

Fragilidade Ambiental e suas Relações com os Compartimentos Geomorfológicos da Bacia do Rio Santa Gertrudes - MG

Environmental Fragility and its Relationship with the River Basin Geomorphological Compartments Santa Gertrudes-MG

Natália Cristina Reis de Moraes¹

Eugênio Guedes de Oliveira²

Carlos Alberto Araújo Campos³

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi identificar, por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG), os compartimentos geomorfológicos da bacia do rio Santa Gertrudes em Minas Gerais e propor uma matriz de fragilidade ambiental do uso do solo com indicações de manejo. Para elaboração desta matriz foram levantadas informações locais referentes à geologia, geomorfologia, solos, vegetação, clima e uso e ocupação do solo, além da manipulação de dados, elaboração de mapas temáticos no *software ArcGis®* versão 10.1 e visita a campo. As informações obtidas indicam que há predominância de pastagens nos compartimentos, residual e medianamente dissecado, que apresentam níveis médios de fragilidade, já a cultura, de diversos grãos, encontra-se em menor proporção nesse compartimento geomorfológico. As áreas de chapadas estão, em sua maioria, ocupadas também por pastagens e em menor quantidade por vegetação nativa. Nas áreas de rupturas estruturais, que apresentam níveis altos de fragilidade, há presença de feições erosivas que podem ter sido ocasionadas pela supressão da vegetação das áreas de chapadas e pela pecuária extensiva. Observou-se, em visita a campo, que os usos, em algumas áreas, não estão de acordo com as indicações da matriz de fragilidade ambiental, o que revela a ausência de compatibilidade entre o uso atual e as limitações físicas do meio natural. Contudo, faz-se necessário a utilização de práticas de manejo sustentáveis, de forma que os recursos naturais sejam mais bem utilizados, respeitando os limites do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Fragilidade Ambiental. Compartimentos Geomorfológicos. Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT: *The aim of this study was to identify, through the geographic information System (GIS), geomorphological magazines Santa Gertrudes River basin in Minas Gerais and propose an array of environmental fragility of land use with management indications. For preparation of this array were raised local information pertaining to geology, geomorphology, soils, vegetation, climate and soil use and occupation, in addition to data handling, preparation of thematic maps in ArcGis ® software version 10.1 and visit the field. The information obtained indicate that there is a predominance of pastures in magazines, residual and averagely dissected, which show average levels of frailty, already the culture, of various grains, is to a lesser proportion in geomorphological compartment. The plateaus are mostly occupied by pastures and to a lesser extent by native vegetation. In the areas of structural breaks that present high levels of weakness, there is presence of erosional features that may have*

¹ Graduada em Geografia. Pós-Graduada em Gestão Ambiental - Diagnóstico e Adequação Ambiental - Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM. Av. Leopoldino de Oliveira, 2634, bairro Estados Unidos, Uberaba-MG. CEP 38015-000. natallia_moraes@hotmail.com

² Graduado em Direito. Pós-Graduado em Gestão Ambiental - Diagnóstico e Adequação Ambiental - Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM. Servidor público no Tribunal de Justiça de Minas Gerais. Av. João Alves do Nascimento, nº1508, Bairro Constantino, Patrocínio-MG, CEP 38.740-000. eugeniodireito@yahoo.com.br

³ Graduado em Geografia. Mestre em Geografia - Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Docente do curso de Geografia - DEGEO /Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM. Laboratório de Geomorfologia, Clima e Solos (LAGECS) - Unidade Urbano, R. Vígário Silva, 695. Bairro São Benedito, Uberaba – MG - CEP - 38022-190. carloscampos@geografia.ufm.edu.br

been caused by the removal of the vegetation of the areas of plateaus and extensive livestock farming. It was observed, in visit to field, which uses, in some areas, are not in accordance with the indications of the array of environmental fragility, which reveals the lack of compatibility between current use and the physical limitations of the natural environment. However, it is necessary the use of sustainable management practices, so that natural resources are better used, within the limits of the environment.

KEY WORDS: *Environmental Vulnerability. Geomorphic Compartments. Hydrographic Basin.*

INTRODUÇÃO

O homem desde a sua origem tem buscado na natureza recursos necessários para sua sobrevivência. “O desenvolvimento humano sustenta-se na captura e manuseio dos recursos do meio físico, onde o equilíbrio entre as potencialidades e seu uso, torna-se um assunto muito sério a ser discutido em todos os âmbitos da sociedade” (CAMPOS, 2004, p. 15).

O modelo econômico atual enxerga a natureza como uma fonte lucrativa, em que sua exploração garante o sucesso e a expansão deste modelo. Uma nova perspectiva foi lançada, o desenvolvimento sustentável como um modelo de exploração visando à preservação ambiental.

O desenvolvimento sustentável vem sendo lançado e pode se prestar como uma poderosa ferramenta capaz de articular um modelo que se aproxima do ideal. Uma concepção particular e simplória indica que, em um meio de exploração natural, é necessário conhecer o limite entre o que é possível de ser explorado e o que deve ser preservado, para evitar danos mais sérios ao meio (CAMPOS, 2004, p. 15).

São várias indagações que buscam respostas sobre como encontrar um ponto de equilíbrio entre produtividade e preservação ambiental. É de suma importância avaliar as agressões que a natureza vem sofrendo para traçar metas a serem cumpridas, logo, buscar “indicadores de sustentabilidade e o limiar de equilíbrio entre as ações da sociedade e exploração do meio natural” (CAMPOS, 2004, p.16).

Os solos do cerrado, que há alguns anos não possuíam um bom valor econômico agregado, atualmente é tomado por diversas monoculturas que ocupam vários hectares. A agricultura mecanizada é caracterizada pela ocupação de extensas áreas, o que implica reestruturação do pensamento sobre a nova ocupação antrópica imposta à paisagem. Neste sentido, cabe à ciência a compreensão integrada deste novo padrão.

