partículas finas. Quando se compara o teor de areia com o teor de sílica (SiO_2), apenas na camada 0-20 cm no perfil TBC o aumento dos dois parâmetros estão relacionados, sugerindo que apenas neste local pode estar havendo perda de argila e aumento relativo de areia.

Quando se analisa a distribuição vertical dos dados nos mesmos perfis (Figura 3) nota-se aumento progressivo de argila em direção à profundidade, indicando também a possibilidade de migração vertical concomitante ao abaixamento do lençol temporário, embora não apresente cerosidade visível na escala macroscópica.

A distribuição granulométrica nos perfis estudados tem um padrão bem definido, caracterizado pelo aumento gradual de argila em subsuperfície. E teor de areia com tendência gradual decrescente da superfície para a subsuperfície, principalmente no CC e TBC. Esta tendência também foi verificada no trabalho de Ramos (2000) nas veredas do Triângulo Mineiro e no estudo de Bispo (2010), na Vereda Lagoa do Leandro, no Alto Vale do Jequitinhonha - MG.

No BC não houve variação no teor de argila entre as camadas. Entretanto, o aumento da fração argila no TBC e CC da superfície para a subsuperfície podem ser parcialmente explicados pelo processo de ferrólise, em que ocorre a degradação das argilas no horizonte A ou E (no caso do podzol) em condições alternadas de oxidação e redução com pHs extremamente ácidos. Este processo difere-se da podzolização (não é dependente de redução sazonal), argiluviação (não envolve destruição da argila) ou gleização (não requer eliminação de produtos de reação ou destruição da argila) (BRINKMAN, 1970). A ferrólise é baseada na redução bioquímica de óxidos de ferro (III) livre para Fe^{2+} e a re-oxidação do Fe^{2+} durante a alternância de condições de redução e oxidação no solo. A acidez produzida durante a oxidação libera cátions dos silicatos, que resultam na destruição de minerais de argila, favorecendo, então, sua translocação para camadas mais profundas (VAN RANST e DE CONINCK, 2002). Os horizontes enriquecidos em matéria orgânica (0-20 em TBC e 0-8 e 8-20 cm em CC) são aqueles que apresentam os menores teores relativos de alumínio (Al_2O_3) contribuindo para corroborar com esta ideia.

Os baixos teores de silte e a relação silte/argila abaixo de 0,3 demonstram um alto grau de intemperismo dos solos analisados, devendo, conforme Embrapa (2006) possuir valor inferior a 0,7 nos solos de textura média ou inferior a 0,6 nos solos de textura argilosa ou muito argilosa.

Ao avaliar as diferenças texturais ao longo da catena nota-se um decréscimo no teor de argila do BC para o TBC em todas as camadas. Quando comparado ao perfil TBC, há, no CC um pequeno aumento na quantidade desta fração, entretanto, os valores não se sobrepõem aos da Borda.

Ao contrário do teor de argila, as frações de areia grossa e areia fina aumentaram do BC para o CC.

Todos os solos mais argilosos possuem grande quantidade de microporos (Mi). Enquanto o solo argilo-arenoso da camada superficial do TBC é o que apresenta menor quantidade de Mi, aproximando da quantidade de Ma (Tabela 4).

A variação textural reflete nos resultados de porosidade, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo. De modo geral, a quantidade de Ma é maior em superfície e decresce subsuperficialmente, assim como a Pt, existindo tendência inversa para a Ds. Os Ma possuem correlação significativa e negativa com a fração argila ($r = -0,87$). E correlação significativa e positiva com areia grossa ($r = 0,82$) e areia total ($r = 0,81$) (Tabela 5).

A diminuição da porosidade da superfície para subsuperfície no TBC e CC, assim como as oscilações no BC, está relacionada com o aumento da argila, provocando diminuição da condutividade hidráulica do solo (MAFRA et al., 2001). A correlação da Pt foi significativa e negativa para argila ($r = -0,73$) e significativa e positiva para Ma ($r = 0,87$) (Tabela 5).

Tabela 4. Valores de Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Porosidade Total (Pt) e Densidade do solo (Ds) nos perfis da Borda do Covoal (BC), Transição Borda-Centro do Covoal (TBC) e Centro do Covoal (CC).

Pontos	Prof. (cm)	Ma ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	Mi ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	Pt ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	Ds (Mg cm^{-3})
BC	0-20	0,148239	0,332779	0,481018	1,207428
	20-40	0,156173	0,356098	0,512271	1,304281
	40-100	0,087036	0,347992	0,435028	1,200603
TBC	0-20	0,221043	0,279381	0,500424	1,189163
	20-40	0,124076	0,315866	0,439942	1,33244
	40-100	0,055775	0,350195	0,40597	1,238456
CC	0-20	0,171587	0,364664	0,536251	1,160206
	20-40	0,139995	0,314184	0,454179	1,148646
	40-100	0,062676	0,334234	0,39691	1,316827

Tabela 5. Coeficiente de Correlação Simples de Pearson entre a Areia Grossa, Areia Fina, Areia Total, Silte, Argila, Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Densidade do Solo (Ds).

