



## PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS SOLOS DE UMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA SOB PROCESSO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Carla Deisiane de Oliveira Costa<sup>1</sup>

Marlene Cristina Alves<sup>2</sup>

Antônio de Pádua Sousa<sup>3</sup>

Hélio Ricardo Silva<sup>2</sup>

### RESUMO

O manejo inadequado dos solos tem sido a principal causa dos processos erosivos em bacias hidrográficas. Estas áreas apresentam, devido a estes processos, degradação química dos solos decorrente da perda de nutrientes e ausência de adubação. Este trabalho teve por objetivo avaliar o estado de degradação das propriedades químicas dos solos da sub-bacia Dois Córregos. Os solos mais representativos da sub-bacia são o Latossolo Vermelho e o Argissolo Vermelho. As análises foram realizadas em amostras de dez locais da sub-bacia, sendo oito localizados no Latossolo e dois no Argissolo, e em cada local cinco repetições, constando-se respectivamente os seguintes usos: três áreas com pastagens, sendo duas no Argissolo e uma no Latossolo, três áreas com eucalipto de 5 anos e quatro áreas com eucalipto aos 6 meses recém-transplantado, todos no Latossolo. O processo de degradação pode ser identificado na sub-bacia Dois Córregos pela deterioração nas propriedades químicas do solo, com baixos teores de matéria orgânica, fósforo e bases trocáveis, além dos altos teores de alumínio em todos os usos do solo. Os solos da área em estudo são arenosos, apresentando naturalmente baixo teor de matéria orgânica e capacidade de troca de cátions. O manejo do solo quanto à adubação é de grande importância para a melhoria da cobertura vegetal, devido à degradação química em que se encontram os solos da sub-bacia, e também por estes serem arenosos e bastante suscetíveis a processos erosivos.

**Palavras-chave:** Uso e Manejo do Solo; Fertilidade do Solo; Degradação Química do Solo.

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS – Unidade de Aquidauana, MS, Brasil. E-mail para correspondência: [carladeisiane@uems.br](mailto:carladeisiane@uems.br).

<sup>2</sup> Depto. de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP/FEIS.

<sup>3</sup> Depto. de Engenharia Rural, UNESP/FCA.

## ABSTRACT

**Chemical properties of soils a sub-basin river in environmental degradation process.** The inadequate soil management has been the main cause of erosion in sub-basin river. These areas present, due to these processes, chemical degradation of soils due to nutrients loss and absence of fertilization. This study aimed to evaluate the degradation condition of the soils and chemical properties of sub-basin river Dois Córregos. The most representative soils of sub-basin river are Red Oxisol and Red Alfisol. Investigation of eight and two samples was made in the first and second soils, respectively, totaling ten samples along the sub-basin river with five replications each, consisting respectively the uses: three areas with pastures, being two in Alfisol and one in Oxisol, three areas with eucalyptus five years and four areas with eucalyptus six months newly transplanted, all in Oxisol. The degradation process can be identified in sub-basin river Dois Córregos by deterioration in soil properties, with low levels of organic matter, phosphorus and exchangeable bases, besides the high aluminum levels in all soil uses. The soils of the study areas are sandy texture, presenting naturally low organic matter content and cation exchange capacity. The soil management concerning fertilization is of great importance to the improvement of vegetation cover due to soils chemical degradation in the sub-basin, and also because these are sandy texture and too susceptible to erosion.

**Keywords:** Soil Use and Management; Soil Fertility; Soil Chemical Degradation.

## INTRODUÇÃO

O uso intensivo do solo deixa-o mais suscetível a processos erosivos e, conseqüentemente, ao escoamento superficial e à produção de sedimentos, por isso, as práticas de manejo adotadas são de grande importância para a conservação do solo e da água. De acordo com Costa (2013), o manejo inadequado dos solos tem sido a principal causa dos processos erosivos em bacias hidrográficas.

Para Costa (2010) é importante destacar que os fatores integrantes do processo de erosão do solo servem de indicadores na elaboração de medidas que visem maximizar o uso dos recursos naturais e evitar os efeitos negativos decorrentes da produção, transporte e deposição de sedimentos. Esses fatores dependem da natureza dos solos e, principalmente, do manejo, do uso e da ocupação dos mesmos.

Dentre as propriedades do solo que sofrem tais alterações, estão as propriedades químicas. De acordo com Carneiro *et al.* (2009), as alterações decorrentes do uso e manejo do solo podem alterar diretamente a sua estrutura e atividade biológica e, conseqüentemente, as suas propriedades químicas, dentre elas a matéria orgânica do solo e o teor de nutrientes.

A principal causa da degradação química do solo é a falta de manejo quanto à adubação. Costa (2010) salienta que solos com baixa fertilidade promovem menores índices de cobertura do solo, devido ao menor crescimento da vegetação, tendo, como conseqüência, menor proteção da superfície do solo. Quanto menos cobertura tiver a superfície do solo, maior será a desagregação

superficial do mesmo, devido ao impacto das gotas de chuva, e mais alta será a sua velocidade de escoamento.

De acordo com Silva *et al.* (2007), o fator cobertura sobre o solo é de grande importância na prevenção, no controle da erosão e no agravamento do processo erosivo, estando este intimamente ligado a processos antrópicos, os quais explicam o modo pelo qual vem sendo manejado o solo de uma área.

