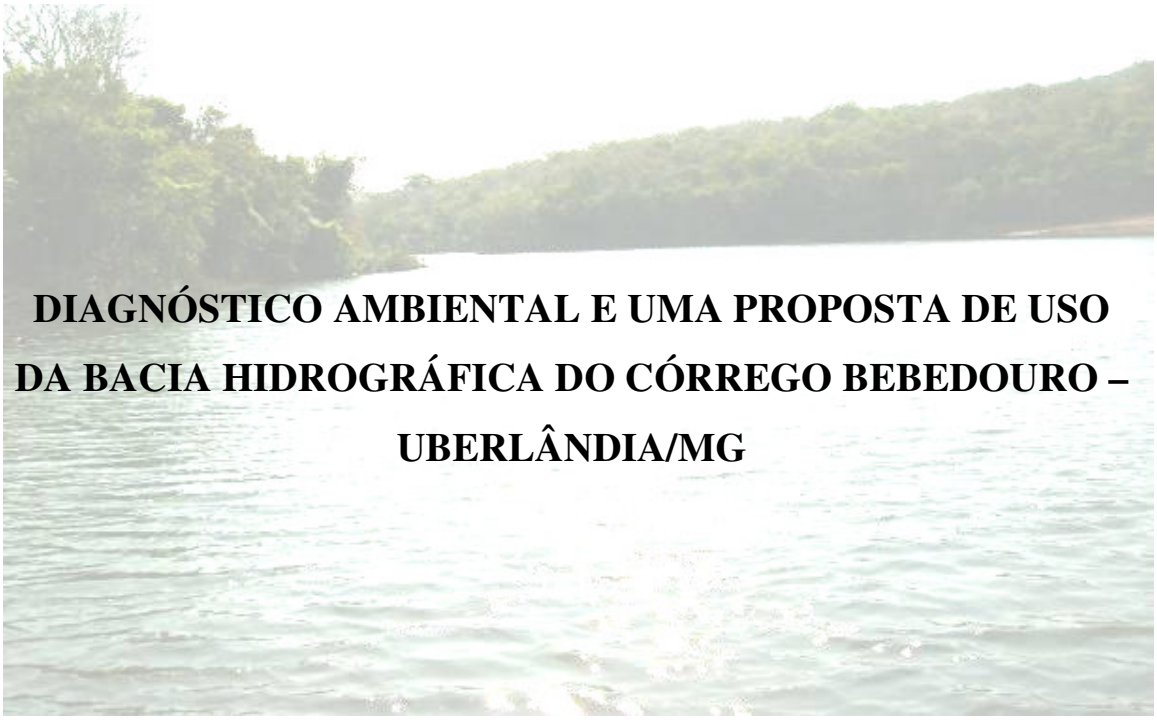
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO



DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E UMA PROPOSTA DE USO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BEBEDOURO – UBERLÂNDIA/MG

CARLA RODRIGUES SANTOS

Uberlândia/MG
2008

CARLA RODRIGUES SANTOS

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E UMA PROPOSTA DE USO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BEBEDOURO – UBERLÂNDIA/MG

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de Concentração: Geografia e Gestão do Território

Orientador: Prof. Dr. Roberto Rosa

Uberlândia/MG
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237d Santos, Carla Rodrigues, 1979-
Diagnóstico ambiental e uma proposta de uso da bacia hidrográfica do córrego Bebedouro – Uberlândia/ MG / Carla Rodrigues Santos. - 2008.
117 f . : il.

Orientador : Roberto Rosa.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Inclui bibliografia.

1.Sistemas de informação geográfica - Teses. 2. Bacias hidrográficas - Uberlândia (MG) - Teses. I. Rosa, Roberto. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 911:681.3

Elaborado pelo Sistema de Bibliotecas da UFU / Setor de Catalogação e Classificação
mg- 06/08

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

CARLA RODRIGUES SANTOS

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E UMA PROPOSTA DE USO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BEBEDOURO – UBERLÂNDIA/MG

_____

Prof. Dr. Roberto Rosa - UFU

_____

Prof. Dr. Adriano Rodrigues dos Santos - UFU

_____

Prof. Dr. Wallace Oliveira - UFMS

Data: 18 de março de 2008

Resultado: _____

Dedico este trabalho aos meus pais Sebastião e Maria Lizete, pelo dom da vida. Aos meus irmãos, Eder e Alessandra, pela amizade e confiança, e ao meu noivo Baltazar, pelo incentivo e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Roberto Rosa pela orientação e incentivo durante a minha trajetória acadêmica. A ele, minha amizade e reconhecimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de Mestrado, durante um ano e seis meses, e ao Programa de Pós – Graduação do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (PPGEO).

Aos Professores Jorge Luis Silva Brito, Washington Luiz Assunção e Vera Lúcia Salazar Pessoa, que dispuseram do seu tempo para ensinar.

Ao Prof. Dr. Adriano Rodrigues, por aceitar participar da banca e pelo apoio no trabalho de campo.

Ao Prof. Dr. Wallace Oliveira, por aceitar a participar da banca examinadora.

Ao técnico Malaquias José de Souza, pela contribuição na análise granulométrica do solo, à técnica Eleuza Fátima de Lima, pelo fornecimento de materiais cartográficos, e às secretárias Cynara e Dilsa, por tantas informações, durante o período acadêmico.

Ao Prof. Dr. Silvio Carlos, por permitir a utilização do Laboratório de Geomorfologia e Erosão de Solos.

Às minhas amigas: Beatriz, Mirna Karla, Cristiane, Jussara, Tatiana e Aline, por me darem força nesta longa trajetória, incentivando e acreditando no meu potencial.

Aos professores e técnicos da Agrotécnica Federal de Uberlândia, que me acolheram e cederam as informações necessárias para o andamento da pesquisa.

Aos proprietários que se ausentaram das suas atividades para responder aos formulários.

À Engevale Projetos e Avaliações, pela boa vontade no fornecimento de matérias.

Aos colegas de serviço da Engevale – Estreito, pela paciência e colaboração.

À Prof ª Tânia, pela correção do texto.

À Ana Luiza, pela correção do abstract.

Em especial agradeço aos meus pais, aos meus irmãos e ao meu noivo, pela paciência e tolerância diante de momentos difíceis nesta caminhada, pois tenho a consciência de que, para me dedicar aos estudos, estive ausente e faltei com atenção e compreensão a eles.

Deus, por estar presente na minha vida, guiando-me pelos momentos tristes e alegres.

Enfim, a todos os que, direta ou indiretamente, colaboraram no desenvolvimento desta pesquisa, os meus sinceros agradecimentos.

"Meio ambiente corresponde não só ao meio físico e biológico, mas também ao meio sócio-cultural e sua relação com os modelos de desenvolvimento adotados pelo homem".

Sergio Verly

RESUMO

Palavra-chave: diagnóstico ambiental, geoprocessamento e bacia hidrográfica

O presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnostico ambiental e uma proposta de uso da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG, utilizando técnicas de geoprocessamento. A bacia está localizada na zona rural, ao norte da mancha urbana de Uberlândia, distante 10 km do centro urbano, entre as coordenadas UTM 780500 - 787800 mE e 7917200 - 7925000 mN, apresentando uma área de 32,56 km², onde atualmente foi construída a Usina Hidrelétrica Amador Aguiar II, antiga AHE Capim Branco II. Para a realização do trabalho, foram utilizados dados climatológicos, documentos cartográficos, fotografias aéreas de 1979 e imagem de satélite HRVIR/Spot de 2006. A metodologia adotada teve como base a proposta por Libault (1971), a qual define quatro níveis de pesquisa - compilatório, correlatório, semântico e normativo. Os softwares utilizados foram o Cartalinx (para conversão dos produtos analógicos), o Idrisi (processamento dos dados) e o ArcView (produção do layout final). Como resultado da pesquisa, tem-se que a bacia do córrego Bebedouro apresenta um clima tropical, com índice pluviométrico anual de 1540 mm, e temperatura média anual de 22,9 ºC, sendo que a maior média das máximas encontra-se no mês de outubro (31,1ºC) e a menor média da mínimas encontra-se no mês de julho (14,6ºC). A formação geológica predominante é a formação Serra Geral, que ocupa 76,45% da área, formada por derrames basálticos. Os solos são do tipo latossolo vermelho distroférrico, ocorrem em 76,70% da área da bacia. A maior parte da área, 69%, encontra-se entre as altitudes que variam de 600 a 780 metros. O uso da terra e cobertura vegetal, predominantes tanto em 1979 quanto em 2006, são as pastagens, seguidas pela mata/cerradão, agricultura e cerrado. Em 1979 as pastagens ocupavam 60,42% da área, enquanto que, em 2006, aumentaram, ou seja, passaram para 64,19%. A categoria mata/cerradão também aumentou, no período analisado, passando de 15,04% (1979) para 15,61% (2006). Já as categorias agricultura e cerrado diminuíram. No caso da agricultura, o índice passou de 13,04%(1979) para 11,99% (2006), enquanto que o cerrado passou de 8,46% (1979) para 55,95% (2006). O que se conclui é que, na bacia, predomina o uso antrópico, e tais modificações no uso da terra são antigas ocorreram antes de 1979. Na maior parte da bacia, ou seja, em 84% da área, ocorrem perdas de solo, menores do que 6 ton/há/ano. A área caracteriza-se pela presença de propriedades pequenas sendo 60% delas menores do que 30 ha e 46% dos proprietários moram na fazenda há mais de 20 anos. A partir do cruzamento dos mapas, foi elaborado o mapa de uso da terra recomendado para a bacia do córrego Bebedouro, onde concluímos que 18,09% da área pode ser utilizada para agricultura e pastagem, sem a necessidade do uso de práticas conservacionistas complexas. Em 48,74% da área podem ser desenvolvidas atividades antrópicas, especialmente pastagens; no entanto estas exigem práticas conservacionistas, como por exemplo a construção de curvas de nível e, na maioria das vezes, terraços, 28,19% da área não devem ser utilizadas com atividades antrópicas, devem-se destinar à recuperação da vegetação original, e 4,98% devem ser destinados a preservação permanente. O mapa de uso da terra, recomendado para a bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG, indica como deveria ser ocupada a área, de forma a minimizar os impactos ambientais e contribuir com a preservação dos recursos hídricos, flora e fauna da bacia. As técnicas de geoprocessamento utilizadas para o desenvolvimento do presente trabalho mostraram-se satisfatórias e muito contribuíram para a elaboração dos produtos necessários utilizados no diagnóstico ambiental e na recomendação de uso para a bacia.

ABSTRACT

Palavra-chave: environmental diagnosis, geoprocessing and basin

This study aimed to achieve an environmental diagnosis and a proposal to use correctly Bebedouro's stream basin in Uberlândia/MG, using geoprocessing techniques. The basin is located in the rural area in the north of Uberlândia's urban zone. Distant 10km from downtown, among the coordinates 780500 – 787800 mE and 7917200 to 7925000 mN, presenting an area of 32,56km², where it was built a hydroelectric usine "Amador Aguiar II", former AHE Capim Branco II. To accomplish this study, we used: climatological data, cartographic documents, aerial photographs from 1979 and images from HRVIR/Spot satellites, from 2006. The methodology adopted was based on a proposal by Libault (1971), which defines four research levels: the compilatory, correlative, and semantic rules. The software uses was the Cartalinx (for conversion of analog products), Idrisi (data processing) and ArcView (final layout production). As a result of the research about Bebedouro's stream basin, is that it has a tropical climate, with annual precipitation index of 1540mm, and an annual temperature average of 22.9º C, and the highest average of maximum temperatures is in October (31.1º C) and the lowest average of minimum temperatures is in July (14.6 º C). The geological formation is "Serra Geral" which occupies 76.45% of the area, formed by basaltic spills. The soils are red distoferric latosoil occurs in 76.70% of the basin's area. Most of the area is 69% between altitudes from 600 to 780 meters. The use of the land and vegetation, both prevalent as in 1979 as in 2006 are pastures, followed by forests/"cerradão", agriculture and "cerrado". In 1979 the pastures occupied 60.42% of the area, while in 2006 it increased slightly to 64.19%. The category forest/"cerradão", also increased during the period observed, from 15.04% to 15.61% (2006). In categories such as agriculture and "cerrado" decreased. Agriculture increased from 13.04% (1979) to 11.99% (2006), while "cerrado" changed from 8.46% (1979) to 55.95% (2006). What we conclude is that in the basin the anthropic use predominates and such changes in the use of land are old, or occurred before 1979. Most of the basin, or in 84% of the losses occur in soil, less than 6 ton/ha a year. It is characterized by the presence of small properties, smaller than 30ha (60% of them) and 46% of the owners live on the farm for more than 20 years). From the intersection of maps, a land-use map had been drawn up for Bebedouro's steam basin, where we concluded that in 18.09% of the area can be used for farming and grazing, without the necessity of complex conservationists ways. In 48.74% of the area anthropic activities can be developed, especially the grazing, however it requires conservationists ways, as an example the construction of level curves and most often terraces. In 28.19% of the area shouldn' be used with antropic activities, it is intended to recover the original vegetation, and 4.98% should be designed to permanent preservation the recommended Bebedouro's stream basin – Uberlãndia/MG land-use map indicates how the area should be occupied, in order to minimize environmental impacts and contribute to the preservation of water resources, for a and fauna of the river. The geoprocessing techniques used for the development of this study have proved themselves very satisfactory and contributed to the products development used in the necessary environmental diagnosis and recommendation for the basin use.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados climáticos da estação climatólogica da Universidade Federal de Uberlândia/MG 57
Tabela 2 – Unidade geológica da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG 60
Tabela 3 – Unidade do relevo da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG. 65
Tabela 4 – Unidade de solo da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG ... 70
Tabela 5 – Classes de hipsometria da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 73
Tabela 6 – Classes de declividade para a bacia do Córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 75
Tabela 7 – Uso da terra e Cobertura Vegetal da Bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 83
Tabela 8 – Valores de erodibilidade dos solos (K)..... 90
Tabela 9 – Comprimento de rampa das bacias hidrográficas do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 90
Tabela 10 - Valores de fatores uso e manejo e práticas conservacionistas (CP)..... 92
Tabela 11 – Área ocupada pelas classes de perdas de solo por erosão laminar..... 93
Tabela 12 – Tamanho das propriedades rurais da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 95
Tabela 13 – Tamanho e tempo de residência das propriedades rurais da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 95
Tabela 14 – Situação Jurídica das propriedades rurais da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 96
Tabela 15 – Análise do solo das propriedades rurais da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 96
Tabela 16 – Tipo de uso da terra das propriedades rurais da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 97
Tabela 17- Uso da terra e cobertura vegetal versus geomorfologia da bacia do Bebedouro – Uberlândia/MG..... 100
Tabela 18– Uso da terra e cobertura vegetal versus solos da bacia do Bebedouro – Uberlândia/MG..... 101
Tabela 19– Uso da terra e cobertura vegetal versus perdas de solo por erosão laminar do Bebedouro – Uberlândia/MG..... 103
Tabela 20 - Fragilidade ambiental da Bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 104
Tabela (21) - Fragilidade ambiental versus uso da terra e cobertura vegetal da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 104
Tabela (22) – Uso da terra e cobertura vegetal versus uso recomendado da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Bandas utilizadas na Imagem HRVIR/SPOT..... 29
Quadro 2 – Classes de hipsometria para a bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 51
Quadro 3 – Classes de declividade para a bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 52
Quadro 4 – Fragilidade Ambiental da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 56
Quadro 5 – Chave de interpretação das fotografias aéreas de 1979..... 78
Quadro 6 – Chave de interpretação da imagem HRVIR/Spot 5, janeiro de 2006..... 78

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 – Precipitação Total (1996 – 2006) da área de abrangência da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG 58
Gráfico 2 –Número de dias com chuvas (1996 – 2006) na área de abrangência da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 59
Gráfico 3 – Temperatura do ar em ^{0}C (1996 – 2006) na área de abrangência da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 59
Gráfico 4 – Uso da terra e cobertura vegetal – bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG 83
Figura 1 – Arquitetura de um ambiente de geoprocessamento..... 22
Figura 2 – Componentes de um SIG 26
Figura 3 – Espectro eletromagnético..... 28
Foto 1 – Rochas do pré-cambriano localizadas no baixo curso da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG 61
Foto 2 – Rochas do mesozóico - Serra Geral, rochas basálticas no médio curso da Bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 62
Foto 3 - Rochas do cenozóico localizadas no alto curso da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 63
Foto 4 – Relevo Intensamente Dissecado, localizada no baixo curso da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 67
Foto 5 – Relevo Dissecado localizado no médio curso da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 67
Foto 6 – Relevo com topo plano localizado no alto curso da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 68
Foto 7 - Mata ciliar nas margens da represa Amador Aguiar II..... 79
Foto 8 - Canteiro de hortaliça localizado nas proximidades do córrego Cabaças 81
Foto 9 – Cultivo de soja no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Bebedouro..... 81
Foto 10 – Pasto localizado no médio curso do córrego Cabaças..... 82
Foto 11– Uma das granjas existentes na Bacia..... 98
Foto 12 – Início do processo erosivos – Voçoroca..... 99

LISTA DE MAPAS

Mapa 01 – Localização da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG..... 16
Organograma 1 – Metodologia utilizada na bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG 47
Mapa0 2 – Geologia (2007)..... 64
Mapa0 3 – Geomorfologia (2007)..... 69
Mapa 04 – Solos (2007)..... 72
Mapa 05 – Hipsometria (2007)..... 74
Mapa 06 – Declividade..... 77
Mapa 07 – Carta Imagem (1979)..... 85
Mapa 08 – Uso da terra e cobertura vegetal (1979)..... 86
Mapa 09 – Carta Imagem (2006)..... 87
Mapa 10 – Uso da terra e cobertura vegetal (2006)..... 88
Mapa 11 – Perdas de solo por erosão laminar (2007)..... 94
Mapa 12 – Fragilidade ambiental (2007)..... 106
Mapa 13 – Mapa de uso recomendado (2007)..... 109

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO 13
2 – REFERENCIAL TEÓRICO 22
2.1 - O geoprocessamento e o sensoriamento remoto 22
2.2 – Diagnóstico ambiental 30
2.2.1 - Bacias hidrográficas 30
2.2.2 – Clima 32
2.2.3 – Geologia 33
2.2.4 – Geomorfologia 34
2.2.5 – Solos..... 35
2.2.6 – Cobertura vegetal..... 36
2.2.7 – Erosão laminar..... 36
2.2.8 - Fragilidade ambiental..... 39
2.2.9 - Uso da terra recomendado..... 42
3- MATERIAIS E MÉTODOS..... 44
3.1 – Documentos..... 44
3.2 – Procedimentos operacionais 46
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 57
4.1 – O meio físico..... 57
4.1.1 - Clima..... 57
4.1.2 – Geologia..... 60
4.1.3 - Geomorfologia..... 65
4.1.4 – Solos..... 70
4.1.5 – Hipsometria..... 73
4.1.6 - Declividade..... 75
4.1.7 - Uso da terra e cobertura vegetal de 1979 e 2006..... 78
4.1.8 - Perdas de solo por erosão Laminar..... 89
4.2 – Diagnóstico da situação sócio-econômica dos produtores e problemas ambientais..... 95
4.3 – Produtos Síntese 100
4.3.1 – Cruzamentos: uso da terra x geomorfologia/solos e perdas de solo..... 100
4.3.2 - Fragilidade ambiental..... 104
4.3.3 - Uso da terra recomendado..... 107
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 110
REFEFÊNCIAS..... 113
Anexos

1 – INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente tem aumentado, nas últimas décadas. Pesquisadores, estudantes e governantes estudam maneiras de minimizar os impactos ocasionados pela exploração dos recursos naturais, visando à obtenção do desenvolvimento sustentável do planeta.

A destruição da cobertura florestal nativa foi desencadeada pela exploração agrícola, que vem, com o passar do tempo, indicando a ação de processos erosivos nas bacias hidrográficas, ocasionada pela ocupação desordenada e manejo incorreto do solo. Por isso, qualquer decisão sobre o uso da terra precisa ser analisada conforme as características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e climáticas, de maneira que não atinja, drasticamente, o meio natural.

O diagnóstico ambiental tem como objetivo avaliar os impactos ambientais provocados pela interferência dos seres vivos no ambiente, tornando-se fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço, que raramente permanece intacto, em função da elevada dinâmica das atividades antrópicas no meio.

A implantação de um monitoramento detalhado de bacias hidrográficas, utilizando as variáveis uso da terra e cobertura vegetal, processos erosivos e mudanças das condições climáticas, permite a realização do diagnóstico ambiental, além de quantificar as variáveis bióticas, físicas e sócio-econômicas.

As bacias hidrográficas vêm-se consolidando como compartimentos geográficos coerentes para planejamento integrado do uso e ocupação dos espaços rural e urbano, tendo em vista o desenvolvimento sustentado no qual se compatibilizam atividades econômicas com qualidade ambiental. O produtor rural utiliza os recursos naturais, em especial o solo, a água e a vegetação, de forma que todos os reflexos de mudanças positivas ou negativas que

transcendem ao espaço rural e aos demais setores da sociedade acabam sendo influenciados por ele mesmo. Desta forma, a bacia hidrográfica é um ecossistema ideal para realizar a avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica no meio ambiente.

No ano de 1970, o cerrado foi ocupado pela agricultura e pecuária extensiva. Por conseqüência, notaram-se modificações na paisagem e, juntamente, a agressão e compactação do solo, a erosão laminar, a contaminação dos recursos hídricos, a retirada da mata nativa, principalmente nas áreas de preservação permanente. Desde então, a preocupação é mostrar o comportamento de uma bacia hidrográfica, ao longo do tempo, provocada por alterações antrópicas no meio.

A bacia do córrego Bebedouro está inserida na região do Triângulo Mineiro, região de vegetação típica do cerrado. Sofreu transformações consideráveis da vegetação nativa, gerando modificações econômicas e ambientais, sendo necessário realizar um estudo ambiental que possibilite quantificar, analisar e propor soluções.

Desta forma, a bacia do córrego Bebedouro apresenta três elementos primordiais que justificam a realização de um diagnóstico ambiental: a comunidade existente no local, que vivencia e altera a paisagem, apropriando-se dela para sua sobrevivência; a presença da escola Agrotécnica Federal de Uberlândia, cujo intuito é educar e ensinar os alunos a lidar com o meio rural, e o estudo da bacia pode servir para este fim; a presença de abatedouro e frigorífico, que podem contribuir para a contaminação do ar e dos cursos d'água.

Além disso, o Laboratório de Geoprocessamento do Instituto de Geografia da UFU apresenta materiais acessíveis, como fotografias aéreas, imagens de satélites, cartas topográficas e vários outros documentos que podem dar subsídios e facilitar o estudo da bacia.

Diante disto, o objetivo geral da pesquisa foi realizar um diagnóstico ambiental e apresentar uma proposta de uso da bacia do Córrego Bebedouro, utilizando as técnicas de

geoprocessamento. Para atingir o objetivo proposto, a pesquisa foi subdividida em alguns objetivos específicos:

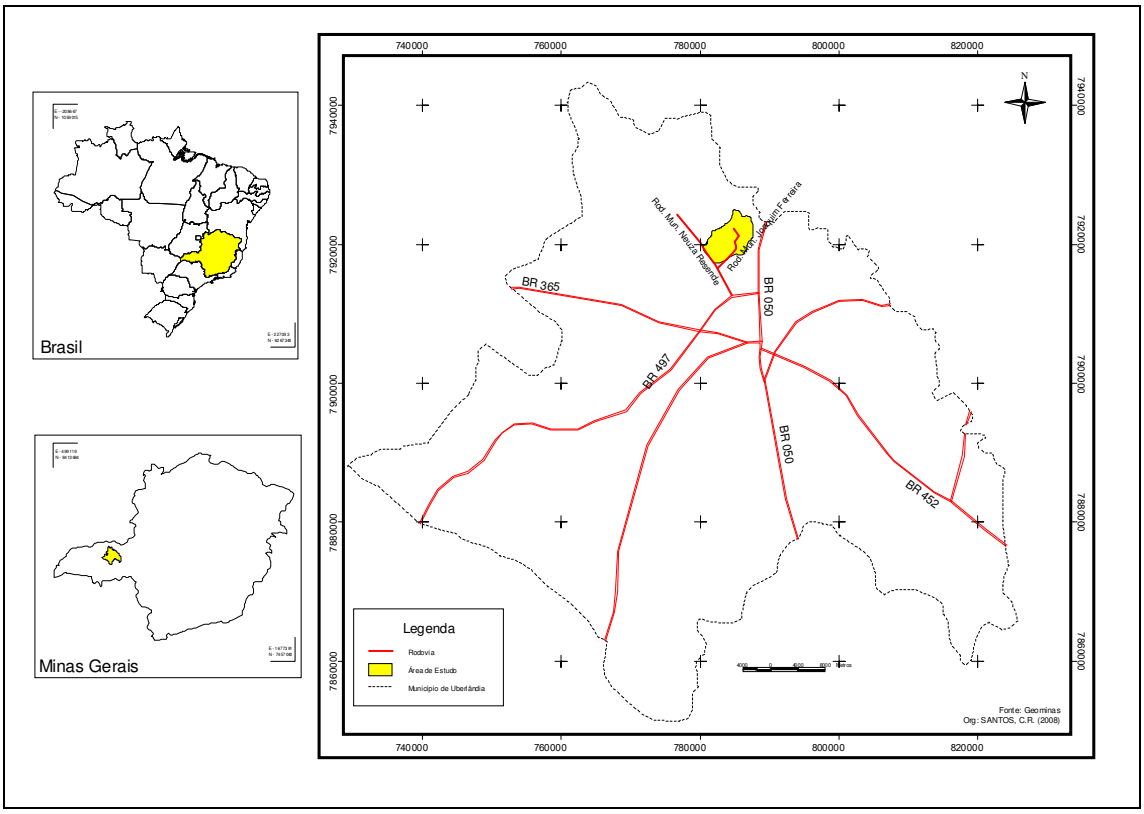
- Elaborar mapas do meio físico de geologia, geomorfologia, solos, hipsometria e declividade do terreno;
- Elaborar o mapa de uso da terra e cobertura vegetal 1979 e 2006 utilizando fotografias aéreas e imagens de satélite;
- Estimar as perdas de solo por erosão laminar, utilizando técnicas de geoprocessamento;
- Diagnosticar a situação sócio-econômica dos produtores e possíveis problemas ambientais;
- Mapear a fragilidade ambiental;
- Elaborar um mapa de uso recomendado do uso da terra e cobertura vegetal.

A bacia hidrográfica do córrego Bebedouro localiza-se na zona rural, ao norte da mancha urbana de Uberlândia, à distância de 10 km do centro urbano, entre as coordenadas UTM 780500 - 787800 mE e 7917200 - 7925000 mN. A bacia abrange os seguintes afluentes: córrego Bebedouro, córrego das Moças e córrego Cabaças, apresentando uma área total de 32,56 km². E está inserida na bacia do rio Araguari, onde foi construída a Usina Hidrelétrica Amador Aguiar II, antiga AHE Capim Branco II (cf. mapa 1).

A geologia do Triângulo Mineiro caracteriza-se da seguinte maneira: no pré-crambiano encontra-se o complexo Goiano e os grupos Araxá, Canastra e Bambuí. No Mesozóico as rochas estão representadas pelos grupos São Bento e Bauru, e no Cenozóico pelas coberturas detrítico lateríticas terciárias e pelas aluviões holocênicos (SANTOS, 2002).

> Quase todo o Triângulo Mineiro insere-se na morfoestrutura Bacia Sedimentar do Paraná, apresentando como litologias as rochas do Grupo Bauru (Cretáceo), com as formações Uberaba, Marília e Adamantina, sotopostas às rochas basálticas da Formação Serra Geral do Grupo São Bento (Mesozóico). Acima das rochas do Grupo Bauru, encontram-se os

Sedimentos Cenozóico inconsolidados, formando os terrenos de maiores altitudes. Todo esse pacote sedimentar da Bacia do Paraná. na região do Triângulo Mineiro, encontra-se assentado sobre as rochas Pré-Cambrianas do Grupo Araxá, ocorrendo ainda áreas de afloramento do Complexo Basal ou Granito-gnáissico. (BACARO et al, 2001)



Mapa 1 – Localização da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG

O Complexo Goiano compreende as rochas mais antigas da região, sendo sua composição granodiorítica, com intercalações de anfibolitos; no município de Uberlândia, essas rochas encontram-se no vale do rio Araguari. O grupo Araxá constitui-se das rochas de maior evidência na área; trata-se de micaxistos e quartzitos, com intercalações de anfibolitos. Também há predominância destes na confluência do rio Araguari e o rio Quebra Anzol, até o seu desaguar no rio Paranaíba. Neste local, verifica-se uma sobreposição do Grupo Araxá ao Complexo Goiano. (SANTOS, 2002)

As rochas mesozóicas pertencem à bacia Sedimentar do Paraná e à bacia do São Francisco. Na bacia do Paraná encontra-se o grupo São Bento que é constituído por sedimentos de origem flúvio-eólica, caracterizados pelas formações Botucatu e Serra Geral. A formação Botucatu é representada pelos arenitos eólicos, com granulometria fina, de cor, predominantemente, variando de bege claro a vermelho, mas também se encontram vários tons de verde (SANTOS, 2002).

As litologias Cenozóicas são representadas pela cobertura detrítico-laterítica, de idade terciária, composta por areias silto-argilosas, com seixos de quartzo, quartizitos, basaltos e limonita. Recobrem as litologias mais antigas, em todos os níveis topográficos, e os depósitos aluviais quartenários localizam-se nas várzeas, áreas de veredas e em topos das chapadas. (NISHIYAMA, 1989).

A bacia do córrego Bebedouro está inserida na unidade morfoestrutural da bacia sedimentar do Paraná, possuindo as seguintes unidades morfoesculturais: relevo com topo plano, relevo dissecado e relevo intensamente dissecado. .

De acordo com Bacaro (2004), o relevo com topo plano percorre quase toda a área do médio curso da bacia do rio Araguari, tendo como característica principal as formas de relevo do tipo denudacional tabular. O relevo dissecado localiza-se próximo às calhas do rio Araguari, limitando-se à unidade do relevo intensamente dissecado. Apresenta o relevo do tipo denudacional convexo e denundacional tabular. Quanto ao relevo intensamente dissecado, essa morfoescultura é encontrada a partir do baixo curso do rio Araguari, ocupando uma faixa estreita ao longo do vale. Apresenta relevo muito dissecado a intensamente dissecado, suas vertentes apresentam-se fortemente dissecadas com feições côncavas, convexas e retilíneas.

Os solos do município do Triângulo Mineiro estão subdivididos da seguinte forma: Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Vermelho Distroférrico, Gleissolos e Argissolos.

O Latossolo é constituído por solos de material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura (SANTOS, et al, 2006,p.161).

Os Gleissolos são constituídos por material com horizonte glei iniciando-se a 150 cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou horizonte hístico, com espessura insuficiente para definir a classe dos organossolos, não apresentando horizonte vértico ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei (SANTOS, et al, 2006,p.167).