Ao destruir uma paisagem de árvores de troncos retorcidos, folhas e arbustos ásperos sobre os solos ácidos, não raro laterizados [...], essa modernização lineariza e aparentemente não permite que se questione a pretensão modernista de que a forma deve seguir a função (HAESBAERT, 2002, p. 372).

Este mesmo autor, em sua obra *“Gaúchos” e Baianos no “Novo” Nordeste: entre a globalização econômica e a reinvenção das identidades territoriais*, aborda que as chapadas e os planaltos são ideais lineares, pois em uma natureza caracterizada pela planura favorece o padrão geométrico de ocupação e facilita a mecanização agrícola.

A produção agrícola e o uso de técnicas intensivas de produção acabam por desconsiderar a fragilidade do meio ambiente o que ocasiona danos como processos erosivos. A modernização do campo considerada como um progresso modifica a condição da propriedade causando a compactação do solo pelo o uso de maquinário. “A modernização da agricultura não tem sido benéfica ao meio natural, onde o uso de maquinários tem gerado a compactação dos solos, e acentuando o escoamento superficial e em consequência a erosão laminar” (BACCARO, 1991 *apud* CAMPOS, 2004, p.17).

A ocupação das áreas do cerrado sem um planejamento ou gestão contribui para o avanço dos processos erosivos e conseqüentemente o assoreamento dos vales, além de empobrecer os solos e diminuir a vazão dos mananciais. Entretanto, quando as práticas agrícolas são norteadas é possível produzir sem que extrapole os limites do ambiente.

As práticas antrópicas quando bem orientadas podem reduzir o impacto no ambiente, já que impedi-lo é impossível, e buscar conhecer as fragilidades desses locais é, antes de tudo, buscar associar desenvolvimento com crescimento econômico e respeito aos limites do ambiente (SILVA, 2006, p.15).

Partindo deste pressuposto, o uso correto do solo e técnicas mais adequadas ao manejo permite a preservação do meio natural e dos recursos hídricos em uma propriedade produtiva, além de reduzir o custo financeiro no que diz respeito à recuperação de áreas degradadas, como também amenizar a perda de nutrientes dos solos e o surgimento de processos erosivos.

A bacia hidrográfica representa uma unidade importante no que tange ao planejamento e gestão e a compreensão de seu funcionamento pode auxiliar na busca pelo equilíbrio entre a utilização de recursos naturais e gestão ambiental.

As bacias hidrográficas integram os elementos naturais e sociais e por isso é considerada uma unidade ideal de planejamento dos recursos hídricos. Nesse contexto, o planejamento ambiental em bacias hidrográficas atua no sentido de minimizar os impactos negativos das ações antrópicas, estabelecendo relações entre as atividades da sociedade e o meio ambiente, mantendo a integridade desses elementos (OLIVEIRA, 2009, p.20)

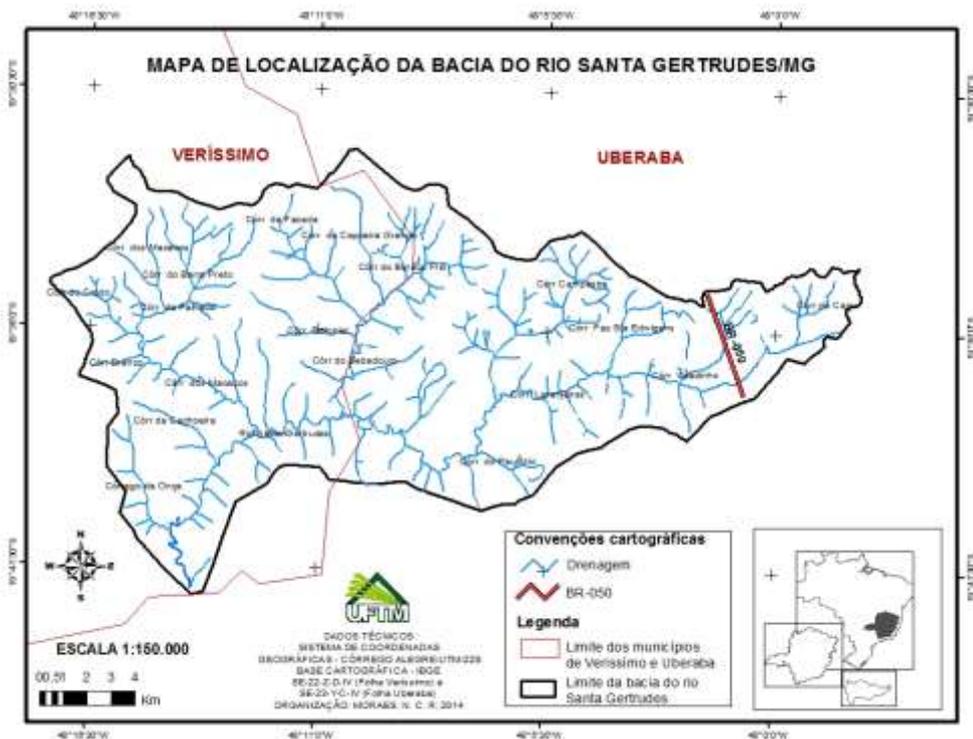
Em uma bacia hidrográfica, tanto as formas de relevo quanto as drenagens, solos, vegetação e geologia são elementos complementares que unidos influenciam no

comportamento hidrológico, sendo estes dados importantes no que tange ao diagnóstico e avaliação da degradação ambiental.

Tendo em vista que a bacia hidrográfica é uma unidade de planejamento, logo a realização do diagnóstico ambiental faz-se necessário, pois este consiste na avaliação dos recursos naturais existentes e dos impactos ocasionados pelas ações antrópicas no meio ambiente.