	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila	Ma	Mi	Pt	Ds
Areia Grossa	1	0,59 ^{ns}	0,99*	-0,40 ^{ns}	-0,91*	0,82*	-0,50 ^{ns}	0,57 ^{ns}	-0,34 ^{ns}
Areia Fina		1	0,68*	-0,16 ^{ns}	-0,66*	0,45 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,43 ^{ns}	-0,54 ^{ns}
Areia Total			1	-0,38 ^{ns}	-0,92*	0,81*	-0,46 ^{ns}	0,58 ^{ns}	-0,38 ^{ns}
Silte				1	-0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,16 ^{ns}
Argila					1	-0,87*	0,33 ^{ns}	-0,73*	0,48 ^{ns}
Ma						1	-0,31 ^{ns}	0,87*	-0,45 ^{ns}
Mi							1	0,21 ^{ns}	-0,05 ^{ns}
Pt								1	-0,48 ^{ns}
Ds									1

* Correlação entre as variáveis significativa. Correlação de Pearson, os pares de variáveis com valores de P inferiores a 0,050 (*) e coeficientes de correlação positivos tendem a aumentar em conjunto. Para os pares com valores de P inferiores a 0,050 (*) e coeficientes de correlação negativos, uma variável tende a diminuir enquanto que os outros aumentam. Para pares com valores de P superiores a 0,050, não há qualquer relação significativa entre as duas variáveis.

^{ns} Correlação entre as variáveis não significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos do covoal do córrego da Fortaleza possuem modificações em suas propriedades físicas à medida em que se avança da Borda para o Centro do covoal. A mudança de um pedoambiente aerado para outro com baixa circulação hídrica faz com que ocorra diversas reações químicas no solo que podem ser inferidas a partir de sua cor, além de mudanças em suas propriedades físicas. Esses ambientes úmidos são importantes para a preservação da fauna local e possuem papel importante na manutenção do equilíbrio hídrico regional, sendo, portanto, necessárias as pesquisas para a compreensão de suas características físicas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPQ pelo apoio.

REFERÊNCIAS

- BISPO, F. H. A. **Gênese e classificação de solos em topossequência de veredas das chapadas do alto vale do Jequitinhonha-MG**. 98 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal dos vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM/Diamantina, 2010.
- BRINKMAN, R. Ferrollysis, a hydromorphic soil forming process. *Geoderma*, Amsterdam, v.3. p. 199-206, 1970.
- DINIZ DE ARAUJO NETO, M.; FURLEY, P. A.; HARIDASAN, M.; JOHNSON, C. E. The *murundus* of the *cerrado* region of Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, p. 17-35, 1986.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006, 306p.
- _____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. rev. Atual. Rio de Janeiro, 1997, 212p.
- FRASCOLI, A. C. **Morfologia, granulometria e pH de duas topossequências da Chapada Uberlândia-Uberaba, MG**. 44 f. Monografia (em Geografia). Instituto de Geografia, UFU/Uberlândia, 2000.
- FRANZMEIER, D. P.; YAHNER, J. E.; STEINHARD, G. C.; SINCLAIR, Jr. H. R. Color Patterns and Water Table Levels in Some Indiana Soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** p.1196-1202. 1983.
- GUARIZ, H. R.; CAMPANHARO, W. A.; PICOLI, M. H. S.; CACÍLIO, R. A.; HOLLANDA, M. P. de. Variação da umidade e da densidade do solo sob diferentes coberturas vegetais. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais...** Natal: INPE/SELPER Brasil, p. 7709-7716, 2009.
- MARTIN, D. B.; HARTMAN, W. A. The effect of cultivation on sediment composition and deposition in prairie pothole wetlands. **Water, Air, & Soil Pollution Journal**, Editora: Springer. V. 34, p. 45-53, 1987.
- MUNSELL, A. H. **The Munsell Color Charts**, revised ed. Baltimore: Macbeth Division of Kollomorgen, 1990.
- PONCE, V. M.; CUNHA, C. N. da. Vegetated earthmounds in tropical savannas of Central Brazil: a synthesis. **Journal of Biogeography**. v. 20, p. 219-225. 1993.
- QUEIROZ, A. T. **Análise e avaliação da demanda e da disponibilidade hídrica nos alto e médio curso do Rio Uberabinha e o abastecimento público em Uberlândia (MG)**. 137 f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geografia, UFU/Uberlândia, 2012.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5 ed. Lavras: UFLA, 2007. 322 p.
- RAMOS, M. V. V. **Veredas do Triângulo Mineiro: Solos, água e uso**. 127 f. Dissertação (Mestrado) Lavras: UFLA, 2000.

RAMOS, M. V. V.; CURI, N.; MOTTA, P. E. F.; VITORINO, A. C. T.; FERREIRA, M. M.; SILVA, M. L. N. Veredas do Triângulo Mineiro: solos, água e uso. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.30, n. 2, p. 283-293, 2006.

SCHNEIDER, M. O.; SILVA, D. B. Estrutura Pedológica e Dinâmica Hídrica do “Covoal” do Córrego da Fortaleza. Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza**, Ano 3 – n. 5 e 6, p. 75-89. 1991.

SCHWERTMANN, U. Relations between iron oxides, soil color and soil formation. **Soils Science Society of America**, Special Publication, n.31, p. 51-69. 1993.

SILVA NETO, L. F. **Pedogênese e matéria orgânica de solos hidromórficos da região metropolitana de Porto Alegre**. 105 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Faculdade de Agronomia. URGs/Porto Alegre – RS. 2010.

SILVA, D. B.; SCHNEIDER, M. O. A exploração de argila nas nascentes do Rio Uberabinha (MG): Considerações sobre suas consequências sócio ambientais. **Sociedade & Natureza**. v. 1, n. 2, p. 53-75. 1989.

VAN RANST, E.; DE CONINCK, F. Evaluation of ferrollysis in soil formation. **European Journal of Soil Science**, v.53, p. 513-519. 2002.

VEPRASKAS, M. J. Redoximorphic features for identifying aquic conditions. **North Carolina Agricultural Research Service Technical Bulletin**, ed. 301, Raleigh, Carolina do Norte. 1992, 33p.