Para Ab'Saber (2003), o domínio dos chapadões recobertos por cerrados e penetrados por florestas-galeria de diversas composições constitui-se em um espaço físico-ecológico e biótico. A composição florística dos cerrados é formada por cerrados e cerradões, onde temos uma composição de troncos relativamente finos, compostos por processos naturais de adensamento de velhos estoques florísticos de cerrados quaternários e terciários.

> O domínio dos cerrados possui drenagens perenes para os cursos d'água principais e secundários, envolvendo, porém, o desaparecimento temporário dos caminhos d'água de menor ordem de grandeza por ocasião do período seco do meio do ano (AB'SABER, 2003, p.119).

Quanto à parte histórica da área de estudo, tem-se que a Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia, no início da sua origem, chamava-se Colégio Agrícola de Uberlândia. Fica localizada na Fazenda das Sementes e atualmente é conhecida como Fazenda Sobradinho. A escola localiza-se na porção leste da bacia do Bebedouro e fica à distância de 25 km do centro da cidade de Uberlândia, possuindo uma área de 286,5 hectares, na qual se produzem leguminosas, hortifruticulturas e pecuária, para o abastecimento da própria instituição e para doações.

Desde a sua fundação, a escola visava à formação de profissionais destinados ao mercado de trabalho, oferecendo somente o curso Técnico em Agropecuária. Atualmente, a instituição oferece cursos técnicos em Meio Ambiente, Informática, Agroindústria e curso superior de Tecnologia em Alimentos de Origem Animal e Vegetal.

A escola todo ano, promove um encontro intitulado "Família Rural", com o intuito de auxiliar os pequenos agricultores em suas terras, proporcionando cursos de mecânica de tratores, silvicultura, manejo e conservação do solo etc.

De acordo com a ocupação da agricultura no cerrado de Minas Gerais, desde 1950, a organização agrária brasileira passou por grandes transformações, em face da política de desenvolvimento agrícola implementada no país. A concessão de créditos facilitou, aos produtores rurais, a aquisição de produtos oferecidos pelo ramo das indústrias de base e empresas nacionais e internacionais, cujo objetivo primordial era o aumento da produção e produtividade.

As áreas do Centro-Sul do país foram as que obtiveram maior expansão e modernização da agricultura, mas essa modernização teve controvérsias, atingiu somente algumas fases do ciclo produtivo e restringiu determinados produtores e regiões.

A implantação de inovações no campo propocionou, de forma motivadora, às grandes corporações, a possibilidade de investir, em novas tecnologias, abrindo espaço para o setor de produção de máquinas, fertilizantes e outros insumos modernos necessários, ao nível tecnológico, para a produção brasileira. Nesse contexto, Guimarães (1979, p.223) ressalta que:

> [...] A revolução verde foi idealizada para salvar a agricultura do mundo subdesenvolvido de uma suposta incapacidade de vencer os obstáculos tecnológicos, pois não estava nos planos de seus idealizadores ajudarem os países atrasados a remover o maior de todos os seus obstáculos: as estruturas tradicionais (GUIMARÃES, 1979, p.223).

A inserção da agropecuária moderna no bioma cerrado foi definida a partir da efetivação dos padrões existentes na Revolução Verde[1]. O padrão exigido era o aumento da produtividade, sem qualquer tipo de barreira. Até então, não se questionavam os efeitos dessa modernização sobre os recursos naturais, e até mesmo as políticas de desenvolvimento eram concedidas como se não houvesse limite de áreas, ou riscos quanto à fauna e flora existentes.

A ocupação do cerrado se destaca por dois processos de ocupação Gusmão (1979) apud Pessôa (1982), p.35.

> [...] um de expansão da fronteira das áreas efetivamente ocupadas com atividades agropecuárias, a qual por sua vez está vinculada a dois aspectos de ocupação da terra: um, com base em grandes empresas rurais, favorecidas pelos incentivos fiscais e outro, com base em colonização oficial ou particular, ligado à pequena propriedade. Quanto ao segundo processo, ou seja, o de incorporação de nova tecnologia de produção na agricultura de áreas já efetivamente ocupadas, [...] (GUSMÃO, 1979 apud PESSÔA,1982, p.35)

Para Faria (1998), a exploração recente da região deu-se nos padrões da agricultura moderna, que são oriundos do modelo ocidental de desenvolvimento, significando forte dependência com relação ao capital urbano. Portanto, essa modernização, não contemplou, de maneira conveniente, todos os agricultores do campo, veio de maneira imposta para a região do cerrado, colocando os agricultores na dependência do capital.

Para favorecer a ocupação agrícola do cerrado, de maneira eficiente, o Estado criou alguns programas como o Programa de Crédito Integrado e Incorporação dos Cerrados – PCI, o Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba – PADAP, o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados – POLOCENTRO e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados – PRODECER[1]. (GOBBI, 2004). O

1 O PRODECER é um programa administrativo de direito privado, dirigido conjuntamente por executivos brasileiros e japoneses e tem como instrumento de atuação o crédito supervisionado para empreendimentos

POLOCENTRO trouxe para o estado de Minas Gerais confiabilidade para a implantação da agricultura, promovendo uma alta produtividade.

Estudos realizados por Pessôa (1982) ressaltam que Uberlândia, no período de 1920 a 1950, apresentava uma agricultura praticada nos moldes tradicionais, sendo o arado o instrumento mais utilizado. A força motriz que movia a agricultura era a força mecânica e animal. Já a partir dos anos 1960, houve uma transformação na mecanização da agricultura; iniciou-se a utilização de tratores, fertilizantes, máquinas e o implemento de sementes melhoradas, rações e defensivos. E, conseqüentemente, a cidade de Uberlândia começou a vivenciar processos intensivos de êxodo rural, com a chegada do setor industrial e a expansão de tecnologia na agricultura.

Para Pessôa (1982), o setor industrial de Uberlândia teve seu desenvolvimento graças à infra-estrutura adequada e aos incentivos políticos, cujo objetivo era transformar a cidade no grande parque fabril do Triângulo Mineiro.

O processo de ocupação do cerrado de Minas Gerais favoreceu a consolidação da transformação conservadora da agricultura, porque a utilização de insumos, máquinas e crédito rural privilegiaram os grandes proprietários, que realmente tinham condições de investir e ampliar suas condições socioeconômicas.

---

fundiários, possibilitando a implantação de programas de assentamento dirigido. Seu objetivo é estimular e desenvolver a implantação de uma agricultura moderna.

2 - REFERENCIAL TÉORICO

2.1 - O geoprocessamento e o sensoriamento remoto

O geoprocessamento é representado por um conjunto de tecnologias de coleta, processamento, análise e oferta de informações, com referências geográficas. Dentre as tecnologias de geoprocessamento, temos o sistema de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia (ROSA, 2005).

De acordo com Rosa; Brito (1996), a arquitetura de um ambiente de geoprocessamento está composta conforme o figura (1) abaixo:

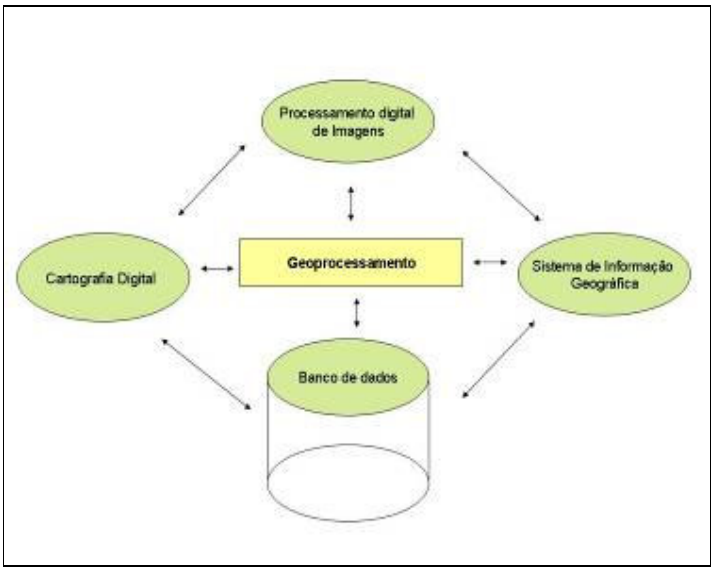


Figura 1 – Arquitetura de um ambiente de geoprocessamento
Fonte : ROSA; BRITO (1996)
Organizado: SANTOS, C. R.(2007)

A cartografia digital é uma tecnologia capaz de transformar dados analógicos, ou seja, em papel, para o formato digital, por meio da adequação e organização das informações, e apresentá-las em mapas ou croquis.

O Processamento digital de Imagens é entendido como sendo o conjunto de procedimentos destinados à manipulação de imagens digitais, que são adquiridas de “forma bruta” em

empresas públicas ou privadas do ramo, cuja finalidade é corrigir distorções e melhorar o poder de discriminação dos alvos.

No ambiente do geoprocessamento, o recurso humano é responsável por definir projetos, programar, usar e prestar assistência aos seus componentes (cartografia digital, processamento digital de imagens, sistema de informação geográfica e Banco de dados). A qualidade da informação e dos serviços prestados dependem do conhecimento da equipe que utiliza o sistema, mas a falta de profissionais capacitados para manusearem essa tecnologia tem sido motivo de preocupação, porque o resultado da pesquisa tem que alcançar credibilidade e confiabilidade.

O geoprocessamento, então, pode ser caracterizado como qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, ou seja, informações temáticas amarradas por um sistema de coordenadas geográficas, ou UTM. Esta tecnologia integra várias disciplinas, equipamentos, programas, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta e tratamento das informações que, no final, são apresentadas em mapas digitais georreferenciados.

Os sistemas de informação geográfica são destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente. Essa tecnologia possibilita a aquisição, o armazenamento, o gerenciamento, a análise e a exibição de dados espaciais. O banco de dados atua como se fosse uma pasta-fichário que arquiva múltiplas informações, que podem ser acessadas uma por vez ou várias, ao mesmo tempo, facilitando o cruzamento dos dados.

Sabe-se que os primeiros sistemas de informação geográfica surgiram na década de 60, no Canadá, com um programa governamental para criação de inventários de recursos naturais. Entretanto, a infra-estrutura computacional e a capacitação humana não eram favoráveis, devido aos custos e à falta de profissionais especializados.

Ao longo dos anos 70, com o aprimoramento da ciência da computação, foi possível desenvolver recursos de hardware, sistemas de CAD (Computer Aided Desing) e fundamentos matemáticos voltados para a cartografia, marcando o início do sistema de informação geográfica. Contudo, apenas grandes organizações tinham acesso à tecnologia.

No entanto, a década de 80 foi o marco da tecnologia SIG, que se beneficiou com o avanço da microinformática e a consolidação dos centros de estudos, como o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, no Brasil) e o NGGIA (National Center for Geographical Information and Analysis, no EUA). Hoje, o uso da tecnologia de sistema de informação geográfica tem contribuído para o manuseio de grandes volumes de dados quantitativos que, por sua vez, auxiliam na interpretação, análise e integração dos referidos dados.

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas computacionais que manipulam dados geográficos. A palavra *sistema* deve-se ao fato de o SIG ser composto por vários componentes inter-relacionados, com características próprias e subordinadas a processos de transformação conhecidos. A palavra *informação* deve-se ao fato de o SIG permitir a conversão de dados em informações a partir de manipulações e consultas interativas sobre os dados armazenados. A palavra *geográfica* implica que os dados possuem localizações conhecidas, estão amarrados à superfície terrestre ou podem ser calculados em termos de coordenadas geográficas, etc. (CÂMARA, 1996).

Existe uma breve discussão sobre a sigla SIG, quanto a sua definição de sistema, tecnologia ou ciência. Para Teixeira et al (1992, p.11), um sistema de informação geográfica baseia-se numa tecnologia de armazenamento, análise e tratamento de dados espaciais, não espaciais e temporais, na geração de informações correlatas. Rosa (1995) define SIG como um sistema destinado a captura, armazenamento, checagem, integração, manipulação, análise e apresentação de dados referidos espacialmente, na superfície terrestre. Matias (2003) descreve que o uso de tecnologia SIG, nas últimas décadas, instaura-se como um importante

instrumento de aquisição, produção de análise e representação de informações sobre o espaço geográfico. Miranda (2005), por sua vez, relata que SIG pode ser descrito como uma ciência de informação espacial que se concentra na análise e modelagem do espaço.

De fato, esta tecnologia SIG propiciou a automatização dos serviços que, até então, faziam-se manualmente, e facilitou a realização de tabulações e cruzamentos complexos de dados, por meio da análise espacial. O domínio dessa tecnologia é de importante valia para os estudos geográficos, contribuindo para uma compreensão atual da forma de organização e produção do espaço, possibilitando ao geógrafo trabalhar com informações provindas de diferentes fontes, formatos e escalas, para a representação da superfície terrestre.

O geógrafo, dada a sua formação teórica e prática, deve usufruir dessa tecnologia e de outras,como a cartografia digital, o sistema de posicionamento global (GPS) e o sensoriamento remoto, fazendo com as ações necessárias à reprodução do espaço geográfico sejam realizadas de forma rápida e eficaz.

As multiplicidades de usos e visões possíveis da tecnologia de sistema de informação geográfica apontam para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização, como inserção e integração de dados, informações espaciais de dados cartográficos, dados censitários, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno. Oferecem, ainda, mecanismos para combinar várias informações por algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados (CÂMARA, 2001).

O componente SIG está estruturado em hardware e sistema computacional, softwares de aplicações e institucionais SIG, os quais são elementos base para o bom funcionamento do SIG. Ao escolher um software de SIG, é necessário precisa-se escolher os seguintes componentes: entrada de dados; armazenamento e gerenciamento das informações, análise e manipulação de dados, a saída de dados pode ser apresentada em forma de relatórios, gráficos

ou mapas. A partir do mapa pronto o usuário, tomará as decisões cabíveis para a implementação das ações sobre o mundo real. (cf. figura 2)

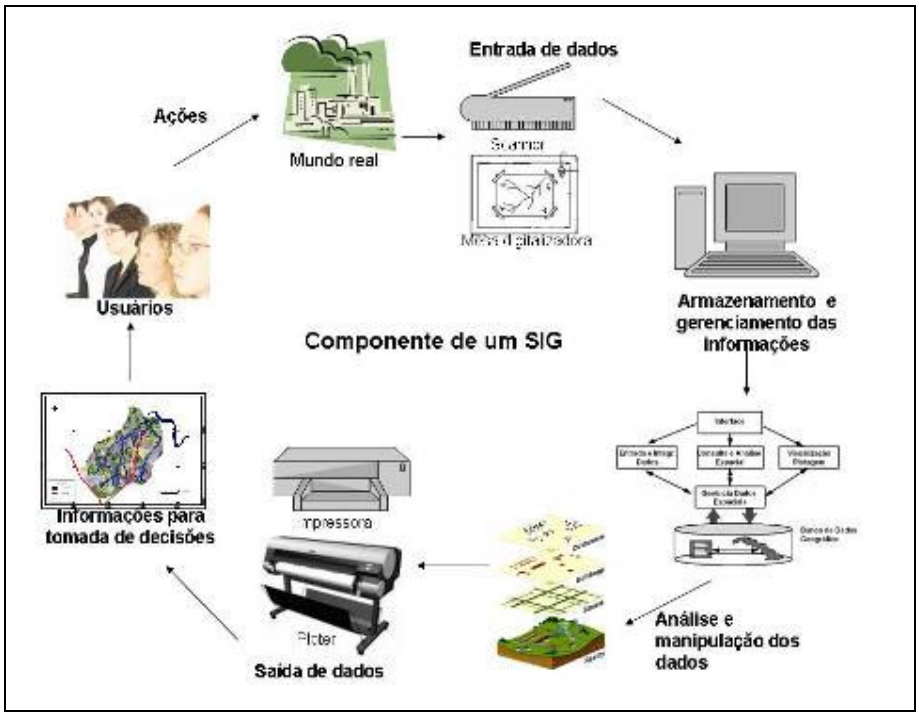


Figura 2 - Componentes de um SIG
Fonte: ROSA; BRITO (1996)
Adaptado: SANTOS, C.R.(2007)

Num contexto mais amplo, a terminologia SIG está inclusa no ambiente tecnológico que se convencionou chamar de geoprocessamento, sendo definido como o conjunto de tecnologias destinadas à coleta e tratamento das informações espaciais, assim como para o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações com diferentes níveis de sofisticação (ROSA; BRITO, 1996).

O sistema de informação geográfica e o sensoriamento remoto são instrumentos essenciais que auxiliam na gestão do território. Sabendo-se disso, as possibilidades de integração, oferecidas pelos SIGs, de dados obtidos por sensores remotos com dados de laboratório, campo e mapas permitem a aplicação destes em vários campos das ciências naturais.

De acordo com Rosa (1996), o sensoriamento remoto e os SIGs, aliados à tecnologia computacional, são fundamentais na coleta, armazenamento e análise do volume complexo

dos dados necessários para a gestão do território. Porém, somente essas técnicas não são capazes de solucionar os problemas relacionados com a integração dos dados, devido à falta de conhecimento de como esses dados se correlacionam.

Para Novo (1998); Ramirez (2006), o sensoriamento remoto pode ser definido como a aquisição de informação sobre um objeto a partir de medidas feitas por um sensor, sem obter contato físico direto com ele. Uma maneira fácil de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico, foi bastante utilizada pelos militares, tanto durante a Primeira como a Segunda Guerra Mundial, por meio das fotografias aéreas, que atualmente vêm sendo substituídas por imagens de satélites de alta resolução espectral, temporal e radiométrica. .

As fotografias permitem fazer registro instantâneo dos detalhes do terreno, é são obtidas por sensores a bordo de aeronaves. Esse registro é determinado pela distância focal da lente da câmara, pela altura de vôo do avião no momento da exposição e pelo filme usado.

> A fotografia aérea é uma perspectiva geometricamente relacionada com o tipo de câmara usada; ela pode ser ou uma fotografia vertical, tirada como eixo da câmara apontado para baixo (ponto nadir; extremidade inferior de uma direção que coincide com a linha de gravidade) essencialmente na vertical, ou uma fotografia oblíqua tirada com o eixo da câmara propositalmente inclinado em relação à vertical do lugar (linha gravidade) (TEMPLA, 2000, p.1).

A escala da fotografia aérea é definida em relação à distância focal da câmara e à altura de vôo da aeronave. A câmara fotográfica, transportada pelo avião, é ajustada de tal maneira que cada ponto da superfície da Terra é fotografado, mais de uma vez, de diferentes posições À medida que a distância focal aumenta, a escala das fotografias torna-se maior; logo, as câmaras com lentes de distâncias focais longas podem produzir fotografias de escala maior do que as de distâncias focais curtas (TEMPLA, 2000).

As imagens de satélites são imagens captadas por um sensor a bordo de um satélite artificial, codificadas e transmitidas para uma estação rastreadora na Terra, no formato raster.

A fotointerpretação é a utilização de métodos, sistemas ou técnicas de dedução ou identificação das imagens de satélites e das fotografias aéreas por intermédio de três processos: fotoleitura, fotoanálise e fotointerpretação propriamente dita.

Para se realizarem fotoanálise e fotointerpretação de uma fotografia aérea, ou imagem de satélite, há que se entender o comportamento espectral dos alvos através da radiação eletromagnética. A radiação eletromagnética é representada por um espectro eletromagnético que indica o comprimento de onda ou a freqüência dos alvos, sendo subdividido em faixas, representando as suas características físicas (cf. figura 3).

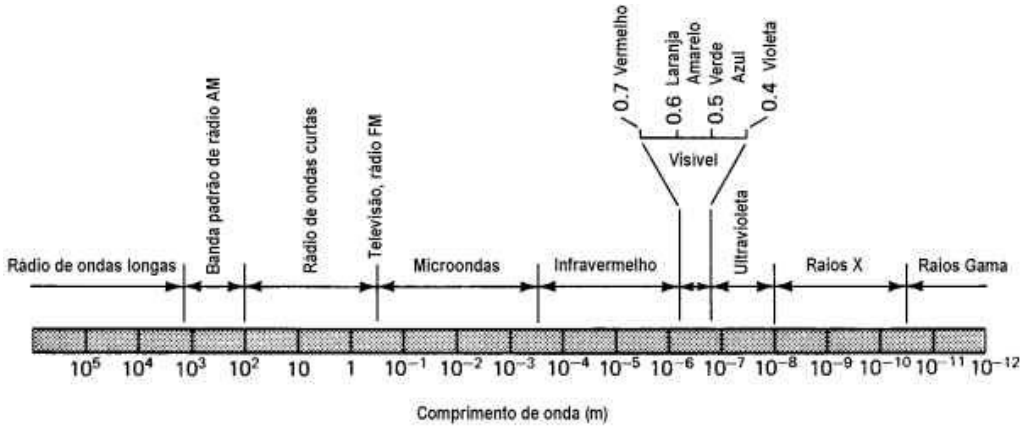


Figura 3 - Espectro eletromagnético

As faixas espectrais mais utilizadas em sensoriamento remoto são: espectro fotográfico (0,3 – 0.9 µm), espectro refletido (0,3 – 4,0 µm), espectro emissivo (> 4,0 µm) e espectro infravermelho termal (8,0 – 14,0 µm). Sendo que a faixa do visível com comprimento 0,4 – 0,72 µm, sendo possível, ao olho humano detectá-la (ROSA, 2003).

A imagem de satélite que se utilizou para realizar a pesquisa foi a HRVI/SPOT 5, com resolução espacial[2] de 2,5 metros, possuindo as seguintes faixas espectrais, ao longo do espectro eletromagnético (cf. Quadro 1):

[2] Resolução espacial; Capacidade que o filme fotográfico, em combinação com o sistema de lentes e os filtros utilizados por uma câmara, tem de registrar diferentes pormenores do terreno.

Quadro 1 – Bandas utilizadas na Imagem HRVIR/SPOT

Satélite SPOT – Sensor HRV		
Canal	**Faixa Espectral (µm)**	**Principais aplicações**
1	0.50 – 0.59	Reflectância de vegetação verde sadia – Mapeamento de águas
2	0.61 – 0.68	Absorção da clorifila Diferenciação de espécies vegetais, solo e vegetação
3	0.79 – 0.89	Levantamento de fitomassa Delineamento de corpos d' água
Pan	0.51 – 0.73	Estudo de áreas urbanas

Org: SANTOS, C. R. (2007)

No levantamento do uso do solo e cobertura vegetal, podem-se utilizar dados de diversos sensores, e sua escolha vai depender dos objetivos do trabalho, da escala de mapeamento, dos custos e equipamentos disponíveis, como propõe o manual técnico de uso da terra do IBGE (2006, p 36)

> Dados de sensoriamento remoto, como fotografias aéreas e imagens de satélites podem ser correlacionadas com a cobertura vegetal da terra e usadas para mapear o tema. Entretanto, como o sensor remoto não registra a atividade diretamente, mas características da superfície da terra que retratam o revestimento do solo, as atividades de uso da terra correlacionadas à cobertura precisam ser interpretadas a partir de modelos, tonalidades, texturas, formas, arranjos espaciais das atividades e localização no terreno. (IBGE, 2006, p.36).

Os satélites para estudos ambientais vêm apresentando notável desenvolvimento tecnológico, principalmente no que se refere à resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal, possibilitando acompanhamento periódico na análise da evolução do uso do solo e cobertura vegetal de determinada área (ROSENDO;ROSA, 2003, p. 74).

2.2 – Diagnóstico Ambiental

O diagnóstico visa ao desenvolvimento sustentável, para prevenção e correção de prováveis impactos ambientais, indesejáveis do ponto de vista econômico, social e ecológico. Realizado em bacias hidrográficas, tem auxiliado no ordenamento do uso e ocupação da paisagem, observados a partir das aptidões existentes no local e a sua distribuição espacial.

De acordo com Alves Filho (2005), o diagnóstico ambiental proporcionou a radiografia da situação atual da bacia hidrográfica do ribeirão Anhumas, em Campinas, além de ser uma valiosa ferramenta para orientar eventuais políticas públicas que tragam melhoria da qualidade de vida aos moradores.

Desta forma, os estudos em bacias hidrográficas pretendem analisar a situação do ambiente natural, com suas diversas variáveis, considerando ainda a atuação do ser humano sobre esse ambiente, a fim de determinar o grau de alteração do ambiente natural (SANTOS, 2005).

A aplicação desse estudo, a partir de uma unidade espacial, contribui para a execução da correta avaliação dos dados, bem como para adoção de medidas compensatórias para cada área. De acordo com os elementos clima, rocha, relevo, solo e cobertura vegetal, tem-se parâmetros de estudo que devem ser analisados separadamente ou interligados, para que se possa entender a estrutura natural que se tem hoje.

Nos estudos de proteção ou degradação dos recursos naturais renováveis de um ambiente, como por exemplo da bacia hidrográfica em estudo, escolheram-se alguns parâmetros para diagnosticar o seu estado físico-conservacionista. Como descreve Beltrame (1994), para elaborar um diagnóstico físico conservacionista, em bacia hidrográfica, é necessário que se analise o clima, a geologia, a geomorfologia, a pedologia e a vegetação.

2.2.1 - Bacias Hidrográficas

O estudo e a análise de bacias hidrográficas, no âmbito da Geografia, têm-se demonstrado fundamentais em ambientes que possam relacionar homem e meio. Esses estudos têm a finalidade de atender às relações existentes entre a sociedade humana e o meio ambiente, a fim de uma exploração sustentável.

A bacia hidrográfica é uma unidade ecossistêmica e morfológica que integra os impactos das interferências antrópicas sobre os recursos hídricos, constituída como um sistema aberto, condutor do fluxo energético de entrada e saída de sedimentos e materiais realizados, pela atuação do clima e dos agentes geológicos, geomorfólogicos, pedológicos, uso da terra e cobertura vegetal (CBH – TB, 2006).

Quaisquer mudanças significativas no comportamento das condições naturais de uma bacia hidrográfica, causadas por processos erosivos naturais ou antrópicos, podem gerar alterações no fluxo energético, desencadeando desequilíbrio ambiental, por conseqüência a degradação da paisagem.

De acordo com artigo IV da Lei n°9.433, de 8 de janeiro de 1997, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Desta forma, cabe destacar a devida importância dessa lei, no artigo 1°:

> I. água é um bem de domínio público;
> II. água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
> III. em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
> IV. a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
> V. a bacia hidrográfica é uma unidade de gestão territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos;
> VI. a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

O Art. 3° dita as diretrizes gerais de ações para implementação da Política Nacional de Recursos em bacias hidrográficas:

> I. a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;
> II. a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
> III. a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;
> IV. a articulação do planejamento de recursos hídricos com os dos setores usuários e com os planejamentos regionais, estadual e nacional;
> V. a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;
>
> V. a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas de estuários e zonas costeiras.

Nota-se que as leis procuram indicar um modelo de gestão a ser seguido, tendo como objetivo primordial a garantia de disponibilidade de água e solo, com qualidade e quantidade, à atual e às futuras gerações.

Diante disso, um estudo referente a bacias hidrográficas tem a possibilidade de montar um inventário ambiental das condições do meio às quais a bacia está submetida, e apontar qual é o grau de fragilidade ambiental essa bacia. E, conseqüentemente, adotar ações de médio a longo prazo conforme as necessidades do meio, a fim de prevenir possíveis degradação deste.

2.2.2 - Clima

Para Beltrame (1994), o clima, pelas variáveis temperatura, precipitação e umidade, influenciam diretamente no intemperismo das rochas, produzindo o material de origem dos solos. Além disso, interfere na desagregação do solo, ocasionando o processo de salpicamento e de escoamento superficial das partículas de solo que, conseqüentemente, pode caracterizar uma erosão.

A precipitação e a temperatura são importantes fatores para estabelecer o grau de fragilidade ambiental ao qual está exposto um determinado local. De acordo com a quantidade de precipitação e as variações de temperatura em que uma determinada região está inserida, os processos de erosão tendem a sere intensificados, podendo causar sérios problemas ambientais (SANTOS, 2005).

A água da chuva exerce sua ação erosiva sobre o solo pelo impacto das gotas, que caem com velocidade e energia variáveis, dependendo do seu diâmetro, e pelo escorrimento da enxurrada (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005, p. 45). E a chuva, juntamente com a declividade, comprimento do declive do terreno e a capacidade que o solo absorve a água, pode ocasionar erosão.

"As características da rede de drenagem, influenciadas pela declividade e pelo substrato rochoso, também refletem o potencial de degradação dos recursos naturais renováveis, influenciando ou não no processo erosivo da bacia (BELTRAME, 1994, p.15)."

2.2.3 – Geologia

Os levantamentos geológicos são básicos para o entendimento da relação existente entre o relevo, o solo, a rocha e as ações climáticas. Servem também para análise da potencialidade agrícola e da avaliação da fragilidade natural dos ambientes. A rugosidade do relevo, a declividade das vertentes e o levantamento de uso da terra possibilitam chegar a um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais (ROSS, 1993).

Quando se analisa algum tipo de erosão na superfície terrestre, vê-se que o processo erosivo é ocasionado pela desintegração do material rochoso, pela remoção dos transportes de partículas de solo ou de rocha, sendo que a água é o principal agente erosivo. Em função dessa desestruturação, temos o fenômeno de modelagem da paisagem terrestre, que atua, continuamente, na superfície do planeta.

A geologia e a geomorfologia estão relacionadas entre si, porque a geologia informa a respeito da qualidade e disposição dos materiais nos quais são esculpidas as formas. Ao se

discutirem os processos de desagregação e decomposição das rochas, utilizam-se as duas ciências.

2.2.4 - Geomorfologia

De acordo com Christofoletti (1974), o sistema geomorfológico atua sobre os demais sistemas, por intermédio da transferência de detritos de áreas elevadas para local mais baixo, repercutindo assim nas condições climáticas e pedológicas, em função do rebaixamento topográfico.

Para Ross (1991), os mapas geomorfológicos, diferentemente dos demais mapas, apresentam um grau de complexidade maior, decorrente da dificuldade de se apreender e representar uma realidade relativamente abstrata das formas do relevo, sua dinâmica e gênese.

O entendimento do relevo e de sua dinâmica está relativamente interligado com a compreensão do funcionamento dos componentes naturais (água, solos, subsolo, clima e cobertura vegetal) e isto é de significativo interesse ao planejamento físico-territorial (ROSS, 1992).

A dinamicidade do relevo pode ocorrer por velocidade diferenciada, às vezes estável, outras vezes, instável. Essa dinamicidade pode ocorrer por fatores naturais ou pela interferência humana, que transforma o espaço conforme suas necessidades.

As forças que agem no relevo são duas: as forças endógenas, provenientes do interior da superfície terrestre (vulcanismo, abalos sísmicos, os dobramentos, etc.), e as forças exógenas, impulsionadas através da atmosfera pela ação climática, vento, variação térmica, ação mecânica da chuva, etc. (ROSS, 1992). A junção dos fatores químicos, físicos e biológicos que atuam na superfície terrestre, a partir da ação dos agentes exógenos e endógenos, origina o intemperismo químico ou físico das rochas e a esculturação do relevo.