A sub-bacia Dois Córregos apresenta problemas ambientais, como erosão do solo, assoreamento dos cursos de água, além da escassez de vegetação nativa. Todos estes problemas foram ocasionados pela falta de planejamento ambiental e pelo manejo inadequado dos recursos naturais. Esta área foi cultivada por muitos anos com pastagens degradadas, o que levou a decorrência de processos erosivos intensos. Atualmente, é cultivada, em sua maior parte, com eucalipto, que proporcionou melhorias na área, mantendo estáveis estes processos.

A área onde se encontra a nascente da sub-bacia Dois Córregos apresenta processos erosivos em estágio avançado, que levaram a formação de uma voçoroca e alguns leitos secos, consequência do manejo inadequado das áreas cultivadas com pastagens anteriormente. Para Fonseca (2002), a degradação de pastagens está associada à compactação do solo, causando alterações na disponibilidade de nutrientes, devido a mudanças na mineralização da matéria orgânica do solo ou dos resíduos vegetais e animais, bem como alterações na movimentação dos nutrientes no solo.

Estas áreas cultivadas com pastagens durante muitos anos apresentam degradação química dos solos decorrente da perda de nutrientes e falta de adubação, apresentando pouca cobertura vegetal, devido ao estado de degradação dos solos. No contexto do cenário descrito, este trabalho teve por objetivo avaliar o estado de degradação das propriedades químicas dos solos da sub-bacia Dois Córregos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A sub-bacia Dois Córregos está localizada no município de Selvíria, no Estado de Mato Grosso do Sul, possui 2.636 ha de área, entre as coordenadas geográficas 20°12'26,41" e 20°16'28,32" S, 51°43'15,18" e 51°49'26,3"W, e altitude média de 335 metros (Figura 1).

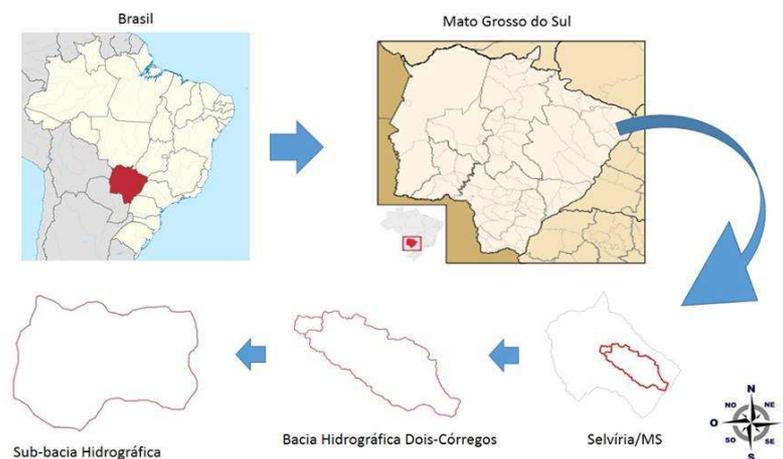


Figura 1. Localização da sub-bacia Dois Córregos, Selvíria, MS.

A classificação climática da região, de acordo com Köppen, é Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. As médias anuais são 24,5°C de temperatura, 1.232 mm de precipitação pluvial, e 64,8% de umidade relativa do ar (Hernandez *et al.*, 1995), e a vegetação original da região é de Cerrado.

Esta região apresenta degradação ambiental, há um processo intensivo de degradação dos solos, o que levou a formação de uma voçoroca, com 50 m de profundidade em alguns pontos e assoreamento dos canais de drenagem, possuindo vários leitos secos. Além disso, apresenta outra voçoroca em formação em área cultivada com pastagens degradadas. O processo de assoreamento na foz da sub-bacia também tem sido observado nos últimos anos. A figura 2 ilustra o Mapa de Drenagem, a localização das voçorocas presentes na área e os leitos secos da sub-bacia em estudo.

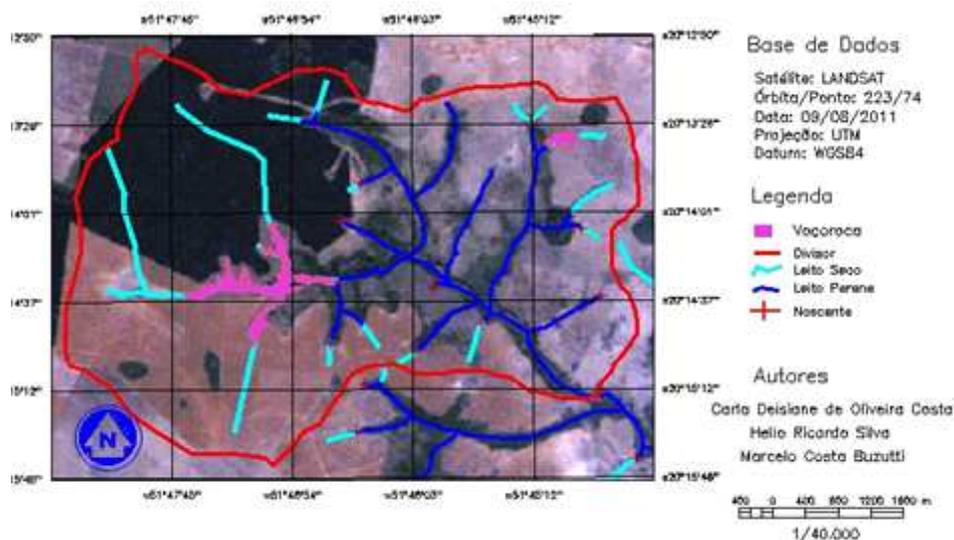


Figura 2. Mapa de drenagem, localização das voçorocas e leitos secos presentes na sub-bacia Dois Córregos, Selvíria, MS.

