

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

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS  
FEDERAIS DO CERRADO MINEIRO**

**MIRNA KARLA AMORIM SILVA**

**UBERLÂNDIA/MG  
2009**

**MIRNA KARLA AMORIM SILVA**

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS  
FEDERAIS DO CERRADO MINEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia 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  
2009**

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

- S586a Silva, Mirna Karla Amorim, 1979-  
Análise geoambiental das bacias hidrográficas federais do cerrado mineiro / Mirna Karla Amorim Silva. - 2009.  
200 f.: il.
- Orientador: Roberto Rosa.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia.
1. Bacias hidrográficas - Minas Gerais - Teses. 2. Bacias Hidrográficas - Cerrado mineiro – Teses. 3. Geotecnologia - Teses. I. Rosa, Roberto. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 556.51(815.1)

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

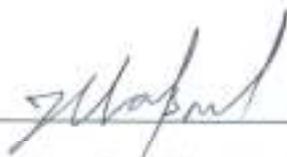
**Programa de Pós-Graduação em Geografia**

**MIRNA KARLA AMORIM SILVA**

Análise Geoambiental das Bacias Hidrográficas Federais do Cerrado Mineiro

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Roberto Rosa (Orientador) - UFU

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Edson Eyji Sano - EMBRAPA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jorge Luís Silva Brito - UFU

Data: 07 / 04 de 2009

Resultado: Aprovada

Dedico esta pesquisa especialmente aos meus pais Marise e Luís Carlos, por tudo que representam na minha vida, por tudo que me ensinaram a ser e pelo exemplo de amor e de luta inabaláveis que demonstram em todos os momentos de nossas vidas...

## AGRADECIMENTOS

---

Muito me felicita e orgulha agradecer e eternizar esse agradecimento àqueles que, de diversas formas, contribuíram tão generosamente na elaboração desta pesquisa e auxiliaram para a sua concretização, assim como foram responsáveis por me ajudar, proteger e cuidar em muitos momentos em que necessitei de amparo físico, mental ou emocional.

Agradeço, primeiramente, a **Deus** que representou e representa grande refúgio todo o tempo e que, maravilhosamente, proporciona-me alento, calma, esperança, consolo e paz de espírito nos momentos de ansiedade, cansaço e desânimo, nesta jornada e em toda minha vida...

A toda minha família, em especial aos meus pais **Marise e Luís Carlos** e meus irmãos **Léo, Nado, Luiza, Dudu e João Victor**, com os quais eu pude sempre contar quando cada um, à sua maneira, me auxiliou e incentivou com todo o carinho, palavras e sorrisos necessários...

Ao meu orientador, professor, amigo e exemplo de profissional e ser humano, **Roberto Rosa** por mais esse voto de confiança, pelo aprendizado constante, pela dedicação expressa em cada diálogo, pelo incentivo, amizade e carinho ofertados em todos os momentos no LAGEO... Obrigada por tudo e, especialmente, por incentivar meu crescimento, não somente profissional, mas meu crescimento individual.

Ao professor **Jorge Brito** pelo aprendizado e atenção dedicados durante a elaboração da pesquisa e o convívio no LAGEO... assim como, pelas contribuições na banca de qualificação e aceite para compor a banca examinadora da defesa desta pesquisa.

A professora **Vânia Rosolen** pela participação e contribuições na banca de qualificação.

Ao professor **Edson Sano** pela gentileza de aceitar o convite para compor a banca examinadora da defesa desta pesquisa.

Às minhas amigas mais que especiais e cada uma delas sabe disso:

**Biazinha...** por cada palavra de carinho e cada gesto de afeto e atenção que sempre fizeram alento ao meu coração e a minha vida nos momentos em que mais precisei de conforto...

**Carla...** por sua presença em diversos e muitos momentos alegres e especiais em toda a nossa trajetória não só no mestrado, mas na graduação, no LAGEO e nos caminhos da vida...

**Cristiane...** que durante o tempo de mestrado me ensinou com um sorriso singelo que os amigos na vida são um tesouro no nosso coração e são para sempre...

**Djane...** por sua amizade e presença constante em diversos e bons momentos da Geo e do LAGEO em nossa trajetória acadêmica e nas experiências da vida...

**Jussara...** pela presença especial, carinho excepcional, cuidado fraternal, afeto tão terno... que me fizeram sentir que a amizade é um laço que a distância não abala, mas fortifica...

**Mayarinha...** pela companhia e carinho dispensados em muitos e muitos dias de convívio no LAGEO e em momentos especiais que ficarão gravados na minha memória sempre...

**Paula...** pelo companheirismo e carinho de sempre no decorrer das disciplinas cursadas e em muitos momentos especiais da nossa trajetória como mestrandas do PPGE0 2007...

**Tatiana...** por ser uma pessoinha especial que foi companhia, cúmplice, companheira, irmã e amiga em diversos momentos especiais no LAGEO e também na vida...

Aos meus amigos, não menos especiais e que também devem saber disso:

**Allan...** pela companhia no LAGEO e momentos de companheirismo nas horas de estudo, de aprendizado e de lazer em muitos bons momentos de convívio na Geo...

**Alécio...** pela companhia na caminhada em muitos momentos especiais e divertidos durante a nossa trajetória no PPGE0, nos bebedouros e corredores da Geo...

**Baltazar...** pelo carinho de sempre de um amigo especial e companheiro de mestrado, dividindo o mesmo orientador, os “chumbitos” e desafios do mestrado 2007 no LAGEO...

**Eduardo...** pelo carinho cúmplice, amigo, fraternal, sempre presente, inabalável e inigualável em inesquecíveis momentos de nossa trajetória no PPGE0 e na vida...

**Fabrcio...** pelo incentivo, afeto, companheirismo, carinho, paz interior... proporcionados em cada palavra, cada gesto, cada olhar, cada sorriso, em momentos únicos, especiais e eternos...

Aos professores do Instituto e do Programa de Pós-Graduação da Geografia que foram formadores e responsáveis pela titulação a que venho a adquirir com mais esta jornada.

A **Dilza** e **Cynara**, sempre prontas e gentilmente disponíveis a atender qualquer dúvida e solicitações junto a Coordenação do Programa de Pós-Graduação da Geografia.

Ao órgão de fomento **CNPq** responsável por financiar e incentivar minha pesquisa.

A todos vocês, faltam palavras que expressem exatamente a importância de cada gesto, cada palavra, conselho, aperto de mão, abraço, ombro amigo, “chumbitos”, apoio moral... que me foram tão essenciais e sem os quais eu não teria chegado a esta conquista.

Muito, muito, muito, muito obrigada... a todos!

“Cerrado. Cerrados. Diversos. Mosaico. Flora, fauna, água, minérios, gentes indígenas, quilombolas, caboclas, ribeirinhas, geraizeiras, agricultores familiares, fazendeiros, gentes das cidades pequenas e médias. De áreas abertas, campos. Campo limpo, sujo, ralo, rupestre nas chapadas, úmido nas matas de galeria. De formações florestais, fechado, Cerrado. Matas de galeria, mata ciliar, mata entre os rios, veredas. Antigo. Muito. Mais de 35 milhões de anos. Central no Brasil. Cercado de mata amazônica e atlântica, da caatinga e do pantanal. Do Piauí e Ceará a São Paulo, por Maranhão, Tocantins, Goiás e Mato Grosso do Sul. Da Bahia e dos Gerais a Rondônia pelo Mato Grosso. Enclaves seus aqui e ali. Amapá, Pará, Amazonas. Vasto. Amado. Ameaçado. Conhecido. Desconhecido. Destruído.”

Mauro Pires

## RESUMO

---

O objetivo geral desta pesquisa é mapear e analisar as características ambientais referentes à: hipsometria, clinografia, solos e uso da terra e cobertura vegetal natural das bacias hidrográficas federais do Bioma Cerrado no Estado de Minas Gerais, no sentido de contribuir para um estudo ambiental cada vez mais aprofundado em importantes áreas do nosso ecossistema, com vistas à preservação e uso sustentável de suas terras. A área de estudo situa-se entre as coordenadas geográficas de 14°13' e 22°54' de latitude sul e 39°51' e 51°02' de longitude a oeste de Greenwich, recobrando 57% do Estado de Minas Gerais. Para a realização desta pesquisa foram utilizados os dados vetoriais georreferenciados (limite, hidrografia e malha viária), na escala de 1:1.000.000 (IBGE), imagens ETM+/Landsat (2002), Modelo Digital de Elevação (MDE) do Estado de Minas Gerais (SRTM) e dados da classificação de solos do IBGE e EMBRAPA (2001). Os dados vetoriais de distribuição das categorias de cobertura vegetal natural e uso antrópico foram adquiridos a partir do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), os dados de classificação dos solos, a partir de uma compilação de estudos realizada pelo IBGE e disponibilizada via internet, e, por fim, os dados de clinografia e hipsometria, assim como a delimitação das unidades geoambientais na área de estudo, foram elaborados a partir do MDE do Estado de Minas Gerais. Com a utilização dos *softwares ArcView, Idrisi, Cartalinx e Arcgis*, foram elaborados a base cartográfica e os mapas temáticos: bacias federais, localização geográfica, hipsometria, clinografia, solos, uso da terra e cobertura vegetal natural e unidades geoambientais da área de estudo, para posteriores análises referentes à mesma. A área do Cerrado tem se mostrado ambientalmente ameaçada e os dados apresentados ao longo da pesquisa mostram como se encontra o estágio de conservação/utilização das bacias estudadas na área do Cerrado mineiro. O percentual de uso antrópico e cobertura vegetal natural, respectivamente, das bacias estudadas são: bacia do rio Doce (44.23% e 55.75%), bacia do rio Grande (73.38% e 21.40%), bacia do rio Jequitinhonha (27.14% e 72.86%), bacia do rio Paranaíba (70.82% e 27.22%), bacia do rio Pardo (35.56% e 64.43%) e bacia do rio São Francisco (40.38% e 58.86%). Os resultados desta pesquisa mostram que, apesar de ainda presentes em maior percentual na maioria das bacias estudadas, as áreas de cobertura vegetal natural remanescente no Cerrado mineiro se apresentam fragmentadas, o que reduz a proteção da biodiversidade presente na área deste Bioma considerado como área de conservação prioritária para a preservação de suas espécies. Os dados gerados pelo diagnóstico das bacias estudadas são relevantes para a formação de um banco de dados das variáveis ambientais analisadas em cada mapeamento temático elaborado, assim como o cruzamento entre essas informações, a fim de analisar a interação de todos os elementos envolvidos na dinâmica da paisagem. Desta forma, o diagnóstico ambiental da área de estudo permite promover intervenções corretivas e/ou preventivas de conservação do meio natural e os recursos naturais existentes, através do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Sensoriamento Remoto e do Geoprocessamento como um todo, como ferramentas de apoio à decisão na gestão do ambiente natural. O uso das geotecnologias existentes se mostra como ferramenta eficiente e essencial para esse fim. Desta forma, esta pesquisa se coloca como um ponto de partida para estudos, reflexões e ações futuras, englobando outras variáveis ambientais e ainda as variáveis sócio-econômicas da área do Cerrado mineiro, com o auxílio das geotecnologias disponíveis.

**Palavras-chave:** Cerrado, Geotecnologias, Bacias hidrográficas, Minas Gerais

## ABSTRACT

---

The general objective of this study is to map and analyze the environmental characteristics related to: hypsometry, clinography, soils and land use and natural vegetation of river basins from Cerrado's biome in the state of Minas Gerais, to contribute to an environmental study with increasing depth in important areas of our ecosystem, aiming the preservation and sustainable use of its land. The studied area lies between the geographical coordinates of 14° 13' and 22 ° 54 'south latitude and 39° 51' and 51° 02' longitude west of Greenwich, covering 57% of the state of Minas Gerais. To accomplish this research we used georeferenced vector data (boundary, hydrography and road network), in the scale of 1:1.000.000 (IBGE), ETM + images / Landsat (2002), Digital Elevation Model (DEM) of the State of Minas Gerais (SRTM) and soils classification data from IBGE and EMBRAPA (2001). The vector data for class distribution of natural vegetation and human use were obtained from the Project for Conservation and Sustainable Use of Brazilian Biological Diversity (PROBIO), the data for soils classification, from a compilation of studies conducted by IBGE and available on the Internet, and, finally, clinography and hypsometric data, as the delimitation of geoenvironmental units in the studied area, were prepared from DEM's of the State of Minas Gerais. Using the *softwares* ArcView, Idrisi, and Cartalinx Arcgis, we prepared the cartographic basis and the thematic maps: federal basins, geographic location, hypsometry, clinography, soils, land use and vegetation cover and natural geoenvironmental units of the studied area, for further analysis related to it. The area of Cerrado has been environmentally threatened and the data presented along the research show the stage of conservation/use of the basins studied in the Cerrado of Minas Gerais. The percentage of human use and natural vegetation cover, respectively, of the studied basins are: basin of Rio Doce (44.23% and 55.75%), Rio Grande basin (73.38% and 21.40%), Jequitinhonha river basin (27.14% and 72.86%), Paranaíba river basin (70.82% and 27.22%), Pardo river basin (35.56% and 64.43%) and São Francisco River basin (40.38% and 58.86%). These and other results of this study show that, although it is still present in greater proportion in most of the basins studied, the areas of remaining natural vegetation in the Cerrado of Minas Gerais are fragmented, and it can reduce the protection of biodiversity in the area of this biome considered as a priority area for conservation for the preservation of its species. The data generated by the diagnosis of the basins studied are relevant to the formation of a database of environmental variables considered in each thematic mapping prepared, and the intersection among this information to analyze the interaction of all elements involved in the landscape dynamics. Therefore, the environmental diagnosis of the studied area can promote interventions and corrective or preventive conservation of the natural environment and natural resources through the use of geographic information systems (GIS), Remote Sensing and Geoprocessing as a whole, as supportive tools for the management of natural environments decision. The use of existing geotechnologies was an effective and essential tool for this purpose. Therefore, this research is placed as a start for studies, discussions and future actions, including other environmental variables and socio-economic variables of the Cerrado area of Minas Gerais.