A declividade do terreno apresenta-se como um importante fator a ser analisado no mapeamento da fragilidade ambiental, pois os processos erosivos podem ser acelerados a partir do grau de inclinação de uma vertente, fornecendo uma boa aproximação para as questões referentes à erosão que ocorre em um determinado setor da bacia hidrográfica (SANTOS, 2005).

O relevo influencia na fragilidade ambiental, de acordo com Spörl; Ross (2004). Sendo assim, para estudar a fragilidade ambiental utilizam-se intervalos das classes de declividade consagrados nos estudos de capacidade de uso e aptidão agrícola.

2.2.5 - Solos

Ao analisar os solos existentes na superfície terrestre, percebe-se que cada um possui características próprias (cor, textura, estrutura, etc.). Isto depende da ação de diferentes fatores naturais, como a intensidade da chuva, radiação solar, temperatura, umidade, declividade do terreno e comunidades de plantas que influenciaram na natureza do solo, em cada local (GUERRA, 1996).

Os solos são resultantes das alterações das rochas, em decorrência da ação de relevo, clima e organismos. A esses processos de modificação denominam-se pedogênese (PEDON = Solo; GÊNESE = Formação). As rochas são os materiais que originam os solos e determinam suas características físicas e químicas. Assim, a mineralogia que compõe as rochas influi na fertilidade, acidez, profundidade e textura do solo e na morfologia das unidades de paisagem. Como fator contribuinte para a formação dos solos agrega-se o relevo, que influi na penetração das águas no material rochoso. A água também constitui substância essencial nos processos de formação dos solos, provocando alterações químicas nos minerais (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

A textura dos solos constitui a fase mineral sólida do solo. Nela se mede a porcentagem ou proporções de argila, silte e areia, sendo definida como granulométrica. Pode-se dizer que o solo possui textura arenosa quando o teor de argila + silte for menor ou igual a 15%; textura média, se o teor de argila + silte for maior ou igual a 15% e também se o teor de argila não superar 35%; textura argilosa, se o teor de argila estiver entre 35% e 60%; e textura muito argilosa se o teor de argila for superior a 60%. Na textura do solo, a argila é sentida pela sua pegajosidade, o silte pela sua sedosidade e a areia pela sua aspereza (PRADO, 1995).

Ao estudar as classes de solo temos que observar e destacar a profundidade, a textura, os níveis de nutrientes, o teor de matéria orgânica, a atividade química da fração coloidal e a presença de camadas compactadas. Ao se relacionar o meio ambiente com os tipos de solo, tem-se que relacionar às classes de relevo, ao material de origem, ao tipo de cobertura vegetal primitiva e à presença de pedregosidade e rochosidade (RIGATTO et al., 2006).

2.2.6 - Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal é também um fator importante na manutenção dos recursos naturais renováveis, pois aumenta a porosidade, a permeabilidade do solo e reduz o escoamento superficial, mantendo a umidade e a fertilidade do solo pela presença da matéria orgânica. Exerce também papel fundamental na manutenção do ciclo da água, na proteção do solo e no impacto das gotas de chuva (BELTAME, 1994).

A vegetação, a geomorfologia, a geologia e a composição da rede de drenagem são recursos naturais importantes em uma bacia hidrográfica. Esses recursos, que interagem entre si, estão diretamente relacionados com a distribuição e classificação dos solos, uma vez que, no uso racional da terra, são tidos como elementos primordiais.

O estudo de uso atual da terra, dentro do contexto de um diagnóstico ambiental, fornece a real situação em que se encontram os ambientes naturais, quando submetidos ou não à ação antrópica, fornecendo dados concretos da relação existente entre homem e o meio (GATTO, et al, 1999).

2.2.7 - Erosão Laminar

De acordo com Bertoni; Lombardi Neto (2005), as novas técnicas de previsão das perdas de solo apresentam segurança e podem ser aplicadas em âmbito universal, dependendo apenas da obtenção dos dados locais específicos. De acordo com Brito et al (1998), a ferramenta de sistema de informações geográficas mostra-se eficiente na integração dos dados de perda de solo por erosão laminar e para avaliar e monitorar a sustentabilidade ambiental do bioma cerrado.

Para estimativa da perda de solo por erosão laminar, foi adotada a Equação Universal de Perda de Solo (USLE), por ser o modelo mais difundido e utilizado, atualmente. A USLE é definida por A = R.K.L.S.C.P.

Onde:

- . A é a perda de solos por unidade de área e de tempo ($MJ.ha^{-1}$ ano^{-1}) - atual. Sistema Internacional de Medidas (t/ha) – antiga nomenclatura
- . R é o fator de erosividade das chuvas, em (MJ/ha mm/ha);
- . K é o fator de erosividade do solo em t/ha/(M.J/há.mm/ha);
- . L é o fator comprimento de rampa (adimensional);
- . S é a declividade (adimensional);
- . C é o fator uso e manejo (adimensional); e

- P o fator práticas conservacionistas.

A aplicação deste tipo de modelos quantitativos de estimativa da perda de solo por erosão laminar (USLE) foi realizado por Rosa (1995) e Brito et al (1998).

Para que se calcule a USLE, em SIG, é necessário obter cada variável a ser utilizada; dentre elas temos:

Erosividade das Chuvas (R) - É a capacidade de uma chuva erodir um solo desprotegido. É obtida pela média anual do índice de erosão. Para isso utiliza-se a equação matemática de Bertoni; Lombardi Neto (2005):

$$\mathbf{Ei = 6.886\ (p^2/P)^{0,85}}$$

Onde:

- **Ei** é a média mensal do índice de erosão,
- **p** é a precipitação mensal em mm, e
- **P** é a média atual em mm.

Para que seja calculada a intensidade máxima, de chuva em trinta minutos, utilizaram-se diagramas de pluviógrafos, onde o índice de erosão El_{30} é dado pelo produto:

$$El_{30} = Ec \times I_{30}$$

- El_{30} = índice de erosão em Megajoule/hectare multiplicado por milímetros/hora;
- Ec = energia cinética da chuva;
- I_{30} = intensidade máxima em 30 minutos, em milímetro/hora

A soma dos valores de El de cada chuva, isoladamente,em certo período, proporciona uma avaliação numérica da erosividade da chuva dentro daquele período, e a soma de todos os valores de El, para as chuvas maiores que 10 mm, ou seja menores que proporcionaram

apreciável perda de solo, caídas em um ano em dado local, dará o valor anual de El (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005)

Comprimento de Rampa (L) - O fator comprimento de rampa (L) influi diretamente na perda do solo, pois rampas muito extensas podem proporcionar escoamento com velocidades elevadas.

Declividade (D) – o volume e a velocidade das enxurradas estão diretamente relacionados ao grau de declividade do terreno (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

Erodibilidade dos solos (K) - a erodibilidade é fator importante na predição da erosão e no planejamento do uso do solo; isto porque a variável tem a capacidade de determinar a infiltração e à resistência a fragmentação e ao transporte de sedimentos, pela precipitação e escoamento superficial.

Para Bertoni; Lombardi Neto (2005), as propriedades do solo permitem que alguns solos sejam mais erodidos que outros. Isto vai depender das variáveis chuvas, declividade, cobertura vegetal e práticas de manejo. Visto que as propriedades do solo influenciadas na erodibilidade são aquelas que afetam a infiltração, a permeabilidade, a capacidade de armazenamento da água e aquelas que resistem as forças de dispersão, salpico e transportes pelo escoamento.

2.2.8 - Fragilidade Ambiental

O mapeamento da fragilidade ambiental constitui uma das principais ferramentas utilizadas para elaboração do planejamento territorial ambiental, pois permite avaliar as potencialidades do meio ambiental de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições (KAWAKUBO, 2005).

Esse mapeamento da fragilidade do ambiente representa, portanto, uma importante ferramenta que auxilia no ordenamento adequado do meio, indicando as áreas mais ou menos susceptíveis à ocupação.

Para que se obtenha a medida da fragilidade ambiental proposta por Ross (1994), fundamenta-se que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre as componentes físicas e bióticas. O procedimento para a elaboração dos grais da fragilidade ambiental exige estudo básico do relevo, solo, geologia, clima, uso da terra e cobertura vegetal etc. Em seguida as informações são analisadas de forma integrada gerando um produto que expresse os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui conforme suas características naturais.

Partindo dessa análise, Ross (1993) propõe que as fragilidades dos ambientes naturais devem ser avaliadas, quando se pretende aplicá-las ao planejamento do território ambiental. Para que seja feita a análise da fragilidade, os estudos devem passar por serviços de gabinete, depois a geração de produtos cartográficos temáticos de geomorfologia, geologia, solos, clima e uso da terra e cobertura vegetal. Exige-se uma avaliação da forma integrada dos elementos, visto que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre as suas componentes físicas e bióticas.

O mapa de fragilidade potencial é gerado a partir do cruzamento das informações de solos, declividade e distâncias dos recursos hídricos, e o mapa de fragilidade emergente faz-se a partir do cruzamento do mapa de fragilidade potencial com as informações de uso da terra e vegetação (Ross, 1994).

Santos (2005) realizou um estudo sobre fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Jirau, utilizando a proposta metodológica de Ross (1990). No entanto, ele dividiu a fragilidade ambiental ou potencial e a fragilidade emergente. A fragilidade potencial caracteriza-se pela fragilidade natural a que uma determinada área está submetida, ou seja, a partir dos elementos solo, declividade e índice de pluviosidade, podendo ou não apresentar equilíbrio natural. A

fragilidade emergente considera os elementos naturais já constatados na fragilidade potencial, tipo de solo, declividade e o elemento humano.

Em estudos realizados por Donha et al (2006), no Centro de Estações Experimentais do Canguiri (CEEC), onde está inserida a Área de Preservação Ambiental de Iraí, reservatório que abastece a cidade de Curitiba, realizou-se a determinação da fragilidade ambiental da área utilizando-se SIG, a metodologia proposta por Ross (1994) e o código Florestal Lei n. 4.771/65. Para a realização da pesquisa os autores geraram mapa de classes de declividade, solos, distâncias dos rios, distâncias das nascentes, distância a partir da represa e uso atual. E, para compilar as informações, utilizou-se o comando Fuzzy do software Idrisi, no qual foi possível criar uma curva que representasse a variação dos valores de cada influência na fragilidade da área. Esses valores tiveram o intuito de fazer com que os valores baixos, ou próximos de zero, representam áreas com fragilidade alta e os valores altos, ou próximos a 255 níveis, indiquem áreas com baixa fragilidade.

O INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais utilizou o modelo de fragilidade potencial Natural, com apoio nas Unidades Territoriais Básicas, para elaborar um Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia. A estabilidade a resistência ao processo natural de erosão das unidades de paisagem natural são definidas pela análise integrada do conjunto rocha, solo, relevo, vegetação e clima. De acordo com essa proposta metodológica, cada um desses temas recebe uma pontuação de fragilidade variando entre 1 e 3. As unidades mais estáveis apresentam valores próximos de 1, as intermediárias ao redor de 2 e as unidades de paisagem mais vulneráveis ficam próximas de 3. A partir de cada variável física, cada unidade territorial recebe um valor final, resultante da média aritmética dos valores individuais, seguindo a equação empírica (Vulnerabilidade = (G + R+ S + V+ C)/5), que busca representar a posição dessa unidade dentro da escala de vulnerabilidade natural à perda de solo.

Onde:

- G – vulnerabilidade para o tema geologia;
- R – vulnerabilidade pra o tema geomorfologia;
- S – vulnerabilidade para o tema solos;
- V – vulnerabilidade para o tema vegetação;
- C – vulnerabilidade para o tema clima (SPÖRL; ROSS, 2004).

3.3.9 - Uso da terra recomendado

O uso da terra recomendado pode ser definido como sendo o uso das áreas que podem ser exploradas de forma que não comprometam o meio ambiente. Permite identificar os pontos de fragilidade da área em estudo, definir os locais favoráveis e adequados para o uso das atividades antrópicas, conforme a legislação ambiental.

De acordo com Brito (2001), para que se elabore o uso da terra recomendado é necessário delimitar o uso da terra, e as áreas de preservação permanente recomendadas de acordo com a legislação ambiental e a fragilidade natural dos solos. A recomendação para o uso da terra tende a avaliar a questão do desenvolvimento sustentável da área, ou seja, a exploração do solo, sem comprometer o meio ambiente.

Brito (2001) elaborou o mapa de uso recomendado da bacia do ribeirão Bom Jardim por intermédio do cruzamento dos mapas de áreas de preservação com o mapa de capacidade de uso da terra, utilizando o software Spring. E, para a adequação do uso da terra, cruzaram-se os mapas de cobertura vegetal e uso da terra recomendado.

As áreas de adequação de uso estão classificadas, de acordo com Brito (2001, p. 127-128), da seguinte forma:

Alta adequação: quando as terras se encontram ocupadas por usos menos exigentes que o da classe de uso recomendado, ou seja, locais onde não há riscos ou problemas de conservação em função do uso atual e da classe de uso recomendada.

Adequação: quando o uso das terras se encontra satisfatoriamente adequado às categorias de uso da terra recomendado.

Baixa adequação: quando as terras se encontram ocupadas por usos pouco adequados à capacidade de uso atual, apresentam significativos riscos conservacionistas.

Inadequado: quando o uso atual das terras está acima da sua capacidade de uso. Neste caso, os usos atuais poderão trazer sérios problemas conservacionistas.

Ilegal: quando as áreas de preservação permanente legal estavam sendo utilizadas.

3- MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho, foram utilizados documentos cartográficos, equipamentos e softwares computacionais.

3.1 – Documentos

Dados Climatológicos

- Dados da estação climatológica da Universidade Federal de Uberlândia, IG/UFU de 1996 – 2007 e da Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia de 2004 – 2006.

Documentos Cartográficos

- Cruzeiro dos Peixotos (SE-22-Z-B-VI-1-SE) e Córrego das Moças (SE-22-Z-B-3-NE), elaborados pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG), na escala de 1:25.000
- Mapa geomorfológico, exploratório de solos, elaborado pelo Projeto RadamBrasil, Ministério das Minas e Energia – Folha SE. 22 Goiânia de 1983, na escala de 1:1.000.000
- Fotografias aéreas de 1979, IBC/GERCA, escala 1:25.000
- Imagem do Satélite Spot 5, sensor HRVIR, de janeiro de 2006, com resolução espacial de 2,5 metros.

Equipamentos

- Mesa digitalizadora Digigraf Van Gogh A1;
- Câmera fotográfica Sony F-160;
- GPS de navegação Garmim;

- Microcomputador Pentium IV, 512 MB RAM, HD 40GB, Monitor SVGA, CD – ROM e mouse.

Softwares

- **Cartalinx -** é um software destinado à construção de bases de dados espaciais. Este software é composto por cinco componentes principais (menu principal, barra de ferramentas, tabelas, janela de visualização e barra de status), que auxiliam na estruturação da base cartográfica. Os arquivos gerados pelo Cartalinx possuem dois tipos de extensões; LNX para arquivos de desenho e MDB para tabela de atributos.

- **Idrisi -** é um sistema de informação geográfica utilizado para processamento de imagens, desenvolvido pela Graduate School of Geography da Clark Universit, de Massashusetts, baseado no formato raster de representação de dados. Esse software reúne ferramentas nas áreas de sensoriamento remoto, processamento digital de imagens, sistema de informação geográfica, modelagem espacial, geoestatística e apoio à tomada de decisões. O usuário tem a oportunidade de desenvolver programas específicos, de forma a atender a novas aplicações. (EASTAM, 1998). O Idrisi trabalha com arquivos raster, com extensões RST e RDC, e arquivos vetoriais no formato VCT e VDC.

- **ArcView** - é um sistema de informação geográfica que gerencia feições e seus atributos em unidades denominadas temas. Cada tema possibilita ligar informações a atributos similares, como rodovias, drenagem etc. As feições dos temas do ArcView podem ser visualizadas através de pontos, linhas e polígonos. Permite fácil integração de dados, possibilitando acessar registros de bases de dados, organizar e visualizar mapas com excelente qualidade, associando-os a gráficos, desenhos, fotografia e outros arquivos. É um software de fácil manipulação, desenvolvido no ambiente do

Windows e possui ferramentas que permitem resolver com mais eficiência os problemas ligados ao geoprocessamento. O ArcView trabalha com arquivos de projetos, identificados por uma extensão apr. O ArcView suporta arquivos no formato shapefile, isto é, formato de arquivos de feições geográficas e dados de atributos do ArcView (SHP, SHX, DBF). O ArcView aceita também arquivos de fonte de dados do ARC/INFOR e arquivos de imagens TIF, TIF/LZW, ERDAS, BSQ, BIL, BIP, RLC, e Sun.

3.2 – Procedimentos operacionais

A unidade de pesquisa a ser trabalhada, neste estudo, é uma bacia hidrográfica, utilizando-se a metodologia de ensino proposta por Libault (1971), na qual se definem quatro níveis de pesquisa, sendo eles: compilatório, correlatório, semântico e normativo.

A primeira fase da pesquisa é definida como nível compilatório, na qual o usuário obtém dados de qualquer natureza, seja de natureza bibliográfica, de documentos cartográficos, de laboratório etc. Esse nível possibilita a seleção das informações necessárias para o prosseguimento da pesquisa.

A segunda fase é o nível correlatório, que consiste na correlação dos dados para, posteriormente, estabelecer-se a interpretação. Essa etapa é muito importante, pois não se devem correlacionar informações de diferentes naturezas ou dados heterogêneos, ou seja, os dados devem ser homogêneos, obtidos do mesmo local e, se possível, com os mesmos métodos.

A terceira fase é o nível semântico, que indica que o usuário chegou à parte de interpretação, análise e síntese dos resultados obtidos a partir dos dados selecionados e correlacionados. Esse nível deve oferecer um resultado satisfatório quando relacionado com as etapas

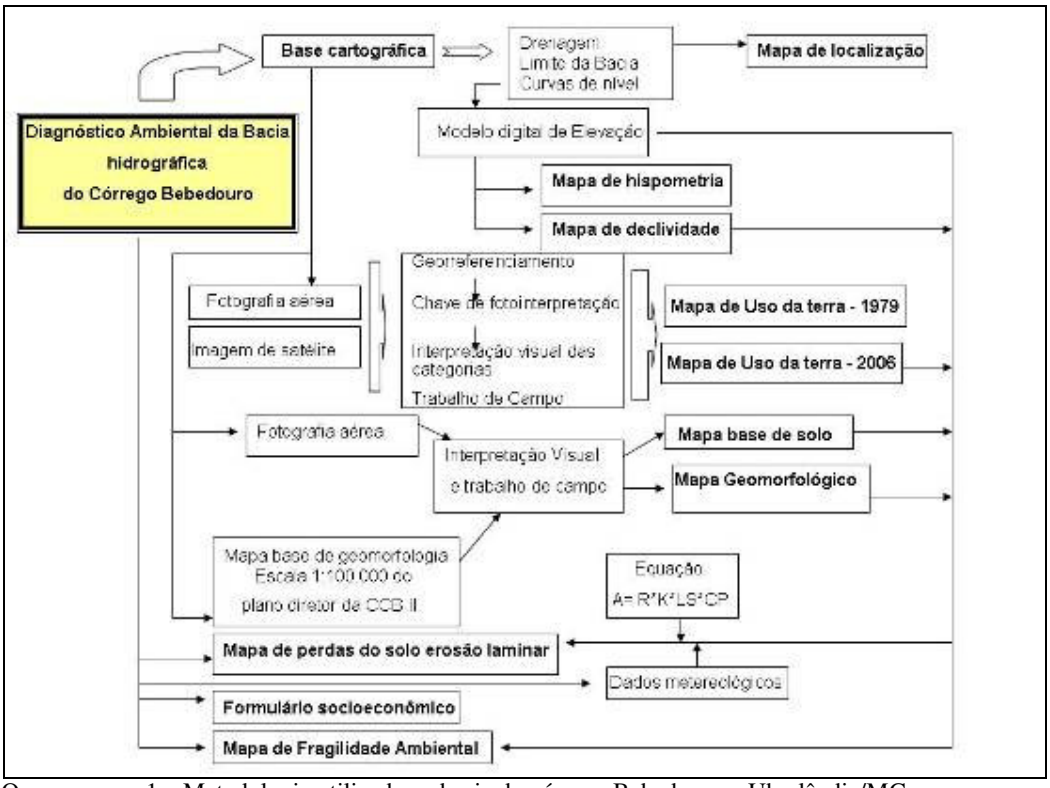
anteriores. Os dados que antes eram simples informações passam a obter caráter significativo, em termos de interpretação.

A última fase trata do nível normativo, o qual irá traduzir os resultados da pesquisa, indicando as diretrizes a serem seguidas para um bom resultado, dentre eles gráficos, mapas, tabelas etc.

As fases propostas por LIBAULT (1971) evidenciam a possibilidade de análise e compreensão dos processos de modificação do meio físico da bacia hidrográfica em estudo.

O diagnóstico ambiental de uma determinada paisagem seja uma unidade ambiental, uma bacia hidrográfica, uma região ou um município, mostra-se relevante para o entendimento da dinâmica do espaço natural. Os recursos oferecidos pela tecnologia de geoprocessamento são utilizados como um instrumento de análise, armazenamento e integração dos dados.

O organograma (1) abaixo demonstra resumidamente a metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa:



Organograma 1 – Metodologia utilizada na bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG
Org: SANTOS, C.R (2007)

Análise da área por meio de documentos cartográficos

Inicialmente, foram levantados materiais bibliográficos e documentos cartográficos, para se obter uma melhor compreensão da área em questão.

Como fonte primária de conhecimento da área de estudo, utilizaram-se mapas de solos, geomorfológico e geológico de estudos realizados pelo RadamBrasil, na escala de 1:1.000.000, e pelo Plano Diretor dos AHE´s Capim Branco I e II , na escala de 1:100.000. Tomando como base os mapas já elaborados, definiu-se uma escala de trabalho final de 1:30.000, em formato A3, com o objetivo de detalhar os aspectos físicos na área de estudo.

Trabalhos de Campo

O primeiro trabalho de campo aconteceu no dia 06 de agosto de 2006 e teve como proposta o reconhecimento da área de estudo e registro de algumas áreas que pudessem representar o ambiente de estudo. Utilizou-se uma imagem de satélite Spot composição1R2G3B, um aparelho de GPS e uma máquina fotográfica.

O segundo e o terceiro trabalho de campo, que aconteceram no dia primeiro de fevereiro de 2007 e no dia 21 de março de 2007, tiveram como objetivo a aplicação de um formulário[3] aos proprietários da área em estudo, identificando o nome, o tamanho da propriedade e outras informações cabíveis para melhor compreensão da área em questão. E, juntamente com a aplicação do formulário, foram realizados registros fotográficos da área.

O quarto trabalho de campo, que ocorreu no dia 07 de julho de 2007, teve como objetivo a coleta de amostras de solos, para a elaboração do levantamento pedológico semidetalhado da

[3] Formulário: é um instrumento que se caracteriza pelo contato face a face entre pesquisador e informante. A diferença entre o questionário é que o formulário pode ser usualmente preenchido pelo próprio investigador. Uma das vantagens que o pesquisador recebe do informante é o esclarecimento de alguns perguntas, dar explicações, ou seja, ajustar o formulário à experiência e à compreensão de cada informante. Por isso, pode englobar questões mais complexas que o questionário (RIBAS, 2004); (MARCONI; LAKATOS, 2003).

área de estudo. E, ainda, no dia 21 de setembro de 2007, foi realizado o quinto trabalho de campo, com objetivo de levantar a compartimentação geológica e geomorfológica.

Condições Climáticas da área de abrangência da bacia

Nesta etapa fez-se uma análise dos dados de clima fornecidos pela estação climatológica da Universidade Federal de Uberlândia, de 1996 a 2006, e da Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia, de 2004, 2005 e 2006.

Diante das informações obtidas pelas duas estações, fez-se uma comparação dos dados e optou-se por trabalhar apenas com a estação metereológica da UFU. De posse dos dados da estação fez-se a média mensal, de 1996 a 2006, de temperatura, umidade relativa e precipitação.

Elaboração dos mapas temáticos

Nesta fase, foram elaborados os mapas temáticos da bacia do córrego Bebedouro a saber: a base cartográfica, o mapa hipsometria, de declividade, de uso da terra e cobertura vegetal, de solos e geomorfológico. A seguir tem-se a descrição dos procedimentos utilizados para a elaboração de todos os mapas temáticos.

a) Base cartográfica

A base cartográfica foi elaborada a partir das cartas topográficas Cruzeiro dos Peixotos e córrego das Moças, da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG), na escala de 1:25.000. Em seguida, utilizou-se um papel vegetal para extrair a drenagem, as curvas de nível e o limite, sendo que o limite da bacia do córrego Bebedouro foi traçado seguindo os divisores de água e os pontos cotados. Logo após, os layers foram extraídos, com o auxílio técnico instrumental de uma mesa digitalizadora e o software Cartalinx.

Tomou-se o cuidado para que o erro de calibração admissível da base cartográfica não fosse maior do que 10 m, visto que a escala de erro permitida para padrão de exatidão cartográfica tipo B, para essa escala de trabalho, é de no máximo 12,5 m.

A malha viária atualizada foi digitalizada a partir da imagem de satélite Spot 5, do sensor HRVIR, uma vez que as informações da carta topográfica estavam desatualizadas.

b) Geologia

Na elaboração do mapa geologia utilizou-se como parâmetro o mapa do Plano Diretor do AHE Capim Branco I e II (1:100.000), o mapa geologia do RadamBrasil (1:1000.000) e a fotografia aérea adquirida no projeto IBC (1979), na escala de 1:25.000.

No primeiro momento, delimitou-se a estrutura geológica, por mio da interpretação das fotografias aéreas e visitas de campo, com o auxílio dos professores da instituição, no software Cartalinx. Logo após, fez-se a transferência do resultado para o software ArcView, onde foi executado o mapa de geologia.

c) Geomorfogia

Para a elaboração do mapa geomorfológico utilizou-se, como parâmetro, o mapa do Plano Diretor do AHE Capim Branco I e II (1:100.000), o mapa geomorfológico do RadamBrasil (1979) - (1:1000.000), a fotografia aérea adquirida no projeto IBC (1979), na escala de 1:25.000, e a metodologia proposta por Rosa (2005).

De posse do conhecimento a priori obtido, por levantamentos e consultas bibliográficas realizados na área de estudo, delimitou-se a estrutura geomorfológica fotointerpretação e visitas de campo que ocorreram durante toda a pesquisa, utilizando-se o software Cartalinx. Logo após, fez-se a transferência do resultado para o software ArcView, onde foi executado o mapa geomorfológico.

d) Solos

Na elaboração do mapa de solos, utilizou-se como parâmetro os levantamentos já realizados pelo RadamBrasil e pelo Mapa do Triângulo Mineiro, ambos na escala de 1:1.000.000, como estrutura de conhecimento *a priori*.

Para a elaboração do mapa detalhado da área em estudo, utilizaram-se alguns passos sugeridos por Rosa (2005). Dentre eles foram observados: o relevo, o padrão de drenagem, a tonalidade fotográfica e o comportamento do solo (quanto a umidade, matéria orgânica, cor, granulometria e textura). Essas observações foram feitas por imagem de satélite pela fotografia aérea que tal estudo proporciona, juntamente com o trabalho de campo, no qual foram adquiridas as amostras de solos para que se pudesse obter um resultado mais próximo da realidade. As informações foram extraídas e vetorizadas no software Cartalinx e o mapa temático final, no software ArcView.

e)Hipsometria

No software *Idrisi* foi elaborado o mapa hipsométrico, com objetivo de mostrar o desnível e a distribuição altimétrica do relevo, que influencia na velocidade de escoamento superficial.

De posse das curvas de nível, digitalizadas no software *Cartalinx* com eqüidistância vertical de 10 m, estas foram exportadas para o software *Idrisi* e, em seguida, criou-se um modelo digital do terreno. Em seguida, usou-se o comando *Reclass* para agrupar as classes existentes em intervalos de 60 em 60 metros (cf. Quadro 2).

Quadro 2 – Classes de hipsometria para a Bacia do Córrego Bebedouro – Uberlândia/MG

Classes	**Intervalo de altimetria (m)**
A	< 600
B	600 a 660
C	660 a 720
D	720 a 780
E	780 a 840
F	>840

Org: SANTOS, C.R. (2007)

A edição final do mapa de hipsometria foi realizada no software *ArcView*, onde o arquivo *raster* do *Idrisi* foi exportado para o formato de imagem *Tif.*

f)Declividade

Para a elaboração do mapa de declividade, no software *Idrisi,* também se utilizou o modelo digital do terreno (MDE). Em seguida, utilizou-se o comando *Surface* e, posteriormente, o *Filter*, com o objetivo de melhorar e suavizar as classes estabelecidas. Depois, o arquivo foi reclassificado, utilizando-se o comando *Reclass,* atribuindo ao arquivo *raster* as classes desejadas.

Foram utilizados os intervalos de classes estabelecidos por Ross (1993), em estudos de capacidade de uso ou aptidão agrícola, como indicadores dos processos erosivos e escoamento superficial (cf. Quadro 3).

Quadro 3 – Classes de declividade para a Bacia do Córrego Bebedouro – Uberlândia/MG

Intervalo de declividade %
<3
3 a 6
6 a 12
12 a 20
20 a 30
> 30

Fonte: Ross (1993)
Adaptado: SANTOS, C.R. (2007)

A elaboração final do mapa de declividade foi realizada no software *ArcView*, onde o arquivo *raster* do *Idrisi* foi exportado para o formato de imagem *Tif.*

g) Uso da terra e Cobertura Vegetal

O levantamento do uso da terra e cobertura vegetal são de grande importância para a compreensão dos padrões de organização do espaço ocupado pelo homem ao longo do processo de ocupação do cerrado. As técnicas de sensoriamento remoto foram de fundamental

importância na identificação e obtenção de informações confiáveis para o ordenamento do território em estudo.

A etapa metodológica para a realização do mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal, tanto da imagem de satélite Spot quanto da fotografia aérea, foi realizada de acordo com Rosa (2005). De posse da base cartográfica, já definida anteriormente, fez-se uma chave de interpretação (tabelas 5 e 6), considerando os seguintes elementos: tonalidade, textura, forma e tamanho; em seguida, realizou-se uma interpretação visual preliminar da imagem, acompanhada de um trabalho de campo, a fim de correlacionar o que foi identificado na imagem com as correspondentes unidades existentes no terreno. Posteriormente, fez-se a interpretação visual final e a vetorização das categorias de uso da terra e cobertura vegetais já definidas, com o auxílio do software *Cartalinx*. A montagem final do mapa temático de uso da terra e cobertura vegetal foi executada no software *ArcView*, onde se pôde fazer a quantificação das áreas ocupadas por cada categoria.

h) Perdas de solo

As perdas de solo, por erosão laminar, foram elaboradas a partir da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE), definida por A = R*K*LS*CP, proposta por Bertoni; Lombardi Neto (2005), a fim de utilizá-la para elaborar o mapa de fragilidade ambiental.