Com relação às classes de uso e ocupação dos solos, a sub-bacia Dois Córregos é ocupada em 50% por eucalipto, apresentando áreas com pastagens e vegetação nativa. Os solos de maior ocorrência da sub-bacia, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são o Latossolo Vermelho distrófico e o Argissolo Vermelho distrófico, ambos de textura arenosa.

As coletas de solos foram realizadas em dez locais ao longo da sub-bacia, sendo oito localizados no Latossolo Vermelho distrófico e dois no Argissolo Vermelho distrófico, as quais foram feitas aleatoriamente, dentro de diferentes formas de uso e ocupação dos solos.

Para cada uso e ocupação do solo determinado, foram realizadas as coletas em 5 pontos, nas camadas de 0 a 0,10 e de 0,10 a 0,20 m. Os usos amostrados foram 3 locais com pastagens (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>), sendo as pastagens (P<sub>1</sub>) e (P<sub>3</sub>) no Argissolo e a pastagem (P<sub>2</sub>) no Latossolo, 3 locais com eucalipto de 5 anos (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>), e 4 locais com eucalipto aos 6 meses recém-transplantado (EN<sub>1</sub>, EN<sub>2</sub>, EN<sub>3</sub>, EN<sub>4</sub>), todos localizados no Latossolo. A descrição do uso e ocupação dos solos encontra-se na tabela 1.

Tabela 1. Descrição do uso e ocupação do solo.

| Uso e ocupação do solo | Características  |
|------------------------|--|
| Pastagem               | Área com braquiária ( <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf) plantada há mais de 30 anos, em estado de degradação. |
| Eucalipto              | Área com eucalipto ( <i>Eucalyptus citriodora</i> ) com 5 anos.  |
| Eucalipto              | Área com eucalipto ( <i>Eucalyptus citriodora</i> ) aos 6 meses, recém transplantado.                          |

Foram avaliados os teores disponíveis de fósforo e de bases trocáveis (potássio, cálcio e magnésio). Determinou-se também o pH, os teores de matéria orgânica, alumínio e acidez potencial (H+Al). Foram calculadas a soma de bases, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%). Os resultados de pH, teores de fósforo, bases, alumínio, e saturação por bases foram classificados de acordo com Rajj *et al.* (2001).

Os resultados foram submetidos à análise conjunta e teste estatístico de Tukey para as comparações de médias a 5% de probabilidade. A análise foi realizada para cada classe de solo, sendo utilizado o programa computacional SAS (Schlotzhaver e Littell, 1997). Para diminuir a amplitude das variâncias e do coeficiente de variação, foi realizada transformação raiz quadrada dos dados de bases trocáveis, teor de alumínio e soma de bases.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH foram muito baixos para as áreas cultivadas com os eucaliptos (E<sub>1</sub>), (E<sub>2</sub>), (E<sub>3</sub>), (EN<sub>1</sub>) e (EN<sub>3</sub>) no Latossolo e para a área cultivada com a pastagem (P<sub>3</sub>) no Argissolo, e baixos

para os demais usos na camada de 0,0 a 0,10 m. Para a camada de 0,10 a 0,20 m, foram muito baixos para as áreas cultivadas com os eucaliptos (E<sub>1</sub>), (E<sub>2</sub>) e (E<sub>3</sub>) no Latossolo e para a pastagem (P<sub>3</sub>) no Argissolo, e baixo para os demais usos (Tabela 2).

Tabela 2. Propriedades químicas dos solos da sub-bacia Dois Córregos. Latossolo: P2 = Pastagem, E1 = Eucalipto, E2 = Eucalipto, E3 = Eucalipto, EN1 = Eucalipto novo, EN2 = Eucalipto novo, EN3 = Eucalipto novo e EN4 = Eucalipto novo. Argissolo: P1 = Pastagem e P3 = Pastagem.