**Keywords:** Geotechnologies, Cerrado, Hydrographic Basins, Minas Gerais.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

---

### FIGURAS

<b>FIGURA 01</b> - Esquema do processo básico de funcionamento do Sensoriamento Remoto .....	60
<b>FIGURA 02</b> - Esquema básico de um SIG.....	61
<b>FIGURA 03</b> - Fluxograma de desenvolvimento metodológico da pesquisa .....	72

## MAPAS

<b>MAPA 01</b> - Localização geográfica da área de estudo .....	33
<b>MAPA 02</b> - Bacias hidrográficas federais na área do Cerrado mineiro.....	39
<b>MAPA 03</b> - UPGRH'S da área do Cerrado mineiro .....	40
<b>MAPA 04</b> - Localização das cartas 1:1000000 na área de estudo (IBGE).....	66
<b>MAPA 05</b> - Localização das cartas 1:250000 na área de estudo (IBGE).....	67
<b>MAPA 06</b> - Hipsometria da bacia do rio Doce na área do Cerrado mineiro .....	170
<b>MAPA 07</b> - Clinografia da bacia do rio Doce na área do Cerrado mineiro.....	171
<b>MAPA 08</b> - Solos da bacia do rio Doce na área do Cerrado mineiro .....	172
<b>MAPA 09</b> - Uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Doce na área do Cerrado mineiro.....	173
<b>MAPA 10</b> - Hipsometria da bacia do rio Grande na área do Cerrado mineiro.....	175
<b>MAPA 11</b> - Clinografia da bacia do rio Grande na área do Cerrado mineiro .....	176
<b>MAPA 12</b> - Solos da bacia do rio Grande na área do Cerrado mineiro.....	177
<b>MAPA 13</b> - Uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro.....	178
<b>MAPA 14</b> - Hipsometria da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro.....	180
<b>MAPA 15</b> - Clinografia da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	181
<b>MAPA 16</b> - Solos da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro.....	182
<b>MAPA 17</b> - Uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro.....	183
<b>MAPA 18</b> - Hipsometria da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	185
<b>MAPA 19</b> - Clinografia da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro.....	186
<b>MAPA 20</b> - Solos da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	187
<b>MAPA 21</b> - Uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro.....	188
<b>MAPA 22</b> - Hipsometria da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro.....	190
<b>MAPA 23</b> - Clinografia da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	191

<b>MAPA 24</b> - Solos da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro.....	192
<b>MAPA 25</b> - Uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro.....	193
<b>MAPA 26</b> - Hipsometria da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	195
<b>MAPA 27</b> - Clinografia da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	196
<b>MAPA 28</b> - Solos da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	197
<b>MAPA 29</b> - Uso da terra e cobertura vegetal da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro.....	198
<b>MAPA 30</b> - Unidades geoambientais das bacias hidrográficas federais no Cerrado mineiro .....	200

## GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 01</b> - Distribuição percentual das classes de classes hipsométricas na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	74
<b>GRÁFICO 02</b> - Distribuição percentual das classes de classes clinográficas na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	75
<b>GRÁFICO 03</b> - Distribuição percentual das classes de classes de solo na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	76
<b>GRÁFICO 04</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro.....	77
<b>GRÁFICO 05</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro.....	79
<b>GRÁFICO 06</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro.....	79
<b>GRÁFICO 07</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	80
<b>GRÁFICO 08</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	81
<b>GRÁFICO 09</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro.....	82
<b>GRÁFICO 10</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes de solo da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	82
<b>GRÁFICO 11</b> - Distribuição percentual das classes hipsométricas na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	86
<b>GRÁFICO 12</b> - Distribuição percentual das classes clinográficas na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	86
<b>GRÁFICO 13</b> - Distribuição percentual das classes de solo na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro.....	88
<b>GRÁFICO 14</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	89
<b>GRÁFICO 15</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	91
<b>GRÁFICO 16</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	91

<b>GRÁFICO 17</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro.....	92
<b>GRÁFICO 18</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro.....	93
<b>GRÁFICO 19</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	95
<b>GRÁFICO 20</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	95
<b>GRÁFICO 21</b> - Distribuição percentual das classes hipsométricas na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	99
<b>GRÁFICO 22</b> - Distribuição percentual das classes clinográficas na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	99
<b>GRÁFICO 23</b> - Distribuição percentual das classes de solo na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	101
<b>GRÁFICO 24</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro.....	102
<b>GRÁFICO 25</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro.....	104
<b>GRÁFICO 26</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro.....	105
<b>GRÁFICO 27</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	106
<b>GRÁFICO 28</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	106
<b>GRÁFICO 29</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro.....	108
<b>GRÁFICO 30</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes de solo da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	108
<b>GRÁFICO 31</b> - distribuição percentual das classes hipsométricas na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	112
<b>GRÁFICO 32</b> - Distribuição percentual das classes clinográficas na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	112
<b>GRÁFICO 33</b> - Distribuição percentual das classes de solo na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	114

<b>GRÁFICO 34</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	115
<b>GRÁFICO 35</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	117
<b>GRÁFICO 36</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	118
<b>GRÁFICO 37</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	119
<b>GRÁFICO 38</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	119
<b>GRÁFICO 39</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	121
<b>GRÁFICO 40</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes de solo da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	122
<b>GRÁFICO 41</b> - Distribuição percentual das classes hipsométricas na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	126
<b>GRÁFICO 42</b> - Distribuição percentual das classes clinográficas na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	126
<b>GRÁFICO 43</b> - Distribuição percentual das classes de solo na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	127
<b>GRÁFICO 44</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	128
<b>GRÁFICO 45</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	131
<b>GRÁFICO 46</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	131
<b>GRÁFICO 47</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	132
<b>GRÁFICO 48</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	133
<b>GRÁFICO 49</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio Pardo na área do Cerrado mineiro .....	134
<b>GRÁFICO 50</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes de solo da bacia do rio Pardo na área do Cerrado mineiro .....	134

<b>GRÁFICO 51</b> - Distribuição percentual das classes hipsométricas na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	138
<b>GRÁFICO 52</b> - Distribuição percentual das classes clinográficas na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	138
<b>GRÁFICO 53</b> - Distribuição percentual das classes de solo na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	140
<b>GRÁFICO 54</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro.....	141
<b>GRÁFICO 55</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro.....	143
<b>GRÁFICO 56</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	144
<b>GRÁFICO 57</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	145
<b>GRÁFICO 58</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	145
<b>GRÁFICO 59</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro.....	147
<b>GRÁFICO 60</b> - Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes de solo da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	148
<b>GRÁFICO 61</b> - Distribuição percentual da área das unidades geoambientais das bacias hidrográficas federais no Cerrado mineiro .....	156

## TABELAS

<b>TABELA 01</b> - Área das classes hipsométricas da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	74
<b>TABELA 02</b> - Área das classes de declividade do terreno na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	74
<b>TABELA 03</b> - Área das classes de solo da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	76
<b>TABELA 04</b> - Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	76
<b>TABELA 05</b> - Área das classes de uso da terra por classes hipsométricas na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	78
<b>TABELA 06</b> - Área das classes de uso da terra por classes clinográficas na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	80
<b>TABELA 07</b> - Área das classes de uso da terra por classes de solo na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro .....	81
<b>TABELA 08</b> - Área das classes hipsométricas da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	85
<b>TABELA 09</b> - Área das classes clinográficas da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	86
<b>TABELA 10</b> - Área das classes de solo da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	87
<b>TABELA 11</b> - Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	88
<b>TABELA 12</b> - Área das classes de uso da terra por classes hipsométricas na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	90
<b>TABELA 13</b> - Área das classes de uso da terra por classes clinográficas na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	92
<b>TABELA 14</b> - Área das classes de uso da terra por classes de solo na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro .....	94
<b>TABELA 15</b> - Área das classes hipsométricas da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	98
<b>TABELA 16</b> - Área das classes clinográficas da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	99
<b>TABELA 17</b> - Área das classes de solo da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	100

<b>TABELA 18</b> - Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	101
<b>TABELA 19</b> - Área das classes de uso da terra por classes hipsométricas na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	104
<b>TABELA 20</b> - Área das classes de uso da terra por classes clinográficas na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	105
<b>TABELA 21</b> - Área das classes de uso da terra por classes de solo na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro .....	107
<b>TABELA 22</b> - Área das classes hipsométricas da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro.....	111
<b>TABELA 23</b> - Área das classes clinográficas na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro.....	112
<b>TABELA 24</b> - Área das classes de solo da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	113
<b>TABELA 25</b> - Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	114
<b>TABELA 26</b> - Área das classes de uso da terra por classes hipsométricas na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	117
<b>TABELA 27</b> - Área das classes de uso da terra por classes clinográficas na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	118
<b>TABELA 28</b> - Área das classes de uso da terra por classes de solo na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro .....	120
<b>TABELA 29</b> - Área das classes hipsométricas da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	125
<b>TABELA 30</b> - Área das classes clinográficas na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro.....	126
<b>TABELA 31</b> - Área das classes de solo da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	127
<b>TABELA 32</b> - Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro.....	128
<b>TABELA 33</b> - Área das classes de uso da terra por classes hipsométricas na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro.....	130
<b>TABELA 34</b> - Área das classes de uso da terra por classes clinográficas na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro.....	132
<b>TABELA 35</b> - Área das classes de uso da terra por classes de solo na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro .....	133

<b>TABELA 36</b> - Área das classes hipsométricas da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro.....	137
<b>TABELA 37</b> - Área das classes clinográficas da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro.....	138
<b>TABELA 38</b> - Área das classes de solo da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	139
<b>TABELA 39</b> - Área das classes de uso da terra da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro.....	140
<b>TABELA 40</b> - Área das classes de uso da terra por classes hipsométricas na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	143
<b>TABELA 41</b> - Área das classes de uso da terra por classes clinográficas na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	144
<b>TABELA 42</b> - Área das classes de uso da terra por classes de solo na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro .....	146
<b>TABELA 43</b> - Áreas das classes hipsométricas (%) por bacia hidrográfica federal no Cerrado mineiro.....	151
<b>TABELA 44</b> - Áreas das classes clinográficas (%) por bacia hidrográfica federal no Cerrado mineiro.....	152
<b>TABELA 45</b> - Áreas das classes de uso da terra (%) por bacia hidrográfica federal no Cerrado mineiro.....	153
<b>TABELA 46</b> - Áreas das unidades geoambientais das bacias hidrográficas federais no Cerrado mineiro.....	155

## **QUADROS**

<b>QUADRO 01</b> - Dados referentes às bacias federais do Cerrado mineiro.....	38
<b>QUADRO 02</b> - Legenda de identificação das classes de uso da terra e cobertura vegetal (IBGE) .....	70

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

---

<b>ANA</b>	Agência Nacional das Águas
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Água e Energia Elétrica
<b>ANA</b>	Agência Nacional das Águas
<b>APP</b>	Área de Preservação Permanente
<b>CAD</b>	<i>Computer-Aided Design</i>
<b>CETEC</b>	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
<b>COPASA</b>	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
<b>CNRH</b>	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
<b>CPRM</b>	Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais
<b>DNAEE</b>	Departamento de Águas e Energia Elétrica
<b>DNOS</b>	Departamento Nacional de Obras e Saneamento
<b>DSG</b>	Divisão do Serviço Geográfico
<b>ERTS</b>	<i>Earth Resources Technology Satellite</i>
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>FEAM</b>	Fundação Estadual do Meio Ambiente
<b>GPS</b>	<i>Global Position System/</i> Sistema de Posicionamento Global
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IGAM</b>	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>LAGEO</b>	Laboratório de Geoprocessamento
<b>MDE</b>	Modelo Digital de Elevação
<b>MMA</b>	Ministério do Meio Ambiente

<b>NASA</b>	Agência Aeronáutica e Espacial
<b>NGA</b>	Agência Nacional de Inteligência Espacial
<b>PNMH</b>	Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas
<b>PROBIO</b>	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
<b>RURALMINAS</b>	Fundação Rural Mineira
<b>SGDB</b>	Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados
<b>SIBCS</b>	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
<b>SIG</b>	Sistema de Informação Geográfica
<b>SRTM</b>	<i>Shuttle Radar Topographic Mission</i>
<b>UFRGS</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
<b>UFU</b>	Universidade Federal de Uberlândia
<b>UPGRH</b>	Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

## SUMÁRIO

---

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	27
<b>2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	32
2.1.Localização Geográfica .....	32
2.2.Aspectos Físicos .....	34
2.3.Bacias Hidrográficas Federais .....	38
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL</b> .....	45
3.1.Bacias Hidrográficas como unidades espaciais de estudo .....	45
3.2.Bioma Cerrado.....	50
3.3.Geotecnologias .....	57
<b>4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS</b> .....	63
4.1.Materiais .....	63
4.1.1.Hardware .....	63
4.1.2.Software.....	63
4.1.3.Fonte de dados .....	65
4.2.Procedimentos operacionais .....	69
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	73
5.1.Diagnóstico Ambiental do meio físico .....	73
5.1.1.Bacia do rio Doce .....	73
5.1.2.Bacia do rio Grande.....	85
5.1.3.Bacia do rio Jequitinhonha .....	98
5.1.4.Bacia do rio Paranaíba.....	111

5.1.5.Bacia do rio Pardo .....	125
5.1.6.Bacia do rio São Francisco .....	137
5.1.7.Síntese do diagnóstico ambiental .....	151
<b>5.2.ANÁLISE GEOAMBIENTAL.....</b>	<b>154</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>160</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>165</b>
<b>APÊNDICE A – Mapas temáticos da bacia do rio doce .....</b>	<b>169</b>
Hipsometria .....	170
Clinografia .....	171
Solos .....	172
Uso da terra e cobertura vegetal natural .....	173
<b>APÊNDICE B – Mapas temáticos da bacia do rio Grande .....</b>	<b>174</b>
Hipsometria .....	175
Clinografia .....	176
Solos .....	177
Uso da terra e cobertura vegetal natural .....	178
<b>APÊNDICE C – Mapas temáticos da bacia do rio jequitinhonha.....</b>	<b>179</b>
Hipsometria .....	180
Clinografia .....	181
Solos .....	182
Uso da terra e cobertura vegetal natural .....	183

<b>APÊNDICE D</b> – Mapas temáticos da bacia do rio Paranaíba .....	184
Hipsometria .....	185
Clinografia .....	186
Solos .....	187
Uso da terra e cobertura vegetal natural .....	188
<b>APÊNDICE E</b> – Mapas temáticos da bacia do rio Pardo.....	189
Hipsometria .....	190
Clinografia .....	191
Solos .....	192
Uso da terra e cobertura vegetal natural .....	193
<b>APÊNDICE F</b> – Mapas temáticos da bacia do rio São Francisco.....	194
Hipsometria .....	195
Clinografia .....	196
Solos .....	197
Uso da terra e cobertura vegetal natural .....	198
<b>APÊNDICE G</b> – Mapa de Unidades Geoambientais .....	199

## 1. INTRODUÇÃO

---

O homem causa impactos na natureza desde o seu aparecimento sobre a face da terra e o faz, cada vez mais indiscriminadamente, embora tenha consciência de que a espécie humana e o meio ambiente encontram-se tão intimamente ligados, que não se pode pensar na destruição da natureza sem a conseqüente destruição de sua espécie.

Ab'Sáber (2003) salientou que a maior parte das paisagens do país está sob a complexa situação destas duas organizações opostas e interferentes: a da natureza e a dos homens. Mas as atitudes do homem para com a Terra e as reações desta para o ambiente têm variado no tempo entre as regiões e as culturas. O homem primitivo via a natureza como sinônimo de Deus e a considerava como algo intocado e respeitado, enquanto que o pensamento do homem moderno visa antes o desenvolvimento sócio-econômico em detrimento do meio ambiente (DREW, 1989).

A substituição dos componentes da paisagem tem sido a fórmula predominante e, até hoje, insubstituível, para a conquista dos espaços econômicos experimentada pelos países tropicais em vias de desenvolvimento. Não se sabe como superar o velho dilema de que para ocupar economicamente o espaço é necessário sacrificar o revestimento vegetal primário (AB'SÁBER, 2003).

Rocha (1991, p.1) adverte que

O homem, especialmente o brasileiro, tem por tradição deteriorar (destruir) o meio ambiente. Assim é que, indiscriminadamente, destrói as florestas, as faunas, as águas e os solos através do mau uso da agricultura e da pecuária, através da exploração florestal, através das escavações de minas, distribuição dos lixos, construção de aviários, pocilgas, esgotos e estradas, sem planejamentos, entre centenas de ações inadequadas à ambiência.

Diversos impactos podem ser observados como conseqüência da ação antrópica desmedida e desprovida de cuidados com o meio ambiente. O uso desordenado da terra e a retirada da vegetação natural, por exemplo, podem gerar impactos sérios como: processos de erosão intensos, alteração no microclima local, desertificações, queimadas, desflorestamento, assoreamento do solo, rebaixamento do lençol freático, inundações, entre outros, modificando profundamente o equilíbrio biológico da natureza.

É fato que, com o aumento em velocidade crescente das populações humanas, suas necessidades se tornam cada vez mais consideráveis e delas dependem o progresso do

desenvolvimento da espécie humana. Na relação homem/natureza é necessário que sejam realizadas ações de modo que a sociedade possa usufruir as potencialidades do meio para o seu progresso, mas com a preocupação de respeitar os limites impostos para a preservação do meio e a renovação dos recursos naturais (BRESSAN, 1996). Deste modo, tendo em vista que as espécies vegetais e animais e os recursos naturais estão cada vez mais gravemente ameaçados, faz-se necessário um estudo a respeito de importantes áreas ameaçadas pela degradação ambiental com vistas a um planejamento e uso racional dos ecossistemas.

Sendo assim, um levantamento dos recursos do solo, vegetação, relevo, clima, entre outros, e a interpretação das relações entre estes se faz necessária para o conhecimento e racional utilização destes recursos pelo homem (GUERRA, 1980).

A conservação destes recursos constitui um campo de estudo para diversos profissionais, especialistas e pesquisadores, a exemplo dos biólogos, ecólogos, geólogos, dentre outros. O geógrafo, em especial, e a ciência geográfica de forma geral, fornecem bases para os estudos de conservação da natureza em suas diferentes etapas, desde o conhecimento, monitoramento até ao planejamento e tomada de decisões para o uso racional e gestão da natureza.

Utilizar racionalmente os recursos naturais significa ampliar a capacidade produtiva do meio ambiente em favor do homem sem, no entanto, degradar a natureza preservando-a para as gerações futuras.

Sendo assim, algumas áreas, importantes pela diversidade de seus componentes ou pela fragilidade de seu equilíbrio, devem ser mantidas intocadas ou com o mínimo de interferência para servir à pesquisa e aos estudos ecológicos. Aquelas áreas já degradadas devem ser recuperadas e seu uso orientado de forma racional e sustentável.