Diante disso, levou-se em consideração: erodibilidade dos solos, erosividade das chuvas, fator topográfico (inclinação do terreno e comprimento da rampa), fatores de uso e manejo da terra.

Para gerar o valor da erosividade (R) da bacia do córrego Bebedouro, utilizaram-se dados de precipitação da estação climatólogica da Universidade Federal de Uberlândia. Em seguida, foi calculada a erosividade média mensal das chuvas, utilizando a fórmula de erosividade. A partir do dado encontrado, criou-se um arquivo numérico e outro raster de erosividade, com o comando *edit* e *assing*, no software Idrisi.

A erodibilidade (k) foi determinada a partir de dados existentes em literatura de Bertoni; Lombarti Neto (2005). Em seguida, com o comando *edit*, editaram-se os valores atribuídos a cada tipo de solo. Depois utilizou-se o mapa de solos e, em seguida, atribui-se os novos valores, com o comando *assing*.

O fator topográfico (LS), que indica o comprimento de rampa (C) e o grau de declividade (D), foi adquirido da seguinte forma:para medir o comprimento de rampa, utilizou-se a metodologia proposta por Villela; Mattos (1975) apud Moreira; Rosa (2000), com a equação:

$$L = A/4l,$$

onde L é o fator comprimento de rampa, A é a área da bacia (m²) e l é o somatório do comprimento de todos os cursos d água da bacia (m).

Com o software ArcView determinou-se a área, o perímetro e o comprimento de todos os cursos d'água da bacia. A declividade do terreno foi determinada no software Idrisi. De posse dos dados, utilizou-se a equação proposta por Bertoni; Lombarti Neto (2005), e os comandos *edit*, *assing* e *scalar*, para atribuir os valores ao mapa do fator topográfico.

O potencial natural à erosão (PNE) foi adquirido a partir do cruzamento dos fatores de erosividade, erodibilidade e fator topográfico. De posse dos dados já elaborados anteriormente, utilizou-se o comando *overlay,* do software Idrisi, para obter o mapa de potencial natural à erosão.

O potencial antrópico à erosão (PN) foi determinado de acordo com o mapa de uso da terra e cobertura vegetal de 2006, e dados de manejo e conservação do solo foram adquiridos em trabalho realizado por Moreira; Rosa (2000); Bertoni; Lombarti Neto (2005).

Para encontrar a variável uso/manejo do solo (C) e fator práticas conservacionistas (P), ou seja, (CP), utilizou-se o mapa de uso da terra e cobertura vegetal de 2006 da bacia do córrego Bebedouro. Em seguida, foram observados os possíveis valores atribuído a CP, de acordo

com pesquisas realizadas por Moreira; Rosa (2000); Bertoni; Lombardi Neto (2005). Posteriormente, com o comando *edit* e *assing*, atribui-se à categoria seu identificador.

E, finalmente, para determinar as perdas do solo por erosão laminar (PSE ou A), fez-se o cruzamento com o comando *overlay*, entre o Potencial Natural à erosão (PN) e o Potencial Antrópico à erosão Laminar (PA), ou seja;

$$PSE = PN * PA \text{ ou } A = PN * PA.$$

i) Diagnosticar a situação sócio-econômica dos produtores e possíveis problemas ambientais

A aplicação de formulário serviu para realizar o levantamento das informações, tanto quantitativas quanto qualitativas. No que se refere às questões sócio-agro-econômicas, foi utilizado um formulário aplicado junto ao proprietário de cada imóvel rural, preenchendo as informações necessárias, de forma a não constranger o proprietário. Depois, as informações foram tabuladas e organizadas numa planilha do E*xcel* e, posteriormente, enviadas para o software Arcview, para que se pudessem unir as informações da base cartográfica com um banco de dados.

j) Produtos Síntese

Para elaboração dos produtos síntese utilizou-se o software Idrisi, comando *crosstab*, para efetuar o cruzamento entre os mapas de uso da terra e cobertura vegetal de 2006 versus geomorfologia, solos e perdas de solo por erosão laminar, fragilidade ambiental e mapa de uso recomendado da bacia.

Fragilidade Ambiental

Para avaliar a fragilidade ambiental da bacia do córrego Bebedouro, foram realizados cruzamentos entre os seguintes mapas temáticos: potencial natural a erosão, solos,

geomorfologia e declividade (cf.Quadro 4). As categorias de fragilidade ambiental da área de estudo foram classificadas da seguinte maneira: baixa, média, alta e muito alta. Tais cruzamentos foram realizados utilizando-se o software Idrisi, comandos *overlay, reclass e crosstab*. Posteriormente, exportou-se o mapa de fragilidade para o software ArcView, o qual foi elaborado o layout final.

Quadro 4 – Fragilidade Ambiental da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG.

Categoria	**Potencial natural a erosão (t/ha.ano).**	**Solo**	**Geomorfologia**	**Declividade (%)**
Baixa	<400	Latossolo Distrófico	Relevo com topo plano	< 6
Média	<800	Latossolo Distroférrico	Relevo Dissecado	<12
Alta	>400	Latossolo Distroférrico e Argissolos	Relevo Dissecado e Intensamente Dissecado	>12
Muito Alta	Variada	Latossolo Distroférrico, Argissolos e Gleissolos-	Variado	<3% e APP

Fonte: Adaptação de ROSS, (1993)
Org: SANTOS, C.R.(2007)

Uso da Terra Recomendado

Para a elaboração do mapa de uso recomendado utilizou-se o mapa de drenagem, mapa de fragilidade ambiental e mapa de uso da terra e cobertura vegetal. De posse do mapa de drenagem e da lei ambiental da área de preservação permanente, Lei 7.803 de 18 julho de 1989 (dita que os rios menores de 10 metros de largura devem ter uma APP de no mínimo 30 metros), elaborou-se o mapa de área de preservação permanente (APP - 30 metros) no software Idrisi, com o comando *buffer*. Em seguida, uniu-se o arquivo fragilidade ambiental com o arquivo de APP, para que fosse elaborado o mapa de uso recomendado. O resultado foi exportado para o software ArcView, para a elaboração do layout final.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – O meio físico

A seguir dar-se-á início à apresentação dos resultados do presente trabalho (mapas, tabelas e gráficos), iniciando pelos estudos do meio físico da bacia do córrego Bebedouro. Foram realizados os seguintes estudos: clima, geologia, geomorfologia, solos, hipsometria, declividade do terreno, uso da terra e cobertura vegetal e perdas de solo por erosão laminar

4.1.1 - O clima

O clima do município de Uberlândia, segundo Köppen, é do tipo Cwa (Clima tropical), possuindo duas estações bem definidas: período chuvoso, de outubro a abril, e o período seco, de maio a setembro. A precipitação atmosférica média encontra-se em torno de 1540 mm, e possui uma temperatura média anual de 22,9 °C.

Tabela (1) – Dados climáticos da estação climatológica da Universidade Federal de Uberlândia - MG

Meses	Anos	Temperatura do Ar			Umidade Relativa (%)	Precipitação (mm)	
		Média Mensal	Média Máximas	Média Mínimas	Média Mensal	Total Mensal	N° de dias chuvas
Janeiro	1997 - 2006	24,0	29,5	20,0	76,9	308,8	20
Fevereiro	1997 - 2006	24,3	30,3	19,9	75,0	179,2	16
Março	1996 - 2006	23,9	29,4	20,0	76,0	235,9	17
Abril	1996 - 2006	23,6	29,4	18,8	68,7	72,4	8
Maio	1996 - 2006	20,6	27,2	15,3	59,7	37,0	4
Junho	1996 - 2006	20,2	26,8	14,9	62,8	20,0	1
Julho	1996 - 2006	20,5	27,4	14,6	57,0	4,3	1
Agosto	1996 - 2006	22,1	29,3	16,3	51,0	12,8	2
Setembro	1996 - 2006	23,0	30,3	18,1	56,0	60,9	6
Outubro	1996 - 2006	24,8	31,1	19,9	62,0	94,9	10
Novembro	1996 - 2006	23,8	29,3	19,6	72,0	219,1	15
Dezembro	1996 - 2006	23,8	29,2	19,8	76,0	294,9	20
Média	1997 - 2006	22,9	29,1	18,1	66,1	128,3	10

Fonte: Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia
Org. SANTOS, C.R. (2007)

Ao analisar o regime pluviométrico do município de Uberlândia, (cf. Tabela 1 e Gráfico 1), pode-se notar que os maiores índices pluviométricos, em dez anos, encontram-se nos meses de novembro a março. Já os meses mais secos dos últimos dez anos foram: junho, julho e agosto, sendo que a média mensal no período de 1997 – 2006 foi de 128,3mm.

O mês que apresentou o maior índice pluviométrico foi o mês de janeiro, com um total de 308,8 mm, num total médio de 19,6 dias. O mês considerado crítico (cf. Tabela 1) é o de julho, do qual tem-se um índice pluviométrico de 4,3mm anuais, com apenas um dia de chuva e a temperatura máxima chegando a 27,4 ºC, deixando a umidade relativa do ar muito baixa, cerca de 57%.

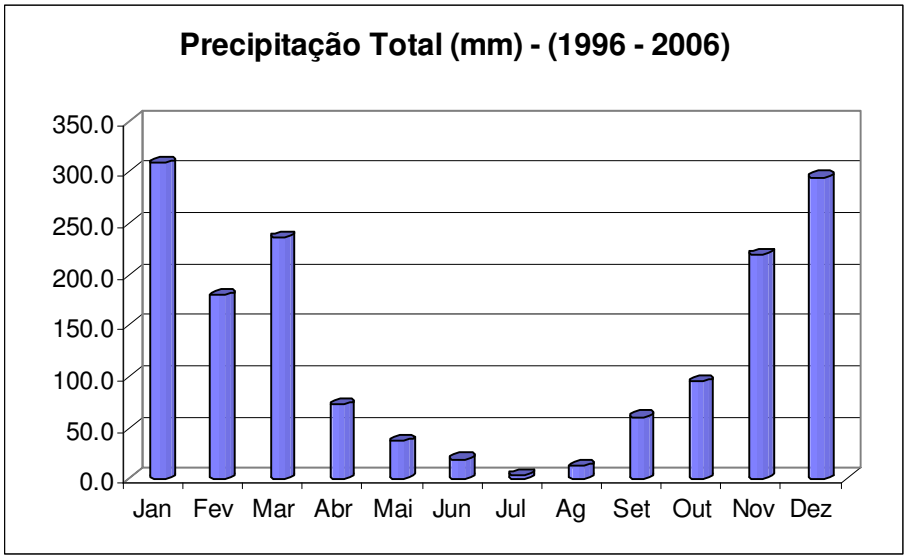


Gráfico 1 – Precipitação Total (1996 – 2006) - da área de abrangência da Bacia do Córrego Bebedouro
Fonte: Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia
Org. SANTOS, C.R (2007)

Ao se condiserar que o ano tem 365 dias observa-se que, durante os anos analisados, obteve-se uma média total de 119,8 dias com chuvas e 245,2 dias sem chuvas. Disto se pode inferir que, de cada três dias, um tem possibilidade de ser chuvoso. Os meses que possuem o maior número de dias com chuva são dezembro com 20 dias, e janeiro, com aproximadamente 19,6 dias. Os meses em que ocorreram as menores médias de número de dias com chuva são julho e agosto, com 1 e 2 dias, respectivamente (cf. Gráfico 2).

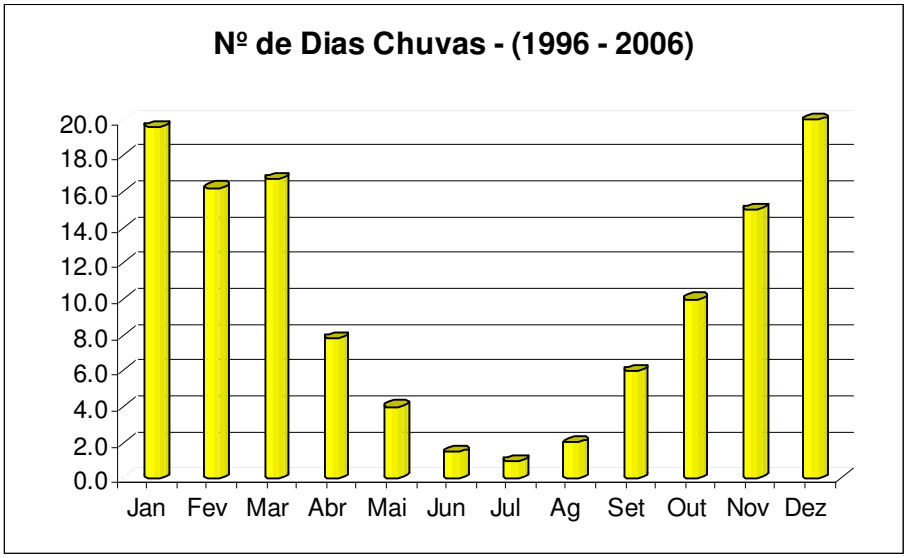


Gráfico 2 – Número de Dias Chuvas (1996 – 2006) - da área de abrangência da Bacia do Córrego Bebedouro
Fonte: Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia
Org. SANTOS, C.R (2007)

Considerando a temperatura média anual (1997 – 2006), percebe-se que os meses mais quentes foram outubro, com 31,1ºC, fevereiro e setembro, ambos com 30,3ºC, e janeiro, com 29,5ºC. Os meses mais frios foram junho, cerca de 14,9°C, e julho, com 14,6ºC (cf. Gráfico 3).

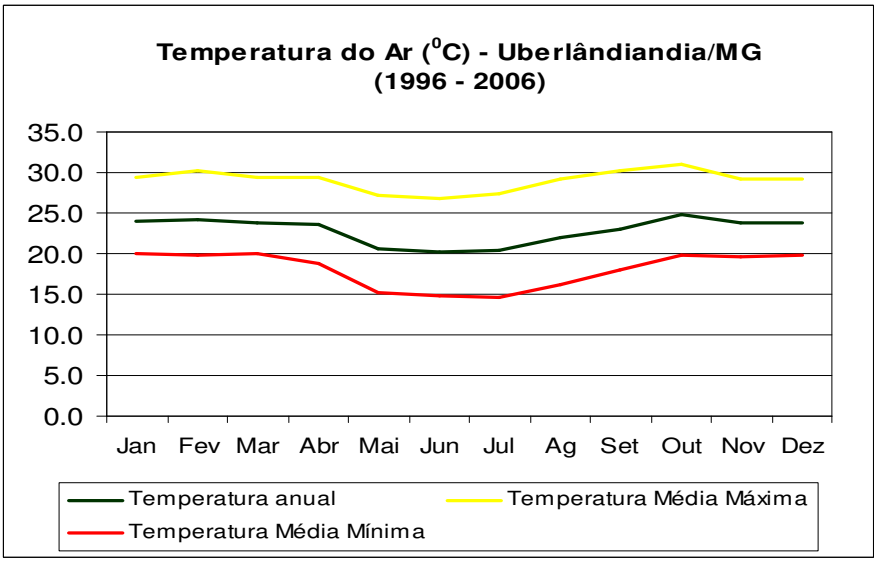


Gráfico 3 – Temperatura do Ar °C (1996 – 2006) - da área de abrangência da Bacia do Córrego Bebedouro
Fonte: Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia/MG
Org. SANTOS, C. R. (2007)

Considerando os valores das médias de temperatura nos anos de (1997 – 2006) pode-se perceber que, entre os nove anos analisados, as diferenças entre os valores mais elevados de temperatura e os valores mais baixos demonstraram um comportamento regular, de acordo com a região. Durante essa época não ocorreu nenhuma anomalia na dinâmica das massas de ar que pudesse condizer com as condições climatológicas.

O que pode ser observado, neste contexto das condições climáticas para a região, é que, nos períodos de seca, que compreendem os meses de maio a agosto, há uma diminuição da umidade relativa do ar e menor disponibilidade de água no solo, ocasionando um ressecamento da vegetação, ocorrendo muitas vezes, queimadas sucessivas, efetuadas na tentativa de diminuir o capim braquiara utilizada nas pastagens.

4.1.2 - Geologia

O mapeamento do substrato rochoso da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG foi elaborado mediante a utilização das fotografias aéreas verticais pancromáticas, de 1979, na escala de 1:25.000, e trabalho de campo.

As unidades geológicas, encontradas na área em estudo, foram rochas do Pré-Cambriano, Serra Geral e Cenozóico (cf. tabela 2 e mapa 2).

Tabela 2 – Unidade Geológica da Bacia do Córrego Bebedouro, Uberlândia - MG

Unidade do Geológica	**Área ocupada**	
	ha	**%**
Pré-Cambriano	232,00	7,13
Serra Geral	2489,26	76,45
Cenozóico	534,74	16,42
Total	3256,00	100,00

Org: Santos. C.R., (2007).

Pré-cambriano **–** nesta unidade geológica encontra-se a formação rochosa do Grupo Araxá, constituídas xistos por quartizitos e gnaisses. Os xistos apresentam zonas de transição para o

gnaisse, com incremento de quartzo e feldspato, refletindo-se na mudança de estrutura, que passa de xistosa para gnáissica. As rochas quartzíticas afloram com certa constância, intercaladas aos xistos, e quando ocorre o incremento de quartzo, em detrimento dos minerais micáceos (muscovita e sericita), os xistos gradam lateralmente para quartzitos, conforme foto 1 (NISHIYAMA, 1989).

As rochas desse grupo se expõem ao longo do vale do córrego Bebedouro e desaparecem sob os derrames basálticos da Formação Serra Geral, pela ação erosiva (cf. Foto 1).

Foto 1 – Rochas do Pré-cambriano localizadas no baixo curso da bacia do córrego Bebedouro
Autor: SANTOS, C.R.. Setembro de 2007.

Serra Geral – a Formação Serra Geral é composta por derrames de basalto. Quanto a sua petrologia, é constituído de basaltos toleíticos, de granulação fina e afanítica, de coloração preto a preto cinzento, nos corpos maciços, e marrons escuros, nos visiculares (BARCELOS, 1984; SANTOS, 2002).

Na bacia do córrego Bebedouro, as rochas da Formação Serra Geral, de caráter vulcânico, apresentam-se recobertas, em grande extensão, pelas rochas mais recentes do cenozóico. No assentamento do cenozóico sobre o afloramento do Serra Geral encontram-se as nascentes dos córregos Bebedouro, da Moças e Cabaças. Neste local, o substrato rochoso basáltico funciona como rocha impermeável, que retém a água da chuva, e, nas fissuras, há o surgimento do afluente (cf. Foto 2).

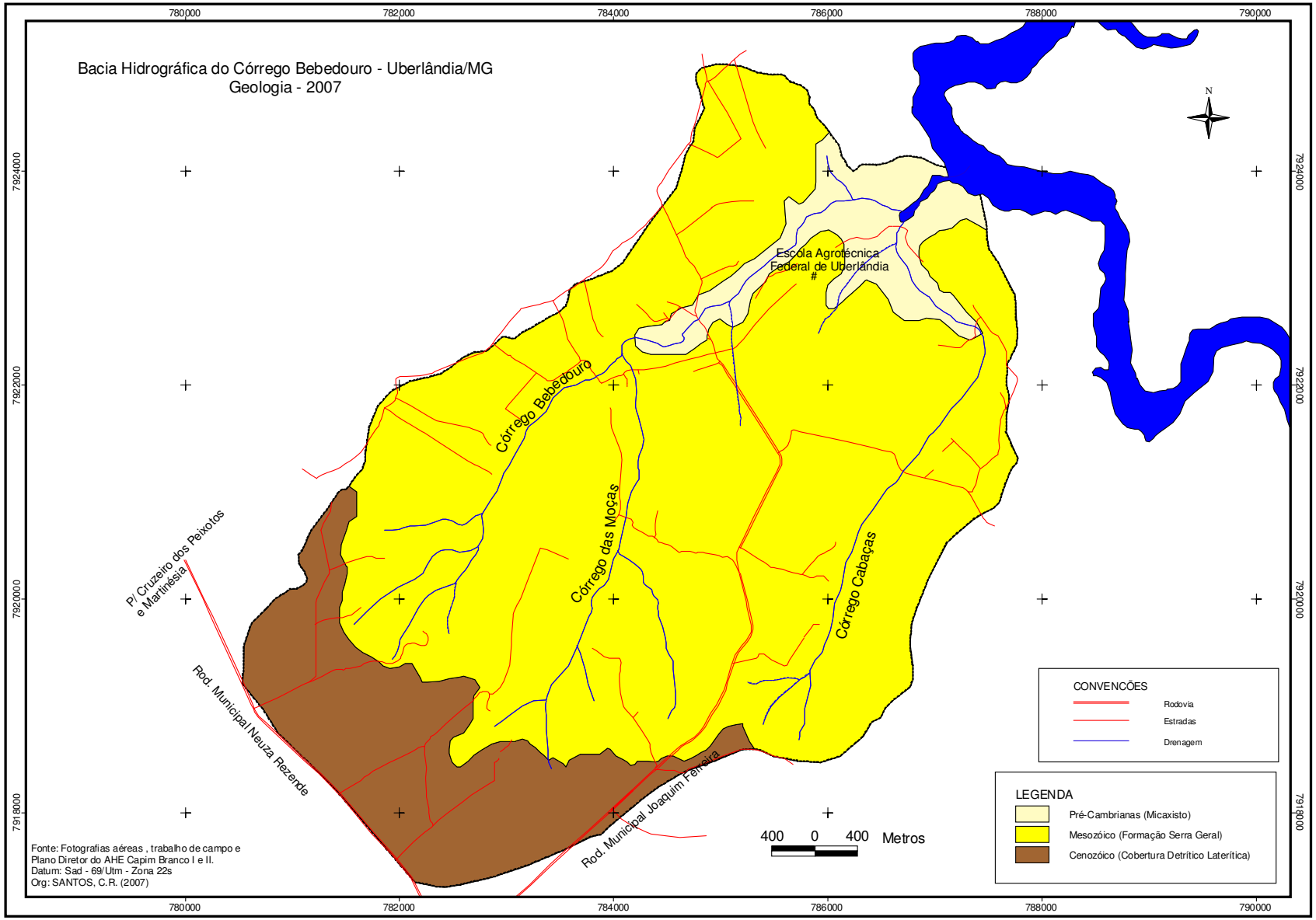
Foto 2 – Rochas do mesozóico – Serra Geral, rochas basálticas no médio curso da bacia do córrego Bebedouro
Autor: SANTOS, C.R. Setembro de 2007

Cenozóico **–** a cobertura sedimentar cenozóica abrange os depósitos aluviais, areias e argilas, conglomerados na base, depósitos coluviais de espigão, areia com matriz argilosa, cascalhos de limonita e quartzo na base e depósitos de cimeira, conglomerados, arenitos imaturos (BARCELOS, 1984, p. 43).

A cobertura cenozóica detrítico laterítica é constituída de leitos de cascalheiras, predominando seixos de quartzo e basalto, com granulometria variável; geralmente, apresentam-se revestidos por óxido de ferro (cf. Foto 3).

As concreções limoníticas aparecem no contato do cenozóico com a Formação Serra Geral, dando origem a pequenas concreções ou blocos esparsos, de dimensões variáveis. A cimentação incipiente dos sedimentos cenozóicos tem levado a problemas de erosão acelerada, principalmente em terrenos arenosos. E a alta porosidade, a permeabilidade, o regime pluviométrico e a devastação da cobertura vegetal têm contribuído para o agravamento da erosão.

Foto 3 – Rochas do Cenozóicos localizadas no alto curso da bacia do córrego
Autor: SANTOS, C.R. Setembro de 2007


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Geologia - 2007
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica
Federal de Uberlândia
#
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
P/ Cruzeiro dos Peixotos
e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
LEGENDA
Pré-Cambrianas (Micaxisto)
Mesozóico (Formação Serra Geral)
Cenozóico (Cobertura Detrítico Laterítica)
Fonte: Fotografias aéreas , trabalho de campo e
Plano Diretor do AHE Capim Branco I e II.
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)

4.1.3 - Geomorfologia

A geomorfologia da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG está inserida na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, nas seguintes subdivisões morfoesculturais: Relevo Intensamente Dissecado, Relevo Dissecado, Relevo com Topo Plano (cf. Tabela 3 e Mapa 3).

Tabela 3 – Unidade do Relevo da Bacia do Córrego Bebedouro, Uberlândia - MG

Unidade do Relevo	**Área ocupada**	
	ha	**%**
Relevo Intensamente Dissecado	803,64	24.69
Relevo Dissecado	1847,26	56,73
Relevo com Topo Plano	605,10	18,58
Total	3256,00	100,00

Org: Santos. C.R., (2007).

Relevo Intensamente Dissecado – De acordo com Bacaro (1989), a área de abrangência desse tipo de relevo encontra-se nas vertentes, recobertas por mata semi-descídua. Os rios que fazem parte desse compartimento geomorlógico entalham o basalto e as rochas do Grupo Araxá, formando solos férteis originários de material detrítico da alteração do basalto e muitos canais pluviais e ravinas. Na área de relevo intensamente dissecado; a ação dos processos erosivos é acelerada, mas em menor intensidade do que no relevo dissecado, isto se deve aos solos resistentes.

Essa unidade se localiza no baixo curso do rio Araguari, apresentando uma faixa estreita ao longo do vale, na cota altimétrica de 600 a 660 metros. O relevo apresenta-se muito dissecado, porém com uma exuberante beleza, como cachoeiras e corredeiras (cf. Foto 4). Por ser uma unidade com formas muito dissecadas, os vales são bem entalhados e a densidade da drenagem é alta (BACARO et al, 2001).

Relevo Dissecado – é caracterizado pela presença de morfologias tabulares, cujos topos são amplos e largos, localizando-se ao longo do médio curso da bacia do córrego Bebedoruo,

cujas cotas altimétricas variam em torno de 660 a 840 metros. Nessa estrutura encontram-se relevos praticamente suaves, com baixa densidade de drenagem (cf. Foto 5).

Conforme Bacaro (1989), esse tipo de relevo apresenta vertentes suaves, recobertas pelo cerrado e, em muitos locais, interrompidas por rupturas mantidas pela laterita, que são os locais preferenciais para o afloramento do lençol subterrâneo, constituindo pequenas nascentes. Nesse tipo de comportamento geomorfológico, os processos erosivos mais freqüentes são as voçorocas e ravinas, porque a cobertura cenozóica é constituída de material arenoso, sem consistência e facilmente carreável pela águas da chuvas.

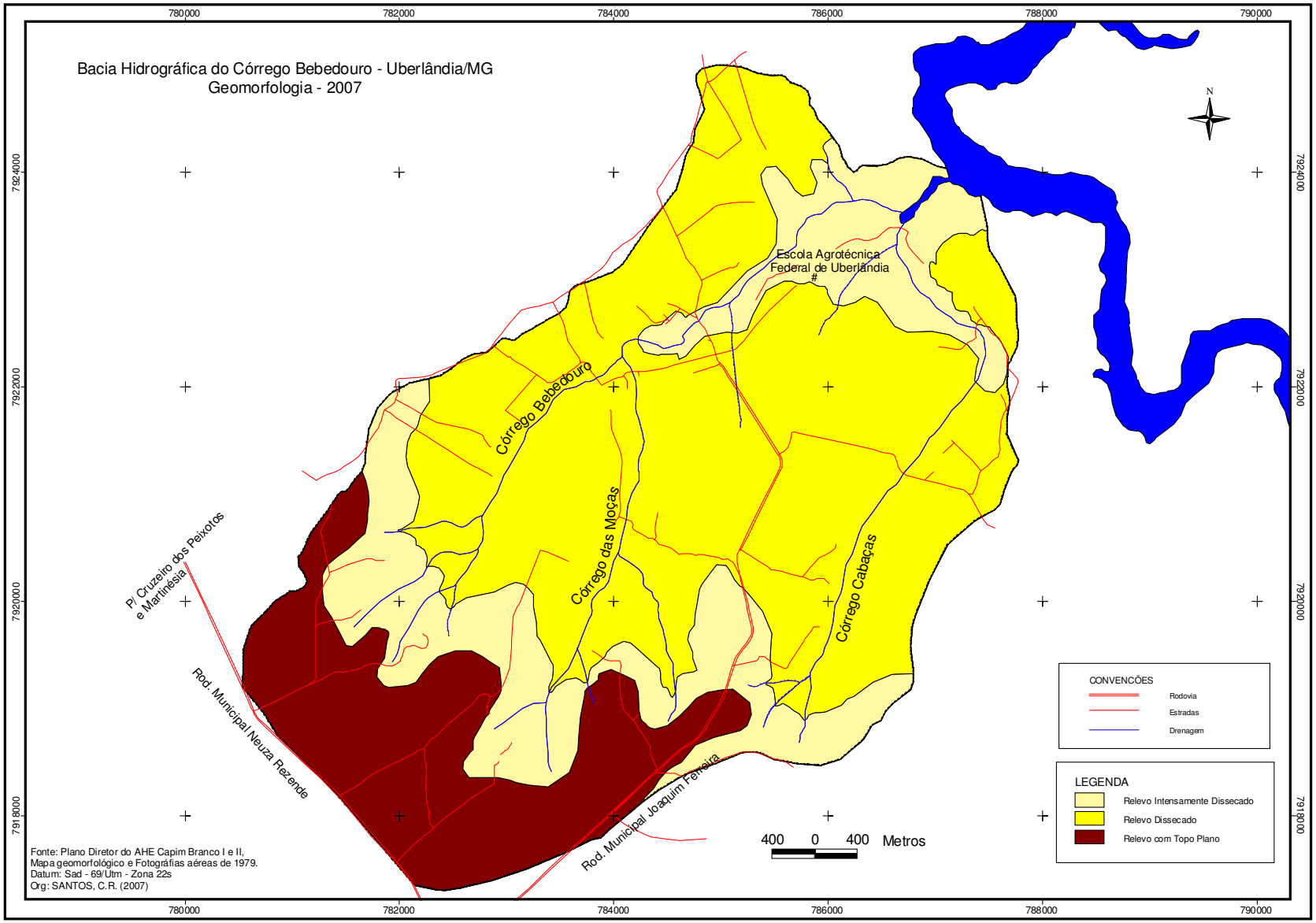
Relevo com Topo Plano – esta unidade morfoestrutural encontra-se no alto curso da bacia do córrego Bebedouro, cujas cotas altimétricas variam em torno de 850 a 920 metros. O grau de entalhamento dos vales é considerado médio (cf. Foto 6), e estes são ocupados com pastagens e algumas culturas.

De acordo com Bacaro (1989), os relevos do tipo topo plano apresentam pouca ramificação da drenagem e locais de baixa declividade. Os processos erosivos que ocorrem neste ambiente são do tipo escoamento pluvial laminar e difuso.

Foto 4 – Relevo Intensamente Dissecado, localizado no baixo curso da bacia do córrego Bebedouro
Autor: SANTOS, C.R. Setembro de 2007.