| Uso do Solo                          | pH<br>CaCl <sub>2</sub> | MO<br>g dm <sup>-3</sup> | P<br>mg dm <sup>-3</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>+2</sup> | Mg <sup>+2</sup> | Al <sup>+3</sup><br>mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> | H+Al  | SB     | CTC   | V<br>% |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|------------------|------------------|--|-------|--------|-------|--------|
| <b>0,0 – 0,10 m</b>                  |                         |                          |                          |                |                  |                  |  |       |        |       |        |
| <b>Latossolo Vermelho distrófico</b> |                         |                          |                          |                |                  |                  |  |       |        |       |        |
| P <sub>2</sub>                       | 4,35 AB                 | 14 A                     | 4 A                      | 1,0 A*         | 6 AB*            | 3 AB*            | 4 AB*  | 21 A  | 10 AB* | 31 A  | 31 AB  |
| E <sub>1</sub>                       | 4,16 AB                 | 11 A                     | 4 A                      | 1,0 A*         | 3 B*             | 2 AB*            | 8 AB*  | 25 A  | 6 BC*  | 31 A  | 19 B   |
| E <sub>2</sub>                       | 4,08 B                  | 14 A                     | 4 A                      | 0,6 A*         | 2 B*             | 1 B*             | 10 A*  | 31 A  | 4 C*   | 35 A  | 12 C   |
| E <sub>3</sub>                       | 4,15 AB                 | 16 A                     | 4 A                      | 0,9 A*         | 2 B*             | 2 AB*            | 7 AB*  | 26 A  | 5 BC*  | 31 A  | 17 BC  |
| EN <sub>1</sub>                      | 4,12 AB                 | 14 A                     | 4 A                      | 1,0 A*         | 2 B*             | 2 AB*            | 7 AB*  | 25 A  | 5 BC*  | 30 A  | 16 BC  |
| EN <sub>2</sub>                      | 4,60 A                  | 16 A                     | 4 A                      | 0,8 A*         | 7 A*             | 4 A*             | 2 B*   | 20 A  | 12 A*  | 32 A  | 35 A   |
| EN <sub>3</sub>                      | 4,19 AB                 | 13 A                     | 4 A                      | 0,6 A*         | 4 AB*            | 4 A*             | 6 AB*  | 25 A  | 8 AB*  | 33 A  | 24 AB  |
| EN <sub>4</sub>                      | 4,36 AB                 | 14 A                     | 4 A                      | 0,3 A*         | 5 AB*            | 3 AB*            | 6 AB*  | 22 A  | 9 AB*  | 30 A  | 28 AB  |
| CV (%)                               | 5,57                    | 20,70                    | 13,52                    | 25,50          | 24,06            | 23,17            | 26,07  | 25,11 | 17,98  | 19,93 | 32,28  |
| <b>Argissolo Vermelho distrófico</b> |                         |                          |                          |                |                  |                  |  |       |        |       |        |
| P <sub>1</sub>                       | 4,51 A                  | 13 A                     | 4 A                      | 0,8 A*         | 7 A*             | 4 A*             | 3 A*   | 19 A  | 12 A*  | 31 A  | 36 A   |
| P <sub>3</sub>                       | 3,99 B                  | 9 A                      | 3 A                      | 0,7 A*         | 2 B*             | 1 B*             | 5 A*   | 21 A  | 5 B*   | 26 A  | 18 B   |
| CV (%)                               | 4,77                    | 25,64                    | 19,64                    | 25,69          | 26,66            | 21,09            | 30,03  | 15,92 | 23,33  | 17,82 | 32,86  |
| <b>0,10 – 0,20 m</b>                 |                         |                          |                          |                |                  |                  |  |       |        |       |        |
| <b>Latossolo Vermelho distrófico</b> |                         |                          |                          |                |                  |                  |  |       |        |       |        |
| P <sub>2</sub>                       | 4,40 AB                 | 15 A                     | 5 A                      | 1,0 A*         | 5 A*             | 4 A*             | 3 A*   | 21 A  | 10 A*  | 31 A  | 32 A   |
| E <sub>1</sub>                       | 4,21 AB                 | 13 A                     | 5 A                      | 1,1 A*         | 3 A*             | 3 A*             | 4 A*   | 23 A  | 7 A*   | 31 A  | 25 A   |
| E <sub>2</sub>                       | 4,10 B                  | 19 A                     | 5 A                      | 0,8 A*         | 3 A*             | 3 A*             | 6, A*  | 30 A  | 7 A*   | 38 A  | 22 A   |
| E <sub>3</sub>                       | 4,18 AB                 | 16 A                     | 4 A                      | 1,4 A*         | 2 A*             | 3 A*             | 5 A*   | 23 A  | 7 A*   | 30 A  | 24 A   |
| EN <sub>1</sub>                      | 4,33 AB                 | 14 A                     | 5 A                      | 1,2 A*         | 4 A*             | 4 A*             | 4 A*   | 23 A  | 8 A*   | 31 A  | 27 A   |
| EN <sub>2</sub>                      | 4,60 AB                 | 15 A                     | 4 A                      | 0,9 A*         | 6 A*             | 5 A*             | 2 A*   | 18 A  | 12 A*  | 30 A  | 39 A   |
| EN <sub>3</sub>                      | 4,54 AB                 | 16 A                     | 7 A                      | 0,9 A*         | 5 A*             | 5 A*             | 3 A*   | 24 A  | 12 A*  | 35 A  | 33 A   |
| EN <sub>4</sub>                      | 4,63 A                  | 15 A                     | 4 A                      | 0,7 A*         | 5 A*             | 5 A*             | 3 A*   | 20 A  | 10 A*  | 30 A  | 35 A   |
| CV (%)                               | 5,73                    | 29,14                    | 27,24                    | 20,26          | 29,06            | 18,70            | 36,06  | 31,16 | 18,06  | 23,89 | 29,83  |
| <b>Argissolo Vermelho distrófico</b> |                         |                          |                          |                |                  |                  |  |       |        |       |        |
| P <sub>1</sub>                       | 4,41 A                  | 15 A                     | 5 A                      | 1,0 A*         | 7 A*             | 5 A*             | 2 A*   | 22 A  | 13 A*  | 35 A  | 36 A   |
| P <sub>3</sub>                       | 4,22 A                  | 10 A                     | 5 A                      | 0,9 A*         | 4 A*             | 4 A*             | 6 A*   | 22 A  | 8 A*   | 30 A  | 27 A   |
| CV (%)                               | 4,84                    | 28,07                    | 30,33                    | 24,92          | 28,60            | 25,97            | 29,37  | 19,61 | 19,77  | 22,93 | 23,24  |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* As letras são referentes à comparação dos dados transformados para raiz quadrada.