A área de estudo desta pesquisa é bacia do rio Santa Gertrudes. Esta bacia possui sua área de drenagem localizada nos municípios de Uberaba e Veríssimo, ambas localizadas à Oeste do Triângulo Mineiro. Esta área está delimitada pelos paralelos 19°33'33" S; 19°42'13" S e meridianos 47°57'15" W; 48°17'36" W (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da bacia do rio Santa Gertrudes – MG



Fonte: o próprio autor

Estudos realizados por Cruz (2003) apontam que entre 1964 e 1998 os municípios de Uberaba e Veríssimo tiveram sua maior perda de vegetação nativa devido à ocupação por pastagens.

A bacia do rio Santa Gertrudes, que abrange ambos os municípios, é tributária direta do rio Uberaba e vem apresentando uma forte ocupação pela agricultura, sendo o uso do solo representado pelas grandes lavouras comerciais (cana de açúcar, soja e milho) e

também pela pecuária extensiva. Essa forte ocupação pode estar ultrapassando os limites que o ambiente suporta. Quando há extravasamento da estabilidade do meio ambiente as respostas tendem a aparecer em formas de processos erosivos, pois a natureza procura um novo limiar de equilíbrio.

Portanto, o objetivo deste trabalho é identificar, por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG) *ArcGIS®* 10.1, os compartimentos geomorfológicos da bacia do rio Santa Gertrudes e propor uma matriz de fragilidade ambiental do uso do solo com indicações de manejo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento metodológico utilizado para identificação dos compartimentos geomorfológicos fundamentou-se na proposta de Ab' Saber (1969) por meio da obra "Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário". Em função do tempo de desenvolvimento da pesquisa e também da escala de trabalho, utilizou-se apenas o primeiro nível de abordagem da pesquisa que trata da Compartimentação Topográfica.

Para a determinação dos Compartimentos Geomorfológicos, tendo como proposta a criação de uma matriz de fragilidade ambiental, o presente trabalho utilizou cartas topográficas e analisou os mapas temáticos de (geologia, compartimentação geomorfológica, solos e uso dos solos). Pautou-se também em estudos realizados por Campos (2004 e 2005), Silva (2006), Ross (1990, 1994 e 2006).

Os mapeamentos foram realizados a partir das cartas topográficas SE-22-Z-D-VI de 1970 (Folha Veríssimo) e SE-23-Y-C-IV de 1972 (Folha Uberaba) editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ambas na escala 1:100.000, fornecidas pelo Laboratório CARTOGEO do Curso de Geografia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, alguns em formatos digitais.

Para a elaboração do mapa temático de uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens do satélite *Landsat 7 - ETM*, bandas 4, 5 e 6, sendo a banda 4 utilizada para melhor visualização do solo, e as bandas 5 e 6 por possuírem faixas do espectro eletromagnético que permitem melhor visualização da vegetação. As imagens são de março de 2003 e foram disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Com o apoio do software *ArcGIS®*, versão 10.1, gerou-se o mapa de uso e ocupação do solo. Para isso foi trabalhado as imagens de satélites em um panorama geral. Foram realizados dois passos principais. Primeiramente foram processadas as imagens por conversão radiométrica utilizando a ferramenta *Rescale*. Essa conversão permite a

transformação da imagem de 16 bits para 8 bits ofertando uma melhor qualidade da imagem. Foram utilizadas as seguintes ferramentas: *Arc ToolBox> Data Management Tools> Raster> Raster Dataset> Copy Raster*.

Em um segundo momento foi realizado a composição colorida da imagem utilizando as seguintes ferramentas: *Arc ToolBox> Data Management Tools> Raster> Raster Processing> Composite Bands*.

O mapa da compartimentação geomorfológica foi feito a partir das imagens do *Google Earth*, agosto de 2011, pois esta imagem oferecia melhor resolução para delimitar os compartimentos topográficos. Contou-se com o apoio das cartas topográficas o que auxiliou na identificação dos compartimentos com base nas curvas de nível.

Foram gerados polígonos no *Google Earth*, salvos no formato *KML* e transformados em *shapefile* no *ArcGIS®* pela ferramenta *Arc Toolbox> Conversion Tools> From KML> KML to Layer*. Após o georreferenciamento foi possível elaborar o mapa da compartimentação geomorfológica.

A importância do SIG e da cartografia digital está relacionada à possibilidade de trabalhar com dados espaciais e também com a interpretação e interpolação dos diferentes mapas.

Foi realizado trabalho de campo no mês de fevereiro de 2014. A área estudada foi fotografada e realizadas observações sobre as formas do relevo e da paisagem e uso de ocupação do solo na bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para realizar um estudo ambiental em determinada área faz-se necessário conhecer a realidade do local, bem como seus aspectos físicos principalmente no que tange ao clima, vegetação, geologia, solos, relevo, entre outros aspectos.

Além do solo, o clima é um dos fatores que mais influencia a vegetação. De acordo com a classificação de Köppen e segundo Abdala (2012), os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) gerados na estação climatológica de Uberaba classifica o clima da região como Aw - Tropical Quente Úmido, com inverno frio e seco, sendo o domínio climático conceituado como semiúmido, possui de 4 a 5 meses seco. As chuvas são concentradas na primavera/verão e no outono/inverno ocorre a estação seca.

Inserida no Domínio Natural dos Cerrados, a bacia do rio Santa Gertrudes possui diversos tipos fitofisionômicos, com matas estacionais denudacionais conhecida localmente como mata seca, mata de encosta e galeria.

Essa bacia possui vegetação antropizada com poucos fragmentos de vegetação original, ou seja, cerrado típico, com mata ciliar conservada ao longo do curso do rio e em alguns pontos nas cabeceiras, conforme evidenciado em visita a campo e imagens de satélite.