Foto 5 – Relevo Dissecado localizado no médio curso da bacia do córrego Bebedouro
Autor: SANTOS, C.R. Fevereiro de 2007

Foto 6 – Relevo com topo plano localizado no alto curso da bacia do córrego Bebedouro
Autor: SANTOS, C.R. Fevereiro de 2007.


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Geomorfologia - 2007
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica
Federal de Uberlândia
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
P/ Cruzeiro dos Peixotos
e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
LEGENDA
Relevo Intensamente Dissecado
Relevo Dissecado
Relevo com Topo Plano
Fonte: Plano Diretor do AHE Capim Branco I e II,
Mapa geomorfológico e Fotográfias aéreas de 1979.
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)

4.1.4 - Solos

Os limites de cada unidade de solos foram traçados com o auxílio da imagem de satélite HRVIR/SPOT 5, levando em consideração a delimitação das unidades geomorfológicas e o trabalho de campo. Deste modo foi possível estabelecer o limite das unidades de solos existentes na bacia (cf. Mapa 4, Tabela 4 e Transecto 1).

Tabela 4 – Unidade de Solo da Bacia do Córrego Bebedouro, Uberlândia - MG

Solos	Área ocupada	
	ha	%
Gleissolos (Gxbe)	34,20	1,05
Argissolos (PVAe)	136,84	4,20
Latossolo Vermelho Distroférrico (Lvd)	2497,21	76,70
Latossolo Vermelho Distrófico (Lvd)	587,75	18,05
Total	3256,00	100,00

Org: SANTOS. C.R., (2007).

Gleissolos – Compreendem solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizontes glei dentro de 150 cm da superfície do solo, imediatamente abaixo de horizontes A ou E. Os solos desta classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados (...)". (SANTOS, et al., 2006, p. 80). Esta classe abrange os solos que foram classificados, anteriormente, como Glei Pouco Húmico, Glei Húmico, parte do Hidromórfico Cinzento, Glei Tiomórfico e Solonchak com horizonte glei (SANTOS, et al., 2006, p.81)

Esses tipos de solos desenvolvem-se nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia. São geralmente formados em áreas inclinadas sob influência do afloramento de água subterrânea, ocorrendo sob vegetação hidromórfica ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea. Na bacia do córrego Bebedouro, esses este tipo de solo encontra-se nas proximidades do córrego Bebedouro e Cabaças, ocupando um percentual de 1,05% da área total da bacia.

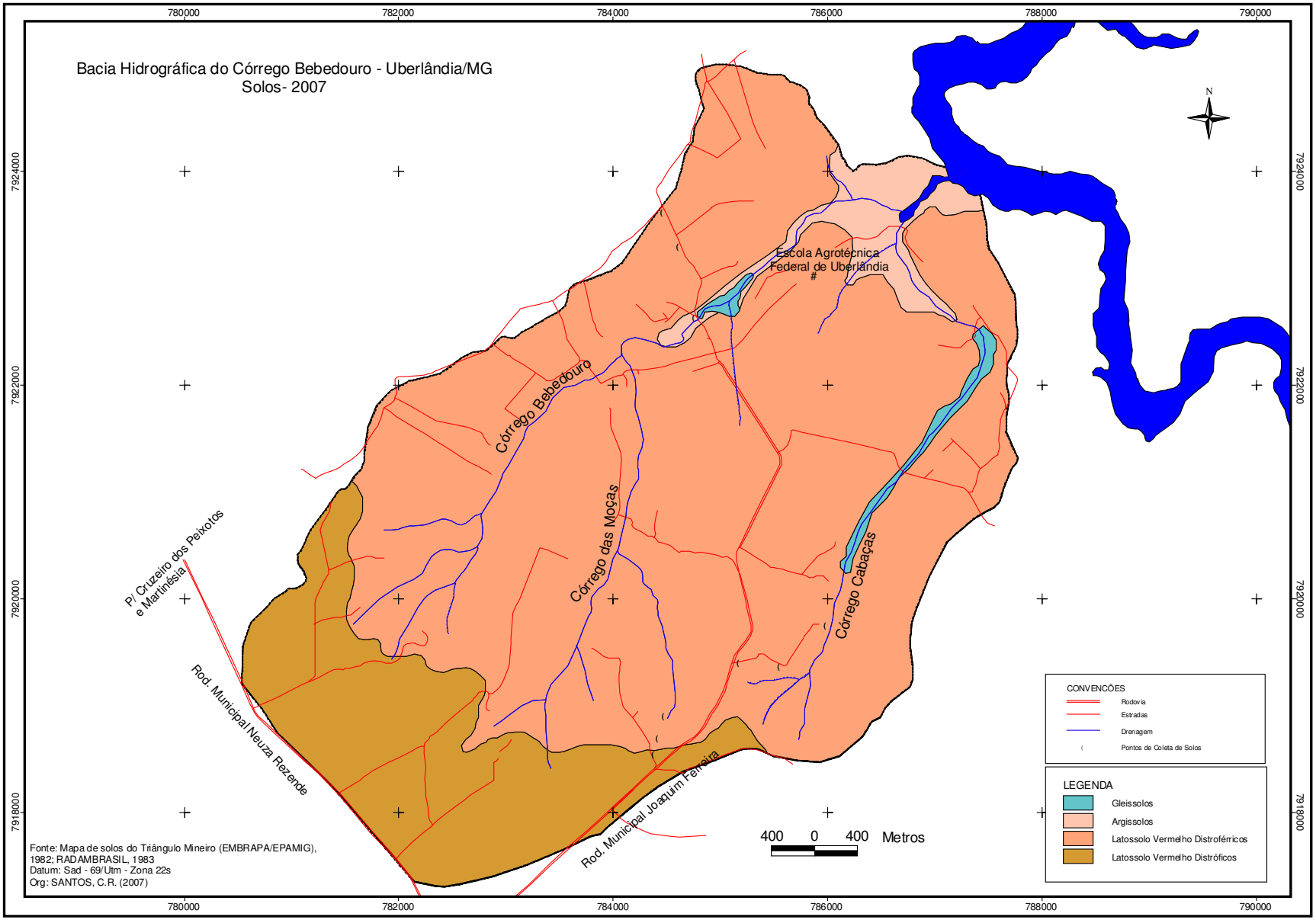
Argissolos – Compreende solos constituídos por material mineral, caracterizado pela presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa ou alta, conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. São de profundidade variável, desse forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e, mais raramente, brunados ou acinzentados (SANTOS, et al., 2006).

Nesta classe estão incluídos os solos que foram classificados, anteriormente, como Podzólico Vermelho Amarelo, pequena parte de Terra Roxa estruturada, Podzóico Vermelho Escuro, Podzóico Amarelo, Podzóico Acinzentado etc (SANTOS, et al., 2006).

Latossolos – são solos em avançado estágio de intemperização, constituídos de minerais primários e secundários, muito evoluídos, com resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Este solo apresenta horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura (SANTOS, et al., 2006).

Nesta classe estão incluídos todos os antigos Latossolos, excetuadas algumas modalidades anteriores identificadas como Latossolos plínticos (SANTOS, et al., 2006, p.83).

Os latossolos vermelho distroférrico são originários de rochas basálticas, estrutura eutrófica e textura argilosa. Os latossolos vermelho distróficos são solos profundos, bastante porosos, bem drenados, com textura argilosa (EMBRAPA, 1999).


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Solos- 2007
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica
Federal de Uberlândia
#
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
P/ Cruzeiro dos Peixotos
e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
Pontos de Coleta de Solos
LEGENDA
Gleissolos
Argissolos
Latossolo Vermelho Distroférricos
Latossolo Vermelho Distróficos
Fonte: Mapa de solos do Triângulo Mineiro (EMBRAPA/EPAMIG),
1982; RADAMBRASIL, 1983
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)

4.1.5 - Hipsometria

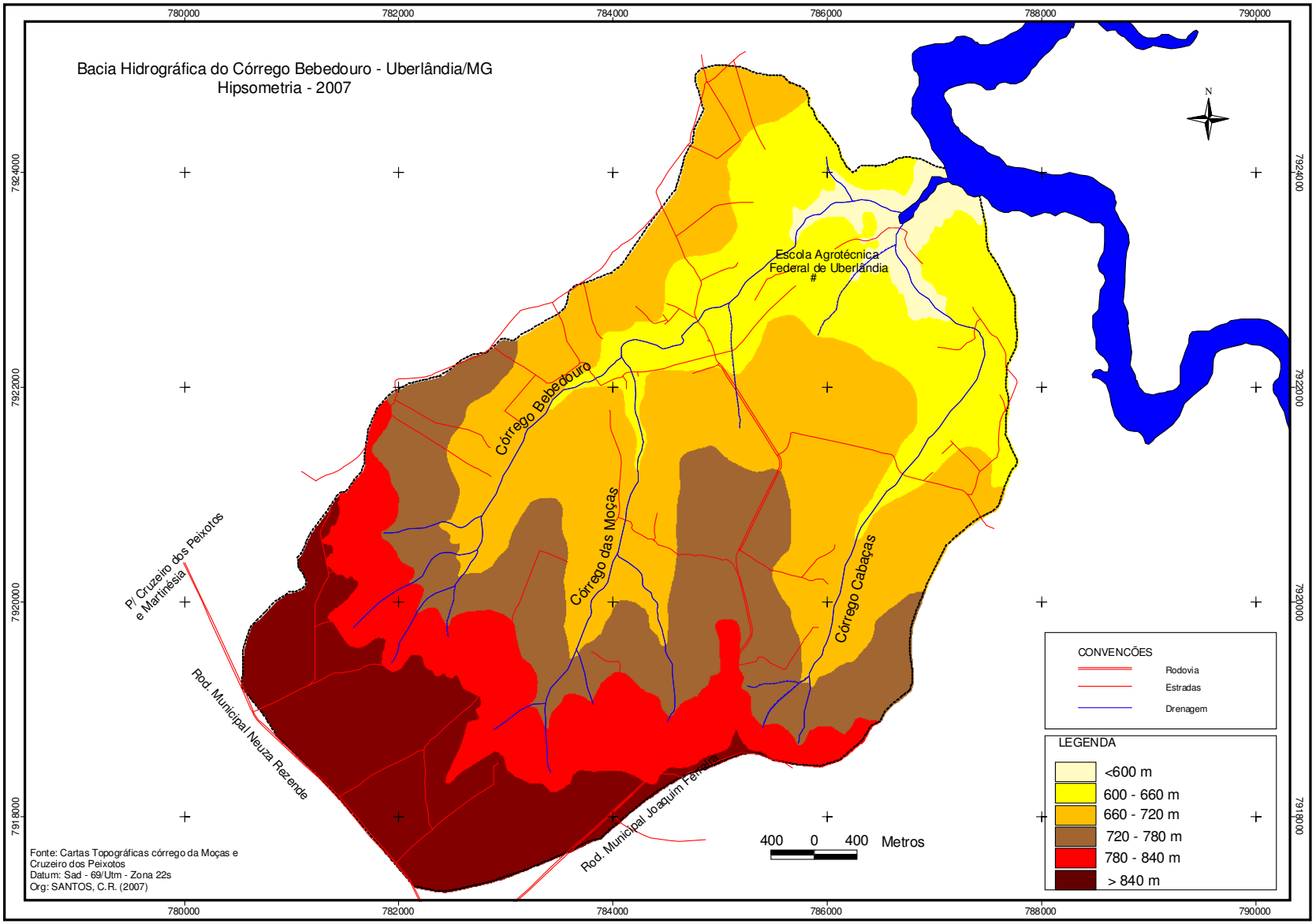
A hispometria possibilita conhecer o relevo e, conseqüentemente, interferir nos processos erosivos ocasionados pelo escoamento superficial da água, além de detectar o índice de dissecação do relevo.

Tabela 5 – Classes de hipsometria da Bacia do Córrego Bebedouro, Uberlândia - MG

Classe de hipsometria da Bacia do córrego Bebedouro - Uberlândia/MG			
m	**ha**	**Km²**	**%**
< 600	102,35	1,02	3,14
600 a 660	584,20	5,84	17,94
660 a 720	1043,62	10,44	32,05
720 a 780	615,97	6,16	18,92
780 a 840	409,08	4,09	12,56
>840	500,78	5,01	15,38
Total	3256,00	32,56	100,00

Org: Santos. C.R., 2007.

Pela análise da Tabela 5 e do Mapa 5, pode-se verificar que a maior parte da área da bacia do córrego Bebedouro encontra-se entre 660 a 840 metros de altitude, ou seja, uma média de 63,53% encontra-se localizada na unidade de relevo dissecado. As áreas situadas acima de 840 metros de altitude estão representadas por relevo de topografia plano, com 15,38%, enquanto que as áreas situadas abaixo de 660 metros constituem os terrenos de formação rochosa do pré-cambriano, terrenos mais baixos, com vales encaixados, compreendendo 21,8% da área da bacia.


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Hipsometria - 2007
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica
Federal de Uberlândia
#
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
P/ Cruzeiro dos Peixotos
e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
LEGENDA
<600 m
600 - 660 m
660 - 720 m
720 - 780 m
780 - 840 m
> 840 m
Fonte: Cartas Topográficas córrego da Moças e
Cruzeiro dos Peixotos
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)

4.1.6 - Declividade

O mapa de declividade do terreno, correlacionada com outros tipos de fenômenos geográficos, constitui objeto de apoio a estudos de potencialidade de uso agrícola de uma determinada área. Na tabela 6 e no mapa 6 têm-se as classes de declividade da bacia do córrego Bebedouro.

Tabela 6 – Classes de Declividade da Bacia do Córrego Bebedouro, Uberlândia - MG

Classes de Declividade			
%	**ha**	**Km²**	**%**
<3	210,68	2,11	6,47
3 a 6	857,67	8,58	26,34
6 a 12	1468,95	14,69	45,12
12 a 20	521,15	5,21	16,01
20 a 30	130,94	1,31	4,02
> 30	66,61	0,37	2,05
Total	3256,00	32,56	100,00

Org: Santos. C.R., (2007).

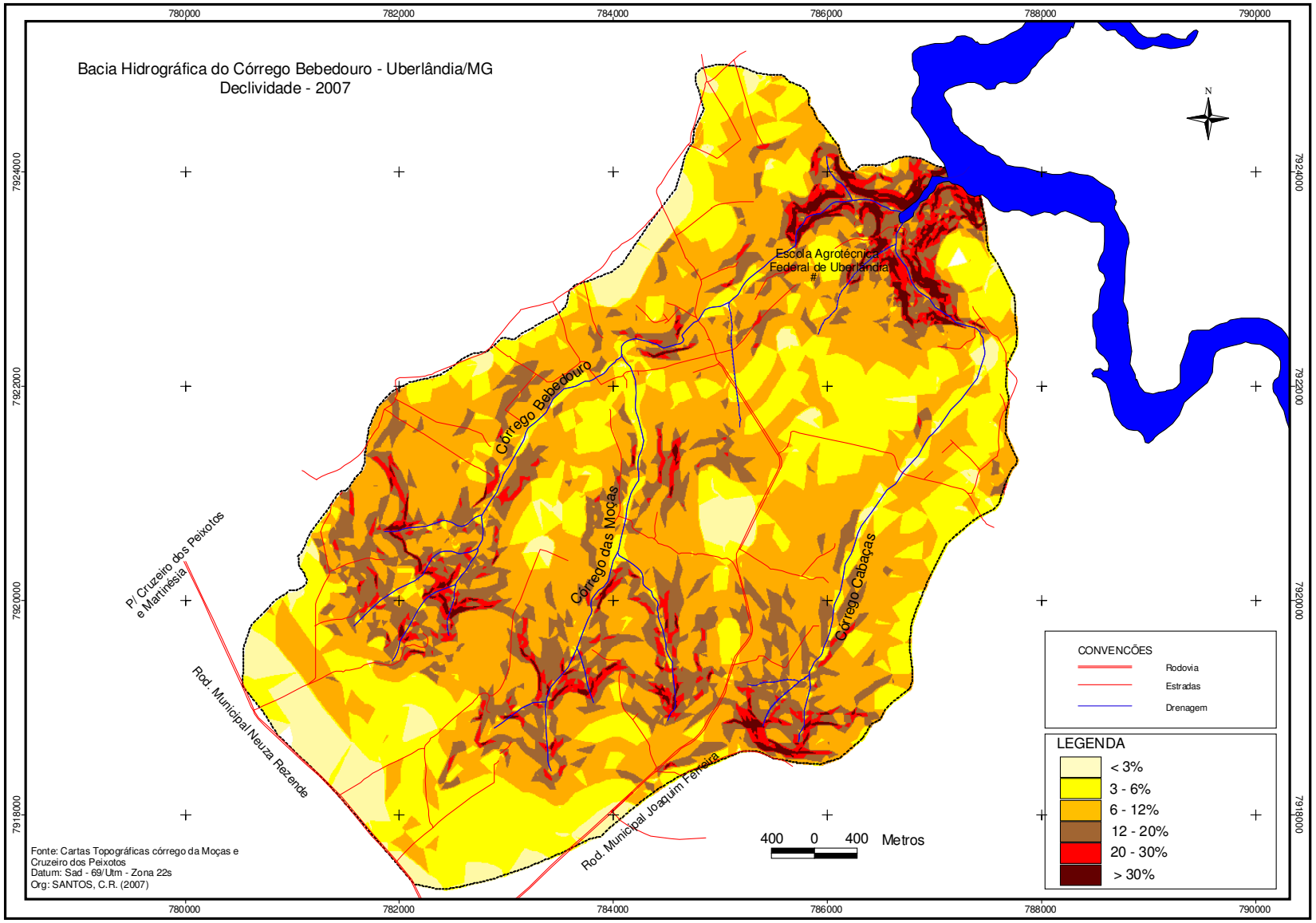
As categorias menores que 3% e de 3% a 6% são áreas de relevo plano ou quase plano, onde o escoamento superficial é lento. Nessa área, o terreno não oferece dificuldades para a utilização de máquinas agrícolas. Sua maior parte está inserida na unidade de relevo dissecado e relevo com topo plano.

Categorias 6% a 12% são áreas de relevo suave ondulado. Nessa áreas, o declive não impede o uso de implementação de maquinário agrícola, porém exige práticas agrícolas para a conservação do solo. A maior parte dessa categoria localiza-se na transição do alto para o médio curso da bacia, especificamente na transição do compartimento geomorfológico do relevo com topo plano para relevo intensamente dissecado e relevo dissecado. Essa categoria ocupa uma área total de 45,12%, na qual a presença de solos latossolos vermelho distroférrico ocupa quase que totalmente esta classe.

Categorias de 12% a 20% são áreas de relevo ondulado dissecado; encontram-se nas proximidades dos afluentes, e exigem práticas agrícolas complexas. Como essas áreas ficam

próximas dos córregos, é primordial que se tenha uma preocupação com o local, evitando o uso de maquinários agrícolas, pisoteio do gado etc.

Categorias de 20% a 30% e maior do que 30% são áreas de relevo intensamente dissecado, vales abertos ou fechados. O escoamento superficial é rápido; nesse local é proibido o uso de práticas agrícolas, dada a acentuada ruptura de declive.


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Declividade - 2007
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
P/ Cruzeiro dos Peixotos e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
LEGENDA
< 3%
3 - 6%
6 - 12%
12 - 20%
20 - 30%
> 30%
Fonte: Cartas Topográficas córrego da Moças e Cruzeiro dos Peixotos
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)

4.1.7 - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal de 1979 e 2006

O uso da terra e cobertura vegetal da bacia do córrego Bebedouro foi elaborado para 1979 e 2006, utilizando-se fotografias aéreas para a obtenção do mapa de 1979 e imagens do satélite Spot, para 2006 (cf. Mapa 7 e 9).

Para auxiliar a interpretação das categorias de uso da terra e cobertura vegetal, foram elaboradas duas chaves de interpretação, conforme quadros 5 e 6, as quais permitiram identificar e mapear as seguintes categorias: mata/cerradão, cerrado, vegetação em regeneração, campo higrófilo, hortifruticultura, agricultura, pastagens e corpos d'água.

Quadro 5 – Chave de interpretação das fotografias aéreas de 1979

Categoria	Cor	Textura	Forma	Tamanho
Mata /Cerradão	Cinza-escuro	Rugosa	Irregular	Médio
Cerrado	Cinza-escuro	Rugosa	Irregular	Médio
Vegetação em regeneração	Cinza-médio	Rugosa	Irregular	Médio
Campo higrófilo	Cinza-médio	Média	Irregular	Pequeno
Hortifruticultura	Cinza-claro	Lisa	Geométrica	Pequeno
Agricultura	Cinza-médio	Lisa	Geométrica	Grande
Pastagem	Cinza-claro/médio	Média	Irregular	Grande
Corpos d'água	Preto	Lisa	Irregular	Pequeno

Org: SANTOS, C.R. (2007)

Quadro 6 – Chave de interpretação da imagem HRVIR/Spot 5, janeiro de 2006

Categoria	Cor	Textura	Forma	Tamanho
Mata /Cerradão	Verde-escuro	Rugosa	Irregular	Médio
Cerrado	Verde-escuro	Rugosa	Irregular	Médio
Vegetação em regeneração	Verde-médio	Rugosa	Irregular	Médio
Campo higrófilo	Verde-médio	Média	Irregular	Pequeno
Hortifruticultura	Vermelho	Lisa	Geométrica	Pequeno
Agricultura	Verde-avermelhado	Lisa	Geométrica	Grande
Pastagem	Verde-claro	Média	Irregular	Grande
Corpos d'água	Roxo	Lisa	Irregular	Pequeno

Org: SANTOS, C.R. (2007)

Mata/Cerradão – Compreende as áreas de cobertura vegetal natural de porte arbóreo, tais como a mata ciliar e de encostas. A mata ciliar encontra-se em transição, quanto ao solo e aos gradientes de vegetação, próximos aos córregos das Moças, Cabaça e Bebedouro. No trecho do relevo intensamente dissecado e ao longo do córrego Bebedouro, a mata ciliar está bem mais preservada, principalmente na imagem de satélite de 2006. (cf. Foto 7)

Foto 7 - Mata Ciliar nas na propriedade Recanto das águas
Autor: SANTOS, C.R. Setembro/2007

Cerrado – Tipo de vegetação que possui características intrínsecas, composta por árvores, arbustos e gramíneas, localizando-se principalmente em aéreas onde o relevo é plano ou suavemente ondulado. Na bacia do córrego Bebedouro, o cerrado é encontrado principalmente em áreas de latossolo vermelho distroférrico.

Vegetação em regeneração – São remanescentes da floresta semidecidual que recobriam as encostas, formando um corpo florestal em cursos d'água e próximo a encostas. Localizam-se em áreas onde a mata foi cortada ou queimada para implantação de culturas ou pastagens, e atualmente essas áreas iniciam um processo de regeneração natural ou artificial, graças à

capacidade de regeneração da vegetação nativa, quando a cinza se incorpora ao solo, ativando as sementes que se encontravam em "dormência".

Campo higrófilo – Vegetação do tipo herbáceo, com raros arbustos e ausência de árvores. É uma fitofisionomia na qual o lençol freático fica próximo à superfície na estação chuvosa, mas durante a estação seca a porção superficial do solo mantém-se seca. Essas áreas, quando modificadas pela ação antrópica, tais como pastoreio e desmatamento, podem ocasionar a redução na profundidade do lençol freático.

H**ortifruticultura** – São as áreas onde são produzidas hortaliças, legumes e frutas. Normalmente, são pequenas propriedades, onde o uso do solo é intenso, com aplicação constante de produtos químicos. Na bacia do córrego Bebedouro, esse tipo de cultivo encontra-se nas proximidades dos córregos Bebedouro e Cabaças, onde se têm gleissolos, argissolos e latossolo vermelho distroférrico (cf.Foto 8).

Agricultura – São áreas de cultivos anuais ou perenes. As culturas anuais são entendidas como sendo as terras preparadas para o plantio com culturas de ciclo curto, colhidas a cada ano, ocupando o terreno durante aproximadamente cinco meses do ano, normalmente no período chuvoso (outubro a março); no período de abril a setembro essas áreas estão em repouso. Já as áreas de culturas perenes são aquelas que ocupam a área por um ano ou mais. (cf. Foto 9).

Pastagem – Nesta categoria foram agrupadas áreas onde a cobertura da terra é representada por gramíneas, plantas graminóides, ervas, arbustos e árvores dispersas, onde a pastagem foi sendo produzida artificialmente, com plantações de forrageiras. Nesta categoria encontra-se o maior percentual da bacia do córrego Bebedouro (cf. Foto 10).

Corpos d'água – Remanescentes de água utilizados por humanos e animais para auto-sustentabilidade, dentre eles os lagos.

Foto 8 - Canteiro de Hortaliça localizado nas proximidades do córrego Cabaças
Autor: SANTOS,C.R. março/2007

Foto 9 – Cultivo de soja no alto curso da Bacia hidrográfica do córrego Bebedouro
Autor: SANTOS,C.R. março/2007

Foto 10 – Pasto localizado no médio curso do córrego Cabaças
Autor: SANTOS,C.R. março/2007

A partir da análise da tabela 7 e gráfico 4, observa-se que, no ano de 1979, o uso da terra e a cobertura vegetal na bacia do córrego Bebedouro apresentavam-se assim distribuídos: 14,94% de mata/cerradão; 8,46% de cerrado; 2, 42% de vegetação em regeneração; 0,58% de campo higrófilo; 0,13% de hortifruticultura; 22,67% de agricultura; 50,78% de pastagem e 0,03% de corpos d'água. Já no ano de 2006 tem-se 15,65% de mata/cerradão; 5,95% de cerrado; 0,88% de vegetação em regeneração; 0,62% de campo higrófilo; 0,63% de hortifruticultura; 12,00% de agricultura; 64,19% de pastagem e 0,08% de corpos d'água (cf.Mapa 8 e 10).

O que pode explicar a diferença entre o ano de 1979 e o ano de 2006 é o fato que a bacia está inserida na área do cerrado que foi atingida pela revolução verde, na expansão das áreas cultivadas e da pecuária. As áreas que possuíam a vegetação de cerrado e vegetação em regeneração, no mapa de uso da terra e cobertura vegetal de 1979, foram substituídas pela pastagem, no mapa de 2006.

Sabe-se que a vegetação natural é essencial para cobertura do solo; são as coberturas vegetais mais adensadas que proporcionam uma maior proteção ao solo, evitando o impacto das gotas de chuva, diminuindo a erosão laminar e a evaporação da água existente no solo.

Tabela 7 – Uso da terra e Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro

Uso do Solo e Cobertura Vegetal	1979		2006	
	Área		Área	
	ha	%	ha	%
Mata/Cerradão	489.83	15.04	508.37	15.61
Cerrado	275.32	8.46	193.75	5.95
Vegetação em regeneração	75.33	2.31	28.70	0.88
Campo higrófilo	18.45	0.57	20.14	0.62
Hortifruticultura	4.08	0.13	20.49	0.63
Agricultura	424.73	13.04	390.47	11.99
Pastagem	1967.42	60.42	2090.06	64.19
Corpos d'água	0.84	0.03	4.01	0.12
Total	3256.00	100.00	3256.00	100.00

Fonte: Fotografias aéreas de 1979 e Imagem de Satélite Spot 5
Org: SANTOS, C.R., (2007).

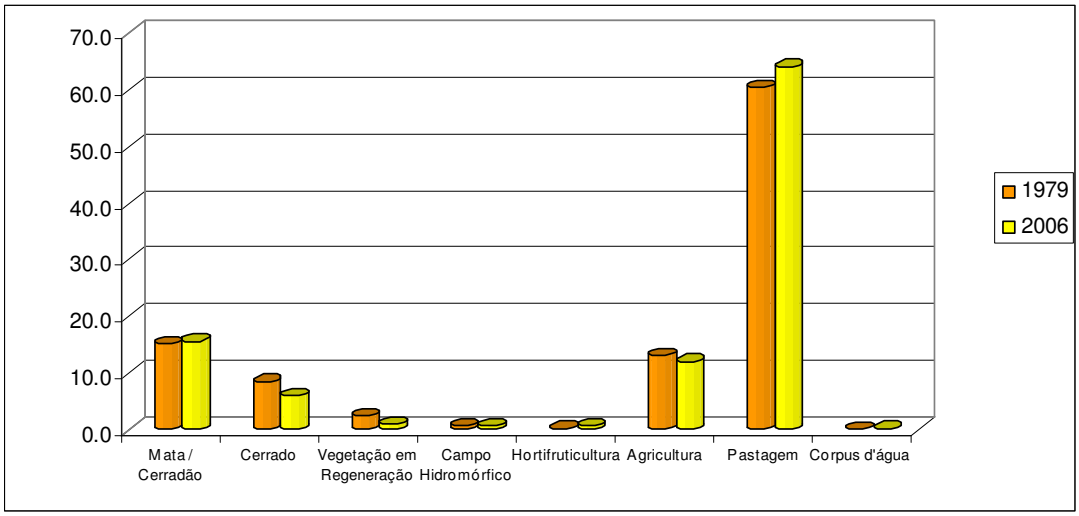


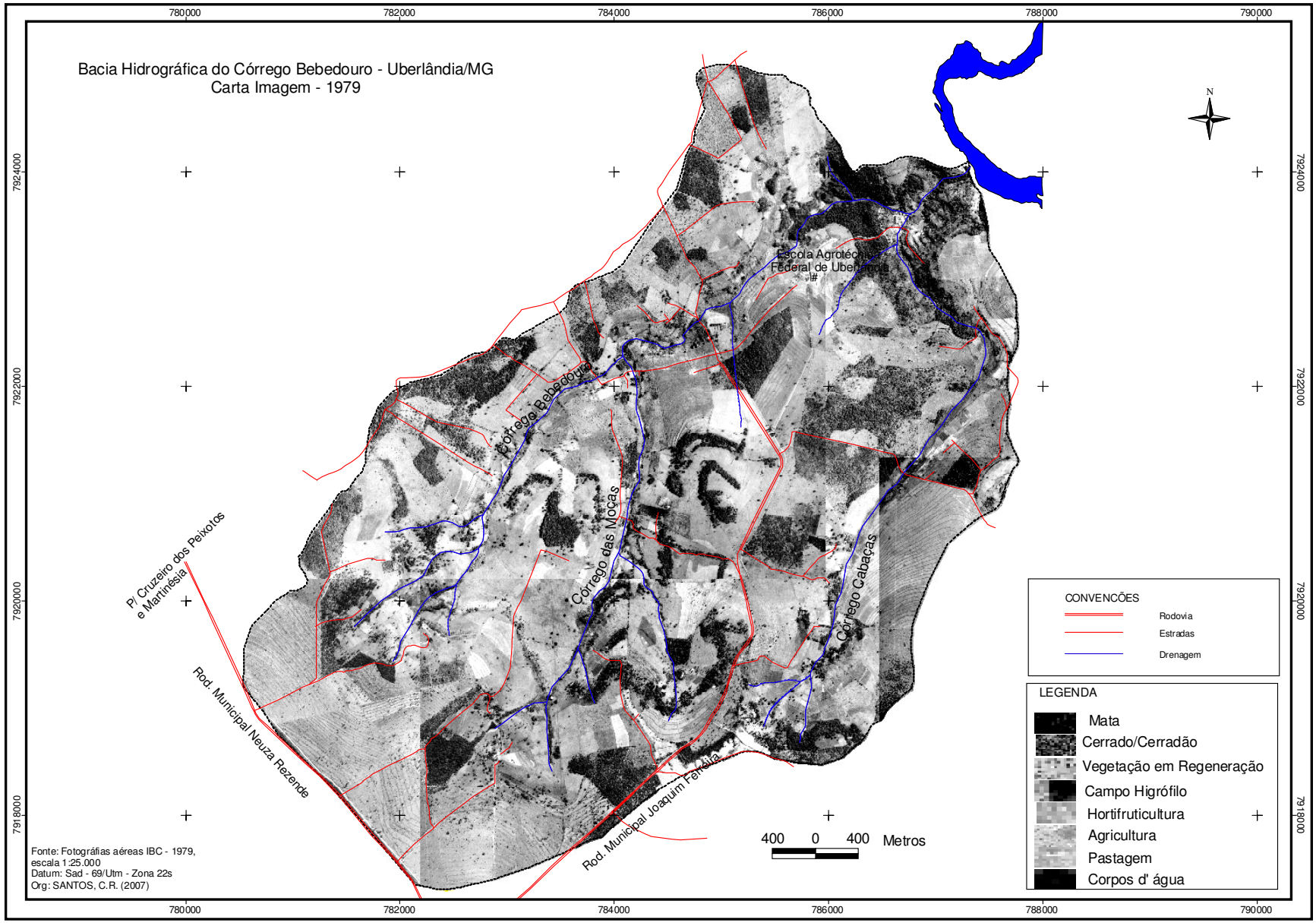
Gráfico 4 – Uso da Terra e Cobertura vegetal – Bacia do córrego Bebedouro
Org: SANTOS, C.R., /2007.