Camargo *et al.* (2010), estudando a fertilidade do solo da sub-bacia hidrográfica Mariana, localizada no Município de Alta Floresta - MT, também observaram que os valores de pH variaram entre muito baixo e baixo.

Freitas (2000) também observou pH baixo em área com povoamento de eucalipto, na ordem de 4,9 na camada de 0 a 0,10 m, e de 4,6 na camada de 0,10 a 0,20 m, concordando com os resultados obtidos neste trabalho. Chaer e Tótola (2007) também observaram elevada acidez em solos sob vegetação natural e eucalipto, os mesmos complementam que estas áreas apresentaram teores de areia superiores a 900 g kg<sup>-1</sup>, atribuindo este efeito à textura destes solos. Os solos da sub-

bacia Dois Córregos também são arenosos e apresentam altos teores de areia, variando, de acordo com Costa (2013), de 846 a 905 g kg<sup>-1</sup>.

Os valores de matéria orgânica não apresentaram diferença significativa nas duas classes de solos (Tabela 2). Observam-se baixos valores de matéria orgânica para todos os usos do solo. Estes baixos valores de matéria orgânica para os solos da sub-bacia Dois Córregos refletem a textura arenosa destes, pois há uma relação entre a matéria orgânica e argila. Camargo *et al.* (2010), estudando a fertilidade dos solos de uma sub-bacia hidrográfica com Latossolos de textura franco arenosa, também observaram baixos valores de matéria orgânica.

De acordo com Barreto *et al.* (2006), em solos tropicais e subtropicais de baixa fertilidade natural, a matéria orgânica tem grande contribuição na fertilidade, aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), melhoria nas características químicas, físicas e biológicas, sendo de fundamental importância na manutenção da sustentabilidade. Para Gomide *et al.* (2011), o teor de matéria orgânica assume importante papel na manutenção de ambientes de baixa fertilidade natural e não fertilizados, portanto, práticas que favoreçam ou incrementem os teores de matéria orgânica devem ser estimuladas.

Os teores de fósforo (P) não apresentaram diferença significativa nas duas classes de solos e os valores estão próximos em todos os usos (Tabela 2). Estes foram muito baixos para as áreas cultivadas com pastagens nos dois solos, e baixos para os demais usos, na camada de 0,0 a 0,10 m. Na camada de 0,10 a 0,20 m, foram muito baixos para as áreas cultivadas com as pastagens (P<sub>2</sub>) no Latossolo e (P<sub>3</sub>) no Argissolo, e baixos para os demais usos e ocupações.

Camargo *et al.* (2010), estudando a fertilidade dos solos de uma sub-bacia hidrográfica, também observaram teores de P entre muito baixo e baixo. Os mesmos complementam que a disponibilidade de P é aumentada pela matéria orgânica, já que certos compostos orgânicos formam complexos com ferro e alumínio, evitando, desta forma, a formação de agregados insolúveis.

Estes baixos teores de fósforo para as pastagens refletem a falta de adubação fosfatada destas áreas. Estes resultados concordam com os obtidos por Centurion *et al.* (2001), que também observaram menores teores de fósforo para área cultivada com pastagem.

Faria *et al.* (2010), estudando a influência do manejo do solo nas propriedades químicas e físicas na bacia do rio Araguaia - TO, também observaram menores valores de P disponível no solo sob pastagem, e também relacionaram isso à ausência da adubação fosfatada. Os mesmos salientam que, nas pastagens, o P disponível na camada superficial do solo normalmente cai drasticamente com o tempo após o estabelecimento desta, dada a interrupção brusca do processo de ciclagem de nutrientes pela derrubada de vegetação natural. Além disso, o P exportado pelas pastagens por intermédio da alimentação animal deve ser repostado via adubação.

Para as áreas cultivadas com eucalipto, Chaer e Tótola (2007) também observaram baixos teores de fósforo, e os mesmos sugerem que isso ocorreu devido à serapilheira. De acordo com os mesmos, a serapilheira promove altas taxas de decomposição, resultando na produção de ácidos orgânicos de baixo peso molecular que podem ser translocados para baixo da camada explorada pelas raízes, e isto acarretaria a remoção do fósforo (P) do processo de ciclagem ativa.

Com relação às bases, assim como observado para o fósforo, os teores de potássio (K) foram próximos em todos os usos, e não houve diferença significativa entre eles (Tabela 2). Estes foram muito baixos para as áreas cultivadas com os eucaliptos (E<sub>2</sub>), (EN<sub>3</sub>) e (EN<sub>4</sub>) no Latossolo e baixos para os demais usos, na camada de 0,0 a 0,10, e muito baixos para a área cultivada com o eucalipto (EN<sub>4</sub>) no Latossolo e baixos para os demais usos na camada de 0,10 a 0,20 m.