Importante área ameaçada pelo grau de impactos que vem acarretando perda de sua biodiversidade, o Cerrado, segundo maior bioma brasileiro e presente em 57% do Estado de Minas Gerais, desperta a necessidade de conservá-lo e desenvolver métodos para seu uso sustentável. Nas últimas décadas a agricultura vem substituindo o cerrado e assim, provocando impactos ambientais que geram sérios desequilíbrios.

Estudos indicam que,

nas últimas décadas, o Cerrado tem sido visto como uma alternativa ao desmatamento na Amazônia, sendo proposta a exploração mais intensa desta região, seja por expansão agrícola, seja por plantios florestais para fixar carbono atmosférico. [...] (BRASIL, 1999).

Pode-se verificar que a região do Cerrado, marcada pela heterogeneidade e importância de sua biodiversidade, água e solos, já possui mais de 50% de sua área original completamente ocupada por atividades produtivas, apesar de ainda faltarem informações e estimativas mais precisas sobre sua destruição. As pressões antrópicas sobre a vegetação nativa desta região, especialmente a utilização de plantas lenhosas para a produção de carvão e para fins madeiros, a expansão agropecuária, os reflorestamentos, o uso do fogo para diversos fins e queimadas, a mineração desordenada e o crescimento vultoso do grau de urbanização das cidades, devastaram imensas áreas naturais.

Entre os problemas ambientais ocasionados por estes fatores, destacam-se aqueles relacionados a erosão dos solos, perda da diversidade biológica, diminuição da capacidade de sequestro de carbono, redução da qualidade da água e alteração do regime hídrico na região, exploração florestal, entre outros.

Apenas 0,85% da área do Cerrado são integralmente protegidos na forma de unidades de conservação (por exemplo, Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e Parque Nacional das Emas no estado de Goiás). Em termos de cultura agrícola, predominam os extensos plantios de soja, milho, feijão, algodão, café e cana-de-açúcar. Regiões como Luís Eduardo Magalhães na Bahia, Jataí e Rio Verde em Goiás e Lucas do Rio Verde e Sinop em Mato Grosso, conhecidos pela sua elevada produtividade e intensa mecanização, estão todas situadas no bioma Cerrado (PROBIO, 2006).

Ademais, cabe ressaltar que o Cerrado responde pelas nascentes de alguns dos mais importantes rios do país constituindo-se área de recarga de aquíferos de importância continental, como salientou Shiki (2000).

Assim, é de grande importância a conservação deste bioma tão importante para o nosso ecossistema, com o auxílio de estudos e diagnósticos relacionados ao uso e ocupação de suas terras e à caracterização e descrição dos recursos naturais ali presentes. Sabe-se, porém, que os esforços no sentido de promover a conscientização ambiental e divulgar os inúmeros trabalhos já concluídos ou em andamento não são suficientes. Porém, acredita-se que esta pesquisa irá contribuir para os estudos de gestão e preservação ambiental da área de estudo, com vistas a proteger o patrimônio natural deste rico bioma para as futuras gerações.

O Estado de Minas Gerais é considerado um dos mais ricos em espécies de fauna e flora entre as demais unidades da federação e, por esse motivo, a responsabilidade em manter e conservar tamanha biodiversidade deve ser priorizada para a proteção deste ambiente natural.

Porém, para uma efetiva conservação desta biodiversidade, é necessário promover um adequado ordenamento territorial e uso sustentável dos recursos ambientais ali presentes.

“A ocupação territorial de Minas Gerais e, conseqüentemente, a pressão sobre as formações vegetais nativas, foram influenciadas pela expansão das atividades agropecuárias, produção de matérias-primas e insumos de origem vegetal, expansão urbana, infra-estrutura e produção mineral. A união desses fatores vem, ao longo do tempo, alterando de forma considerável a cobertura vegetal original e a dinâmica do uso e ocupação do solo em todo o Estado” (COSTA et al., 1998, p. 27).

O crescimento das atividades econômicas no Estado, especialmente aquelas ligadas à transformação industrial (papel e celulose, borracha, química e derivados do petróleo, minerais não metálicos e metalurgia) e aquelas ligadas às atividades de cultura e pecuária, acompanha sérios impactos no sistema ecológico e meio ambiente. No meio rural, as atividades agrícolas e pastoris são responsáveis pela transformação paisagística em amplas áreas, iniciam substituindo a cobertura vegetal e modificam o ritmo das relações entre as plantas e os solos.

Neste contexto, as bacias hidrográficas, berço de grande diversidade biológica e rico potencial natural, estão potencialmente sujeitas a sérios impactos. Os problemas relacionados à ocupação de solos urbanos, à degradação de mananciais, à contaminação de aquíferos e à modificação das características naturais de bacias hidrográficas assumem importância sócio-econômica cada vez maior, segundo Chaudhry et al (2004).

As bacias hidrográficas, conforme apontado por Rocha (1991), são consideradas “palcos” das deteriorações ambientais. Neste sentido, o monitoramento de bacias hidrográficas e o conhecimento de suas características físicas são importantes para o gerenciamento adequado dos recursos naturais e a preservação dos ecossistemas e passa a ser um instrumento necessário em trabalhos de preservação e gestão ambiental.

O Cerrado, em Minas Gerais, cobre parte de seis importantes bacias hidrográficas brasileiras (bacias do rio São Francisco, rio Paranaíba, rio Grande, rio Pardo, rio Jequitinhonha e rio Doce), sendo necessário o monitoramento e gestão das mesmas.

Neste sentido, a utilização das amplas tecnologias disponíveis, com o desenvolvimento de *hardware* e *softwares* especializados, o auxílio de estudos científicos já existentes e o acesso à informação cada vez mais difundido, auxilia a gestão e o monitoramento destes espaços, e contribuem para que a harmonia homem/natureza se estabeleça.

O Geoprocessamento surge como processo essencial na aquisição, manipulação e análise de dados espaciais da superfície terrestre para a gestão ambiental. As técnicas de sensoriamento remoto, por exemplo, têm grande utilidade para a obtenção das informações a respeito das características naturais, do uso da terra e da distribuição da cobertura vegetal natural que reveste o solo de forma global, confiável, rápida e repetitiva (ROSA, 2003). O uso do geoprocessamento, de acordo com Rosa e Brito (1996), permite que estes dados sejam armazenados, processados e espacializados para sua posterior aplicação no diagnóstico, análise e planejamento de áreas potencial e efetivamente degradadas.

Desta forma, esta pesquisa tem como objetivo geral mapear e analisar as características ambientais referentes à: hipsometria, clinografia, solos e uso da terra e cobertura vegetal natural das bacias hidrográficas federais pertencentes ao Bioma Cerrado no Estado de Minas Gerais, no sentido de contribuir para um estudo ambiental cada vez mais aprofundado em importantes áreas do nosso ecossistema, com vistas à preservação e uso sustentável de suas terras.

Dentre os objetivos específicos destacam-se:

- a) Utilizar geotecnologias para mapear e analisar as características ambientais das bacias hidrográficas federais presentes na área de estudo;
- b) Elaborar mapas temáticos referentes à: Hipsometria, Clinografia, Solos e Uso da terra e cobertura vegetal das bacias hidrográficas federais da área de estudo;
- c) Elaborar o cruzamento dos dados do uso da terra e cobertura vegetal natural com os dados hipsométricos, clinográficos e de classificação de solos da área de estudo para compreender a sua estrutura do ambiente físico desta área;
- d) Elaborar um mapa de Unidades Geoambientais e analisar as características físicas de cada unidade mapeada.
- e) Verificar e refletir sobre a importância de estudos ambientais para o uso sustentável dos recursos naturais e a gestão do ambiente.

## **2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA**

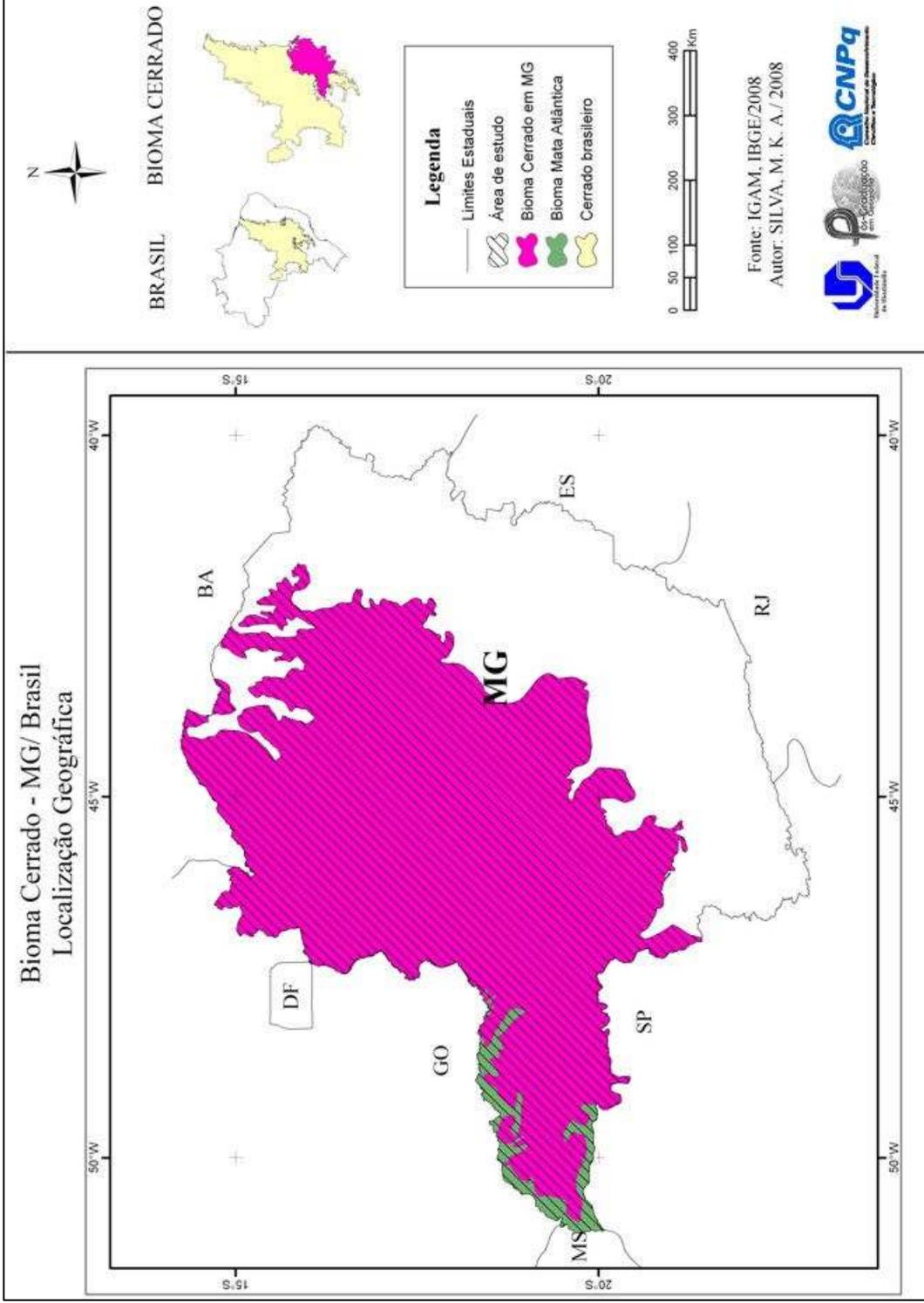
As informações de localização geográfica, assim como uma breve caracterização da área estudada, são relevantes para o conhecimento do objeto desse estudo.

O Estado de Minas Gerais é uma das 27 unidades da República Federativa do Brasil. Localizado na região Sudeste do país, é considerado o quarto maior estado brasileiro com uma área total de 586528.293 km<sup>2</sup>, abrangendo 853 municípios e contando com um contingente populacional estimado, em 2007, de 19273506 habitantes (IBGE, 2008).

Minas Gerais localiza-se entre as coordenadas geográficas de 14°13' e 22°54' de latitude sul e 39°51' e 51°02' de longitude a oeste de Greenwich, sendo sua área limítrofe a norte e nordeste com a Bahia, a leste com o Espírito Santo, a sudeste com o Rio de Janeiro, a sul e sudoeste com São Paulo, a oeste com o Mato Grosso do Sul e a noroeste com Goiás, incluindo uma pequena fronteira com o Distrito Federal. Cerca de 57% do Estado de Minas Gerais é coberto pelo Bioma Cerrado, enquanto que o restante do Estado é coberto pelos Biomas Mata Atlântica e Caatinga.

O Cerrado mineiro, área de estudo desta pesquisa, oficialmente apresenta uma área correspondente a 333745 km<sup>2</sup>. Porém, será considerado nesta pesquisa que todo o Triângulo Mineiro é recoberto pelo Bioma Cerrado, o que não ocorre de fato segundo a delimitação dos biomas brasileiros pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Desta forma, será considerado nesta pesquisa, que o Cerrado mineiro corresponde a uma área total de 345954.41 km<sup>2</sup> para fins de estudo dos componentes ambientais desta área. A presença de uma cobertura vegetal compatível com o mesmo tipo de uso da terra nas áreas de contato entre os Biomas Cerrado e Mata Atlântica na área estudada, permite a adoção deste critério, até mesmo pelo fato de que todos os municípios integrantes desta área possam empregar os dados elaborados por esta pesquisa para a sua área como um todo, fato que não ocorreria se houvesse a exclusão da área do Bioma Mata Atlântica da área de estudo desta pesquisa.

A localização geográfica da área de estudo desta pesquisa é definida pelo intervalo das coordenadas geográficas de 14°09' e 21°32' de latitude sul e 41°39' e 51°06' de longitude a oeste de Greenwich, conforme Mapa 01, a seguir.



Mapa 01 – Localização geográfica da área de estudo no Estado de Minas Gerais

## 2.2. ASPECTOS FÍSICOS

Ao iniciar um estudo ambiental de uma determinada área, é primordial e necessário conhecer os aspectos físicos relacionados à mesma.

Sabe-se que os recursos naturais, renováveis e não-renováveis, são elementos que compõem a dinâmica homem versus natureza e estes precisam ser utilizados de forma que sua quantidade e qualidade sejam garantidas para a geração atual e resguardadas às gerações futuras.

Porém, antes de se pensar em planejar o uso adequado e sustentável da água, da terra, do ar, da vegetação, das rochas, dos minerais, dentre tantos outros recursos existentes, é necessário que se conheça previamente a qualidade e quantidade dos mesmos. Um levantamento desses recursos e a interpretação das relações existentes entre eles se fazem necessários para o seu conhecimento e racional utilização pelo homem (GUERRA, 1980).

Eiten (1993) classificou o clima do Cerrado como tropical, com precipitação média variando em torno de 750-2000mm/ano e Aw, segundo a classificação de Köppen. A estação seca é marcada pela duração de quatro ou cinco meses (maio a setembro) sendo o mês mais seco com média de 30 mm de chuva, enquanto que a estação chuvosa (setembro a abril) apresenta precipitação média anual de 1500mm. Coutinho (2007) acrescentou que a temperatura média anual varia de 22 a 23°C, sendo que as máximas absolutas mensais não variam muito ao longo dos meses do ano, atingindo valores superiores a 40°C, enquanto que as mínimas absolutas mensais variam bastante, podendo atingir valores próximos ou até mesmo inferiores a zero (meses de maio, junho e julho).

O Cerrado, em contraste com as savanas africanas, é úmido, apesar da sazonalidade da umidade (FURLAN, 1996). Nos locais onde o afloramento do lençol freático abastece o encharcamento do solo, surgem as Veredas. Onde o solo é menos pedregoso assentam-se os Cerradões e, acompanhando os cursos d'água, estão presentes as Florestas de Galeria ou Matas Ciliares.

No que se refere ao conhecimento da cobertura vegetal, os estudos realizados no Estado de Minas Gerais se iniciaram há mais de um século por estudiosos como Saint-Hilaire, Fellow, Martins, Lund, Smith e Warming, mas poucas foram as áreas onde tenha sido realizado um levantamento detalhado das espécies vegetais encontradas na região (CETEC, 1983).

Em geral, os estudos da fauna e flora realizados em terras mineiras, além de reduzidos, são descontínuos e fornecem poucos subsídios para a tipificação dos ecossistemas aquáticos e

terrestres da região. Entretanto, estes estudos realizados ao longo do tempo, têm uma grande importância histórico-científica por terem sido considerados as bases para os atuais estudos de ecologia aquática e terrestre dessa região.