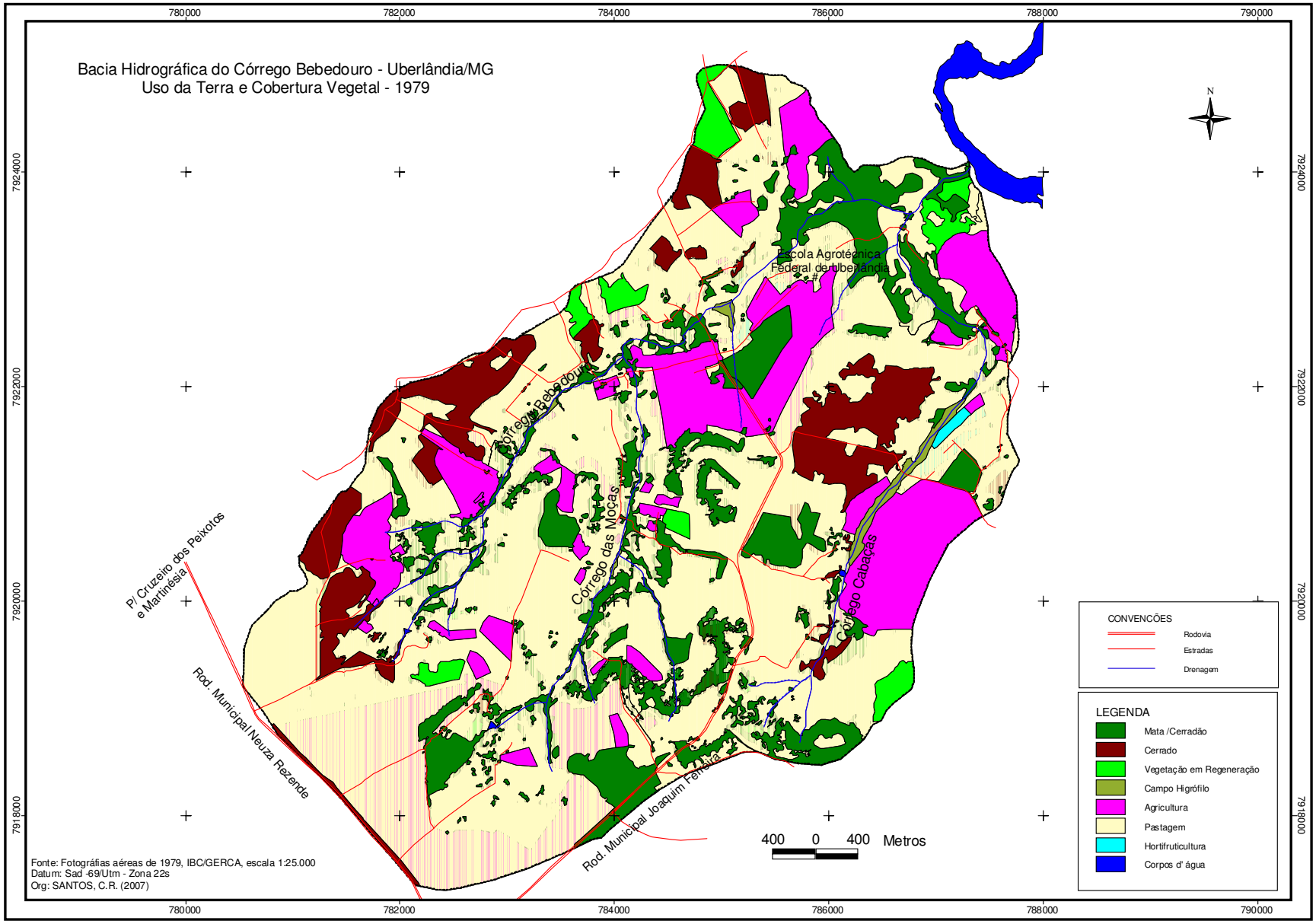
A hortifruticultura teve um aumento no período analisado (1979 e 2006), passando de 0,13% para 0,63% da área. Essa é uma atividade que merece destaque, pois serve para alimentar os alunos que estudam na Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia, bem como para abastecer a creche e a Escola Municipal existente na área de estudo. No entanto, existem produtores que comercializam a produção no centro urbano da cidade de Uberlândia.

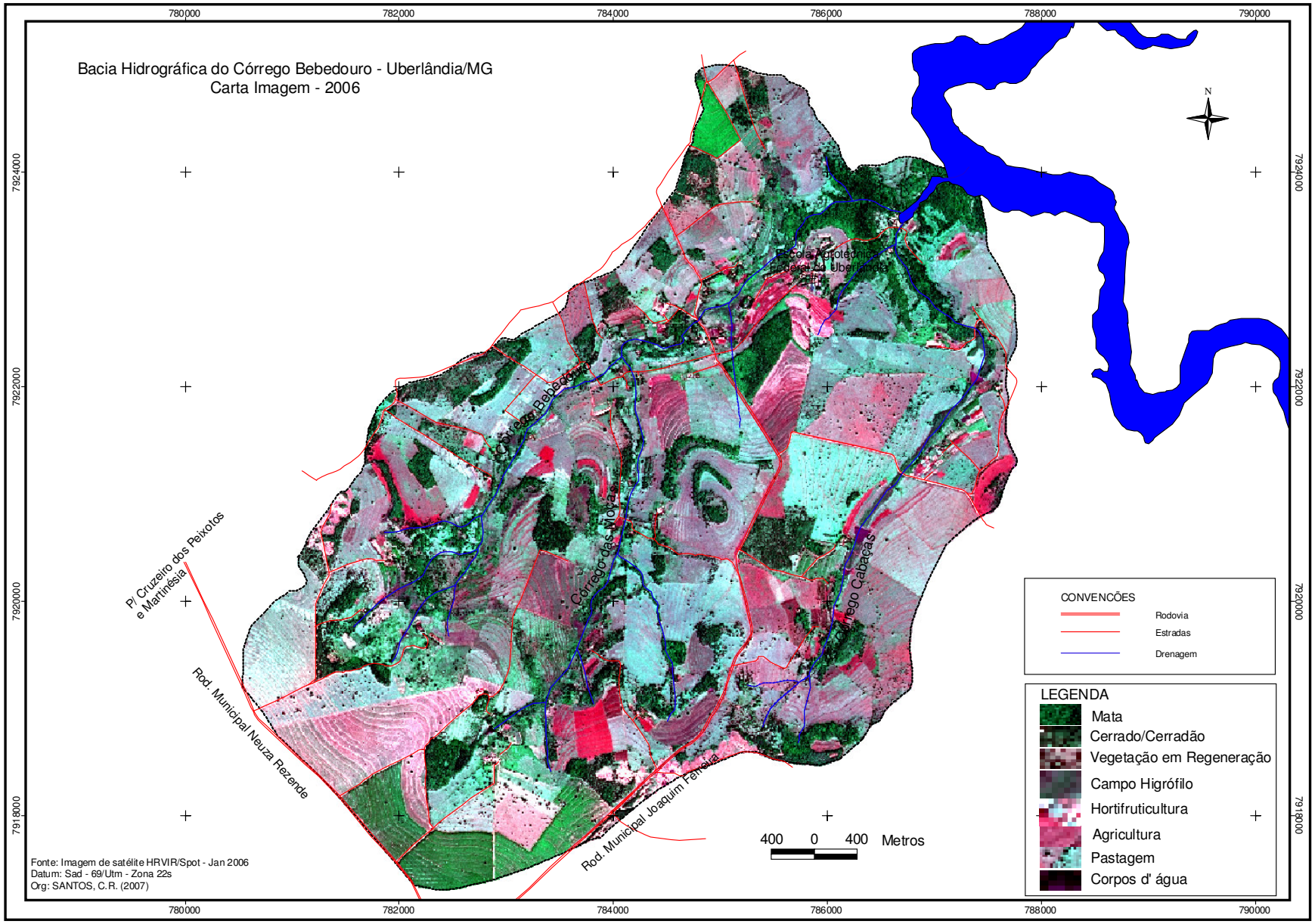
Comparando-se as categorias agricultura e pastagem, em 1979 e 2006, pode ser observado que houve uma redução da agricultura de 22,67% para 12,00% e, conseqüentemente, um aumento na área de pastagem de 50,78% para 64,19%, respectivamente. Isso é explicado nos formulários aplicados aos proprietários, os quais a maioria deles vivem da pecuária leiteira ou semi-extensiva.

A presença de granjas e frigoríficos na área pode ocasionar alguns danos ao ambiente. Os efluentes oriundos destes estabelecimentos, nem sempre, têm sistemas de tratamento eficientes, a maioria das vezes, os dejetos é canalizado para a rede de drenagem. A situação se agrava ainda mais, quando detecta-se a presença de urubus sobrevoando a área, onde encontra-se dejetos que exala uma mau cheiro insuportável.

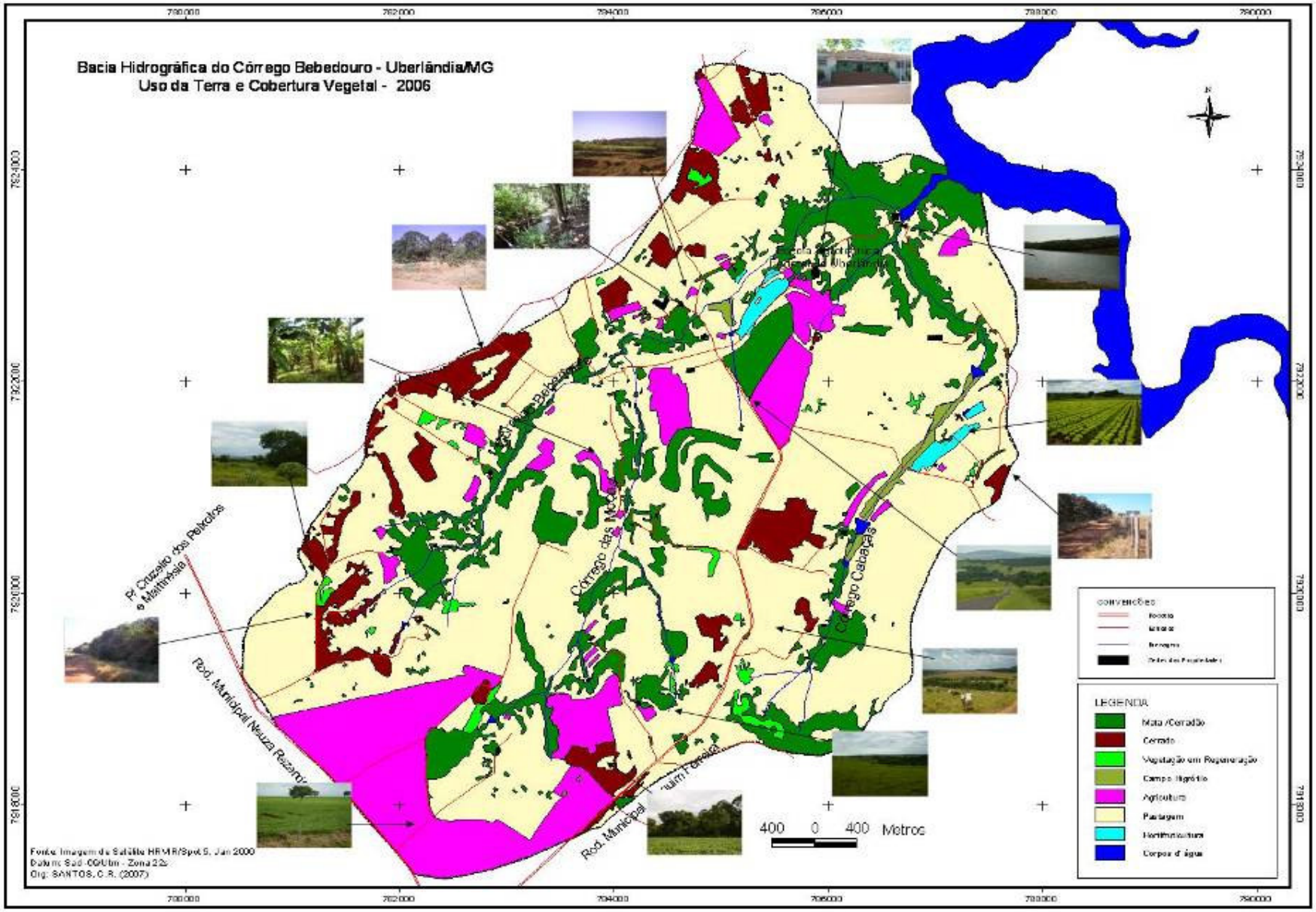
Tem-se na bacia 35 propriedades, quando analisa-se o limite mínimo de 20% de cobertura arbórea para cada propriedade, conforme a Lei 4.771 de 15.09.65, tem-se que a bacia possui menos de 6% de mata natural para cada propriedade. Isto mostra que, a cobertura vegetal da bacia não está de acordo, com o que, a lei estabelece; e a preservação destas matas em propriedades rurais é um fator importante para o equilíbrio do meio ambiente e permanência dos recursos renováveis.


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Carta Imagem - 1979
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
Pi Cruzeiro dos Peixotos e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
LEGENDA
Mata
Cerrado/Cerradão
Vegetação em Regeneração
Campo Higrófilo
Hortifruticultura
Agricultura
Pastagem
Corpos d' água
Fonte: Fotográfias aéreas IBC - 1979, escala 1:25.000
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Uso da Terra e Cobertura Vegetal - 1979
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
P/ Cruzeiro dos Peixotos e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
LEGENDA
Mata /Cerradão
Cerrado
Vegetação em Regeneração
Campo Higrófilo
Agricultura
Pastagem
Hortifruticultura
Corpos d' água
Fonte: Fotográfias aéreas de 1979, IBC/GERCA, escala 1:25.000
Datum: Sad -69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)



Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Carta Imagem - 2006
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
P/ Cruzeiro dos Peixotos e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENCÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
LEGENDA
Mata
Cerrado/Cerradão
Vegetação em Regeneração
Campo Higrófilo
Hortifruticultura
Agricultura
Pastagem
Corpos d' água
Fonte: Imagem de satélite HRVIR/Spot - Jan 2006
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Uso da Terra e Cobertura Vegetal - 2006
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
Pi Cruzeiro dos Peixotos e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal
400 0 400 Metros
LEGENDA
Mata /Cerradão
Cerrado
Vegetação em Regeneração
Campo Higrófilo
Agricultura
Pastagem
Hortifruticultura
Corpos d'água
Fonte: Imagem de Satélite HRVIR/Spot 5, Jan 2000
Datum: Sad-69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)

4.1.7 - Perdas de solo por erosão Laminar

A elaboração do mapa de perdas do solo, por erosão laminar, tem como intuito indicar as possíveis áreas mais susceptíveis à erosão e, posteriormente, efetuar o cruzamento com o mapa de fragilidade ambiental, a fim de identificar os possíveis locais que estão mais sujeitos à erosão.

Apesar de muitos estudiosos não considerarem a equação de USLE como a mais confiável para determinar a perda solo, ela pode ser utilizada para tomadas de decisões relativas ao uso do solo, quanto aos processos erosivos. A equação permite a identificação de regiões com alta susceptibilidade aos processos erosivos.

Fator erosividade (R)

A área de estudo compreende uma área de 32,56 km², que permitiu que se adotasse um único valor de erosividade para o conjunto da área. Os dados de precipitação obtidos da estação climatológica da Universidade Federal de Uberlândia permitiram que o mapa de erosividade apresente apenas uma classe de erosividade, compreendendo o valor de 8949 MJ.mm/ha.h, de acordo com a fórmula a seguir:

$$\mathbf{EI = 67{,}355\ (r2 / p)0{,}85}$$

Erodibilidade dos solos (k)

De posse das unidades de solo já definidos da bacia, procurou-se na literatura, valores de erodibilidade compatíveis com as classes de solos. Para o cálculo dos valores de erodiblidade foram usados os valores propostos por Bertoni; Lombardi Neto (2005). Os valores de erodibilidade dos solos foram associados às respectivas classes, com o auxilio do software Idrisi, utilizando-se as funções de ponderação, tendo como resultado o mapa de erodibilidade dos solos para a área de estudo (cf.Tabela 8).

Tabela 8 – Valores de erodibilidade dos solos (K)

Classes de Solos	Valores de Erodibilidade (K)
Argissolo	0,034
Geissolo	0,008
Latossolo Vermelho Distroférrico	0,012
Latossolo Vermelho Distrófico	0,013

Fonte: BERTONI & LOMBARDI NETO (2005)

Fator LS

O fator LS representa o resultado combinado entre o comprimento de rampa (L) e o grau de declividade (S). Sendo calculado pela formulação proposta por Bertoni; Lombardi Neto (2005).

$$LS= 0,00984*L^{0,63}*S^{1,18}$$

Sendo que L é o comprimento de rampa em metros e S é o grau de declive.

O comprimento de rampa indica o caminho que as águas pluviais percorrem da montante até a jusante, possuindo forte ligação com o aumento ou não da erosão. À medida que aumenta o comprimento do declive, maior será o volume de água, aumentando também a velocidade de escoamento superficial.

No software Idrisi, utilizou-se o comando *scalar* a fim de elevar o comprimento de rampa e a declividade ao seu expoente; o resultado foi multiplicado pela constante da fórmula. Portanto, analisando a tabela 9, verifica-se um comprimento de rampa com uma variação entre 271 e 337 metros na área de estudo.

Tabela 9 – Comprimento de Rampa das Bacias Hidrográficas do Córrego Bebedouro – Uberlândia/MG

Bacia Hidrográfica	Área (km^2)	Perímetro da Bacia (km)	Compr. Total dos rios (Km)	Comp. Médio das rampas (L) em metros
Córrego Bebedouro	14,431	26,529	13,2645	271
Córrego das Moças	9,257	13,715	6,8575	337
Córrego Cabaças	8,873	13,346	6,673	332

Org: SANTOS, C.R.(2207)

As declividades desempenham um papel fundamental nas perdas de solo por erosão laminar, pois estão associadas ao aumento da velocidade do escoamento superficial. A classe de declividade utilizada para obter o fator topográfico pode ser vista no mapa de declividade.

Potencial Natural a Erosão (PNE)

O potencial natural à erosão laminar (PNE) representa a integração dos fatores naturais do meio físico, os quais interferem no processo de erosão laminar. Sendo definido por

$$PNE= K*R*LS$$

A partir do cruzamento dos fatores naturais como: erosividade, erodibilidade e fator topográfico, gerou-se o mapa de potencial natural erosão, que posteriormente foi multiplicado com o potencial antrópico, para obter a perda de solos por erosão laminar.

O potencial Antrópico à Erosão

O potencial antrópico é entendido como sendo a influência dos fatores uso-manejo e práticas conservacionistas no processo erosivo.

Para Bertoni; Lombardi Neto (2005) o fator uso/ manejo do solo (C) indica as possíveis perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições, podendo ser descoberto ou cultivado. Enquanto o fator práticas conservacionistas (P) é a relação entre a intensidade esperada de tais perdas com determinada prática conservacionista e aquelas quando a cultura está plantada no sentido do declive (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005, p. 266).

O fator práticas conservacionistas indica a eficiência das práticas conservacionistas no controle à erosão. O valor utilizado para calcular a prática conservacionista da bacia foi plantio em contorno de 0,5 (BERTONI ; LOMBARDI NETO, 2005).

Para encontrar a variável C e P utilizou-se o mapa de uso do solo e cobertura vegetal de 2006, da bacia do córrego Bebedouro - Uberlândia/MG. Em seguida, foram observadas, na

literatura, os possíveis valores utilizados para classificar C e P, dentre eles Moreira; Rosa (2000); Bertoni; Lombardi Neto (2005). E chegou-se a estas categorias da tabela (10).

Tabela 10 - Valores de fatores uso e manejo e práticas conservacionistas (CP)

Categorias	CP (t/ha.ano)
Mata	0,00004
Cerrado	0,0007
Vegetação em Regeneração	0,000001
Campo Higrófilo	0,10
Agricultura	0,25
Pastagem	0,01000
Hortifruticultura	0,20
Água	0,000001

Fonte: MOREIRA; ROSA (2000) e BERTONI; LOMBARDI NETO (2005)
Org: SANTOS, C.R.(2007)

Perdas de solos por erosão Laminar (PSE)

A definição PSE é o resultado do cruzamento do Potencial Natural à Erosão (PN), com os valores do Potencial Antrópico à erosão Laminar (PA), ou seja:

$$PSE = PN*PA$$

Onde: PN é o potencial natural à erosão e PA é o potencial antrópico.

O mapa (11) de perdas de solo por erosão laminar foi então obtido pelo cruzamento do mapa de potencial natural à erosão; com os valores de CP e os valores encontrados, bem como a área ocupada pelas diferentes categorias, podem ser observados na tabela 11

Diante disso, verifica-se que a bacia do córrego Bebedouro/MG possui um percentual de perdas de solo de 84,09%, no intervalo menor que 6 (t/ha.ano), 4, 94% entre 6 a 12 (t/ha.ano), de 0,52% no intervalo de 12 a 18 (t/ha.ano), e 10,44% na classe maior que 18 (t/ha.ano).

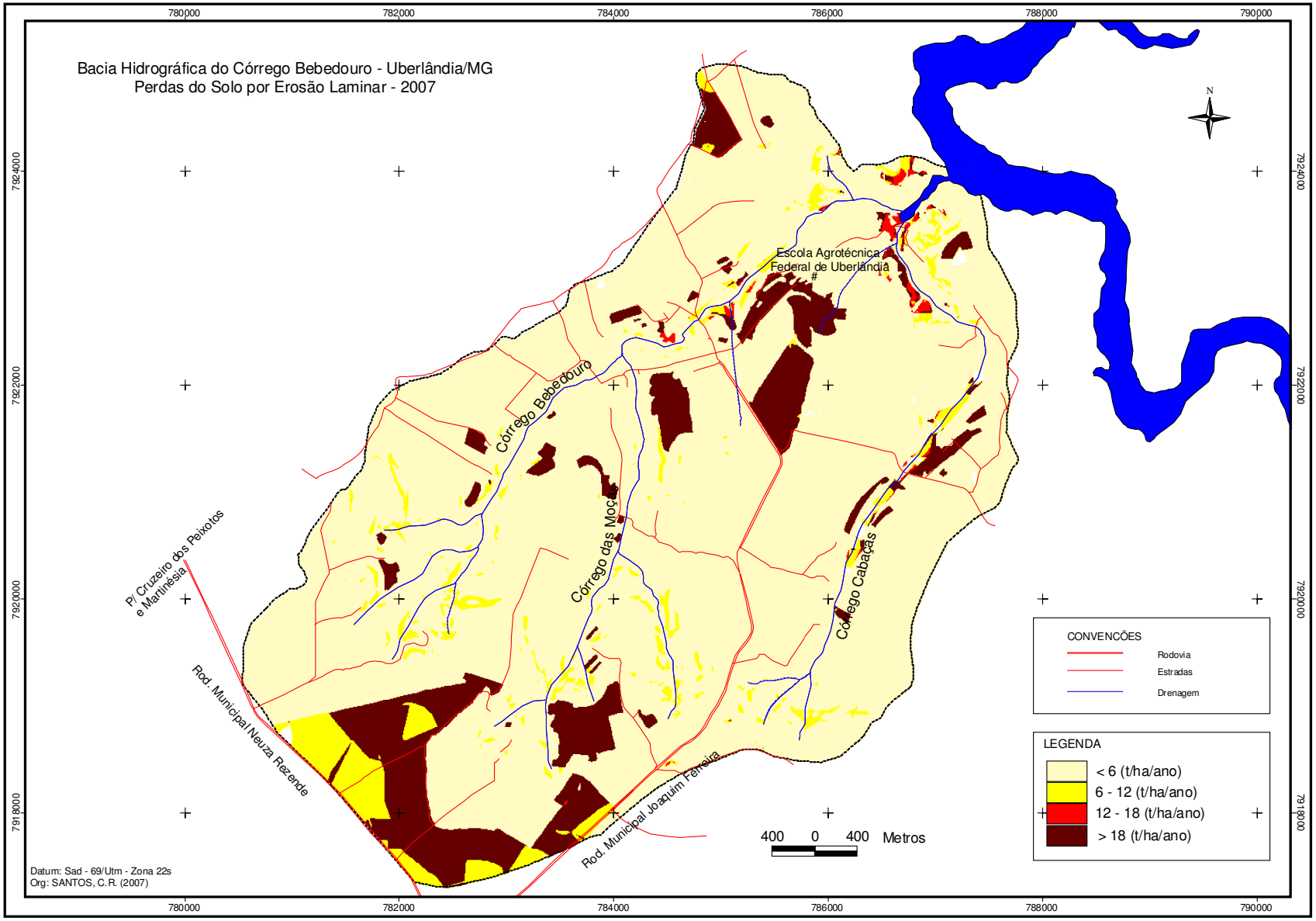
Sabe-se que a perda de solo de até 12 (t/ha.ano) está dentro dos limites toleráveis para solos da região tropical. Com isso, verifica-se que a bacia do córrego Bebedouro possui 10,44% de

sua área com problemas sérios de perdas de solo por erosão laminar, sendo que essas áreas merecem atenção especial, principalmente aquelas ocupadas com pastagem e agricultura.

Tabela 11 – Área ocupada pelas classes de perda por erosão laminar

Perdas por erosão laminar (t/ha.ano)	**Área**	
	Km²	**%**
<6	27.38	84,09
6 a 12	1.61	4,94
12 a 18	0.17	0,52
>18	3.40	10,44
Total	32.56	100,00

Org: SANTOS, C.R. (2007)


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Perdas do Solo por Erosão Laminar - 2007
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
Pj. Cruzeiro dos Peixotos e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
LEGENDA
< 6 (t/ha/ano)
6 - 12 (t/ha/ano)
12 - 18 (t/ha/ano)
> 18 (t/ha/ano)
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)

4.2 – Diagnóstico da situação sócio-econômica dos produtores

Os dados do formulário em anexo resumem a análise das condições sócio-econômica e ambiental, frente ao uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Bebedouro. Para isso foi realizado o levantamento de dados e informações sobre as condições sócio-econômicas e do meio físico.

A bacia do córrego Bebedouro possui uma área total de 32,56 km², com 35 propriedades, sendo que 42,90% são menores que 10ha e 17,10% são maiores que 30ha. (cf. Tabela 12).

Tabela 12 – Tamanho das propriedades rurais da bacia do córrego Bebedouro

Área (ha)	Número	%
< 10	15	42,90
10 - 20	3	8,57
20 - 30	3	8,57
> 30	6	17,10
Sem informação	8	22,90
Total	35	100,00

Org: SANTOS, C.R. (2008)

Dos proprietários que residem na bacia do córrego Bebedouro, 28,57% moram na propriedade há mais de 30 anos e 22,86% residem na propriedade há menos de 10 anos. O tempo médio de moradia é superior a 20 anos, uma vez que a maioria relatou que a terra foi obtida por herança familiar (cf. Tabela 13).

Tabela 13 – Tempo de residência dos proprietários rurais na bacia do córrego Bebedouro

Anos	Número de residências	(%)
< 10	8	22,86
11 - 20	6	17,14
21 - 30	6	17,14
> 30	10	28,57
Sem informação	5	14,29
Total	35	100,00

Org: SANTOS, C.R. (2008)

Cada residência, na bacia hidrográfica, possui em média quatro pessoas. Sendo que a família é subdividida em um casal e dois filhos, podendo ser criança ou adolescente. A maioria das crianças e dos adolescentes estuda ou já estudou na Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia. De acordo com os dados encontrados em nossa pesquisa, houve uma migração da população jovem para o centro urbano de Uberlândia, em busca de melhores condições socioeconômicas, principalmente trabalho.

A situação jurídica das propriedades rurais da bacia do córrego Bebedouro, de acordo com a tabela 14, apresenta-se com 71,43% das propriedades legalizadas, com registro definitivo, 5,71% estão em processo de inventário; 2,86% são propriedades alugadas; e 20,00% não apresentam qualquer informação quanto à situação jurídica. Nota-se que as propriedades que possuem registro legal são de pessoas que já vivem no local há muito tempo, adquiriram as terras por de herança e de forma alguma pensam em se desfazer de suas propriedades.

Tabela 14 – Situação Jurídica das propriedades rurais da bacia do córrego Bebedouro

Situação Jurídica das propriedades	**Número de propriedades**	**(%)**
Legalizado com registro definitivo	25	71,43
Legalizado com processo inventário	2	5,71
Alugado	1	2,86
Sem informação	7	20,00
Total	35	100,00

Org: SANTOS,C.R.(2008)

Verifica-se também que 17,14% dos proprietários já fizeram algum tipo de análise de solo nas propriedades; no entanto, 57,14%, não; e 25,71% não apresentam qualquer informação. Tanto os proprietários que já fizeram quanto os que não fizeram análise do solo utilizam fertilizantes (calcário e NPK) ou outros produtos químicos, como também utilizam equipamentos como trator, arado e grade para facilitar as práticas agrícolas (cf. Tabela 15).