Para os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), houve diferença significativa para as duas classes de solos somente na camada de 0,0 a 0,10 m (Tabela 2). Os teores de cálcio (Ca) foram baixos para as áreas cultivadas com os eucaliptos (E<sub>1</sub>), (E<sub>2</sub>), (E<sub>3</sub>) e (EN<sub>1</sub>) no Latossolo e a pastagem (P<sub>3</sub>) no Argissolo e médios para os demais usos na camada de 0,0 a 0,10 m. Foram baixos para as áreas cultivadas com os eucaliptos (E<sub>1</sub>), (E<sub>2</sub>) e (E<sub>3</sub>) no Latossolo e médios para os demais usos na camada de 0,10 a 0,20 m. Para o magnésio (Mg), os teores foram baixos para todos os usos na camada de 0,0 a 0,10 m, médios para as áreas cultivadas com os eucaliptos (EN<sub>2</sub>), (EN<sub>3</sub>) e (EN<sub>4</sub>) no Latossolo e a pastagem (P<sub>1</sub>) no Argissolo, e baixos para os demais usos, na camada de 0,10 a 0,20 m.

Camargo *et al.* (2010), estudando a fertilidade dos solos de uma sub-bacia, também observaram teores entre baixo e médio para cálcio (Ca) e magnésio (Mg), os mesmos complementam que quanto maior a quantidade de matéria orgânica nos solos, maior será a quantidade destes elementos devido aos complexos formados com o húmus proveniente dos processos de decomposição.

Foram observados baixos teores de fósforo (P) e bases trocáveis, principalmente o potássio (K), em todos os usos. Para as áreas com pastagens, isso ocorre devido à falta de adubação nestas áreas. Com relação às áreas cultivadas com eucalipto, de acordo com Zalamena (2008), há uma dificuldade para a melhoria das propriedades químicas em sistemas de uso do solo que não recebem adições externas de produtos a base desses nutrientes. Souza e Alves (2003) observaram que a utilização do solo com pastagem e também com seringueira há mais de 16 anos não aumentou os valores de fósforo (P) e bases em relação ao cerrado nativo.

Os teores de alumínio (Al<sup>+3</sup>) foram baixos para as áreas cultivadas com a pastagem (P<sub>2</sub>) e o eucalipto (EN<sub>2</sub>) no Latossolo e para a pastagem (P<sub>1</sub>) no Argissolo, e altos para os demais usos, na camada de 0,0 a 0,10 m. Na camada de 0,10 a 0,20 m foram altos para as áreas cultivadas com os

eucaliptos ( $E_2$ ) e ( $E_3$ ) no Latossolo e a pastagem ( $P_3$ ) no Argissolo, e baixos para os demais usos (Tabela 2).

De acordo com Souza *et al.* (2008), os solos brasileiros, em sua maioria, são intemperizados, apresentando acidez e elevados teores de alumínio, o que traz sérios problemas para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, as quais limitam o aproveitamento de água e nutrientes adicionados ao solo por meio de fertilizantes.

Há uma relação entre a acidez do solo e o teor de alumínio. De acordo com Wendling (2012), a acidificação do solo tem, como consequência, o aumento da solubilidade dos compostos de alumínio, o que ocasiona o aumento da concentração de alumínio na solução do solo, provocando toxidez às plantas.

Para a acidez potencial ( $H + Al$ ), não houve diferença significativa para as duas classes de solos (Tabela 2). Verificam-se maiores valores para o Latossolo, sendo observados para a área cultivada com o eucalipto ( $E_2$ ) o maior valor nas duas camadas avaliadas. Paes *et al.* (2013) também observaram para o eucalipto maiores valores de acidez potencial, e estes maiores valores refletem os baixos teores de bases trocáveis, uma vez que a adubação destas áreas foi realizada somente na implantação do eucalipto.

Observam-se para o Latossolo maiores valores de acidez potencial ( $H + Al$ ) para a camada superficial. Camargo *et al.* (2010), estudando uma sub-bacia com Latossolo, também observaram que a acidez potencial foi maior na superfície, diminuindo enquanto se aprofunda no perfil. Os mesmos salientam que a acidez potencial está diretamente relacionada com a matéria orgânica e segue o mesmo padrão de distribuição, diminuindo com a profundidade.

Para a soma de bases (SB) e saturação por bases (V%), houve diferença significativa para as duas classes de solos somente para a camada de 0,0 a 0,10 m (Tabela 2). Os maiores valores de soma de bases (SB) foram observados para a área cultivada com o eucalipto ( $EN_2$ ) na camada de 0,0 a 0,10 m, e para as áreas cultivadas com os eucaliptos ( $EN_2$ ) e ( $EN_3$ ), na camada de 0,10 a 0,20 m, no Latossolo. Estes valores refletem a adubação destas áreas no transplante das mudas de eucalipto, uma vez que haviam sido recentemente implantadas na área. No Argissolo, os maiores valores de soma de bases (SB) foram observados para a área cultivada com a pastagem ( $P_1$ ) nas duas camadas avaliadas.