Os rios nascem nas encostas e estão protegidos pela vegetação ciliar. Os fundos de vales são recobertos por solos hidromórficos, “saturados a maior parte do ano devido ao afloramento do lençol freático onde predominam os buritis (*Mauritia flexuosa*).” (SILVA, 2009).

Nessas áreas alagadas e pantanosas os buritis começam a dar espaço para o desenvolvimento de uma nova vegetação que é a mata ciliar, que irá proteger a pequena drenagem que surge. Esse conjunto de vegetação em áreas úmidas é conhecido como veredas sendo muito representativa nas áreas do cerrado.

Geologicamente, a bacia do rio Santa Gertrudes, inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, apresenta estratigraficamente rochas do Grupo São Bento (basaltos da Formação Serra Geral), sobrepostas pelos arenitos e conglomerados do Grupo Bauru (arenitos de Formação Uberaba e Formação Marília) com boa parte da área coberta com sedimentos Cenozóicos (sedimentos aluviais recentes), conforme Figura 2. (VALLE JUNIOR, 2008).

Os Latossolos, em sua maioria, estão localizados em áreas de relevo plano a suavemente ondulado. São considerados bons para o plantio em decorrência de sua adequada consistência. Os Latossolos são solos profundos com avançado estágio de intemperismo, possui poucos nutrientes, porém não os impede de serem solos bastante produtivos quando bem manejados (OLIVEIRA, 2005 *apud* VALLE JUNIOR, 2008).

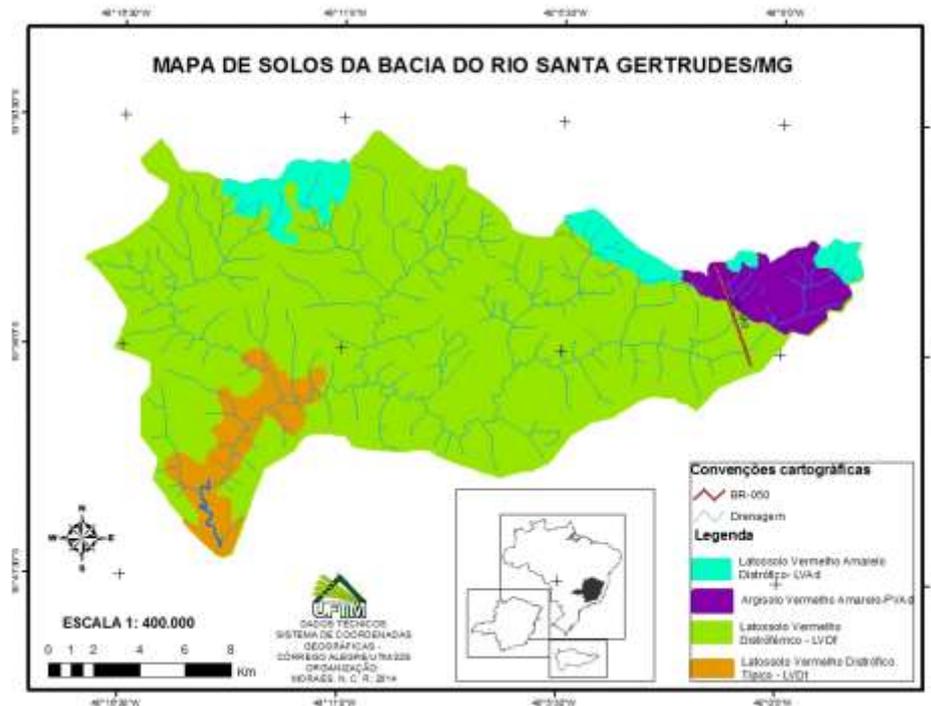
Figura 2. Esboço geológico da bacia do rio Santa Gertrudes - MG

Fonte: Modificado de Valle Junior, 2008

A bacia do rio Santa Gertrudes apresenta, na maior parte do compartimento, relevo medianamente dissecado, com predominância de Latossolos Vermelho Distroférico (LVDf) e os Latossolos Vermelho Distrófico Típico (LVDt), sendo este último presente em áreas com exposição dos basaltos, conforme Figura 3.

O Latossolo Vermelho Distrófico Típico (LVDt) está relacionado aos vales mais entalhados onde há o afloramento do basalto. Esses vales possuem vertentes com maior declividade entre 30° e 40° (VALLE JUNIOR, 2008).

Figura 3. Mapa de solos da bacia do rio Santa Gertrudes - MG



Fonte: Modificado de Valle Junior, 2008

A bacia do rio Santa Gertrudes apresenta relevo plano à levemente ondulado, o que facilitou a expansão da agricultura, sendo a cana de açúcar e soja os principais usos, além da ocupação de extensas áreas por pastagens conforme Figura 4.