Em suma, a vegetação no Estado compreende o Cerrado como formação dominante com inclusões de outras formações campestres e florestais. Com grande riqueza de flora, o Cerrado não se apresenta homogêneo ao longo de sua distribuição latitudinal, mas em locais distantes e protegidos da ação antrópica, o Cerrado ostenta uma fisionomia bastante densa e vigorosa.

De acordo com Ab'Sáber (2003), o domínio dos Cerrados comporta uma família de ecossistemas dispostos areolarmente (Cerrados, Cerradões e Campestres), linearmente (Matas de Galeria, Cordilheiras e Veredas) e pontualmente (Capões de matas biodiversas e touceiras de cactáceas).

A vegetação dos Campos Rupestres, muito rica e com alto grau de endemismo, se apresenta sobre o quartzito e o arenito (ao longo da Cadeia do Espinhaço) e sobre o granito e o gnaisse (nas Serras do Brigadeiro e do Caparaó). Ambientes do tipo floresta baixa podem ser encontrados nas encostas e vertentes abrigadas dos fortes ventos e, comumente, o estrato herbáceo contínuo é interrompido por afloramentos rochosos.

A diversidade vegetal do Cerrado é estimada em 10 mil espécies, entre arbóreas, arbustivas e herbáceas, sendo encontradas 4.400 espécies endêmicas. Possui pelo menos 6 mil plantas lenhosas e mais de quinhentas espécies de gramíneas, com elevado grau de endemismo, e sua grande diversidade pode ser superada apenas pelas Florestas Amazônicas e pelas Florestas Atlânticas (BRASIL, 2004).

De acordo com Coutinho (2007), a flora do Cerrado é considerada muito rica sendo constituída por cerca de 3.000 espécies, dentre as quais 1.000 pertencentes à categoria do estrato arbóreo-arbustivo e 2.000, à categoria do herbáceo-subarbustivo. Dentre a rica variedade de espécies existentes, podem ser destacadas: o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*), o murici (*Byrsonima coccolobifolia*), o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), a colher-de-vaqueiro (*Salvertia convallariaeodora*), o jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) e várias espécies de araticum (*Vatairea macrocarpa*), dentre tantas outras.

Coutinho (2007) destacou ainda que, seguramente, a fauna do Cerrado é também muito rica, apesar da existência de poucos estudos relacionados às espécies mais frequentemente encontradas nesta área. De acordo com a WWF-Brasil, são cerca de 759 espécies de aves que se reproduzem na região, 180 espécies de répteis e 195 de mamíferos. Algumas espécies

encontradas na fauna do Cerrado podem ser destacadas, entre elas: o lagarto teiú (*Tupinambis merianae*), a ema (*Rhea americana*), a seriema (*Cariama cristata*), a curicaca (*Theristicus caudatus*), a gralha-do-cerrado (*Cyanocorax cristatellus*), o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), o veado campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), além de araras, tucanos, papagaios, entre outras.

Shiki (2000) complementou que as mais de 800 espécies de aves, agregadas a uma variedade de peixes, abelhas e outros invertebrados formam a rica fauna deste bioma, ainda que esta seja pouco conhecida. Cerca de 195 espécies de mamíferos (entre elas 18 endêmicas) são encontradas no Cerrado, e o que se conhece dos vertebrados, em geral, são listas das espécies mais freqüentemente encontradas em áreas de Cerrado e muitas se encontram em risco de extinção.

O relevo da região é caracterizado pela presença de planaltos com escarpas e planícies. Nas regiões norte e oeste, o planalto aparece em forma de chapadões, constituídos predominantemente de terrenos sedimentares, com topos bastante aplainados e vales abertos, limitados por escarpas abruptas. Nas outras regiões do Estado, o planalto se caracteriza pela presença de morros mais elevados, constituídos de rochas de maior resistência. As planícies são constituídas por áreas sedimentares, mais ou menos planas, localizadas ao longo dos rios Paranaíba, São Francisco e Grande (MINAS GERAIS, 1979).

Coutinho (2007) considerou o relevo do Cerrado entre níveis bastante planos ou suavemente ondulados, com a presença de áreas de planaltos e chapadas. As maiores elevações desta área estão associadas ao Pico do Itacolomi (1797m) situado na Serra do Espinhaço, ao Pico do Sol (2070m) na Serra do Caraça, à Chapada dos Veadeiros, entre outros pontos de altitude elevada. Em uma visão geral, a área do Bioma Cerrado costuma não ultrapassar a cota de 1100m de altitude, sendo que nas elevações acima desta cota encontra-se comumente a fisionomia de campo rupestre.

A situação geográfica do Estado de Minas Gerais faz com que este represente um grande divisor de águas das principais bacias do país. Esta rede hidrográfica extremamente rica pode ser dividida a partir do balizamento orientado pelo Geosinclinal do Espinhaço e Arco da Canastra. A drenagem é isolada a leste pelo alinhamento das elevações do Espinhaço, sendo representada pelos cursos dos rios Doce, Mucuri e Jequitinhonha e, a oeste, ocupando maior superfície, sendo representada pelo rio São Francisco e seus afluentes. Em sentido latitudinal, o Arco da Canastra atua como interflúvio, separando as bacias dos rios Grande e Paranaíba. A

sudeste, as cristas do Geosinclinal Paraíba dividem as águas entre os afluentes do rio Paraíba do Sul e os do rio Doce (CETEC, 1983).

A drenagem superficial da área do cerrado é composta por duas nervuras hidrográficas que se integram totalmente apenas durante a estação chuvosa: uma drenagem perene no fundo dos vales, e uma trama fina e mal definida de caminhos d'água intermitentes nos interflúvios largos, que associadas à pobreza relativa dos solos dessa região, respondem pela ecologia do cerrado (AB'SÁBER, 2003).

Os solos típicos do Cerrado são os latossolos vermelhos ou amarelos, com muita, média ou pouca proporção de argila originados de quase todos os tipos de rochas (arenito, ardósia, quartzo, quartzito, granito, xisto, gnaisse, etc.) (EITEN, 1993). Algumas rochas básicas como o basalto e o calcário também podem originar solos de cerrado, devido à lixiviação sofrida ao longo de milhões de ano e resultando no empobrecimento do solo em nutrientes.

De acordo com dados da WWF-Brasil, os solos do Cerrado são ainda, profundos, de natureza ácida e com a presença de altos níveis de ferro e alumínio.

Resumidamente, os latossolos vermelhos ou amarelos são profundos, bem drenados, porosos e de baixa fertilidade natural. Os argissolos são solos um pouco melhores em termos de fertilidade, mas ocorrem em menor expressão. Os litossolos são os solos rasos, diretamente relacionados ao Campo Limpo e ao Campo Cerrado.

Coutinho (2000) reitera que,

Originando-se de espessas camadas de sedimentos que datam do Terciário, os solos do Bioma do Cerrado são geralmente profundos, azonados, de cor vermelha ou vermelha amarelada, porosos, permeáveis, bem drenados e, por isto, intensamente lixiviados. Em sua textura predomina, em geral, a fração areia, vindo em seguida a argila e por último o silte. Eles são, portanto, predominantemente arenosos, areno-argilosos, argilo-arenosos ou, eventualmente, argilosos. Sua capacidade de retenção de água é relativamente baixa.

### 2.3. BACIAS HIDROGRÁFICAS FEDERAIS

A área de estudo, compreendida pela área do Cerrado mineiro abrange parte de seis importantes bacias hidrográficas brasileiras:

- Bacia do rio São Francisco;
- Bacia do rio Paranaíba;
- Bacia do rio Grande;
- Bacia do rio Pardo;
- Bacia do rio Jequitinhonha;
- Bacia do rio Doce.

O Quadro 01, a seguir, ressalta algumas características principais das bacias hidrográficas estudadas, no Estado de Minas Gerais.

Bacia Hidrográfica	Localização em relação ao estado	Cota nascente (m)	Cota saída (m)	Comp. no Estado (Km)	Perímetro da bacia no Estado (km)	Área da bacia no Cerrado mineiro	
						(Km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Rio Paranaíba</b>	Oeste	1100	295	1120	2550	70646.39	20.43
<b>Rio São Francisco</b>	Centro e Noroeste	1460	435	1135	2820	208146.73	60.20
<b>Rio Grande</b>	Sul e Oeste	1980	295	1390	2135	32104.47	9.29
<b>Rio Doce</b>	Sudeste	1220	80	608	1026	1646.01	0.48
<b>Rio Jequitinhonha</b>	Nordeste	1260	100	739	1036	29475.99	8.53
<b>Rio Pardo</b>	Nordeste	880	290*	205	570	3727.20	1.08

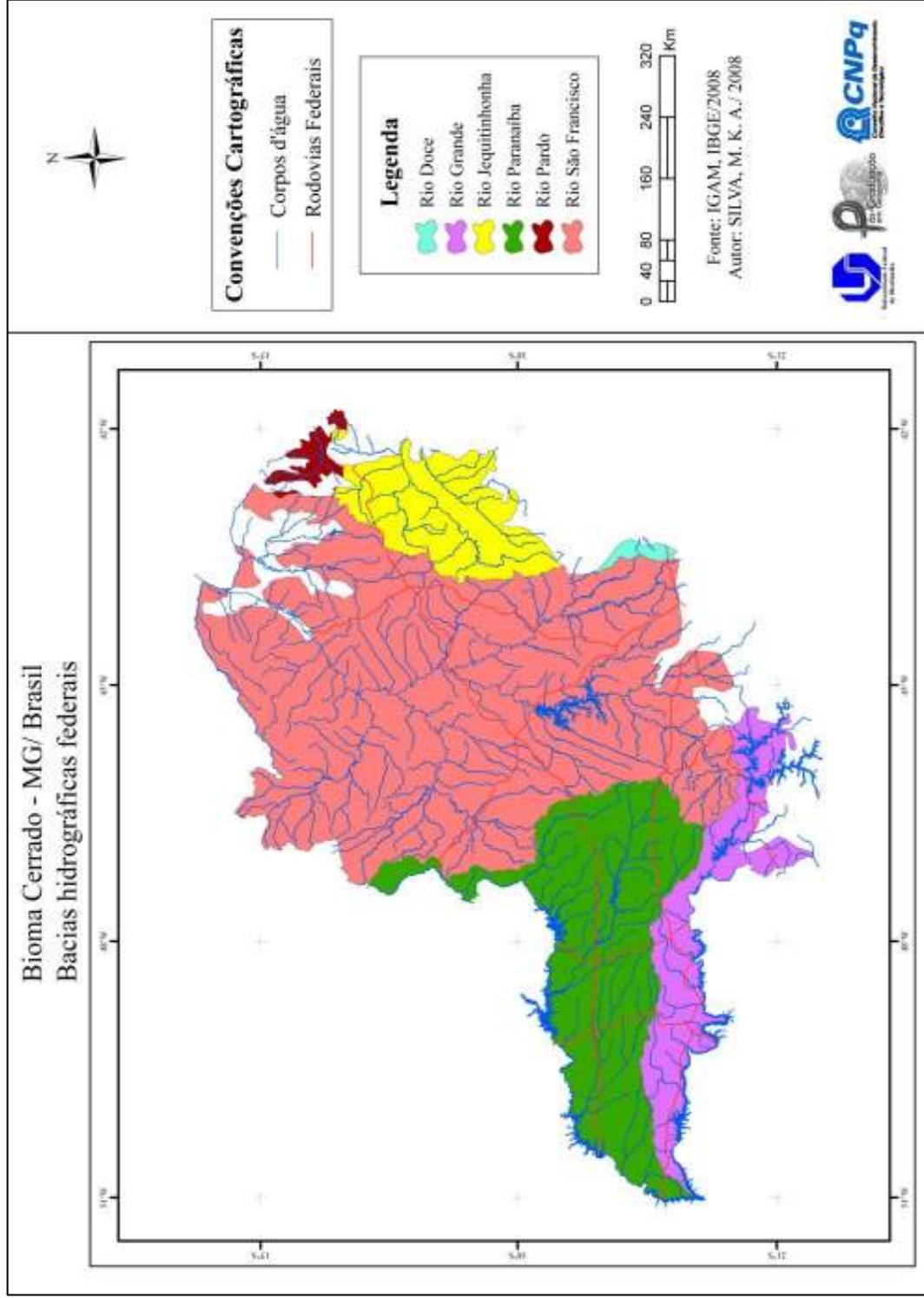
Quadro 01 – Dados referentes às bacias federais do Cerrado mineiro

Fonte: CETEC – 1983

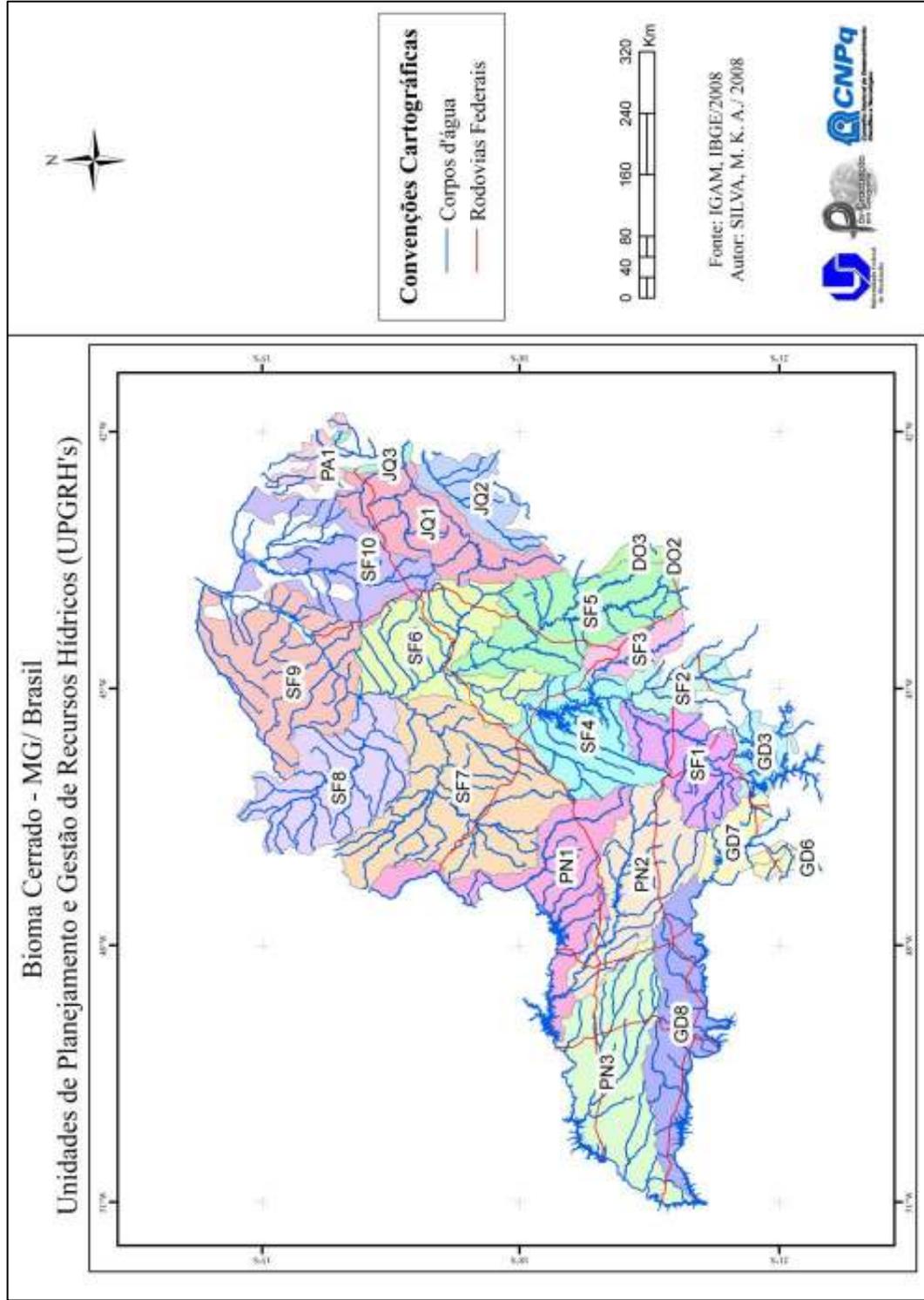
\* (na confluência)

As bacias hidrográficas federais da área em estudo são ainda, comumente, subdivididas em Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH's), conforme delimitação executada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

A localização geográfica das bacias hidrográficas citadas, dentro da área de estudo desta pesquisa, assim como a divisão das UPGRH's que compõem as mesmas, pode ser visualizada conforme Mapa 02 e Mapa 03, a seguir.