Os valores de saturação por bases (V%) foram muito baixos para as áreas cultivadas com os eucaliptos ( $E_1$ ), ( $E_2$ ), ( $E_3$ ), ( $EN_1$ ) e ( $EN_3$ ) no Latossolo e para a pastagem ( $P_3$ ) no Argissolo, e baixo para os demais usos na camada de 0,0 a 0,10 m. Foram muito baixos para as áreas cultivadas com os eucaliptos ( $E_1$ ), ( $E_2$ ) e ( $E_3$ ) no Latossolo, e baixos para os demais usos na camada de 0,10 a 0,20

m (Tabela 2). Estes baixos valores são atribuídos às características dos solos distróficos existentes na sub-bacia Dois Córregos.

Para a capacidade de troca catiônica (CTC), não houve diferença significativa para as duas classes de solos (Tabela 2). Os valores foram próximos para todos os usos, sendo estes baixos, reflexo dos baixos conteúdos de matéria orgânica dos solos e devido suas características arenosas. Camargo *et al.* (2010), estudando a fertilidade dos solos de uma sub-bacia hidrográfica, também não observaram diferença significativa para a CTC, e verificaram baixos valores. Os mesmos salientaram que tal fato se deve ao teor de matéria orgânica ser baixo na área estudada.

Lopes *et al.* (2006) observaram os maiores valores de capacidade de troca catiônica (CTC) para as áreas com maior conteúdo de matéria orgânica e argila, salientando que a fração argila é uma componente importante da CTC do solo. Ciotta *et al.* (2003) observaram que o acúmulo de matéria orgânica promoveu aumento na capacidade de troca catiônica (CTC) do solo. De acordo com Bayer e Bertol (1999), a matéria orgânica contribui para a formação de muitas cargas negativas no solo, correlacionando-se a elevação do conteúdo orgânico ao aumento da CTC.

Os solos da sub-bacia Dois Córregos encontram-se em processo de degradação devido aos baixos teores de nutrientes no solo, matéria orgânica e CTC. Santos e Salcedo (2010), estudando a fertilidade dos solos da bacia hidrográfica da represa vaca brava, observaram que a degradação do solo pode ser avaliada de diversas maneiras, sendo um dos indicativos usados a perda de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, os nutrientes nela contidos. Camargo *et al.* (2010), estudando a fertilidade dos solos da sub-bacia Mariana, também relacionaram os baixos teores de matéria orgânica como um indicativo de degradação dos solos da área de estudo.

Observa-se que os diferentes usos do solo exercem grande influência nas propriedades químicas do solo. Kemerich *et al.* (2013), estudando as propriedades químicas do solo na bacia hidrográfica do rio Vacaraí-Mirim, também observaram que as propriedades químicas do solo variam de acordo com cada tipo e uso. Santos e Salcedo (2010) observaram que as propriedades químicas do solo também foram influenciadas pelo uso do solo.

De uma forma geral, os solos da sub-bacia Dois Córregos apresentaram baixa fertilidade. Santos e Salcedo (2010) também observaram baixa fertilidade para os solos da bacia hidrográfica da represa vaca brava, localizada no Município de Areia, Paraíba. Camargo *et al.* (2010) observaram que a fertilidade dos solos de uma sub-bacia localizada no Município de Alta Floresta - MT, variou entre baixa e média. Assim, constata-se que é comum encontrar solos de baixa fertilidade em bacias localizadas em regiões com clima tropical e subtropical.

De acordo com Oliveira e Yokoyama (2003), nas regiões de clima tropical e subtropical, é comum a ocorrência de solos ácidos, caracterizados por pH reduzido, baixos teores de matéria

orgânica, baixos teores de cálcio e magnésio trocáveis, baixo índice de saturação por bases, e relativamente elevados teores de alumínio trocável.

Os maiores teores de alumínio e acidez potencial (H + Al) foram observados para a área cultivada com o eucalipto (E<sub>2</sub>). De acordo com Zaia e Gama-Rodrigues (2004), solos sob povoamentos florestais (espécies de eucaliptos) apresentam acidez elevada e baixa fertilidade para a profundidade de 0,0 a 0,20 m, porém este comportamento não classifica os solos de reflorestamento como degradados, pois todo o sistema funciona com base na ciclagem de nutrientes, a reserva de nutrientes está nos resíduos vegetais que fornece gradativamente para a planta.

Observa-se baixos teores das bases, capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%), fósforo e baixo pH para todos os usos do solo. Isso devido, além da textura arenosa e dos baixos teores de matéria orgânica deste, aos processos erosivos que ocorreram nesta área. Gomide *et al.* (2011) observaram que o voçorocamento ocasionou decréscimo acentuado na fertilidade do solo, expresso principalmente pela redução do teor das bases e CTC, além de promover perdas no estoque de matéria orgânica do solo. De acordo com os mesmos, nesses ambientes, devido à remoção da vegetação e presença de pastagem degradada, há menor ciclagem de nutrientes e aumento de perdas por lixiviação.