Figura 4. Mapa de uso do solo da bacia do rio Santa Gertrudes - MG em 2014



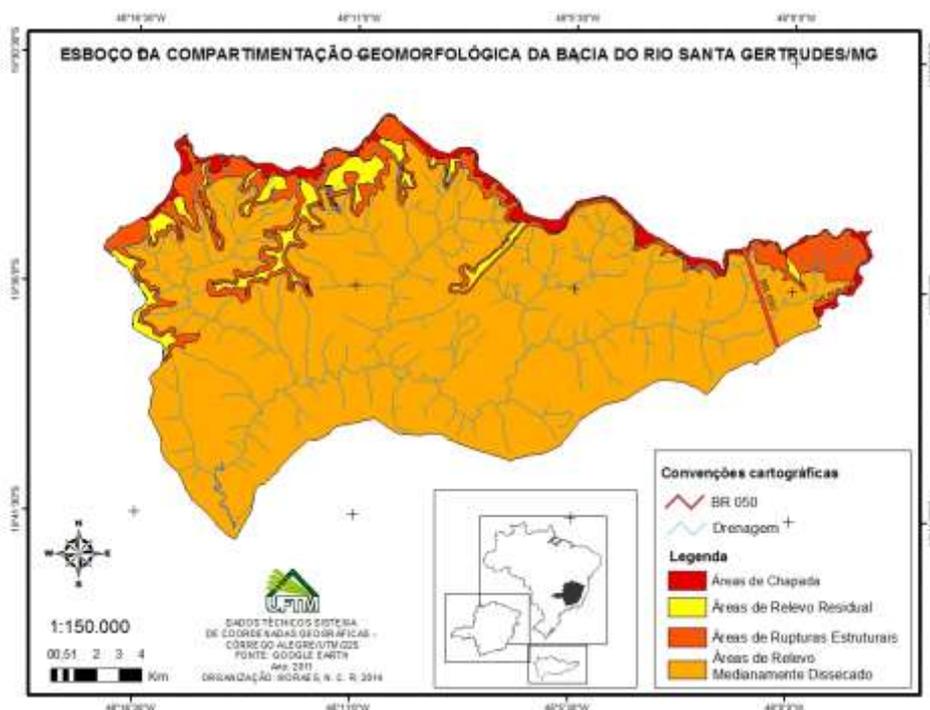
Fonte: o próprio autor

A condição topográfica plana à levemente ondulada facilita a utilização de maquinários pesados como tratores e grandes colheitadeiras. Segundo Silva (2006, p. 21) em “terrenos com declividade mais suave, a utilização de máquinas na agricultura é intensiva o que favorece a compactação da superfície do solo, selando – o e facilitando o surgimento do escoamento superficial”.

Para Costa (2009) além do escoamento superficial a utilização de maquinário pesado pode interferir nas taxas de infiltração e armazenamento de águas das chuvas nas zonas saturadas subsuperficiais (freática) e profundas.

Considerando os aspectos morfoesculturais e seus níveis de dissecação, foram identificados na bacia do rio Santa Gertrudes quatro Compartimentos Geomorfológicos sendo: Áreas de Chapada com topos planos amplos e largos, Áreas de Relevo Residual, Áreas de Rupturas Estruturais com depósito de colúvio e Áreas de Relevo Medianamente Dissecado. A Figura 5 representa o esboço da compartimentação geomorfológica da bacia do rio Santa Gertrudes.

Figura 5. Esboço geomorfológico da bacia do rio Santa Gertrudes - MG



Fonte: o próprio autor

Áreas de Chapadas

Baccaro (2001) e Feltran Filho (1997) definem as chapadas como compartimento de relevo mais elevado do Triângulo Mineiro, com altitudes entre 950 a 1050m, a paisagem é caracterizada por relevo suave e ondulado, com topos planos, vertentes longas e convexizadas.

A origem das chapadas está relacionada aos períodos de clima árido responsável pela horizontalização e produção de sedimentos mais grosseiros. É o que afirma Casseti (2005), pautado nos princípios de Ab' Saber, quando ressalta que uma superfície plana em níveis altimétricos mais elevados geralmente está relacionada às formas mais antigas, ou seja, residuais, tendo como fator denudacional o clima semiárido.

Essa unidade é mantida pelos arenitos da Formação Marília, recoberta pelos sedimentos inconsolidados do Cenozóico. De acordo com Feltran Filho (1997) são sedimentos jovens que recobriram grande parte do Triângulo Mineiro, foram mapeados como deposições que ocorreram no Terciário ou Quaternário. Refere-se à uma cobertura detrítico-laterítica que, atualmente, possui poucos estudos.

A formação Marília é subdividida, de acordo com Ribeiro (2001), nos membros Ponte Alta (inferior) e Serra da Galga (superior). O membro Ponte alta é caracterizado pelos arenitos calcíferos e calcários lenticulares, já o membro Serra da Galga é representado pelos arenitos e por um “nível conglomerático calcífero resistente [...], mantidos pelo cimento carbonático.” (BACCARO, 2001, p. 122).

“Nos topos dos chapadões a Formação Marília apresenta-se, predominantemente, nas cores róseas e esbranquiçadas [conforme Figura 14] com fácies argilosa ou siltosa, intercaladas por conglomerados ferruginosos e lente de calcário.” (NISHIYAMA, 1989 *apud* SOARES, 2008, p.29).

A Formação Marília apresenta formas denudacionais tabulares e amplas. A densidade da drenagem é baixa, com interflúvios entre 750m (média) a 3.750m (muito grande) e a declividade é inferior a 10% (BACCARO, 2001).

Os vales são rasos e amplos, próximos aos canais fluviais e em áreas deprimidas ocorrem os solos hidromórficos caracterizado pelas veredas.

Figura 6. Serra da Galga, BR-050/MG

Fonte: o próprio autor

Os solos nas áreas elevadas são caracterizados por Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (LVAd), com presença de floresta tropical subcaducifólia. A vegetação divide espaço com as pastagens e algumas culturas nos topos. (BACCARO, 1991).

Os processos geomorfológicos são os principais responsáveis pela remoção dos detritos finos, principalmente pelo escoamento pluvial difuso e laminar.

Nas áreas de topos planos a vegetação encontra-se antropizada. O uso pela agricultura altamente mecanizada e pela pecuária extensiva que recobre as extensas chapadas gera uma nova configuração para a paisagem.

O pisoteamento do gado, nas áreas de topo, pode ocasionar processos erosivos, como por exemplo, ravinas e sulcos, propiciando o transporte de solo para o leito na nascente nos períodos chuvosos.