Mapa 02 – Bacias Hidrográficas Federais na área do Cerrado mineiro



Mapa 03 – UPGRH's da área do Cerrado mineiro

A delimitação das UPGRH's apresentada pela equipe técnica do IGAM originou-se da compilação de estudos feitos pela COPASA, CETEC, FEAM, IBGE e RURALMINAS, dentre outros. Estes estudos se basearam em alguns importantes fatores como as características físicas, o processo de ocupação antrópica, a definição de um número máximo de municípios por unidade de planejamento, sendo que a nomenclatura de cada unidade foi estabelecida de acordo com os limites das bacias hidrográficas federais.

Um estudo realizado pelo IGAM denominado "Projeto Águas de Minas", permite verificar a utilização do solo nas bacias citadas, ou seja, possibilita examinar a utilização dos recursos presentes nas mesmas. Este estudo foi realizado segundo a delimitação das UPGRH's definidas para estudo e a caracterização geral das unidades de planejamento está sintetizada de acordo com as informações a seguir. Dados de outros trabalhos foram compilados e ajudam a compor a descrição das bacias hidrográficas federais, em Minas Gerais.

A bacia do rio Paranaíba, no estado de Minas Gerais, compreende uma área de drenagem correspondente a 71.000 km<sup>2</sup>, abrangendo um total de 44 municípios mineiros.

Esta bacia é subdividida nas seguintes UPGRH's:

- **PN1** – Bacia do rio Dourados;
- **PN2** – Bacia do rio Araguari;
- **PN3** – Bacia dos afluentes mineiros do baixo Paranaíba.

A bacia do rio Paranaíba apresenta um predomínio pela utilização do solo por práticas agropecuárias, atividade mineraria e desenvolvimento agroindustrial, e uso da água por práticas de irrigação agrícola, geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, sendo estas apenas algumas das principais atividades desenvolvidas na região.

Os principais afluentes do rio Paranaíba, em terras mineiras, em sua margem esquerda, são os rios Dourados, Perdizes, Bagagem, Araguari, Piedade, Tejuco e Prata.

A bacia do rio São Francisco apresenta uma área de drenagem de 236452 km<sup>2</sup> dentro do Estado de Minas Gerais, total que engloba 219 municípios mineiros. A bacia do rio São Francisco é subdividida nas UPGRH's:

- **SF1** – Nascentes até a confluência com o rio Pará;
- **SF2** – Bacia do rio Pará;

- **SF3** – Bacia do rio Paraopeba;
- **SF4** – Região do entorno da Represa de Três Marias;
- **SF5** – Bacia do rio das velhas das nascentes até jusante da confluência com o rio Paraúna;
- **SF6** – Baixo da bacia do rio das Velhas e trecho do rio São Francisco de jusante da confluência com o rio Abaeté até jusante da confluência com o rio Urucuia (excluindo os rios Urucuia e Paracatu);
- **SF7** – Bacia do rio Paracatu;
- **SF8** – Bacia do rio Urucuia e afluentes da margem esquerda do São Francisco entre os rios Paracatu e Urucuia;
- **SF9** - Rio São Francisco de jusante da confluência com o Urucuia até montante da confluência do rio Carinhanha;
- **SF10** – Bacia do Verde Grande.

Esta bacia apresenta uso do solo diversificado ao longo de toda sua extensão com especial destaque para os setores de atividades agropecuárias, mineração, parque industrial diverso, silvicultura, entre outros. O uso da água, também bastante diversificado nesta área compreende o abastecimento doméstico e industrial, irrigação, dessedentação de animais, proteção da comunidade aquática, pesca, piscicultura, extração mineral, geração de energia elétrica, balneabilidade e a recreação de contato primário. A região do médio São Francisco conta com a presença de pólos de irrigação.

Os afluentes mais importantes do trecho mineiro do rio São Francisco, pela margem direita, são os rios Pará, Paraopeba, das Velhas, Jequitaiá, Pacuí, Gameleira, Guaritas e Verde, enquanto que pela margem esquerda, são os rios Marmelada, Indaiá, Borrachudo, Abaeté, Paracatu, Urucuia, Pardo, Pandeiras, Japoré e Carinhanha.

A bacia do rio Grande abrange uma área de 86400 km<sup>2</sup>, no estado de Minas Gerais, abrangendo 206 municípios mineiros. As UPGRH's que compõem a bacia do rio Grande, dentro da área de estudo, são:

- **GD3** – Região do entorno da Represa de Furnas;
- **GD6** – Bacias dos rios Pardo e Mogi-Guaçu;

- **GD7** – Região do entorno da Represa de Peixoto e ribeirão Sapucaí;
- **GD8** – Baixo curso do rio Grande a jusante do reservatório de Peixoto.

Nesta bacia também ocorre o predomínio pelo uso do solo nos setores agropecuário, minerário e industrial. O uso da água se caracteriza pelo abastecimento doméstico e industrial, irrigação, geração de energia elétrica, dessedentação de animais, pesca, piscicultura, balneabilidade, recreação e paisagismo.

Os principais afluentes do rio Grande pela margem esquerda são os rios Aiuruoca, Capivari, Sapucaí, São João, Sapucaí (paulista), Carmo, Pardo e Turvo, e pela margem direita, são os rios das Mortes, Jacaré, Santana, Pouso Alegre, Uberaba e Verde ou Feio.

A bacia do Rio Doce, em Minas Gerais, possui 71468 km<sup>2</sup> de área de drenagem abrangendo um total de 193 municípios. Dentro da área do Cerrado mineiro, esta bacia é dividida nas seguintes UPGRH's:

- **DO2** – Bacia do rio Piracicaba;
- **DO3** – Bacia do rio Santo Antônio e margem esquerda do rio Doce, entre as confluências dos rios Piracicaba e Santo Antônio.

O uso do solo na bacia do Rio Doce é caracterizado, especialmente, pelo desenvolvimento de atividades no setor agropecuário, minerário e industrial, e o uso da água é assinalado pelo abastecimento doméstico, industrial e agroindustrial, geração de energia elétrica, irrigação, dessedentação de animais, pesca, piscicultura, balneabilidade e recreação de contato primário.

Até a divisa com o Espírito Santo, os principais afluentes do rio Doce são, pela margem direita, os rios Chapecó, Casca, Matipó, Cuieté, Manhauçu e, pela margem esquerda, os rios do Carmo, Piracicaba, Santo Antônio, Corrente Grande e Suaçuí Grande.

A bacia do Rio Jequitinhonha apresenta 65850 km<sup>2</sup> de área de drenagem dentro do estado de Minas Gerais, total que engloba 60 municípios mineiros. Dentro da área de estudo, esta bacia é dividida nas seguintes UPGRH's:

- **JQ1** – Nascentes até montante da confluência com o rio Salinas, excluindo-o;
- **JQ2** – Bacia do rio Araçuaí;

- **JQ3** – Rio Jequitinhonha, de montante da confluência com o rio Salinas até a divisa do Estado (excetuando a bacia do rio Araçuaí).

O uso verificado no alto curso do rio Jequitinhonha apresenta a predominância de atividades minerárias. Embora menos expressivos, sobressaem ainda, o setor industrial nos ramos alimentício, cerâmico e têxtil, e a silvicultura, concentrando-se também no alto curso. A agricultura e pecuária, desenvolvidas em toda a parte mineira da bacia, são mais voltadas à subsistência. O uso da água se destaca pelo abastecimento doméstico, dessedentação de animais, irrigação, geração de energia, pesca e a recreação de contato primário.

Os principais afluentes do rio Jequitinhonha são, pela margem esquerda, os rios Itacamburutu, Salinas, Itinga, São Francisco e Vacaria e, pela margem direita, os rios Araçuaí, São João, São Miguel e Rubim do Sul.

Por fim, a bacia do Rio Pardo apresenta 12700 km<sup>2</sup> de área drenada dentro do estado de Minas Gerais, área que abarca um total de 11 municípios mineiros. Dentro do Cerrado mineiro, a bacia apresenta a seguinte UPGRH:

- **PA1** – Toda área da bacia dentro da área de estudo.

O uso do solo nesta bacia é marcado por atividades agrícolas, pela pecuária, florestal, mineração e indústrias. O uso da água ocorre, especialmente, relacionado às atividades de abastecimento doméstico, dessedentação de animais, irrigação, pesca e recreação de contato primário.

Os principais afluentes do rio Pardo, pela margem direita, são os rios Pardinho, Mosquito, Preto e Itaperaba, enquanto que, pela margem esquerda, tem-se o rio São João.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

---

#### 3.1. BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE ESPACIAL DE ESTUDO

Desde as últimas décadas, a bacia hidrográfica vem sendo utilizada como unidade espacial de estudo por ser considerada uma unidade territorial em que seus componentes naturais se relacionam em um sistema fechado permitindo, assim, uma melhor compreensão dos elementos estudados.

No Brasil, as décadas de 1980 e 1990 são marcadas por inúmeros trabalhos em que as unidades espaciais de análise utilizadas são as bacias hidrográficas em substituição às unidades político-administrativas ou quadrículas, definidas por intervalos de coordenadas geográficas, anteriormente mais comumente utilizadas (SILVA, 2006).

De acordo com Rocha (1991), o monitoramento da deterioração do meio ambiente é realizado em unidades tradicionais de planejamento como a bacia hidrográfica, as regiões fisiográficas, propriedades rurais, municípios, entre outras, sendo a bacia hidrográfica e as regiões fisiográficas consideradas unidades naturais de planejamento, e as demais, unidades políticas de planejamento.

Rodrigues e Adami (2005) consideraram que

A bacia hidrográfica é uma das referências espaciais mais consideradas em estudos do meio físico. Atualmente subsidia grande parte da legislação e do planejamento territorial e ambiental no Brasil e em muitos outros países. Entretanto, em grande parte de seus estudos raramente existe uma definição conceitual precisa desse sistema que é, ao mesmo tempo, hidrológico e geomorfológico.

A consolidação da bacia hidrográfica como unidade espacial de gestão, pesquisa, banco de dados e também como unidade de planejamento territorial deu-se praticamente na última década do século 20. Tundisi (2005) apontou que certas características essenciais fazem da bacia hidrográfica uma unidade permitindo uma integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental.

Botelho e Silva (2004) elucidaram que a bacia hidrográfica é utilizada como unidade espacial de estudo desde o fim dos anos 60 ao citar o célebre trabalho de Chorley, em 1969, sobre a bacia como unidade geomórfica fundamental. Este uso, porém, foi difundido mais fortemente durante a década de 90, quando diversos estudos e projetos de pesquisa tomaram a bacia

hidrográfica como uma célula básica de análise ambiental a qual permite conhecer e avaliar os diversos componentes e interações dos mesmos dentro desta unidade de estudo.

Desde o começo da utilização da bacia como unidade espacial de estudo, não houve um consenso em relação à definição do termo e a sua dimensão. Diversos estudos utilizaram e ainda utilizam a denominação de sub-bacias ou micro-bacias hidrográficas. A forma mais utilizada pelos autores para diferenciar bacia, sub-bacia ou micro-bacia hidrográfica é o tamanho ou intervalo de área das mesmas. No entanto, também ainda não existe um consenso neste sentido.

A pesquisa de Botelho e Silva (2004) mostrou que a maioria dos estudos realizados que utilizou o termo bacias hidrográficas, estudou unidades com área entre 50 e 500km<sup>2</sup>, enquanto que aqueles que utilizaram o termo micro-bacias hidrográficas trabalharam em unidades espaciais com área entre 20 e 50km<sup>2</sup>.

Rocha (1991), no entanto, inferiu que as bacias hidrográficas não possuem dimensões superficiais definidas e se caracterizam

por uma área que drena as águas das chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso d'água principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar ou em um grande lago.

As sub-bacias hidrográficas, por sua vez, apresentam o mesmo conceito, com a diferença que o deságüe se dá diretamente em outro rio e a área destas unidades espaciais apresenta dimensões que variam entre 200 e 3000 km<sup>2</sup>. As micro-bacias apresentam o mesmo conceito de sub-bacias, porém a dimensão destas tem valor inferior a 200 km<sup>2</sup> (ROCHA, 1991).

Diversos autores utilizam diferentes critérios de avaliação em seus estudos para determinar as unidades espaciais de sua pesquisa. Esta escolha deve atender a necessidade da escala de representação dos elementos que se deseja estudar, de forma a representá-los de maneira satisfatória. Contudo, vale ressaltar que, de forma geral, a bacia hidrográfica como unidade espacial de estudo

pressupõe múltiplas dimensões e expressões espaciais (bacias de ordem zero, microbacias, sub-bacias) e que não necessariamente guardam entre si relações de hierarquia (BOTELHO; SILVA, 2004).

A bacia hidrográfica pode ser considerada ainda, como

uma célula natural que pode, a partir da definição do seu *outlet* ou ponto de saída, ser delimitada sobre uma base cartográfica que contenha cotas altimétricas, como as cartas topográficas, ou que permita uma visão tridimensional da paisagem, como as fotografias aéreas. (BOTELHO, 1999, p. 269).

Ainda de acordo com Botelho (1999), as bacias hidrográficas, como unidade natural de estudo e análise da superfície terrestre, são unidades ideais para o planejamento de uso das terras, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação. As bacias hidrográficas, por serem unidades delimitadas com base em critérios geomorfológicos, apresentam vantagens sobre unidades de planejamento definidas por outros atributos, como por exemplo, unidades definidas por atributos climáticos ou baseadas nos tipos de vegetação.

Silva (2006) elucidou que

as bacias hidrográficas são contornadas por um divisor, ou seja, uma linha rígida em torno da bacia que atravessa o curso d'água somente no ponto de saída e que passa pelos pontos de máxima cota entre bacias. Uma bacia pode ser delimitada por dois tipos de divisores de água: o divisor topográfico ou superficial, condicionado pela topografia, e o divisor freático ou subterrâneo, determinado pela estrutura geológica dos terrenos, ainda que possa também ser influenciado pela topografia.

O Decreto-lei n° 94.076, de 05 de março de 1987, que estabelece a criação do Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica (PNMH) define o termo como sendo uma “área drenada por um curso d'água e seus afluentes, a montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem as águas que drenam a área considerada” (BRASIL, 1987).

A lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997 (CNRH, 2006), por sua vez, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definiu em seu artigo 1º, inciso V, que

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.

A bacia hidrográfica pode ser definida ainda, como um sistema que compreende um volume de materiais (sólidos e líquidos) que seja delimitado interna e externamente pelos processos que interferem no fluxo de matéria e energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais (BOTELHO, 1999).

De acordo com Tundisi (2005), a abordagem por bacias hidrográficas para o desenvolvimento de estudos interdisciplinares, gerenciamento dos usos múltiplos e conservação se dá por algumas características fundamentais da mesma. Uma delas ocorre pelo fato da bacia hidrográfica ser uma unidade física com fronteiras delimitadas, podendo estender-se por várias escalas espaciais (desde pequenas bacias de 100 a 200 km<sup>2</sup> até grandes bacias como a bacia do rio Prata, com cerca de 3 milhões de km<sup>2</sup>). Outro fato relevante seria por ser considerado um ecossistema hidrológicamente integrado com componentes e subsistemas interativos garantindo alternativas para o uso dos mananciais e de seus recursos, além de uma integração institucional necessária para o gerenciamento do desenvolvimento sustentável. O mesmo autor ainda destacou que a gestão por bacias hidrográficas oferece ainda uma oportunidade única de integrar pesquisa, gerenciamento e participação da comunidade na gestão da disponibilidade, demanda e integração quantidade/qualidade dos seus componentes biogeofísicos, econômicos e sociais.

A classificação das bacias hidrográficas federais, no território brasileiro, passou por diversas modificações ao longo do tempo. De acordo com Cunha (1998), a primeira classificação realizada por Moraes, em 1948, baseou-se em critérios de navegabilidade dos rios e sua situação geográfica. Esta classificação definiu quatro bacias hidrográficas brasileiras, sendo elas: Amazonas, São Francisco, Platina (Paraná, Paraguai e Uruguai) e um grupo de bacias orientais.

Em 1956, Ab'Saber, considerando as linhas do relevo como critério de delimitação das bacias hidrográficas brasileiras definiu cinco grandes bacias: Amazonas, São Francisco, Paraná, Paraguai e Uruguai. Outra classificação, adotada pelo IBGE na década de 60, levou em conta o fator posição geográfica para reunir as bacias de menor porte em apenas três bacias isoladas: Nordeste, Leste e Sudeste.

Quatro importantes órgãos, como o DNAEE/ANEEL, SRH/Ottobacias, IBGE e CNRH, utilizam, atualmente, distintas classificações para a divisão do território brasileiro em bacias hidrográficas.