Todos os estudos em bacias hidrográficas citados observaram baixa fertilidade dos solos nas áreas estudadas, sendo de comum consenso atribuído aos baixos teores de matéria orgânica, devendo-se, assim, melhorar estas condições de forma geral, com a manutenção da vegetação e incremento de matéria orgânica em áreas cultivadas. De acordo com Camargo *et al.* (2010), a manutenção da vegetação é fundamental para a conservação da fertilidade dos solos da área estudada por eles, uma vez que os solos são frágeis e a ciclagem de nutrientes é deficiente, sendo este um fato que ocorre na maioria das bacias hidrográficas devido à retirada da vegetação.

Em resumo, observa-se que os solos da sub-bacia Dois Córregos se encontram em processo de degradação química, merecendo bastante atenção quanto ao manejo e adubação para que se possa proporcionar um melhor desenvolvimento da vegetação e uma melhor cobertura do solo, evitando, assim, o agravamento dos processos erosivos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de degradação pode ser identificado na sub-bacia Dois Córregos pela deterioração nas propriedades químicas do solo, com baixos teores de matéria orgânica, fósforo e bases trocáveis, além dos altos teores de alumínio em todos os usos do solo.

Os solos da área em estudo são arenosos, apresentando naturalmente baixo teor de matéria orgânica e capacidade de troca de cátions.

O manejo dos solos quanto à adubação é de grande importância para a melhoria da cobertura vegetal devido à degradação química em que se encontram os solos da sub-bacia, e também porque sua textura arenosa os torna suscetíveis aos processos erosivos.

## REFERÊNCIAS

BARRETO, A. C. et al. 2006. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Caatinga**, **19**:415-425.

BAYER, C.; BERTOL, I. 1999. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase a matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, **23**:687-694.

CAMARGO, M. F. et al. 2010. Fertilidade do solo da área ciliar da sub-bacia hidrográfica Mariana, para fins de conservação ambiental. **Revista Ambiente & Água**, **5**:57-67.

CARNEIRO, M. A. C. et al. 2009. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, **33**:147-157.

CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. 2001. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, **5**:254-258.

CIOTTA, M. N. et al. 2003. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, **33**:1161-1164.

CHAER, G. M.; TÓTOLA, M. R. 2007. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, **31**:1381-1396.

COSTA, C. D. O. 2010. **Escoamento superficial e risco de erosão do solo na sub-bacia Jardim Novo Horizonte, Município de Ilha Solteira-SP**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 88p.

\_\_\_\_\_. 2013. **Perdas de solo e deposição de sedimentos em duas sub-bacias hidrográficas no entorno da usina hidrelétrica de Ilha Solteira-SP**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 151p.

FARIAS, A. F. G. et al. 2010. Influência do manejo do solo nas propriedades químicas e físicas em topossequência na bacia do rio Araguaia, Estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, **34**:517-524.

MARCELINO, K. R. A. 2002. **Reciclagem de nutrientes sob condições de pastejo**. Disponível em: <<http://www.forragicultura.com.br/arquivos/reciclagem.pdf>> Acesso em: 05 ago. 2015.

FREITAS, R. A. 2000. **Estudo da biomassa e do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantado em solo sujeito a arenização, no município de Alegrete, RS**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 60p.

GOMIDE, P. H. O.; SILVA, M. L. N.; SOARES, C. R. F. S. 2011. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, **35**:567-577.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. 1995. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FE/IS – Área de Hidráulica e Irrigação, 45p. (Série Irrigação, 01).

KEMERICH, P. D. C. et al. 2013. Propriedades químicas do solo na bacia hidrográfica do rio Vacaraí-Mirim. **Geologia USP**, **13**:3-15.

LOPES, E. L. N. et al. 2006. Características químicas de um Gleissolo sob diferentes sistemas de uso, nas margens do rio Guamá, Belém, Pará. **Ciências Naturais**, **1**:127-137.

OLIVEIRA, I. P.; YOKOYAMA, L. P. 2003. Implantação e condução do Sistema Barreirão. In: J. Kluthcouski; L. F. Stone; H. Aidar. (Eds.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p.265-302.

PAES, F. A. S. V. et al. 2013. Impacto do manejo dos resíduos da colheita, do preparo do solo e da adubação na produtividade de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, **37**:1081-1090.

RAIJ, B. V. et al. 2001. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 285p.

SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H. 2010. Relevo e fertilidade do solo em diferentes estratos da cobertura vegetal na bacia hidrográfica da represa vaca brava, Areia, PB. **Revista Árvore**, **34**:277-285.

SCHLOTZHAVER, S. D.; LITTELL, R.C. 1997. **SAS: System for elementary statistical analysis**. 2. ed. Cary: SAS Institute, 905p.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. 2007. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográfica**. 2. ed. São Carlos: Editora Rima, 158p.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. 2003. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 7:18-23.

SOUZA, M. C. M. R. et al. 2008. Avaliação dos teores de alumínio encontrados em análises de solo no município de Ibiapina, CE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE O USO MÚLTIPLO DA ÁGUA, 1, 2008, Fortaleza. p.78-82.

WENDLING, G .F. D. 2012. **Formas de alumínio em solo submetidos a diferentes manejos e rotações de culturas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 84p.

ZAIA, F. C.; GAMA-RODRIGUES, A. C. 2004. Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:842-852.

ZALAMENA, J. 2008. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do planalto, RS**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 79p.