Além dos processos erosivos ocasionados pelos pisoteamento do gado, há de se considerar outros processos relacionados à compactação do solo pelo uso de maquinário pesado, sendo que este pode selar a superfície do solo, provocando o escoamento superficial por erosão laminar, além de interferir na recarga dos aquíferos.

Áreas de Relevo Residual

A bacia do rio Santa Gertrudes apresenta áreas de relevo residual, que localmente são conhecidas por "Serras". Essas áreas residuais são caracterizadas por formações litológicas do Grupo Bauru, principalmente arenitos da Formação Marília.

A Formação Marília possui em sua superfície sedimentos inconsolidados do Cenozóico. Por ser uma cobertura "jovem" é difícil realizar sua caracterização no que tange a sua gênese.

Segundo Baccaro (2001, p. 122) essa unidade apresenta, no topo dos residuais, "caráter denudacional tabular plano" sendo delimitado por bordas escarpadas. Os desníveis topográficos podem alcançar 150m e a declividade até 45° nas bordas.

Apresenta amplos anfiteatros dissecados e as vertentes são convexas, representadas principalmente, nas cabeceiras dos rios. O entalhamento dos vales dos anfiteatros próximos às escarpas erosivas varia de 20m a 80m, sendo as dimensões interfluviais de média a pequena, variando de 250 até 1750m. (BACCARO, 2001, p. 122).

Nesta área, encontra-se predominantemente, os Latossolos Vermelho Amarelo que são solos originados dos arenitos da Formação Marília e são ocupados, principalmente, por pastagens.

A vegetação é representada pelo cerradão tropical subcaducifólio e ou pela floresta tropical subcaducifólia. A vegetação natural divide espaço com as pastagens e algumas culturas cíclicas nas áreas de topo. (BACCARO, 2001).

Os processos erosivos como ravinamentos, movimentos de massa, escoamento pluvial, propiciam o transporte dos sedimentos finos para o leito dos rios.

Áreas de Rupturas Estruturais

As Rupturas Estruturais são caracterizadas por áreas escarpadas com depósito de colúvio, ou seja, são as bordas das unidades de relevo residual e dos chapadões. Essas áreas, com acentuado declive, são caracterizadas por formações litológicas do Grupo Bauru, principalmente arenitos da Formação Marília sobreposta pelos sedimentos inconsolidados do Cenozóico. Essas bordas escarpadas apresentam desníveis topográficos podem alcançar 150m e a declividade até 45° nas bordas da bacia. (BACCARO, 2001).

Nesta área, encontra-se predominantemente, os Argissolos Vermelho Amarelo (PVAd) que são solos originados dos arenitos da Formação Marília. A litologia desta unidade e seus níveis limoníticos retardam a ação erosiva da borda escarpada pelas águas pluviais. (SOARES, 2008).

A vegetação é representada floresta tropical subcaducifólia, e por ser uma área com maior declividade, há presença de algumas feições erosivas, principalmente, nas cabeceiras dos rios. O escorregamento de massa, em áreas íngremes, está relacionado ao escoamento pluvial tanto laminar quanto difuso principalmente nas bordas escarpadas com declividades acentuadas.

Essas feições podem estar relacionadas ao último material depositado. São solos originados de rochas da Formação Marília que segundo Coutinho (2000 *apud* Silva, 2009) são profundos, porosos, permeáveis, bem drenados e lixiviados e por isso pobre em nutrientes. Possui textura predominantemente arenosa, arenoargilosa, argilo-arenosos e em alguns locais argilosos e sua capacidade de retenção de água é relativamente baixa. Os solos, por serem arenosos e porosos, em períodos chuvosos as partículas finas são carregadas para os canais fluviais com maior facilidade devido à sua granulometria.

Supõe-se que essas feições erosivas destas áreas estejam relacionadas à retirada abrupta da vegetação natural para abertura da estrada o que pode ter ocasionado o desequilíbrio do sistema.

Áreas de Relevo Medianamente Dissecado

Esta unidade é representada pelos arenitos da Formação Uberaba e corresponde ao setor com topos aplainados entre 700 a 900 metros. Apresentam vertentes ora suaves ora convexas e em alguns pontos, vertentes retilíneas. Possui canais de drenagem bem entalhados, sendo o nível de base o basalto da Formação Serra Geral. (BACCARO, 1994).

Foram evidenciados na visita a campo alguns depósitos pedregosos, conforme Figura 7. São materiais mal selecionados, uma espécie de seixos rolados conhecidas como linhas de pedras ou *stone lines*.

[...] descreve as *stone-lines* como depósitos de vertentes associados à morfogênese mecânica, constituindo sempre “o saldo detrítico mais grosso e pesado que estava em trânsito para os talvegues, e que foram interrompidos em sua marcha, vertente abaixo, pelo retorno das condições climáticas morfogenéticas ou pedológicas relacionadas a uma morfogênese química e biogênica. (AB' SABER, 1968 *apud* CASSETI, 2005, p. 21).

Figura 7. Stone lines na vertente do rio Santa Gertrudes - MG



Fonte: o próprio autor

São materiais de espessuras variadas na vertente do rio Santa Gertrudes. Segundo Ab'Saber (1979) as linhas de pedras estão relacionados a antigos chão pedregosos revelando transporte por gravidade. Segundo este mesmo autor, esse material foi cedido por áreas próximas e transportado por enxurradas. A paisagem que comportava esse chão pedregoso possivelmente era influenciada por intemperismo físico. O fato dos cascalhos estarem arredondados pode estar relacionado ao transporte que foi desgastando as arestas caracterizando formas arredondas.

Na bacia do rio Santa Gertrudes, as pastagens próximas à foz do rio Santa Gertrudes estão bem conservadas, possuem gramíneas bem tratadas. Há presença da mata galeria em quase todo o trecho do rio, respeitando as Áreas de Proteção Permanente (APP).