Os estudos de Galvão e Meneses (2005) mostraram que o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) já extinto e agora substituído pela Agência Nacional de Água e Energia Elétrica (ANEEL) instituiu, em 1972, o “Projeto Hidrologia” que dividiu o território em oito grandes bacias ou regiões hidrográficas: Bacia do rio Amazonas, Bacia do rio Tocantins, Bacia do Atlântico Trecho Norte/ Nordeste, Bacia do rio São Francisco, Bacia do Atlântico Trecho/ Leste, Bacia do rio Paraná, Bacia do rio Uruguai e Bacia do Atlântico Trecho

Sudeste. A Agência Nacional de Águas (ANA) atualmente administra a rede hidrométrica nacional e utiliza a mesma classificação de bacias hidrográficas adotada pelo DNAEE/ANEEL.

Outro método de divisão e codificação das bacias hidrográficas brasileiras adotado pela SRH, em 1998, foi desenvolvido pelo engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter, no Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), órgão também já extinto. O código gerado pelo método conhecido por “Ottobacias” utiliza dez algarismos e carrega uma informação topológica, permitindo que se determine se um rio está a montante ou a jusante de outro, ou se diferentes rios pertencem à mesma bacia. O detalhamento dos níveis de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras pelo método de Otto foi realizado na escala de 1:1000000, definido até o nível 5 da classificação de Otto, sendo que no primeiro nível de classificação o território nacional foi dividido em 6 grandes bacias, no segundo nível em 30 sub-bacias, no terceiro nível em 217 bacias, no quarto nível em 892 bacias e no quinto nível em 1347 bacias hidrográficas (GALVÃO; MENESES, 2005).

O IBGE, em 2000, adotou um sistema de classificação de bacias a partir de critérios geográficos definidos em dois níveis, utilizando documentos cartográficos na escala de 1:1000000. O primeiro nível de classificação dividiu o território nacional em 10 grandes bacias e o segundo nível, em 57 sub-bacias hidrográficas, destacando-se que, no caso da bacia do rio São Francisco, não foram delimitadas sub-bacias para este segundo nível de classificação.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) publicou no Diário Oficial da União a Resolução nº 30, aprovada em 11 de Dezembro de 2002, que adotava a metodologia de Pfafstetter para a codificação das bacias hidrográficas no âmbito nacional. Em 15 de Outubro de 2003, foi aprovada a Resolução nº 32, que instituía a Divisão Hidrográfica Nacional em regiões hidrográficas, a partir de grupos de bacias ou sub-bacias contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos. A classificação e codificação das bacias hidrográficas adotadas pelo CNRH, no território nacional, foram definidas a partir de dois níveis de classificação, sendo o primeiro nível formado por 12 regiões hidrográficas e o segundo nível formado por 30 regiões hidrográficas (GALVÃO; MENESES, 2005).

### 3.2. BIOMA CERRADO

Usualmente, os termos bioma, domínio e outros, vêm sendo utilizados por diversos autores sem uma devida explicação dos motivos de alusão a um ou a outro conceito.

Ao tratar-se da definição geral do termo Cerrado, no que se refere às características fisionômicas e florísticas, temos de acordo com Ferri (1977), que o

Cerrado é, em sentido genérico, um grupo de formas de vegetação que se apresenta segundo um gradiente de biomassa. À forma de menor biomassa, chamamos campo sujo de cerrado. Seguem-se-lhe, o campo cerrado, o cerrado e o cerradão.

Ferri (1977) considerou ainda, os termos campo sujo de cerrado, campo cerrado e cerrado como pertencentes ao grande grupo das formações campestres, enquanto que o cerradão se integra ao grupo das formações florestais. As formações campestres são caracterizadas por um estrato contínuo de herbáceas, que reveste o solo, e ainda, um estrato descontínuo de árvores e arbustos esparsos por essa formação. As formações florestais, por sua vez, caracterizam-se por um estrato contínuo de árvores, enquanto que as espécies herbáceas formam o estrato descontínuo presente nessa formação.

O mesmo autor considerou que há diversos tipos de gradiente que definem a transição de uma forma campestre à florestal e essa distinção não pode ser realizada de forma nítida. Sendo assim, além dos quatro termos por ele utilizados para classificar o Cerrado, existe uma gama de tipos de transição entre um e outro tipo de formação.

Diferentemente da classificação fisionômica e florística do Cerrado, Furlan (1996) colocou que o Cerrado tem sido definido como floresta-ecótono-campo, um termo por ela considerado menos rígido que outros tipos de classificação ao mosaico do Cerrado. Os ecótonos seriam produzidos pela ação de fatores condicionantes do desenvolvimento da biomassa arbórea e arbustiva, especialmente as condições do solo e a incidência de queimadas. Entre a classificação da formação campestre e florestal, demarcada pelas categorias de Campo limpo, Campo sujo, Campo cerrado, Cerrado sensu stricto e Cerradão, o grau de biomassa arbóreo e arbustivo decresce paulatinamente. O ecótono Cerrado estaria numa posição intermediária entre a classificação descrita.

Desde as primeiras pesquisas para a discussão da teoria de origem dos Cerrados, fala-se das questões da sazonalidade climática e, especialmente, da composição do solo como fator

condicionante para o desenvolvimento das espécies características da vegetação do Cerrado. Na década de 60, Warming, um dos pioneiros na pesquisa do Cerrado, defendia a teoria da sazonalidade climática como fator determinante da estrutura e funcionamento do cerrado. Ainda na mesma década, os estudos de Rawitscher e Ferri, avançaram no sentido de se considerar o solo como agente determinante da origem e desenvolvimento das espécies do Cerrado (FURLAN, 1996).

Outra classificação foi proposta por Eiten (1993), que considerou o Cerrado como um dos cinco grandes tipos de vegetação encontrados no país, juntamente com a floresta amazônica, a caatinga do Nordeste, a floresta atlântica e as pradarias de campo limpo do Sul do Brasil, sendo cada um destes determinados essencialmente por características climáticas. Cada um destes tipos, inclusive o Cerrado, formam as chamadas “províncias vegetacionais”. Estas províncias são formadas, principalmente, por um tipo de vegetação principal (75-90%), enquanto que o restante é ocupado por água ou outro tipo de vegetação determinada pelas condições do seu substrato. De acordo com este autor, dentro da província do Cerrado, cerca de 85% de sua área é formada pela própria vegetação do Cerrado em uma ou outra densidade sendo o restante coberto por algum outro tipo de vegetação predominante de outra província.

O termo Bioma, utilizado nesta pesquisa, se refere àquelas áreas definidas pelo espaço geográfico, que apresente dimensões superiores a um milhão de quilômetros quadrados e representadas por um tipo uniforme de ambiente, caracterizado segundo o macroclima, a fitofisionomia, o solo e a altitude dessa região (COUTINHO, 2006).

O IBGE adota a terminologia Bioma para a classificação de um conjunto de vida, vegetal e animal, formado pela constituição de agrupamentos de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, que apresentem condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria. Desta forma identifica a existência de seis biomas continentais brasileiros, entre eles: Bioma Amazônia, Bioma Cerrado, Bioma Mata Atlântica, Bioma Caatinga, Bioma Pampa e Bioma Pantanal. A nomenclatura adotada está, de forma geral, associada ao tipo de vegetação predominante, como no caso do Bioma Cerrado, ou ao relevo, como no caso do Bioma Pantanal, que constitui a maior superfície inundável interiorana do mundo (IBGE, 2008).

Coutinho (2006) caracterizou o termo Bioma, de origem grega (Bio = vida + oma = grupo ou massa) como

uma área do espaço geográfico, com dimensões de até mais de um milhão de quilômetros quadrados, que tem por características a uniformidade de um

macroclima definido, de uma determinada fitofisionomia ou formação vegetal, de uma fauna e outros organismos vivos associados, e de outras condições ambientais, como a altitude, o solo, alagamentos, o fogo, a salinidade, entre outros. Estas características todas lhe conferem uma estrutura e uma funcionalidade peculiares, uma ecologia própria.

Considerado o segundo maior bioma do país, o Cerrado faz fronteira com outros importantes biomas brasileiros: ao norte com a Amazônia, a nordeste com a Caatinga, a sudoeste com o Pantanal e a sudeste com a Mata Atlântica.

No Brasil, os diferentes tipos de Cerrado se distribuem em duas áreas principais: a área “core”, localizada no Planalto Central, e a área periférica distribuída, principalmente, ao longo das regiões Norte, Nordeste e Sul do país. Considera-se a existência de Cerrado em 16 Estados brasileiros (GO, MT, MG, PI, BA, MA, RR, SP, PA, AM, AP, DF, RO, PB, PE e PR) (FERRI, 1977). De acordo com a divisão do IBGE, o Bioma Cerrado se encontra distribuído de forma a ocupar a totalidade do Distrito Federal, mais da metade dos estados de Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%) e Tocantins (91%), além de porções de outros seis estados.

A etimologia do termo Cerrado é de origem espanhola. Significa “fechado” ou “vegetação densa”, e busca traduzir a característica geral da vegetação arbustivo-herbácea densa que ocorre na formação savânica.

O termo Cerrado tem sido comumente utilizado em três acepções, a saber. A mais abrangente delas faz referência ao bioma predominante no Brasil Central, ou seja, a área correspondente ao bioma Cerrado. Outra acepção, o cerrado sentido amplo (*lato sensu*) diz respeito às formações savânicas e campestres do bioma, sendo definido pela composição florística e fisionomia da vegetação. E, por fim, o cerrado sentido restrito (*stricto sensu*) corresponde à formação savânica definida pela composição florística, fisionomia e considerando, ainda, a estrutura quanto às formas de crescimento dominantes (RIBEIRO; WALTER, 1998).

A vegetação do bioma Cerrado apresenta uma diversidade de fisionomias que englobam formações florestais, formações savânicas e formações campestres. Ribeiro e Walter (1998) elucidaram que a fisionomia “floresta” é caracterizada por áreas com predominância de espécies arbóreas, com formação de dossel, seja contínuo ou descontínuo. A fisionomia “savana”, por sua vez, se caracteriza por áreas com a presença de árvores e arbustos espalhados em um estrato graminoso, sem a presença de formação de um dossel contínuo. E,

ainda, a fisionomia “campo” caracteriza aquelas áreas onde há a predominância de espécies herbáceas e algumas arbustivas.

Coutinho (1978) discorreu e concordou que o Cerrado sensu lato, não apresenta uma fisionomia única, destacando as fisionomias: campestre (campo limpo de Cerrado), savânica (campo sujo de Cerrado, campo Cerrado e Cerrado sensu stricto) e a florestal (cerradão). O predomínio da fisionomia savânica (67%) permite que o Bioma Cerrado seja considerado como um bioma de Savana, apesar do autor considerar que este bioma não seja único, mas formado por um mosaico de comunidades pertencentes a um gradiente de formações ecologicamente relacionadas desde o campo limpo até o cerradão. De qualquer forma, é consenso, entre a maioria dos autores, nacionais e internacionais, a classificação do Cerrado como sendo um bioma de savana.

Ribeiro e Walter (1998) consideraram que a identificação dos tipos fitofisionômicos constituintes do bioma Cerrado é fundamentada basicamente pela fisionomia (forma), pelos fatores edáficos e pela composição florística da vegetação.

Dentre os onze tipos fitofisionômicos identificados dentro do bioma Cerrado classificam-se entre as formações florestais: Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão. As formações savânicas são compostas por: Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda. E, dentre as formações campestres tem-se: Campo sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo.

Dentre as formações florestais, a Mata Ciliar se caracteriza por uma vegetação florestal associada a cursos d'água, ou seja, acompanha o leito dos rios (médio/grande porte), sem, no entanto, formar galerias. É uma fisionomia formada por vegetação relativamente estreita em ambas as margens dos rios, de forma proporcional à largura dos mesmos, em terrenos bem ou mal drenados. As espécies, tipicamente caducifólias, podem chegar a atingir de 20 a 25m de altura, excepcionalmente atingindo 30m ou mais. A Mata de Galeria, por sua vez, compreende a vegetação florestal, também associada aos cursos d'água, mas que acompanha o leito dos rios de pequeno porte e córregos, formando corredores fechados, chamados “galerias” sobre o curso d'água. As espécies são perenifólias e podem atingir entre 20 a 30m de altura, sendo que a superposição de suas copas pode chegar a fornecer 70 a 95% de cobertura arbórea. Esta fisionomia ocorre, geralmente, nos fundos de vales ou cabeceiras de drenagem onde os cursos d'água ainda não escavaram um canal definitivo.

Por Mata Seca, entendem-se as formações vegetais que ocorrem nos interflúvios em solos geralmente mais ricos em nutrientes, sem associação com os cursos d'água e que se caracterizam por diversos níveis de caducifólia durante a estação seca, de acordo com as condições químicas, físicas e profundidade do solo. Esta fisionomia pode ser classificada em Sempre-verde, Semidecídua e Decídua, de acordo com o tipo de solo e composição florística a ela associada.

O Cerradão é caracterizado por uma formação vegetal florestal, do ponto de vista fisionômico, e similar ao Cerrado, do ponto de vista florístico. As espécies, tipicamente xeromórficas, apresentam um dossel, predominantemente contínuo com 50 a 90% de cobertura arbórea, podendo chegar a atingir de 8 a 15m de altura média. Esta fisionomia ocorre, em sua maioria, em áreas de solos profundos, bem drenados, ligeiramente ácidos e de média a baixa fertilidade. De acordo com o grau de fertilidade do solo, o Cerradão pode ser classificado em Distrófico (solos pobres) ou Mesotrófico (solos mais ricos), sendo que as espécies encontradas em cada tipo são associadas a esse tipo de ambiente.

Dentre as formações savânicas, o Cerrado sentido restrito é caracterizado pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, geralmente com evidência de queimadas e presença de grande quantidade de gramíneas no sub-bosque. As espécies lenhosas apresentam, em geral, cascas com cortiça grossa, fendida ou sulcada, gemas apicais protegidas por uma densa pilosidade e folhas rígidas e coreáceas. Os solos associados a esta fisionomia possuem boas características físicas, são solos forte ou moderadamente ácidos, com carência generalizada dos nutrientes essenciais e teor de matéria orgânica variando entre médio a baixo.

O Cerrado sentido restrito apresenta uma variedade de subdivisões devido a uma diversidade de fatores que influenciam na estrutura, distribuição espacial das espécies lenhosas e composição florística da vegetação, se destacando: as condições edáficas, valor de pH e taxa de alumínio, fertilidade, condições hídricas e profundidade do solo, frequência de queimadas e ações antrópicas. Neste sentido, classificam-se as seguintes subdivisões: Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre. As categorias de Cerrado Denso, Típico e Ralo se caracterizam pela forma de agrupamento ou espaçamento entre os indivíduos lenhosos, de acordo com um gradiente de densidade decrescente do Cerrado Denso (50 a 70% de cobertura arbórea), passando pelo Cerrado Típico (20 a 50% de cobertura arbórea) ao Cerrado Ralo (5 a 20% de cobertura arbórea). O Cerrado Rupestre é caracterizado por fatores

ligados ao substrato, ou seja, ocorre tipicamente em solos rasos com presença de afloramentos rochosos.

A fisionomia de Parque Cerrado, por sua vez, denota uma formação savânica que compreende árvores agrupadas em pequenas elevações do terreno denominadas “murundus” ou “monchões”. Os murundus são formados por elevações convexas que variam em média de 0,1 a 1,5m de altura e 0,2 a mais de 20m de diâmetro, estando provavelmente sua origem ligada à geração de cupinzeiros ou a algum processo de erosão diferencial. As espécies apresentam de 3 a 6m de altura média atingindo de 5 a 20% de cobertura arbórea e os solos associados a esta fisionomia são classificados como hidromórficos, sendo mais bem drenados nos murundus que nas áreas adjacentes a estes.

Outra formação savânica existente é denominada Palmeiral, sendo esta caracterizada pela presença marcante de uma única espécie de palmeira arbórea (babaçu, buriti, etc.). Os solos desta área são, em geral, bem drenados, podendo haver a formação de galerias acompanhando as linhas de drenagem. A presença dominante da espécie de buriti (*Mauritia flexuosa*), por exemplo, caracteriza a presença do Buritizal. Este tipo de Palmeiral apresenta um dossel com altura média que varia entre 12 a 20m e cobertura arbórea que varia de 40 a 70%. O Buritizal, comumente, tem sido referido como Vereda, apesar de haver formação de dossel e não haver uma vegetação arbustivo-herbácea que são características necessárias para a classificação da fisionomia Vereda.