Tabela 15 – Propriedades rurais da bacia do córrego Bebedouro que fazem análise do solo

Análise de solo	**Número de propriedades**	**(%)**

Sim	6	17,14
Não	20	57,14
Sem Informação	9	25,71
Total	35	100,00

Org: SANTOS,C.R.(2008)

De acordo com a tabela 16, observa-se que 2,86% dos proprietários de imóveis da bacia trabalham com agricultura, 14,29% com pecuária, 45,71% com agricultura e pecuária, 2,86% com comércio e pecuária, 5,71% comércio, pecuária e agricultura e 25,71% sem informação.

Tabela 16 – Tipo de uso da terra das propriedades rurais da bacia do córrego Bebedouro

Tipo de uso	**Número de propriedades**	**(%)**
Agricultura	1	2,86
Pecúaria	5	14,29
Agricultura e Pecúaria	16	45,71
Comércio e Pecúaria	1	2,86
Comércio, Pecúaria e Agricultura.	2	5,71
Comércio de Lazer e Pecuária	1	2,86
Sem Informacão	9	25,71
Total	35	100,00

Org: SANTOS,C.R.(2008

A produção agrícola está baseada no cultivo do milho, banana, cana de açúcar, verduras e legumes nas pequenas propriedades, e soja nas grandes propriedades. Na chapada, próximo às nascentes do córrego Bebedouro, existe uma propriedade que aluga a terra para a produção de soja, diferenciando-se, assim das outras propriedades analisadas.

As propriedades menores do que 10ha possuem, em média, 20 cabeças de gado. Já as propriedades acima de 20ha possuem entre 80 a 350 cabeças de gado, que são utilizadas, principalmente, para a produção de leite. Bovinos, aves e suínos são os principais produtos que movem a economia da bacia do córrego Bebedouro, sendo que boa parte dos produtores fornecem o leite para a indústria de laticínios ou produzem queijos para obter um rendimento extra no orçamento familiar.

Os frigoríficos e abatedouros localizados na bacia do córrego Bebedouro abatem, em média, semanalmente, 2000 frangos, 200 suínos e 250 bovinos, cuja produção se destina ao abastecimento da área urbana de Uberlândia e municípios vizinhos, como Ituiutaba, Patrocínio, Santa Vitória, etc. O setor comércio de lazer tem seu foco baseado na prática do esporte e lazer da população local e da região.

O sistema de abastecimento de água das propriedades rurais existentes na bacia, em 100% dos casos, o de minas d'água. As águas dos córregos das Moças, Cabaças e Bebedouro também são utilizadas para a irrigação e a dessedentação de animais.

Quanto ao destino do lixo produzido pela população local, tem-se que 47% do lixo é queimado, 35 % é coletados pela Prefeitura e levado para o aterro sanitário, e 18% é eliminado na área (ou não têm informações sobre o destino deste). Porém, todas as propriedades visitadas possuem fossas para o depósito do esgoto doméstico

Pode-se observar na foto 11 um dos frigoríficos da bacia do córrego Bebedouro

Foto 11– Uma das granjas existentes na Bacia
Autor: SANTOS,C.R. Fevereiro/2007

Das propriedades existentes na bacia hidrográfica do córrego Bebedouro, 68% possuem área de reserva legal e 32% não possuem qualquer tipo de informação sobre a preservação destas áreas. Alguns proprietários se preocupam com o meio ambiente, preservando a mata galeria, colocando cercas, para evitar o pisoteio do gado nas nascentes e nos cursos d'água.

Concluí-se também, pela análise do formulário, que aproximadamente 18% dos proprietários rurais trabalham na Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia. Isto auxilia na manutenção e manejo adequado da terra de suas propriedades, uma vez que cerca de 82% dos proprietários não possuem assistência técnica para melhor manejo de sua propriedade.

Algumas áreas da bacia apresentam situação de degradação; na intercessão do alto para o médio curso da bacia, iniciou-se um processo erosivo, de acordo com a foto 12. Nesse local, antigamente, existia uma cascalheira, e com a falta da cobertura vegetal, tem-se o início de uma voçoroca.

Foto 12 – Início do processo erosivo – Voçoroca
Autor: SANTOS,C.R. Setembro/2007

4.3 – Produtos Síntese

Neste tópico são apresentados alguns produtos síntese do trabalho, com destaque para os cruzamentos entre o uso da terra versus geomorfologia, solos e perdas de solo por erosão laminar e mapas de fragilidade ambiental e uso da terra recomendado para a bacia do córrego Bebedouro.

4.3.1 - Cruzamentos: uso da terra x geomorfologia/solos e perdas de solo

Na tabela 17, são apresentados os resultados do cruzamento entre uso da terra e cobertura vegetal 2006, com geomorfologia. Verifica-se que no compartimento de relevo intensamente dissecado, predominam as pastagens, ocupando 55,90% desse compartimento, seguida pela mata/cerradão, com 31,43%. No relevo dissecado, também predominam as pastagens, ocupando 72,50% do compartimento, seguidas também pela mata/cerradão, com 12,30%. No relevo com topo plano predominam as pastagens e a agricultura, com 46,08 % e 40,98 % deste compartimento respectivamente.

Tabela 17- Uso da terra e Cobertura Vegetal 2006 versus Geomorfologia da Bacia do Bebedouro

Uso da Terra e Cobertura Vegetal 2006 / Geomorfologia	Relevo Intensamente Dissecado		Relevo Dissecado		Relevo com Topo Plano	
	ha	%	ha	%	ha	%
Mata/Cerradão	252,62	31,43	227,01	12,30	28,59	4,73
Cerrado	62,31	7,75	110,67	5,99	42,51	7,03
Vegetação em Regeneração	10,85	1,35	10,86	0,59	7,11	1,18
Campo Higrófilo	3,21	0,40	16,85	0,91	0,11	0,02
Hortifruticultura	4,14	0,52	16,44	0,89	0,00	0,00
Agricultura	20,1	2,50	122,92	6,65	247,98	40,98
Pastagem	449,27	55,90	1339,57	72,50	278,84	46,08
Corpos d'água	1,15	0,14	2,87	0,16	0,00	0,00
Total	803,66	100	1847,19	100	605,15	100

Org: SANTOS,C.R. (2008)

A mata/cerradão encontra-se bem conservada no relevo intensamente dissecado, devido à declividade acentuada, dificultando a mecanização. No relevo dissecado, a pastagem é predominante, porque é a maior unidade em extensão na bacia. Já no relevo com topo plano tem-se uma maior quantidade de agricultura, se comparado com o relevo intensamente dissecado e com o relevo dissecado. Isto se deve ao fato de esta unidade geomorfológica ser plana e de fácil mecanização.

Ao analisar o mapa de uso da terra e cobertura vegetal, levando em consideração a geomorfologia da bacia, pode-se inferir que, onde o entalhamento do relevo é mais acentuado, tem-se mais vegetação natural, e nos locais onde o relevo é considerado ondulado a plano, tem-se a predominância do uso antrópico, principalmente pastagem e agricultura.

No cruzamento de uso da terra e cobertura vegetal versus solos, (cf. Tabela 18) tem-se 45,63% de campo higrófilo, em seguida 32,52% de pastagem nos gleissolos, 78,72% de mata/cerradão e 20,00% de hortifruticultura nos argissolos. A pastagem ocupa 70,25% de pastagem no latossolo vermelho distroférrico. Enquanto que, no latossolo vermelho distrófico, tem-se 46,15% de pastagem, acompanhada de 39,29% de agricultura.

Tabela 18 – Uso da terra e Cobertura Vegetal versus Solos da Bacia do Bebedouro

Uso da Terra e Cobertura Vegetal / Solos	**Gleissolos**		**Argissolos**		**Lastossolo Vermelho Distroférrico**		**Latossolo Vermelho Distrófico**	
	ha	**%**	**ha**	**%**	**ha**	**%**	**ha**	**%**
Mata/Cerradão	4,98	14,07	108,09	78,72	368,13	14,75	27,17	4,62
Cerrado	0,00	0,00	0,50	0,37	164,13	6,58	51,08	8,69
Vegetação em Regeneração	0,00	0,00	0,00	0,00	24,2	0,97	4,95	0,84
Campo Higrófilo	16,14	45,63	0,24	0,18	4,32	0,17	0,29	0,05
Hortifruticultura	0,24	0,68	27,45	20,00	21,23	0,85	0,00	0,00
Agricultura	0,00	0,00	0,24	0,18	158,45	6,35	230,96	39,29
Pastagem	11,5	32,52	0,17	0,12	1753,20	70,25	273,38	46,51
Corpos d'água	2,51	7,10	0,61	0,44	1,85	0,07	0,00	0,00
Total	35,36	100	137,31	100	2495,50	100	587,82	100

ORG: SANTOS, C.R (22/02/08)

Os gleissolos, normalmente, ocupam as depressões da paisagem sujeitas a inundações; podem ocorrer em cabeceiras de rios ou ao longo dos córregos. Os gleissolos formam uma espessa camada escura de matéria orgânica mal decomposta, sobre uma camada acinzentada resultante de ambiente de oxirredução. A vegetação típica desse tipo de solo são as veredas e os campos higrófilos. Diante disso, observa-se, na bacia do córrego Bebedouro, a presença considerável de campo higrófilo nos córregos Cabaça e Bebedouro.

Pelo fato de o campo higrófilo ser conservador de água e se localizar próximo a nascentes e cursos d'água, é muito importante que se preserve o reservatório hídrico e que não se drene esse tipo de solo, para que se evite o endurecimento e a perda de matéria orgânica.

Os argissolos são bastante variáveis quanto à fertilidade natural; apresentam texturas variáveis, apresentando em geral um cor avermelhada de baixa quantidade de argila, com poucos minerais primários e sujeita a intemperização. O ambiente de ocorrência na bacia do Bebedouro é a mata/cerradão, vegetação típica encontrada nesse tipo de solo.

Os latossolos vermelho distroférrico e latossolo vermelho distrófico apresentam baixo teor de silte (entre 10% e 20%) e percentual de argila variando entre 40% e 75% (cf. anexo sobre solos). Podem ser excessivamente drenados; isso depende da estrutura e da situação topográfica. Os latossolos são encontrados no médio e no alto curso da bacia do córrego Bebedouro, representados pela pastagem e agricultura.

No cruzamento do mapa de uso da terra e cobertura vegetal de 2006 versus mapa de perdas do solo por erosão laminar tem-se, no intervalo <6 (t/ha.ano), uma maior perda de solo na pastagem, com 72,26%. No intervalo de 6 a 12 (t/ha.ano), tem-se um perda considerável da agricultura, de 49,54%, e na pastagem, de 44,01%. Já no intervalo de 12 a 18 (t/ha.ano), as maiores perdas encontram-se na pastagem, com 76,30%, e no campo higrófilo, com 20,56%. No intervalo > 18 (t/ha.ano) há uma perda superior a 90, 36% na agricultura (cf. Tabela 19).

Tabela 19 – Uso da terra e cobertura Vegetal versus perdas de solo por erosão laminar

Uso da Terra e Cobertura Vegetal/ Perdas do solo por erosão laminar	< 6		6 a 12		12 a 18		>18	
	t/ha.ano	%	t/ha.ano	%	t/ha.ano	%	t/ha.ano	%
Mata	508,58	18,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cerrado	215,9	7,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vegetação em Regeneração	28,2	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Campo Higrófilo	4,49	0,16	10,00	6,19	2,79	20,56	5,34	1,56
Hortifruticultura	0,00	0,00	0,42	0,26	0,43	3,14	21,15	6,19
Agricultura	0,00	0,00	80,04	49,54	0,00	0,00	308,79	90,36
Pastagem	1979,23	72,26	71,12	44,01	10,37	76,30	6,47	1,89
Corpos d'água	2,68	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	2739,08	100,00	161,58	100,00	13,59	100,00	341,75	100,00

Org: SANTOS, C.R (2008).

Analisando-se o cruzamento anterior percebe-se que os possíveis locais onde possam ocorrer perdas de solo por erosão laminar são as pastagens e, em segundo lugar, a agricultura. Nesses locais, deve-se ter uma preocupação quanto à proteção do solo.

O que se percebe, na bacia do córrego Bebedouro, é que o seu potencial de uso está na atividade pastoril. Sendo assim, a maior preocupação está na capacidade de uso do terreno quanto ao total de gado existente na bacia, porque o peso do gado deve ser compatível com a capacidade do terreno. Quando no local existe um número excessivo de gado, a vegetação fica raleada e reduzida, o solo fica compactado e, conseqüentemente, ocorrerá uma diminuição na proteção contra a erosão.

Na atividade agrícola, o solo fica exposto na época do plantio e, conseqüentemente, quando ocorre uma chuva torrencial, há a possibilidade de ocorrer erosão laminar do topo para o vale da bacia, com o carregamento de sedimentos para o leito do rio.

Uma das formas de diminuir a erosão do solo é aumentar a presença de vegetação natural densa e adotar práticas conservacionistas. Dentre elas tem-se o ressemeio periódico, pelo qual se reforma a pastagem com mudas e espécies de capim ou leguminosas.

4.3.2 - Fragilidade ambiental

O resultado obtido do mapa de fragilidade ambiental da Bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG indica que 18,09% da bacia possui fragilidade baixa; 50,12% fragilidade média; 30,34% fragilidade alta e 1,44% possui fragilidade muito alta (cf. Tabela 20 e Mapa 12).

Tabela (20) - Fragilidade Ambiental da Bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG

Fragilidade Ambiental	ha	Km²	%
Baixa	588,73	5,89	18,09
Média	1632,46	16,32	50,12
Alta	987,89	9,88	30,34
Muito Alta	46,92	0,47	1,44
Total	3256,00	32,56	100,00

Org: SANTOS, C.R. (2007)

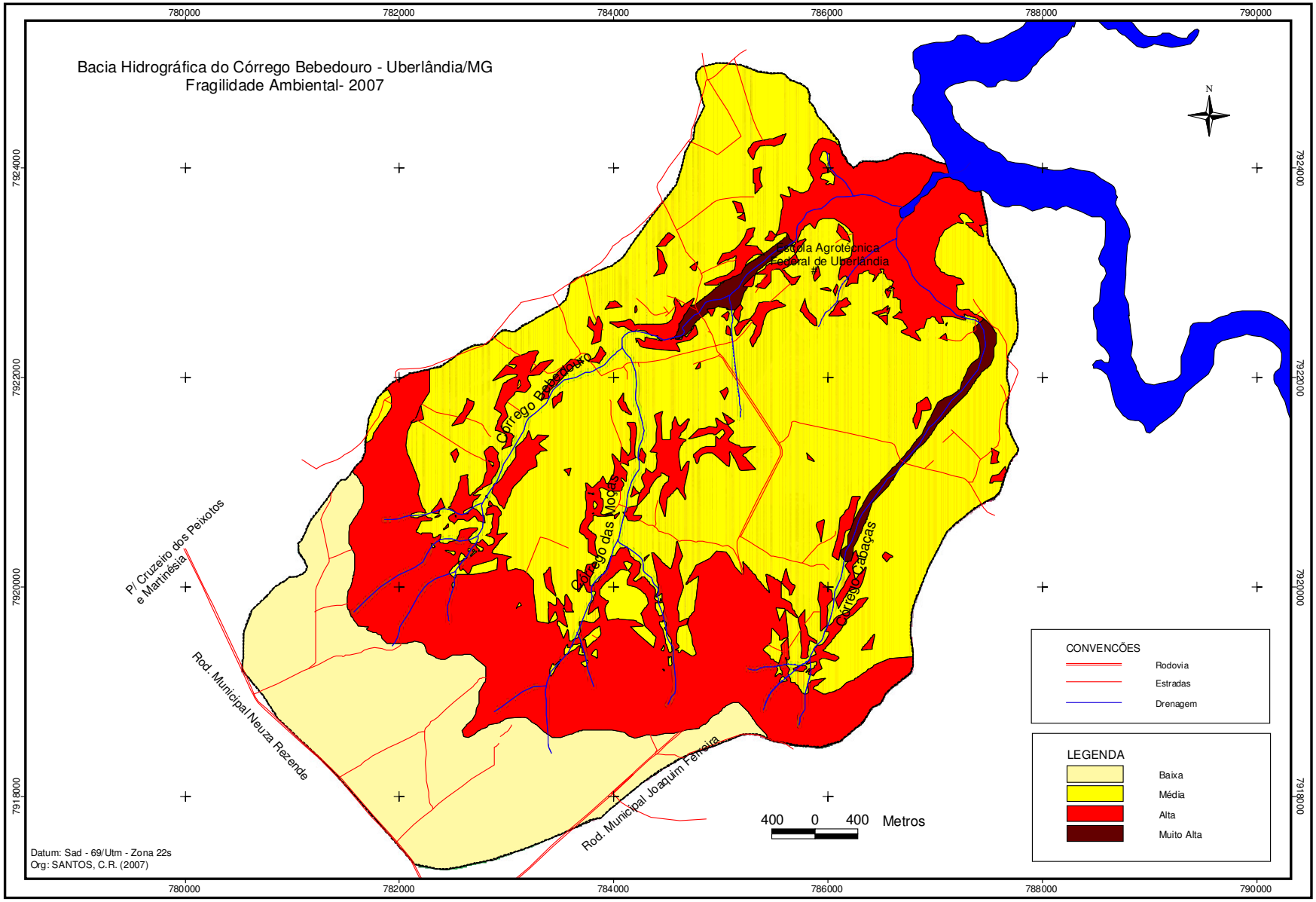
Nota-se, na bacia do córrego Bebedouro, a ocorrência de fragilidade baixa; tem-se um maior percentual de pastagem, com 46,44%, e agricultura com 39,47%. Na fragilidade média predomina a pastagem com 72,47%, e mata, com 10,96%; na fragilidade alta, tem-se 60,07% de pastagem e 29,6% de mata/cerradão, enquanto na fragilidade muito alta encontra-se o maior percentual de pastagem, com 39,65%, campo higrófilo, com 34,62% e mata/cerradão com 19,90%. (cf. tabela 21)

Tabela 21 - Fragilidade Ambiental versus uso da terra e cobertura vegetal da bacia do córrego Bebedouro

Uso da Terra e Cobertura Vegetal /Fragilidade Ambiental	Baixa		Média		Alta		Muito Alta	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Mata/cerradão	27,24	4,62	178,82	10,96	293,00	29,66	9,17	19,90
Cerrado	51,01	8,65	126,34	7,74	37,90	3,84	0,00	0,00
Vegetação em Regeneração	4,76	0,81	9,27	0,57	14,79	1,50	0,00	0,00
Campo Higrófilo	0,00	0,00	3,93	0,24	0,23	0,02	15,96	34,62
Hortifruiticultura	0,00	0,00	16,76	1,03	3,48	0,35	0,34	0,74
Agriculutra	232,68	39,47	113,99	6,99	44,26	4,48	0,00	0,00
Pastagem	273,77	46,44	1.182,39	72,47	593,49	60,07	18,27	39,65
Corpus d'água	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,09	2,35	5,10
Total	589,46	100,00	1,631.51	100,00	988,01	100,00	46,09	100,00

Org: SANTOS, C.R. (2008)

Nota-se que, embora a agricultura no alto curso da bacia tenha uma fragilidade baixa, ela, ao mesmo tempo, possui uma alta perda de solo, por erosão laminar. Pode-se identificar que, na época do plantio, essa área fica desprotegida, sem qualquer tipo de vegetação.


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Fragilidade Ambiental- 2007
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Capaças
P/ Cruzeiro dos Peixotos e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
LEGENDA
Baixa
Média
Alta
Muito Alta
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)

4.3.3 - Uso da terra recomendado

O uso da terra recomendado da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG possui 18,09% de AUA, 48,74% de ACP, 28,19% de AR e 4,98% de APP. Sendo que cada sigla corresponde aos seguintes tipos de uso recomendado para a bacia (cf. Tabela 22 e Mapa 13):

Tabela 22 – Uso da terra e Cobertura Vegetal versus Uso recomendado da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG

Uso Recomendado	ha	Km²	%
AUA	588.13	5.89	18,09
ACP	1587.49	15.87	48,74
AR	917.87	9.18	28,19
APP	162.51	1.62	4,98
Total	3256.00	32.56	100,00

Fonte: Adaptado de JUNIOR DIAS et al (2002)
Org: SANTOS, C.R (2007)

AUA – Área de uso antrópico – são áreas sociais destinadas ao homem, existentes no ecossistema. Pode ser ocupada por vegetação natural, pastagem e agricultura, porém, com restrição para a mineração, devido a fragilidade ambiental do meio.

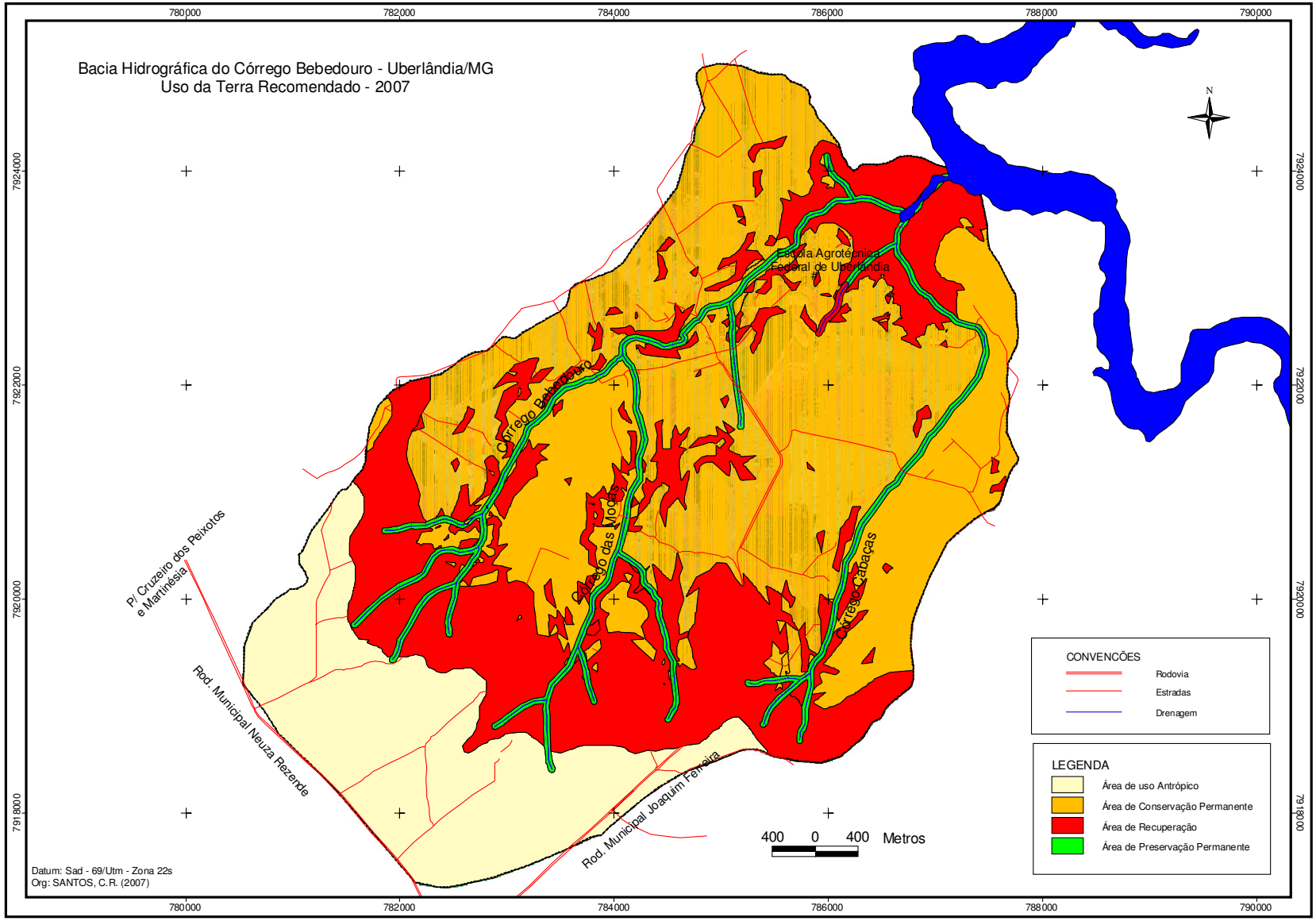
ACP – Áreas de conservação permanente – são áreas onde é permitido o convívio homem e ecossistema. Essa área pode ser ocupada por pastagem, pequenas lavouras, hortifruticultura, etc, mas com seus devidos cuidados de manejo.

AR – Área de recuperação – são áreas onde a deteriorização ambiental ultrapassa 10%. Nessas áreas é melhor evitar o cultivo e a passagem do rebanho bovino, para que a área possa recuperar.

APP – Áreas de preservação permanente – são áreas reservadas à manutenção do ecossistema. Nessas áreas é proibido o manejo de qualquer tipo de benfeitoria, não se deve plantar e deve-se evitar,ao máximo, a passagem do gado no local.

A ausência da cobertura vegetal nas áreas de APP (Área de preservação permanente) tem como agravante a alteração das condições locais, gerando desequilíbrio ecológico. Com isso devem-se priorizar estudos sobre os processos de regeneração natural nas margens dos córregos, a fim de amenizar o assoreamento do rio e evitar o pisoteio do gado.

O mapa de uso da terra recomendado possui a finalidade de indicar como deveria ser ocupada a bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG, a fim de identificar se o uso atual da bacia está apropriado, conforme suas características físicas e a lei ambiental vigente.


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Uso da Terra Recomendado - 2007
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
Pi Cruzeiro dos Peixotos e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
LEGENDA
Área de uso Antrópico
Área de Conservação Permanente
Área de Recuperação
Área de Preservação Permanente
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de estudo apresenta clima do tipo tropical, com índice pluviométrico anual de 1540 mm, concentrados no período de novembro a março, e menores índices em julho e agosto. A temperatura média anual é de 22,9 ºC, sendo que as maiores médias das máximas são encontradas nos meses fevereiro (30,3ºC), setembro (30,3 ºC) e outubro (31,1ºC), e as menores médias das mínimas são encontradas nos meses de junho (14,9°C) e julho (14,6ºC).

Na bacia do córrego Bebedouro predominam rochas da Formação Serra Geral (76,45% da área), formada por derrames basálticos, localizadas especialmente no médio curso da bacia, onde se encontram as nascentes dos principais córregos formadores da bacia. O relevo predominante é o dissecado (56,73%), seguindo do relevo intensamente dissecado (24,69%). No relevo intensamente dissecado são encontradas belas cachoeiras e corredeiras, enquanto que no relevo dissecado são observados processos erosivos como o ravinamento, devido à constituição do material arenoso, de fácil carregamento pela chuva.

Os solos predominantes são os latossolos vermelho distroférrico, que ocorrem em 76,70% da área da bacia, os quais apresentam avançado estágio de intemperização, constituídos de minerais primários e secundários, muito evoluídos, com o resultado de enérgicas transformações no material constitutivo.

A altitude da área varia entre <600 a >840 metros, sendo que a maior parte da área 69% encontra-se entre as altitudes de 600 a 780 metros. Com relação a declividade, verifica-se que 87,5% da área possui declividade variando entre 3 e 20%, sendo que a classe de declividade predominante na bacia é a de 6 a 12%, que ocupa 45 % da área, a qual possibilita sua utilização para agricultura. No entanto, necessita de medidas e práticas conservacionistas, como por exemplo o plantio em curvas de nível e a construção de terraços.

Com relação ao uso da terra e cobertura vegetal, verifica-se que tanto em 1979 como em 2006 predominam as pastagens, seguidas pela mata/cerradão, agricultura e cerrado. O que diferencia um período do outro são pequenas variações nos percentuais dessas categorias. Em 1979, as pastagens ocupavam 60,42% da área, enquanto que em 2006 aumentou um pouco, o seja, passou para 64,19%. A categoria mata/cerradão também aumentou, no período analisado, passando de 15,04% (1979) para 15,61% (2006). Já as categorias agricultura e cerrado diminuíram. No caso da agricultura, passou de 13,04%(1979) para 11,99% (2006), enquanto que o cerrado passou de 8,46% (1979) para 5,95% (2006). O que se conclui é que, na bacia, predomina o uso antrópico, e tais modificações no uso da terra são antigas, ou seja, ocorreram antes de 1979.

Na maior parte da bacia, em 84% da área ocorrem perdas de solo menores do que 6 ton/ha.ano. Apenas em 10% da área ocorrem perdas elevadas, maiores do que 18 ton./ha.ano. Convém destacar que para a região, perdas de até 12 ton./ha.ano estão dentro dos limites toleráveis, compatíveis com as taxas de formação.

A partir das entrevistas que foram realizadas com os proprietários dos imóveis localizados na bacia, conclui-se que 60% das propriedades possuem menos do que 30 ha e que 46% dos proprietários moram na fazenda há mais de 20 anos. Verifica-se, também, que 71,4% das propriedades possuem registro definitivo. A maioria dos proprietários não faz análise de solo para uso de fertilizantes e corretivos, utilizaram-se os, mesmo sem essas análises. A atividade predominante na bacia é a pecuária leiteira, onde uma parte são vendidos para abate, sendo que na maior parte das propriedades existe menos do que 20 cabeças de gado.

A partir do cruzamento entre os mapas verificou-se que a mata/cerradão predominam no relevo intensamente dissecado, as pastagem são predominantes no relevo dissecado e a agricultura está localizada nos relevos de topo plano. Observa-se, que a mata/cerradão

predomina nos argilossolos, enquanto que as pastagens predominam sobre o latossolo vermelho distroférrico, a agiculutra sobre o latossolo vermelho distrófico.

A categoria mata/cerradão predomina em terrenos de alta a média fragilidade ambiental; as pastagens predominam em terrenos de média a alta fragilidade e que a agricultura ocupa as áreas de baixa fragilidade.

Também, a partir do cruzamento dos mapas, elaborou-se um mapa de uso da terra recomendado para a bacia do córrego Bebedouro, onde se conclui que em 18,09% de área pode ser utilizada para agricultura e pastagem, sem a necessidade do uso de praticas conservacionistas complexas. Em 48,74% de área podem ser desenvolvidas atividades antrópicas, especialmente pastagens que, no entanto, exigem práticas conservacionistas, como por exemplo a construção de curvas de nível e, na maioria das vezes, terraços 28,19% da área não deve-se utilizada com atividades antrópicas, mas sim destinar-se à recuperação da vegetação original. São áreas onde predominam as altas declividades, com a presença de argissolos, elevada perda de solo por erosão laminar e fragilidade ambiental alta. A área de preservação permanente na bacia deve ser de 4,98%.

O mapa de uso da terra recomendado da bacia do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG, indica como deveria ser ocupada a área, de forma a minimizar os impactos ambientais e contribuir com a preservação dos recursos hídricos, flora e fauna da bacia. As técnicas de geoprocessamento utilizadas para o desenvolvimento do presente trabalho mostraram-se satisfatórias e muito contribuíram para a elaboração dos produtos necessários utilizados no diagnóstico ambiental e na recomendação de uso para a bacia.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagística**.** Ed. Ateliê, São Paulo, 2003. p. 159.

ALVES FILHO, M. **Diagnóstico ambiental pode orientar políticas públicas. Pesquisa desenvolvida no Instituto de Geociência avalia condições da bacia do ribeirão Anhumas**. Jornal da UNICAMP,Universidade Estadual de Campinas - 28 de fevereiro a 6 de março de 2005. p 11 - 11.