De acordo com o atual Código Florestal, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa em seu Art. 3º, inciso II, entende por Área de Preservação Permanente como:

(...) área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Entretanto, na bacia do rio Santa Gertrudes as áreas de APPs não são cercadas, o que não impede o surgimento de ravinas provocadas pelo pisoteio do gado. Além das ravinas, foram evidenciados sulcos nas estradas ocasionadas pelas enxurradas. Os sulcos foram formados pelo escoamento concentrado das águas pluviais e podem evoluir em alguns trechos da bacia para ravinas, até atingir processos erosivos mais intensos como os voçorocamentos.

Nesta perspectiva, a partir das informações obtidas ao longo da pesquisa e com base em estudos realizados por Valle Junior (2008), Baccaro (1994), Oliveira et al. (2012) e Amaral et al. (2004) foi elaborada de uma matriz de fragilidade ambiental da bacia do rio Santa Gertrudes. O Quadro 1, estabelece a litologia, o uso atual, o nível de fragilidade, sendo: 1 (baixo), 2 (médio) e 3 (alto), além dos possíveis impactos que podem ocorrer em cada unidade geomorfológica. A matriz de fragilidade ambiental apresenta as indicações de manejo para cada compartimento geomorfológico de forma a contribuir para amenizar os impactos pelas ações antrópicas bem como auxiliar para o melhor aproveitamento do solo das propriedades por seus usuários.

Quadro 1: Matriz de fragilidade ambiental da bacia do rio Santa Gertrudes - MG

COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS	GEOLOGIA	USO ATUAL	NÍVEL DE FRAGILIDADE	POSSÍVEIS IMPACTOS	INDICAÇÃO
Áreas de Chapada	Arenitos da Formação Marília (membros Ponte Alta e Serra da Galga) e sedimentos Cenozóicos	Cultura e Pastagem	1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compactação do solo; ➤ Retirada da vegetação nativa; ➤ Exposição do solo; ➤ Interferência na recarga do aquífero; ➤ Escoamento superficial; ➤ Desequilíbrio do solo, fauna e flora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Culturas anuais e permanentes; • Manutenção da cobertura vegetal nativa; • Revegetação e recuperação da mata ciliar e de galerias; • Realizar subsolagem; • Criar bolsões para drenagem da água em áreas planas; • Pastoreio rotacional. • Distribuição de animais, por unidade de área; • Tratar das pastagens de acordo com o tipo de exploração pecuária.
Áreas de Relevo Residual	Arenitos da Formação Marília e sedimentos Cenozóicos	Cultura e Pastagem	2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compactação do solo; ➤ Retirada da vegetação nativa; ➤ Exposição do solo; ➤ Interferência na recarga do aquífero; ➤ Escoamento superficial; ➤ Desequilíbrio do solo, fauna e flora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Culturas anuais e permanentes; • Manutenção da cobertura vegetal nativa; • Revegetação e recuperação da mata ciliar e de galerias; • Realizar subsolagem; • Criar bolsões para drenagem da água em áreas planas; • Pastoreio rotacional. • Distribuição de animais, por unidade de área; • Tratar das pastagens de acordo com o tipo de exploração pecuária.
Áreas de Rupturas Estruturais	Arenitos da Formação Marília e sedimentos Cenozóicos	3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Declividade acentuada; ➤ Retirada da vegetação natural; ➤ Exposição do solo; ➤ Perda do solo devido aos processos erosivos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Não indicada para usos; • Manter mata nativa.
Áreas de Relevo Medianamente Dissecado	Arenitos da Formação Uberaba e Basaltos da Formação Serra Geral	Cultura e Pastagem	2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Retirada da vegetação nativa; ➤ Uso de pastagem e agricultura com poucas técnicas de conservação; ➤ Compactação do solo, ➤ Escoamento superficial; ➤ Interferência na recarga do aquífero; ➤ Assoreamento dos vales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Culturas anuais e permanentes; • Plantio direto sem deixar o solo exposto; • Uso de curvas de nível; • Usar cobertura morta para manter a umidade do solo; • Realizar adubação, subsolagem, rotação de culturas; • Pastoreio rotacional; • Distribuição de animais, por unidade de área; • Tratar das pastagens de acordo com o tipo de exploração pecuária.

Fonte: Modificado de Baccaro, 1994

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento e as ações antrópicas devem considerar tanto ciclo hidrológico quanto as limitações físicas do ambiente.

Neste sentido, observou-se na bacia do rio Santa Gertrudes, que os usos, em algumas áreas, não estão de acordo com as indicações da matriz de fragilidade ambiental, o que revela a ausência de compatibilidade entre o uso atual e as limitações físicas do meio natural.

As áreas de chapadas estão, em sua maioria, ocupadas por pastagens e em menor quantidade por vegetação nativa. Ressalta-se que as chapadas têm papel fundamental no que tange ao ciclo hidrológico, é de suma importância realizar o uso adequado dessas áreas, tendo em vista que por serem áreas planas armazenam muita água pluvial e se tornam distribuidoras hídricas dos cursos de água que nascem em suas bordas. Devido à sua planura, algumas medidas já foram adotadas como, por exemplo, a criação de bolsões para a drenagem e armazenamento de água de forma a evitar a erosão laminar e facilitar o trânsito nas estradas em períodos chuvosos.

Nas chapadas, a ocupação inadequada pode influenciar, em longo prazo, na recarga dos aquíferos locais e regionais o que pode diminuir a disponibilidade de água tanto para a população quanto para os produtores refletindo até mesmo na economia local que tem por base da economia a pecuária e a produção de grãos.