Assim, a Vereda se caracteriza como uma fisionomia com a presença da palmeira arbórea do buriti associada a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas, sem a formação de um dossel. As espécies apresentam altura média que varia de 12 a 15m e cobertura arbórea que varia de 5 a 10%. Os solos dessa área são caracterizados como hidromórficos, saturados a maior parte do ano e a ocorrência do afloramento do lençol freático.

Dentre as formações campestres destacadas, encontra-se o Campo Sujo, caracterizando uma fisionomia herbáceo-arbustiva, com a presença de arbustos e subarbustos espaçados entre si. Os solos desta área são considerados rasos, eventualmente com pequenos afloramentos rochosos de pequena extensão, ou ainda profundos e de baixa fertilidade. Esta categoria apresenta subdivisões conforme a influência de alguns fatores determinantes. A presença, por exemplo, do lençol freático profundo ou alto, caracteriza, respectivamente, a classificação do Campo Sujo Seco e Campo Sujo Úmido. Pode ocorrer ainda a classificação do Campo Sujo com Murundus, havendo a presença destas estruturas nesta área.

O Campo Rupestre, por sua vez, se apresenta como uma fisionomia marcada pela presença predominante de uma vegetação herbáceo-arbustiva em meio a trechos de afloramentos rochosos, em geral, em altitudes superiores a 900m. Os solos desta fisionomia são considerados como ácidos, pobres em nutrientes, pouco profundos e com disponibilidade hídrica restrita. A composição florística e a densidade das espécies do Campo Rupestre variam de acordo com as características do substrato (profundidade e fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, etc.). Nos afloramentos rochosos, por exemplo, algumas espécies podem ocorrer nas fendas das rochas ou até mesmo crescer diretamente sobre as rochas, sem que haja solo. A flora dessa área é considerada típica com a presença de inúmeras espécies endêmicas e plantas raras.

Por fim, o Campo Limpo denota uma fisionomia campestre, com predomínio de espécies herbáceas, com raros arbustos esparsos e ausência de árvores, sofrendo influência direta pelas variações de umidade, profundidade e fertilidade do solo. Esta fisionomia pode ser denominada de “Campo de Várzea”, “Várzea” ou “Brejo” se ocorrer em áreas planas, contígua aos rios e periodicamente inundáveis. Assim como o Campo Sujo, o Campo Limpo também apresenta subdivisões conforme a influência de alguns fatores determinantes. A presença do lençol freático profundo ou alto caracteriza, respectivamente, a classificação do Campo Limpo Seco e Campo Limpo Úmido. A presença dos Murundus dá origem ao Campo Limpo com Murundus.

No que se refere aos recursos hídricos, o Bioma Cerrado também apresenta imensa riqueza e potencial. Cortado por três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Tocantins, São Francisco e Prata), o Cerrado é considerado

uma verdadeira “caixa d’água” do continente sul-americano, captando águas pluviais que abastecem as nascentes que formam os rios das bacias do Amazonas, Tocantins, Paranaíba, São Francisco, Paraná e Paraguai, além de abrigar ainda imensos aquíferos, entre eles o Aquífero Guarani (SILVA, 2006).

Rico em biodiversidade, solos e água o Cerrado apresenta grande importância ambiental, mas é considerado como um dos ambientes mais ameaçados do mundo. Apesar de ser considerada uma das 25 áreas do mundo prioritárias para a conservação, apenas 3% de sua área são protegidos em parques e reservas estaduais e federais.

### 3.3. GEOTECNOLOGIAS

Compostas por um conjunto de tecnologias para a coleta, o processamento, a análise e a oferta de informações com referência geográfica, as geotecnologias integram soluções em *hardware*, *software* e *peopleware* como poderosas ferramentas para a tomada de decisões (ROSA, 2005).

O uso destas geotecnologias para o monitoramento e planejamento do uso sustentável dos recursos naturais tem se difundido cada vez mais e facilitado o desenvolvimento de estudos ambientais. Uma ampla tecnologia existente permite o uso de ferramentas e produtos capazes de facilitar e agilizar o levantamento, mapeamento e análise dos recursos naturais existentes.

O monitoramento das bacias hidrográficas é imprescindível para a proteção da cobertura vegetal nas mesmas, pois se verifica, de acordo com Botelho (1999), que é raro encontrar uma área que não tenha sua vegetação original modificada ou até mesmo devastada. Assim, o levantamento dos dados sobre a cobertura vegetal, em geral, acompanhada pela informação sobre o uso atual da terra (ambos estreitamente relacionados) informa sobre o nível de proteção do solo, dentre outros fatores importantes para o planejamento e gestão das bacias hidrográficas.

Neste sentido, as geotecnologias existentes, entre *hardware* e *softwares* específicos, dados georreferenciados e mão de obra qualificada para trabalhar com essas tecnologias, permitem a aquisição e manipulação das informações espaciais a cerca dos recursos disponíveis para as mais diversas aplicações e nos mais variados campos das ciências naturais.

Desde a década de 1950, até por volta dos anos 1970, o uso de tecnologias na produção e manutenção de mapas passou a ser difundido e houve uma redução nos custos para tal fim. Porém, ainda da criação dos primeiros SIG's o custo era alto e cada usuário tinha que desenvolver seus próprios programas. Surgiram então, aos poucos, novos e cada vez mais acessíveis recursos de *hardware* e *softwares* específicos para o tratamento de dados espaciais e, passaram a surgir os primeiros sistemas comerciais de CAD.

A partir dos anos de 1980, com a massificação causada pelo avanço da microinformática e a criação de centros de estudos especializados em geoprocessamento de dados houve uma expansão da utilização desta tecnologia. Surgiram os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGDB) e formaram-se pessoas capacitadas para a manipulação dos equipamentos e programas destinados a fins de mapeamento e análise de dados espaciais.

A utilização da internet para acesso a dados georreferenciados, assim como as ferramentas do Geoprocessamento que englobam o Sensoriamento Remoto, o uso dos Sistemas de Posicionamento Global (GPS), dos Sistemas de Informação Geográfica, entre outros, está cada vez mais atuante. Estes instrumentos são capazes de gerar e manipular diversos produtos (mapas, tabelas, etc.), no sentido de se conhecer e diagnosticar os recursos naturais e analisar as condições ambientais de determinada área de estudo.

A cartografia, como ciência e arte de expressar por meio de mapas e cartas o conhecimento da superfície terrestre, sintetiza a atividade de mapeamento já realizada desde tempos remotos. É considerada como ciência porque depende da astronomia, geodésia e matemática para gerar dados precisos e confiáveis e, considerada como arte porque está subordinada às leis da estética, simplicidade, clareza e harmonia para conseguir transmitir a informação espacial de forma satisfatória.

Porém, mesmo que realizada de modo arcaico, no início da sua utilização pelos navegadores, por exemplo, a cartografia da superfície terrestre se aperfeiçoou ao longo do tempo e se tornou mais eficaz a partir do advento da computação gráfica. A cartografia digital surgiu como uma ferramenta de elaboração e manipulação de produtos cartográficos no formato digital, sendo considerada uma inovação no ramo cartográfico, ao facilitar o trabalho de seus usuários automatizando atividades realizadas anteriormente de forma manual.

O Geoprocessamento de dados engloba toda a tecnologia da cartografia digital com outras tecnologias, como o Sensoriamento Remoto, os SIG's, entre outros. Mas o que vem a ser o termo Geoprocessamento de dados espaciais? Diferentes autores possuem diferentes conceitos para o termo em questão e, dentre algumas definições existentes destacam-se algumas mais pertinentes.

Para Xavier da Silva (2000 apud ROCHA, 2000, p.17) o Geoprocessamento é um conjunto de técnicas de processamento de dados, destinado a extrair informação ambiental a partir de uma base de dados georreferenciados.

Ou ainda, o termo Geoprocessamento é considerado uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas (CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

De acordo com Rosa e Brito (1996), o geoprocessamento compõe o conjunto de tecnologias destinadas à coleta e tratamento de informações espaciais, podendo ser aplicado a profissionais que trabalham com processamento digital de imagens, cartografia digital e SIG.

E, nos dizeres de Rodrigues (1993 apud ROCHA, 2000, p.17), Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, manipulação e apresentação de informações espaciais voltado para um objetivo específico.

Mas, a definição de Rocha (2000) mostra-se a mais abrangente entre as citadas definindo o termo

Geoprocessamento como uma tecnologia transdisciplinar, que, através da axiomática da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para a coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciadas.

O sensoriamento remoto surgiu como uma tecnologia para obter informações sobre a superfície terrestre a partir de fotografias aéreas e imagens de satélite.

Inicialmente as fotografias eram tiradas de câmeras acopladas a balões ou até mesmo ao peito dos pombos correios, e comumente eram destinadas a subsidiar operações com fins militares. Mas, os levantamentos aéreos realizados a partir destas técnicas não eram satisfatórios, já que os balões atraíam o fogo inimigo e, quanto aos pombos, não se tinha controle sobre a direção de sua linha de vôo, que era imprevisível.

A primeira fotografia aérea de uma câmera a bordo de um avião foi tirada em 1908 e, durante toda a Primeira Guerra Mundial, uma câmera acoplada a um biplano realizou uma cobertura fotogramétrica das linhas inimigas nas trincheiras. A Segunda Guerra Mundial reforçou a utilidade e importância do reconhecimento aéreo fotográfico.

Em 1946, foi tirada a primeira fotografia da órbita terrestre e, logo em seguida, uma série de tomadas de imagens da superfície terrestre a uma altura de 134km. O primeiro satélite conhecido como *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS-1) foi lançado em 1972, pela NASA. O nome deste satélite foi mudado posteriormente para LANDSAT, cujas versões de 2 a 7 foram lançadas e forneceram dados em série sobre a superfície terrestre. Este programa foi tão bem sucedido que continua até hoje em operação.

Em suma, esta tecnologia do Sensoriamento Remoto

pode ser definida como sendo a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, etc. [...], com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações (NOVO, 1998).

O Sensoriamento Remoto pode ainda ser definido como a aplicação de dispositivos acoplados em aeronaves ou satélites (nível orbital ou suborbital), que permitem a obtenção de informações sobre objetos ou fenômenos da superfície terrestre sem que haja contato físico com os mesmos (ROCHA, 2000).

O processo de funcionamento básico do Sensoriamento Remoto pode ser visualizado a partir da Figura 01, a seguir.

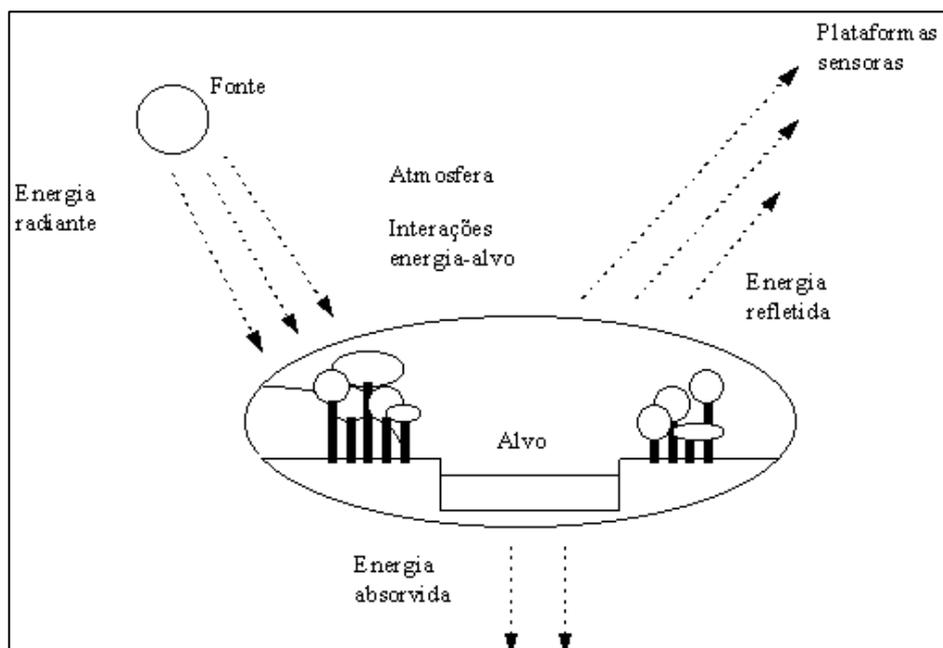


Figura 01 – Esquema do processo básico de funcionamento do Sensoriamento Remoto  
 Fonte: <http://www.eps.ufsc.br/disserta98/waleska/figuras/Image75.gif>

Ainda de acordo com Novo (1998), os dados de sensoriamento remoto têm grande aplicação na descrição quantitativa de bacias e redes de drenagem, permitindo uma área de estudos morfométricos, antes realizados a partir de dados extraídos de cartas topográficas.

As imagens de satélite constituem importante instrumento e já estão bem consolidadas como fonte de dados espaço/temporais que permitem a análise das mudanças ocorridas no uso da terra, sendo necessária uma avaliação criteriosa a fim de determinar qual o sistema oferece a melhor relação custo/benefício para diferentes aplicações.

A aplicação de técnicas de análise de imagens permite a identificação de qualquer fenômeno, a partir de dados fornecidos por uma variedade de sensores remotos atuando sobre determinada área (CÂMARA et al, 1996). Deste modo, as imagens digitais podem ser manipuladas e transformadas em informações sobre a cena estudada (NOVO, 1998).

O uso dos Sistemas de Informação Geográficas (SIG's), segundo Câmara e Medeiros (1998), permite a combinação de várias informações espaciais por meio de algoritmos de manipulação e análise, bem como a consulta e visualização do conteúdo de uma base de dados georreferenciados. Um SIG pode ser definido ainda, como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados referidos espacialmente na superfície terrestre (ROSA; BRITO, 1996, p. 8).

O conceito de Miranda (2005) elucida que

A palavra Sistema indica que o SIG é feito de várias componentes inter-relacionados e ligados com diferentes funções, possui capacidade funcional para entrada, manuseio, transformação, visualização, combinação, consultas, análises, modelagem e saída de dados. A palavra Informação pressupõe que os dados de um SIG estejam organizados para produzir conhecimento útil, na forma de mapas e imagens, estatísticas, gráficos, etc. A palavra Geográfica implica no conhecimento da localização dos dados.

Um SIG apresenta o seguinte esquema de básico de funcionamento (Figura 02).

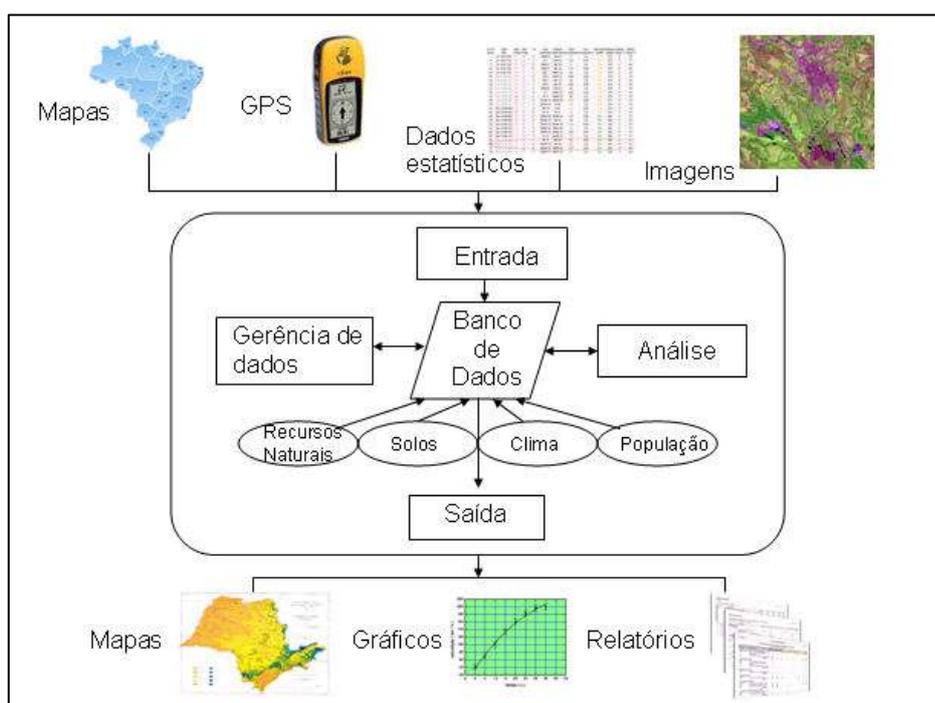


Figura 02 – Esquema básico de um SIG

Autor: SILVA, M.K.A. (2008)

Porém, para subsidiar a utilização das tecnologias de *hardware* e *softwares* disponíveis é necessário utilizar uma base de dados confiável e precisa. A qualidade das informações espaciais e/ou alfanuméricas utilizadas em uma pesquisa reflete na qualidade da saída dos produtos gerados pela mesma.