BACARO, et al. Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural –escultural. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.13 (25) p. 115-127. Janeiro/Dezembro, 2001.

BACARO, C.A.D. Estudos geomorfológicos do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n1, p. 9 -16. Junho, 1989.

BACARO, et al. Mapeamento Geomorfológico da Bacia do Rio Araguari (MG). In: LIMA, S do C.; SANTOS, J. R (Org.). **Gestão Ambiental da bacia do Rio Araguari - rumo do desenvolvimento**. Uberlândia, IGUFU, CNPq, 2004. p. 1 - 18.

BARCELOS, J.H. **Reconstituição paleogeográfica da sedimentação do grupo bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do estado de São Paulo.** 1984. 230f. Tese (departamento de geologia geral e aplicada). Universidade estadual Paulista – Instituto de geociências e ciências exatas. UNESP – Campus de Rio Claro, 1984.

BELTRAME, A. da. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas**: modelo e aplicação. Florianópolis. Ed. Da UFSC, 1994. 112p.

BERTONI, J.; LOMBARD NETO, F.L. **Conservação do solo**. São Paulo. Ed. Ícone, 2005. 5ª ed. p. 355.

BRITO, J.L.S. **Adequação das potencialidades do uso da terra na bacia do ribeirão Bom Jardim no Triângulo Mineiro (MG)**. 2001 168f. Tese (Geografia física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas – Departamento de Geografia, Universidade de São Paul, São Paulo, 2001.

BRITO, J.L.S.; LIMA, S.do C.; SHIKI, S.; MOREIRA, M.R. Uso do geoprocessamento na estimativa da perda de solos por erosão laminar em Irai de Minas – MG. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, IX, 1998, Santos. **Anais.** Santos, de - INPE. 1998. p. 501 – 512.

CÂMARA, et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.** CAMPINAS: UNICAMP/Instituto de Computação, 1996. 197p.

CÂMARA, G. DAVIS, C; MONTEIRO, M. V. **Introdução à ciência da geoinformação.** Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>. Acessado em 12/04/07. 2001.

CBH – TB – **Comitê da bacia hidrográfica do Tietê/ Batalha – Relatório de Situação dos recursos hídricos da UGRH**. Disponível em: <http://www.comitetb.sp.gov.br>. Acessado em outubro de 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: EDUSP, 1974.

DONHA, A. G.; SOUZA, L.C. de P.; SUGAMOSTO, M.L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, V. 10, n.1, p.175 – 181, 2006.

EASTMAN, J.R. **Idrisi for Windows:** Introdução e exercícios tutoriais. Porto Alegre: UFRGS, 1998. p.235

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.

FARIA, M. E. de. Agricultura moderna, cerrados e meio ambiente. In: DUARTE, L. M. G.; BRAGA, M. L. de S. (Org.). **Tristes cerrados:** sociedade e biodiversidade. Brasília: Paralelo 15, 1998.p.16 - 147

GEOMINAS, Programa Integrado de Uso da Tecnologia de Geoprocessamento pelos órgãos do estado de Minas Gerais. Disponível em: < www.geominas.mg.gov.br/glossario/GLSSAR>. Acessado em 15 de agosto de 2007.

GOBBI, W.A. de O. Agriculture modernization in the Minas Gerais State´s cerrado governmental development programs in the 1970 decade. **Revista on-line Caminhos de Geografia,**. 9(11)130-149, Fev/2004.

GATTO, L.C.S. Diagnóstico Ambiental da bacia do rio Jaguaribe. Disponível em: <www.geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/disgnostico>. Acessado em: 10 de novembro de 2007.

GUERRA, A. J. T. Processo erosivo nas encostas, in: CUNHA, S. B. & GUERRA, A..J. T. **Geomorfologia**: Uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, 333p.

GUIMARÃES, A. P. A revolução verde. In: ___ . **A crise agrária**. Rio de Janeiro: paz e Terra, 1979. p. 222-229.

IBGE. **Manuais Técnicos em Geociências:** manual técnico de uso da terra. 2°ed. Ministério do planejamento, orçamento e gestão. Diretoria de Geociências, Coordenação dos recursos naturais e estudos ambientais. Rio de Janeiro, 2006. n.7, 91p.

KAWAKUBO, et al. **Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XII. 2005, Goiânia. Anais. p. 2203 -2210, 2005.

LIBAULT, C.O.A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. Métodos em questão. São Paulo: USP/IG, 1971.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATIAS, L. F. Sistema de Informações Geográficas (SIG) ainda a questão do método. **Geousp - Espaço e Tempo**. 2003. nº. 13, p. 21-33.

NISCHIYAMA. Geologia do Município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n1, p. 9 -16. Jun 1989.

MOREIRA, M. R.; ROSA, R. Avaliação de perdas de solo por erosão laminar no município do prata – MG. Disponível em: <www.ig.ufu.br/igoop/artigos/mir_vic.pdf>. Acessado em: 23 de agosto de 2007.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto:** princípios e aplicações. 2º ed. Editora Edgard Blucher LTDA. São José dos Campos, 1998.

PESSÔA, V. L. S. **Características da modernização da agricultura e do desenvolvimento rural em Uberlândia (MG).** 1982.164f. Dissertação.(Mestrado em Organização do Espaço)-UNESP, Rio Claro, 1982.

PRADO, H. **A pedologia simplificada**. Arquivo do agrônomo n.1. 2 edição – ampliada e modificada, dezembro de 1995.

RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Ministério das Minas e Energia. Secretaria - Geral. Folha Se. 22 Goiânia. Rio de Janeiro, 1983.

RAMIREZ, et al. **Comparação de dados dos satélites Ikonos-II e Landsat/ETM+ no estudo de áreas cafeeiras**. Pés. Agropec. Brasília, v.41, n4, p. 661-666, abr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v41n4/29814.pdf.>. Acessado em 8 de agosto de 2006.

RIBAS, S. A**. Metodologia científica aplicada.** Rio de Janeiro: ed UERJ, 2004.

RIGATTO, P. A.; DEDECEK, R. A; MATTOS, J. L. M. **Influência dos atributos do solo sobre a produtividade de Pinus taeda**. Rev. Árvore. Viçosa, v. 29, n. 5, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em: 22 de Set de 2006

ROSA, R.; BRITO, Jorge. L. S. **Introdução ao geoprocessamento**. Uberlândia, 1996. 104p.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5ª ed. Editora EDUFU. Uberlândia, 2003. 238p.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 16, p. 81 - 90. 2005.

ROSA, R. **O uso de sig's para o zoneamento:** uma abordagem metodológica**.** Tese. 1995. 180 f. Universidade de São Paulo: Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas Departamento de Geografia, São Paulo, 1995.

ROSENDO, J. dos, S.; ROSA, R. **Monitoramento dos índices de vegetação, ao longo do ano, utilizando dados do sensor Modis:** o caso da Bacia do rio Araguari-MG. I Seminário de pós-graduação, dez, 2003. Disponível em: http://www.ig.ufu.br/lgeop/Artigos. Acessado em: setembro de 2006. p.74-82.

ROSS, J.L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departametno de Geografia,** São Paulo, n.8, p. 63-74. Jan/dez. 1994.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. 5 ed. Revisada e ampliada – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia Ambiental e Planejamento**. São Paulo, Contexto, 1991, 85p. (Representando a Geografia).

ROSS, J.L.S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.6, p. 17 – 30, Jan/Dez. 1992.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia ambiental e Planejamento**. São Paulo,Contexto, 1990.p.95.

ROSS, J.L.S. **Análise empirica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n.8, p. 63 – 74. Jan/dez. 1994.

SANTOS, A.R. dos. **Remineração do rejeito proveniente do minério fluorapatítico de Araxá (MG) e Catalão (GO), empregando-o como aditivo em massas básicas para a obtenção de produtos cerâmicos estruturais**. 2002.104f. Tese Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 2002.

SANTOS, E.R. dos. **Estudos das relações climato-hidrológicas e dos impactos causados pela irrigação na microbacia hidrográfica do córrego do amanhe – Araguari – MG.** Dissertação, 2005. 188f. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia. Geografia e Gestão do Território. Uberlândia, 2005.

SANTOS, dos. H.G.; JACOMINTE, P.K.; ANJOS, dos L. H.C .; OLIVEIRA, de V.A. COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, da. T.J. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.. 306p.

SANTOS, M. M. dos; CHUNG, C.K.; CELLIGOI, A. Avaliação da vulnerabilidade de aqüíferos da formação Serra Geral. In: CARVALHO, M. S. de. **Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Londrina, 2003. p. 15-34.

SPÖRL, C.; ROSS, J, L. S. Análise Comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **Geousp – Espaço e Tempo**, São Paulo, n°15, p. 39 – 49, 2004.

TEIXEIRA, A. L. de. A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. Editora do autor. Rio Claro. 1992. p. 80.

TEMPLA. P. **Fundamentos da Fotogrametria. Departamento de Cartografia**. UFMG. 2000. Disponível em: <www.ltc.ufes.br/GEOMATIC/Modulo%20Fotogrametria.pdf>. Acessado em 30 de agosto de 2007.

ANEXO

Análise física do solo para a averiguação do mapa de solos

Para melhor caracterização do potencial erosivo dos solos da bacia do córrego Bebedouro, procedeu-se a uma análise granulométrica superficial de 18 amostras dos solos, em nove pontos de coleta, nas seguintes profundidades (0 – 20 cm) e (20 – 40 cm). De posse das amostras, estas foram levadas para o Laboratório de Geomorfologia e Erosão do Solo da Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Geografia, para dar prosseguimento à análise.

As amostras foram colocadas em pratos plásticos, para secagem por dois dias; em seguida quebraram-se os torrões dos solos com um bastão de madeira de ponta de plástico. Posteriormente, peneirou-se o solo numa peneira de 2 mm, para obter somente o material desejado e, após este procedimento, pesou-se numa balança 20g de cada amostra, e colocou-se num pote de plástico com água destilada, levando para a mesa agitadora por 15 horas.

Depois de passadas as 15 horas utilizou-se uma peneira de 0.053 mm para separar a areia fina e grossa das partículas de silte e argila. Para realizar essa separação lavaram-se as amostras que estavam na mesa digitalizadora até atingir 1000ml numa proveta, sendo que 20 ml era de hidróxido de sódio (usado para desagregação das partículas de solo) e 80 ml de água destilada. Agitou-se cada proveta por 1 minuto e deixou-se em repouso por 3 minutos. Logo adiante, fez-se a pipetagem de 25 ml de silte, a uma profundidade 10 cm, levando-a para a estufa, dentro de uma cápsula. Após 4 horas foi coletada a argila a 5 cm de profundidade e levou-se para a estufa, numa temperatura de 110 °C. No dia seguinte pesou-se cada amostra.

A areia que ficou na peneira de 0,0053 foi colocada numa cápsula de porcelana e, na seqüência , foi levada para a estufa. No dia seguinte peneirou-se a areia para fazer a separação da areia fina da grossa, numa peneira de 0,210 mm de malha, e pesou-se cada uma.

Finalizadas todas as etapas, fez-se o cálculo do percentual da quantidade de argila, silte, areia fina e areia grossa existente em cada amostra.

A composição física dos solos da Bacia do Córrego Bebedouro

Sabe-se que as propriedades físicas do solo, como a textura, influencia no comportamento erosivo do solo, e como forma de avaliar o potencial erosivo dos solos da Bacia do Córrego Bebedouro Uberlândia/MG, a tabela (11) traz o resultado das 18 amostras coletados do topo à vertente dos três córregos existentes na bacia.

Tabela 11 – Amostras de Solos da Bacia do Córrego Bebedouro

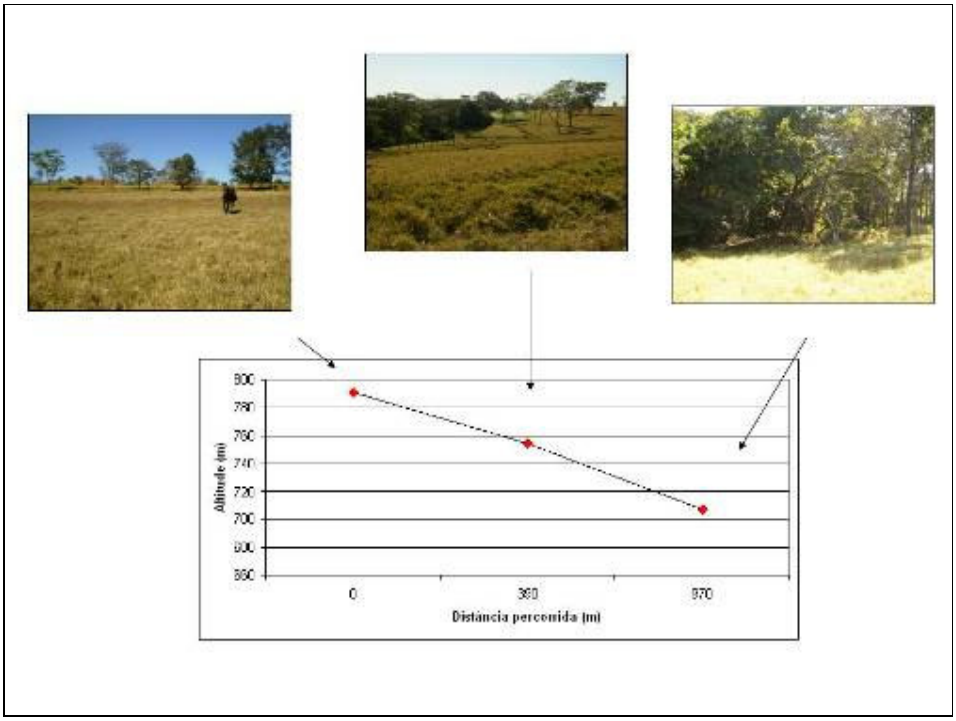
Amostras de solos da Bacia do Córrego Bebedouro – Uberlândia/MG
Município de Uberlândia - MG (Região Sobradinho)

CoordX	CoordY	Altitude	Córrego	Amostra	Prof (cm)	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina.(%)	Areia Grossa.(%)	Areia Total
785173	7919395	791	Moças	5	0 - 20	63.8	20.8	7.9	7.5	15.4
785173	7919395	791	Moças	6	20 - 40	61.2	20.8	8.1	9.9	18.0
785559	7919355	754	Moças	3	0 - 20	63.8	21.2	9.3	5.7	15.0
785559	7919355	754	Moças	4	20 - 40	63.2	21.7	9.1	6.0	15.1
785990	7919746	707	Moças	1	0 - 20	61.7	22.5	8.5	7.3	15.8
785990	7919746	707	Moças	2	20 - 40	62.1	23.4	6.8	7.7	14.5
784382	7918538	831	Cabaças	7	0 - 20	38.1	7.1	24.6	30.2	54.8
784382	7918538	831	Cabaças	8	20 - 40	40.4	7.0	22.0	30.6	52.6
784419	7918689	819	Cabaças	9	0 - 20	49.5	10.5	20.5	19.5	40.0
784419	7918689	819	Cabaças	10	20 - 40	50.9	10.0	17.6	21.5	39.1
784480	7918897	799	Cabaças	11	0 - 20	42.8	10.5	14.7	32.0	46.7
784480	7918897	799	Cabaças	12	20 - 40	40.9	7.6	15.2	36.3	51.5
784462	7923613	701	Bebedouro	13	0 - 20	75.1	18.9	3.8	2.2	6.0
784462	7923613	701	Bebedouro	14	20 - 40	76.0	18.1	3.8	2.1	5.9
784611	7923285	687	Bebedouro	15	0 - 20	70.2	17,0	8.1	4.7	12.8
784611	7923285	687	Bebedouro	16	20 - 40	70.4	16.9	8.2	4.5	12.7
784762	7922630	647	Bebedouro	17	0 - 20	46.2	18.0	17.1	18.7	35.8
784762	7922630	647	Bebedouro	18	20 - 40	49.7	19.3	18.7	12.3	31.0

Fonte: Dados analisados no Laboratório de Geomorfologia e Erosão de solo do IG/UFU
Org: SANTOS, C.R., (2007).

O transecto 1 indica a bacia córrego das Moças; nessa bacia encontraram-se solos latossólicos. No alto curso da bacia têm-se os latossolos distrófico e, no médio curso, o latossolo distroférrico. Quando se associa o mapa geomorfógico e o mapa de solo desse local percebe-se que houve um intemperismo, um deslizamento da camada das rochas do cenozóico

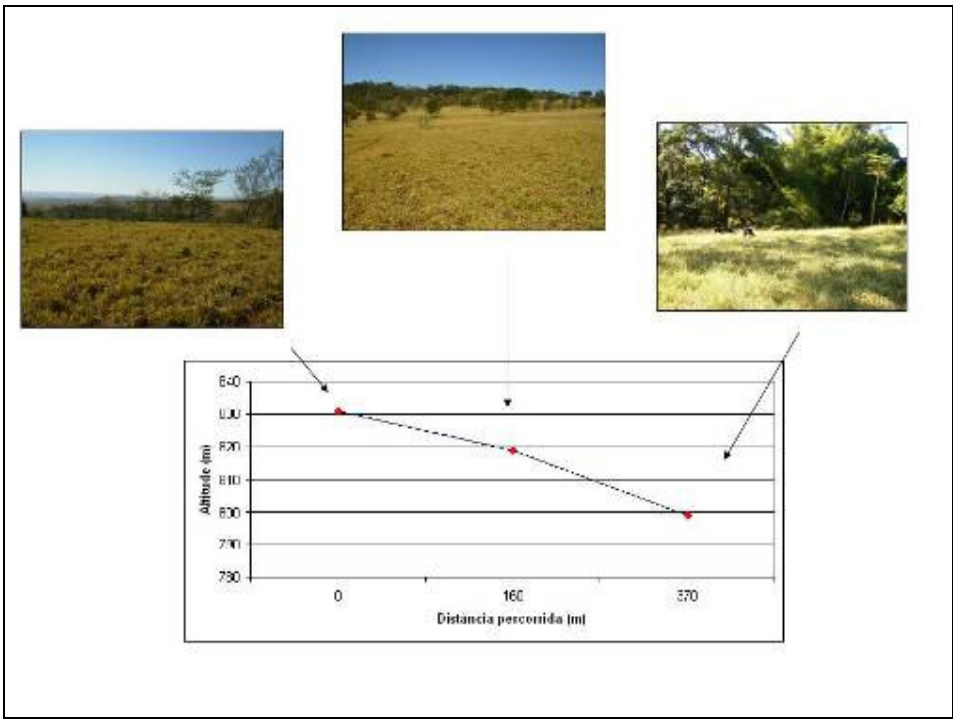
sob a camada do Serra Geral. Conseqüentemente, encontra-se uma relativa concentração de argilominerias resistentes e óxidos de ferro, no médio curso da bacia. Portanto, as composições físicas das amostras desse local indicaram uma quantidade de argila <50%, silte >50%, e o total de areia fina e grossa das 6 amostras indicaram quantidades menores que 16%.



Transecto 1 – Córrego das Moças
Org: SANTOS, C.R., 2007.

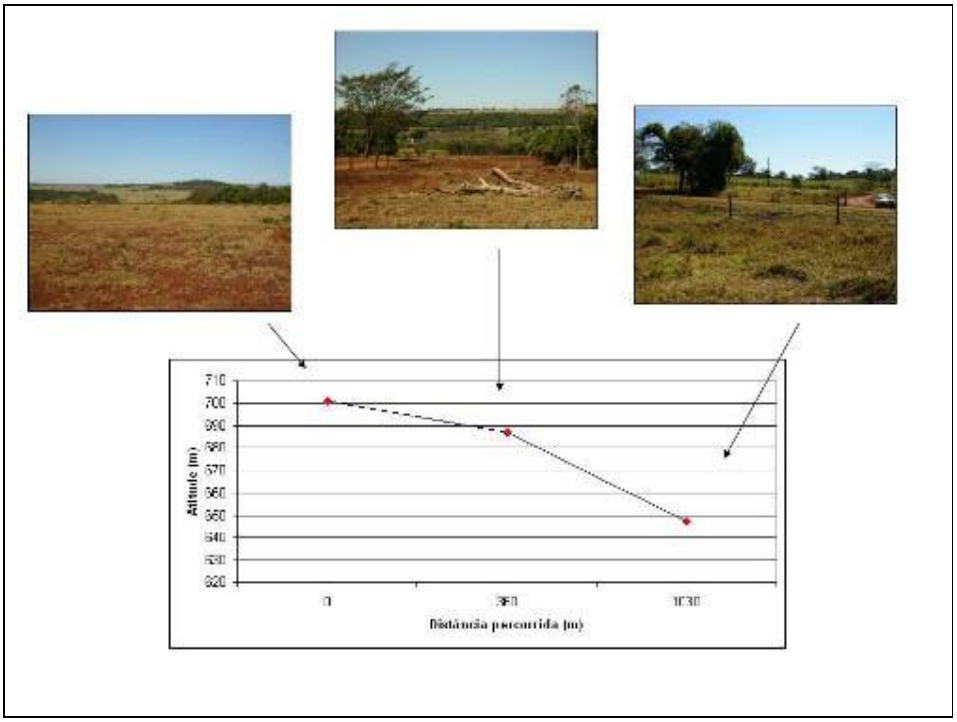
O transecto 2 indica a bacia córrego das Cabaças. Nesta área localizam-se latossolos distroférrico. Analisando-se a tabela 9, pode-se verificar que a textura no horizonte A apresenta teores médios de argila de 38,1% a 49,5%. Os teores de silte variaram de 7,1% a 10,5%, e a média do teor de areia, 40,0% a 54,8%. No horizonte B, a média verificada de areia foi de 40.0% a 50,9%, os teores de silte variam de 7,0% a 10,0%, e os teores de areia em média variam em 22,0% a 51,5%.

Nesse local, pode-se verificar que a suscetibilidade a erosão é considerada menor, pois tem-se um média de argila inferior a 50%. Além disso, o terreno está protegido por curvas de nível que diminuem o escoamento superficial do terreno.



Transecto 2 – Córrego Cabaças
Org: SANTOS, C.R., 2007.

O transecto 3 indica a bacia do córrego Bebedouro. Nessa área, localizam-se latossolos vermelho distroférrico, gleissolos, e argilossolos. No horizonte A temos teores médios de argila, de 46,2% a 75,1%, teores de silte de 17,0% a 18,9%, e teores médios de areia, de 6,0% a 35,8%. Já no horizonte B temos um total de 49,7% a 76,0%de terores de argila, teores de silte de 16,9% a 19,3%, e teores de areia 5,9% a 31,0%. Observa-se, nessa área, o latossolo formado na Formação Serra Geral (basalto), em alguns pontos, e transferido sob o embasamento do pré-cambriano. É nessas áreas que o solo desprotegido, em ações erosivas, inicia a formação do escoamento laminar, sendo freqüentes o deslizamento de materiais do topo para o vale.



Transecto 3 – Córrego Bebedouro
Org: SANTOS, C.R., 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA – MESTRADO EM GEOGRAFIA

Carla Rodrigues Santos
Roberto Rosa (Orientador)

ROTEIRO DE PESQUISA

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

1 – Nome do entrevistado: _____

2 – End da propriedade: _____

_____.

3- Localidade: _____

4 – Tempo de Moradia na área: _____

5 – Situação Jurídica da área:

( ) Legalizado com registro definitivo ( ) Em processo de legalização ( ) Ocupado ( ) Cedido ( ) arrendado ( ) Alugado ( ) outras: _____

5 – Tamanho da propriedade: ( ) grande ( ) média ( ) pequena ( ) outras_____

_____

6 – Número de pessoas residentes no local: _____

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO/COMERCIALIZAÇÃO

7 – Quais as atividades mais freqüentes na propriedade?

( ) Agricultura, tipo:_____

( ) Criação, tipo: _____

( ) Outro, especificar: _____

8 – Período de Atividade

( ) Permanente ( ) Sazonal: Motivo: _____

9 – Área utilizada

Uso	Área	Período

10 – Sistema de Produção

Atividade	Unid. Quant	Vol. Produção	Consumo	Mercado

11 – Comercialização da produção:

11.1 – Forma de distribuição e principais pontos de venda: _____

_____

11.2 – Meio de transporte Utilizado: _____

_____

11.3 – Problemas: _____

_____

12. Tecnologia e insumos utilizados na produção:

( ) Fertilizantes químicos ( ) Fertilizantes orgânicos ( ) Biocidas ( ) Sementes selecionadas ( ) mudas selecionadas

12.1 Tipo e Quantidade: _____

13 – Motivo(s) para desenvolver atividades agrícolas na área?

( ) Consumo ( ) Comércio ( ) Hobby ( ) Terapêutico ( ) Comunitário ( ) outros

_____

14 – Grau de satisfação na atividade (se gosta, desde quando pratica e porque):

_____

_____

RECURSOS PRODUTIVOS E MEIO AMBIENTE

15 – Qual a fonte de abastecimento de água para a produção

( ) Rede pública de abastecimento ( ) Rio Araguari ( ) Córrego: _____

( ) Nascente, mina d´água ( ) Cisterna ( ) Outros _____

16 – Faz ou já fez análise de solo?

( ) Não ( ) Sim, qual a finalidade: _____

17 – Existe algum problema de contaminação de solo ou água?

( ) Não ( ) Sim, qual: _____

18 – Recebe assistência técnica de alguma instituição pública ou privada?

( ) Não ( ) Sim, qual: _____

19 – Destino do lixo doméstico e produtivo:

( ) Coleta pública ( ) Enterrado ( ) Queimado ( ) Reciclado – adubo ( ) Outros

_____

20 – Como é resolvido o problema de esgoto da sua casa?

( ) Vaso sanitário com descarga ( ) Vaso sanitário sem descarga ( ) Fossa em construção isolada ( ) Outros _____

21 – O domicilio dispõe de energia elétrica: ( ) Sim ( ) Não

22 – Existe algum tipo de degradação ambiental na propriedade?

( ) Voçorocas ( ) Assoreamento do córrego ( ) Ravinas ( ) Outros _____

_____

23 – Como o produtor percebe a situação do agricultor, hoje?

_____

_____

_____

24 – Qual tipo de problema mais comum na área?

_____

_____

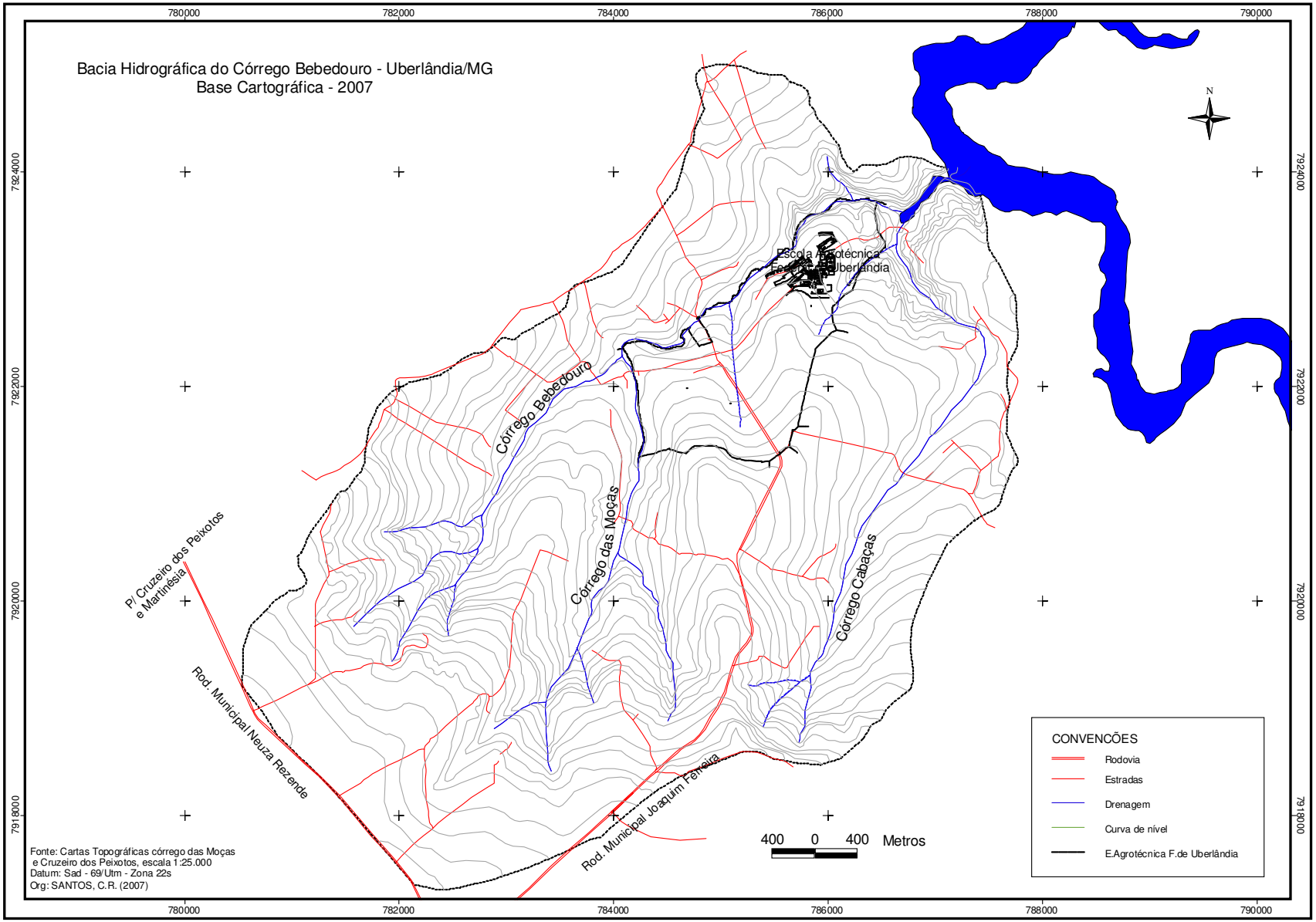
25 – Gostaria de fazer alguma reivindicação ou solicitação para o setor publico?

_____

_____

_____

RESENDE, S. **Entre o rural e o urbano: Agricultura urbana em Uberlândia (MG)**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, 2004. pg. 132.


Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro - Uberlândia/MG
Base Cartográfica - 2007
780000
782000
784000
786000
788000
790000
7924000
7922000
7920000
7918000
N
Escola Agrotécnica
Federal de Uberlândia
Córrego Bebedouro
Córrego das Moças
Córrego Cabaças
P/ Cruzeiro dos Peixotos
e Martinésia
Rod. Municipal Neuza Rezende
Rod. Municipal Joaquim Ferreira
400 0 400 Metros
CONVENÇÕES
Rodovia
Estradas
Drenagem
Curva de nível
E.Agrotécnica F.de Uberlândia
Fonte: Cartas Topográficas córrego das Moças
e Cruzeiro dos Peixotos, escala 1:25.000
Datum: Sad - 69/Utm - Zona 22s
Org: SANTOS, C.R. (2007)