Em relação às áreas de rupturas estruturais, que apresentam níveis altos de fragilidade, há presença de feições erosivas localizadas nas bordas ao Norte e Leste da bacia, principalmente nas cabeceiras e podem ter sido ocasionadas pela supressão da vegetação das áreas de chapadas e pela pecuária extensiva. Neste aspecto é recomendável manter a vegetação nativa, pois ela evita o impacto das gotas de chuvas, dispersão da água e diminuição da velocidade de escoamento superficial devido ao atrito com a vegetação.

As informações obtidas também indicam que há predominância de pastagens nos compartimentos, residual e medianamente dissecado, que apresentam níveis médios de fragilidade, já a cultura, de diversos grãos, encontra-se em menor proporção nesse compartimento geomorfológico.

Neste compartimento, verificou-se que algumas pastagens e culturas estão de acordo com as indicações do Quadro 1, respeitando o grau de inclinação do relevo e

cultivando em curvas de nível. Nessas áreas, além das curvas de nível faz-se necessário a realização de pastoreio rotacional, de forma a melhor distribuir os animais por unidade de área, além de realizar melhor manejo das pastagens de acordo com o tipo de exploração da pecuária.

Acredita-se que desta forma seja possível gerenciar pastoreio do gado e produzir diversas culturas, dependendo de suas características, em uma propriedade sem que extrapole a capacidade física do solo e interfiram nos recursos hídricos, na fauna e flora.

Contudo, faz-se necessário a utilização de práticas de manejo sustentáveis, de forma que os recursos naturais sejam mais bem utilizados, respeitando os limites do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AB' SABER, Aziz Nacib. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia 18**, São Paulo, 1969.

_____. Limitações dos informes paleogeográficos das linhas de pedras no Brasil. **Inter-Facies**, São José do Rio Preto, SP. V.1 n. 1, p.1-27, 1979.

ABDALA, V. L. **Diagnóstico hídrico do rio Uberaba-MG como subsídio para a gestão das áreas de conflito ambiental.**, 2012, 64 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2012.

AMARAL, Fernando César Saraiva do. et al. Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 95 p. n. 63. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.**

BACCARO, C. A. D. Unidades Geomorfológicas do Triângulo Mineiro: estudo preliminar. **Revista Sociedade & Natureza.** Uberlândia, n. 5 e 6, p. 37-42, dez., 1991.

BACCARO, C. A. D. As unidades geomorfológicas e a erosão nos chapadões do município de Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza.** Uberlândia, n. 11 e 12, p.19-34, jan/dez, 1994.

BACCARO, C. A. D; et al. Mapa Geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutura-escultural. **Revista Sociedade & Natureza.** Uberlândia, n. 25. p 115-127, jan/dez, 2001.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 de maio de 2012. Disponível em:<<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/1032082/lei-12651-12>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2014.

BRASIL, IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em:<http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15/12/2013.

BRASIL, IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** CARTOGEO/Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Cartas Topográficas (Folha Veríssimo Uberaba - Escala 1: 100.000). 1970 e 1972.

CAMPOS, C. A. A. Manejo de microbacia hidrográfica em áreas urbanas: estudo de caso da microbacia do córrego Lagoinha em Uberlândia-MG. In: XI - Simpósio Nacional de Geografia

Física, 2005, São Paulo. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2005.

CAMPOS, C. A. A. **O uso de estações experimentais para avaliação da erosão laminar em área agrícola, em condições de vertente e fundo de vale – Córrego Pantaninho – Romaria – MG**. 2004. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [S.l.] [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acessado em: 12 de agosto de 2013.

COSTA, Felipe Provenzale Mariano. **Utilização de sistemas de informação geográfica na identificação de áreas vulneráveis à contaminação do lençol freático: o caso da bacia do alto e médio curso do rio Uberabinha – MG**. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado em Análise e Planejamento Sócio-Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Uberlândia, 2008.

CRUZ, L. B. S. **Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio Uberaba - MG**. 2003. 182 f. Tese (Doutorado em Água e Solo) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS® 10.1**.

FELTRAN FILHO, A. **A estruturação das paisagens nas chapadas do oeste mineiro**. Tese (Doutorado em Geografia Física). FFCLH-USP. São Paulo, 1997.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: outubro de 2013.

HAESBAERT, Rogério. Gaúchos e baiano no “novo” nordeste: entre Globalização econômica e a reinvenção das identidades territoriais. In: CASTRO, Iná Elias et al. **Brasil – questões atuais da reorganização do território**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997, p.367-415.

INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Catálogo de Imagens *Landsat 7*. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>; acesso em: outubro de 2013.

OLIVEIRA, C. V. de; et al. **Levantamento de solos**. CAED-UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012. 64. p.

OLIVEIRA, P. C. A. de. **Cenários ambientais e diagnose da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia-MG**. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

RIBEIRO, D. T. P. Diagênese das rochas do membro Serra da Galga, Formação Marília, Grupo Bauru (Cretáceo Da Bacia Do Paraná), na região de Uberaba, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, Volume 31, 200, p.7-12, março de 2001.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p.63-75, 1994.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil, subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

SILVA, J. B. **Avaliação da perda de solo por fluxo superficial utilizando parcelas experimentais: estudo de caso na bacia hidrográfica do Córrego do Glória em Uberlândia – MG**. 2006.147 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

SILVA, Mirna Karla Amorim. **Análise geoambiental das bacias hidrográficas federais do cerrado mineiro**. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) -

Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Uberlândia, 2009.

SOARES, A. M. **A dinâmica hidrológica na Bacia do Alto Uberabinha, Minas Gerais.** Tese (Doutorado em Geografia). Uberlândia, 2008. Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia.

VALLE JUNIOR, R. F. do. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba.** 2008. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

Recebido em 27/04/2014

Aceito em 15/06/2015