Rocha (2000) esclareceu que,

tendo em vista os dados necessários e os dados disponíveis, tem-se o esforço da geração dos dados [...] que deve ser analisada com cautela, pois dependerá de recursos disponíveis e do cronograma para execução do trabalho. Para os dados alfanuméricos, existe apenas o processo de digitação via teclado [...] Para a geração dos dados espaciais a nível digital, existem basicamente quatro processos: Digitalização, Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e os Levantamentos de Campo, destacando-se o GPS.

Diversos centros de estudos especializados em tratamento de informações espaciais se consolidaram ao longo do tempo e fornecem dados espaciais e estatísticos de confiabilidade para o desenvolvimento de pesquisas. Órgãos como o IBGE, DSG, INPE, ANA, IGAM, IBAMA, CPRM, etc., possuem setores ou departamentos especializados na elaboração e manutenção de dados georreferenciados e disponibilizam os mesmos para a comunidade usuária via download pela internet. Além destes, vale ressaltar as prefeituras municipais, universidades e instituto de pesquisas que são também importantes fontes de aquisição de dados espaciais e alfanuméricos.

A escolha da fonte de aquisição dos dados espaciais, seja qual for (cartas topográficas, mapas temáticos, imagens de satélite, fotografias aéreas, modelos digitais de elevação, etc.) deve acontecer de acordo com as necessidades do usuário e com as características da região, considerando-se seus potenciais e suas limitações.

A utilização de um Modelo Digital de Elevação (MDE), por exemplo, permite realizar importantes estudos no que se refere a dados de altimetria e declividade do terreno. O Modelo Digital de Elevação SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) consiste em uma base de dados altimétricos com aproximadamente 90 metros de resolução espacial. Este projeto foi desenvolvido pela NASA (Agência Aeronáutica e Espacial) e NGA (Agência Nacional de Inteligência Espacial) dos Estados Unidos e foi executado por meio da aeronave *Endeavour* em uma missão de onze dias com o objetivo de obter a mais completa base de dados topográfica digital de alta resolução da Terra. O sobrevôo da SRTM ocorreu no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000, durante o qual foram percorridas 16 órbitas por dia, num total de 176 órbitas. O sobrevôo foi concluído com a coleta de 12TB de dados que vêm sendo processados para a formação de MDE, elaborados continente por continente (VALERIANO, 2004).

## 4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

---

### 4.1. MATERIAIS

#### 4.1.1. HARDWARE

A escolha do *hardware* para o desenvolvimento desta pesquisa buscou a utilização de equipamentos modernos e eficientes que pudessem atingir de maneira rápida e prática os objetivos da mesma. Desta forma foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Microcomputador AMD *Atllhon* (tm) XP 2600+ 1.92GHz, 1G de RAM, HD 80 Gb, Monitor colorido *Flatron ez T910B 19"*;

#### 4.1.2. SOFTWARE

Assim como na escolha do *hardware*, a escolha dos *softwares* utilizados também deve ser realizada de forma a utilizar aqueles programas mais aptos e eficientes para o desenvolvimento e alcance dos objetivos da pesquisa. Desta forma, foram utilizados os seguintes programas:

- ***Cartalinx*** - *software* destinado à construção de base de dados espaciais, executa as funções de desenho cartográfico, faz a ligação das feições cartográficas digitais com o banco de dados e dá acesso à gerência do próprio banco de dados. Este *software* destina-se à construção de uma base de dados relacionais na forma de pontos, vetores e polígonos que serão exportados para um SIG e utiliza um sistema completo de edição/digitalização topológica com as seguintes funcionalidades: construção automática de vetores topológicos (conectividade entre nodos, arcos e polígonos); geração automatizada de polígonos; inserção, exclusão ou movimentação de nodos, arcos ou vértices de arcos e filtragem e extração para novas bases de dados espaciais baseadas em atributos de características ou localização (ROSA, 2004).

- **Arcgis/Arcview** (SIG) – *softwares* que executam o tratamento dos dados e a elaboração dos mapas temáticos, ambos atendendo às necessidades prévias do tratamento e análise dos dados que serão estudados. Estes *softwares* são Sistemas de Informação Geográfica (GIS) que gerenciam feições e seus atributos em unidades denominadas Themes ou Data Frames, representando uma coleção de feições com atributos similares, como rodovias, drenagem, etc. O *ArcView* permite fácil integração de dados possibilitando acessar registros de bases de dados e visualizá-los em mapas de excelente qualidade, ligando gráficos, tabelas, desenhos, fotografias e outros arquivos (ROSA, 2004)
- **Idrisi** (SIG) – o *software Idrisi* é um Sistema de Informação Geográfica desenvolvido pela *Graduate School of Geography* da *Clark University* que reúne ferramentas nas áreas de processamento de imagens, sensoriamento remoto, SIG, geoestatística, apoio à tomada de decisão e análise de imagens geográficas, tudo de uma forma prática e educativa dentro de um produto econômico e de fácil uso. O *Idrisi* possui alta funcionalidade analítica raster, cobrindo todo o espectro de necessidades de SIG e de sensoriamento remoto, desde consulta a banco de dados e modelagem espacial até realce e classificação de imagens (EASTMAN, 1998).
- **Envi** (SIG) – *software* completo para visualização, exploração, análise e apresentação de dados espaciais que alia ferramentas de altíssimo desempenho, facilidade de uso e velocidade de execução de tarefas. Inclui funções de processamento digital de imagens que proporciona funcionalidade avançada para a análise interativa de qualquer formato de imagem, suporte para diversos formatos de arquivos, superposição/criação de *layers*, operações de análise (digitalização, cruzamento de dados, edição, consulta, buffer, etc.), análise de MDE em 3D, entre outras funções.
- **Word** (Editor de textos) – *software* processador de texto da *Microsoft* de autoria de documentos de ótima aparência que dá ao usuário a habilidade de criar e compartilhar documentos combinando um conjunto abrangente de ferramentas de redação, edição e revisão de textos. É um *software* que permite criar documentos profissionais combinando uma série e de ferramentas de escrita com uma interface de usuário fácil de ser usada.

- *Excel* (Editor de planilhas eletrônicas) - *software* editor de planilhas eletrônicas da Microsoft utilizado para analisar, compartilhar e gerenciar informações. Apresenta uma interface orientada a exibição de tabelas e visualização de dados com capacitadas ferramentas de criação de fórmulas, formatação de planilhas, construção de gráficos, etc., de forma rápida e a apresentação de ótimos resultados.

#### 4.1.3. FONTE DE DADOS

A escolha dos dados utilizados, por sua vez, deve levar em conta uma série de fatores no sentido de obter os produtos que serão utilizados para a elaboração e desenvolvimento da pesquisa. A obtenção de dados espaciais (imagens de satélite, fotografias aéreas, mapeamentos temáticos, cartas topográficas, etc.) a partir de órgãos que disponibilizam gratuitamente esse material, reduz consideravelmente custos e tempo de elaboração e/ou aquisição deste material. A escolha da escala e do formato de dados utilizados deve levar em conta ainda os objetivos da pesquisa, a extensão da área estudada e os *softwares* que serão utilizados para a manipulação dos mesmos.

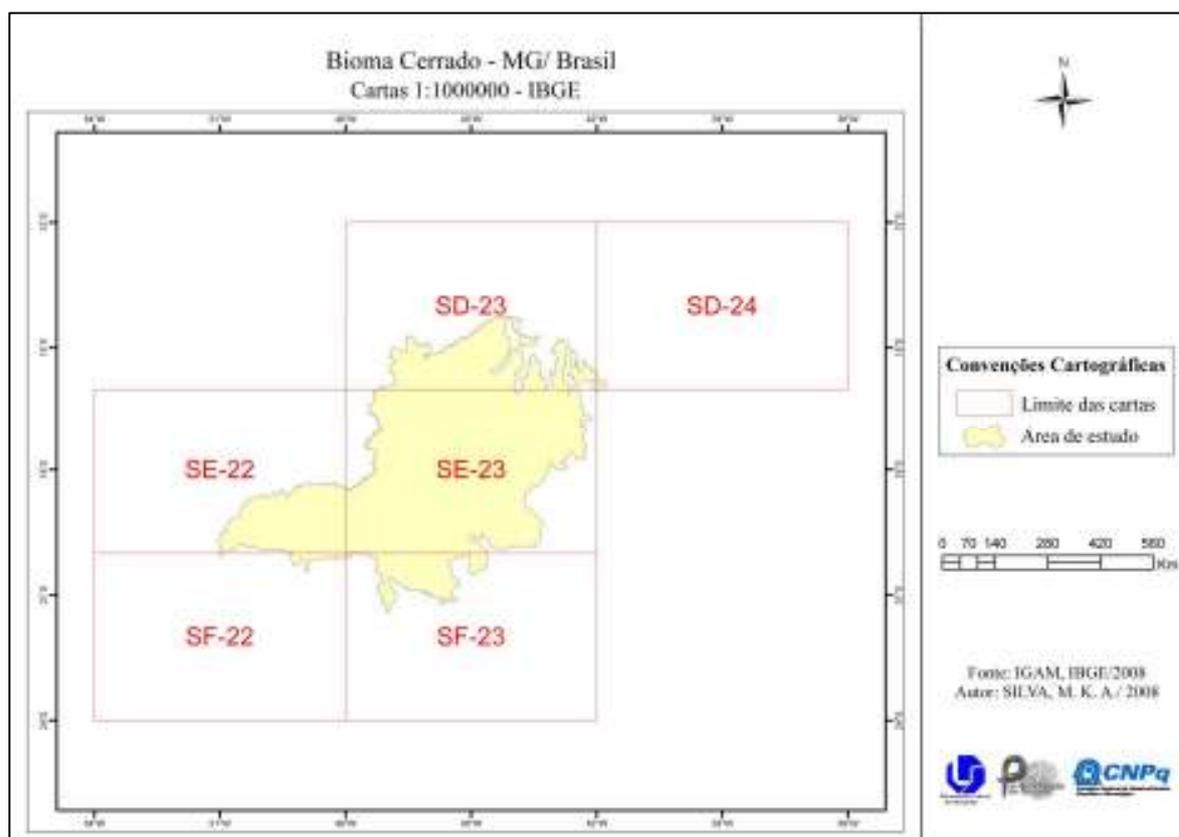
A partir de um critério de seleção dos dados disponíveis da área em estudo foram utilizados:

- Dados vetoriais (hidrografia, malha viária, limites das bacias hidrográficas federais) disponibilizados pelos órgãos IBGE, MMA, IGAM, entre outros;
- Coleção de cartas contendo dados vetoriais das categorias de uso da terra e cobertura vegetal do Bioma Cerrado, no Estado de Minas Gerais, elaboradas pelo Projeto Edital PROBIO 02/2004 (CPAC/EMBRAPA, IG/UFU, IESA/UFG), na escala de 1:250000;
- Dados vetoriais da classificação de solos executada pelo IBGE e EMBRAPA (2001);
- Imagens do sensor ETM+/Landsat, do ano de 2002;
- Modelo Digital de Elevação do sensor SRTM, do Estado de Minas Gerais;
- Trabalhos acadêmicos, livros, artigos e páginas eletrônicas pertinentes ao tema da pesquisa.

Os dados vetoriais de hidrografia e malha viária da área de estudo foram adquiridos a partir das cartas topográficas que compõem a Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo disponibilizadas para *download*, via *internet*, pelo IBGE, na escala de 1:1000000.

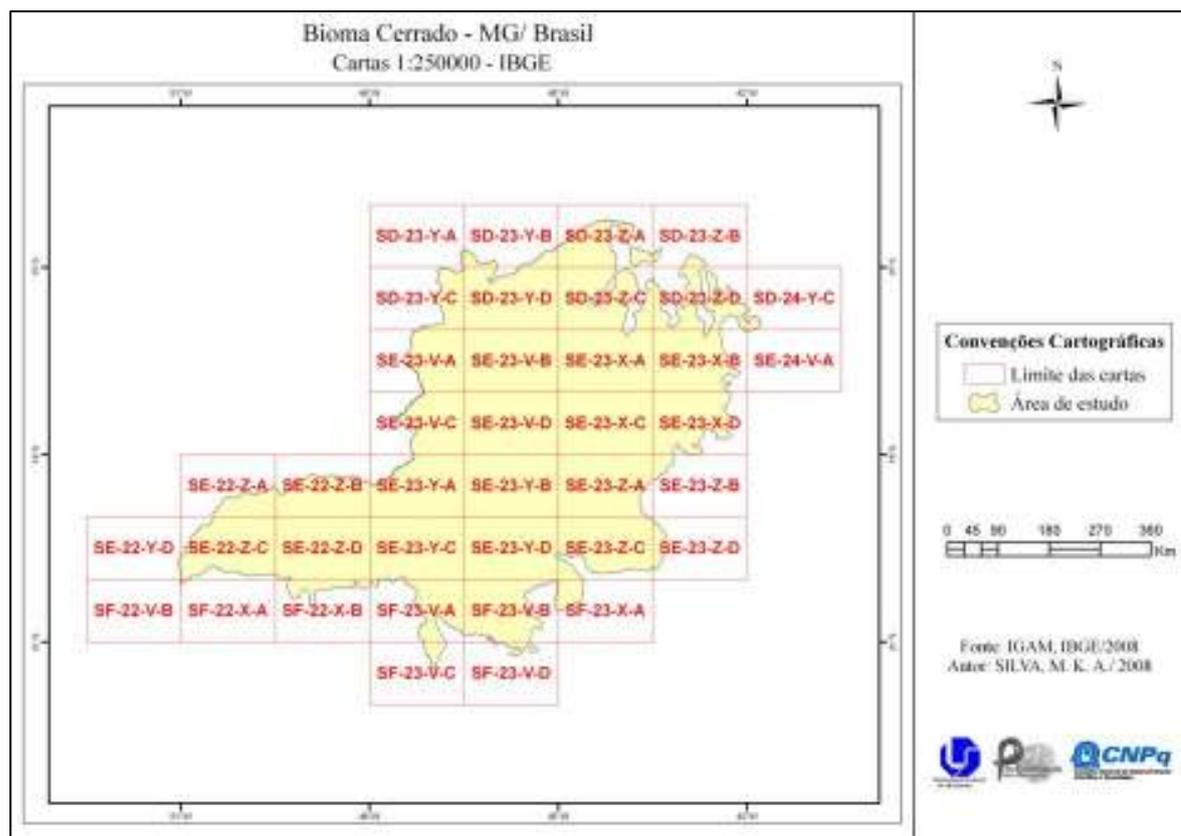
Foram utilizadas seis cartas, conforme Mapa 04, sendo elas:

- Brasília (SD-23);
- Salvador (SD-24);
- Goiânia (SE-22);
- Belo Horizonte (SE-23);
- Parapanema (SF-22);
- Rio de Janeiro (SF-23).



Mapa 04 – Articulação das cartas planialtimétricas de 1:1000000 (IBGE) no Cerrado mineiro

Os arquivos vetoriais de uso da terra e cobertura vegetal da área de estudo foram adquiridos a partir de uma coleção de 39 cartas do Levantamento dos Remanescentes do bioma Cerrado, em Minas Gerais, na escala de 1:250000 (Mapa 05).



Mapa 05 – Articulação das cartas planialtimétricas de 1:250000 (IBGE) no Cerrado mineiro

O Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) ou Projeto Edital PROBIO 02/2004 (CPAC/EMBRAPA, IG/UFU, IESA/UFMG) foi desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente e parcerias entre o Poder Público e a Sociedade Civil com o objetivo de conservação da diversidade biológica, na utilização sustentável de seus componentes e na repartição justa dos benefícios dela recorrentes. O PROBIO realizou o Levantamento dos Remanescentes da Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros.

O mapeamento do Bioma Cerrado, do qual fez parte o Laboratório de Geoprocessamento (LAGEO-UFU), foi realizado com o objetivo principal de produzir cartas, na escala de 1:250000, dos remanescentes da cobertura vegetal deste bioma. Os dados e mapeamentos realizados por esse projeto também se encontram disponíveis para *download* pelo site do Ministério do Meio Ambiente, através do endereço eletrônico: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/>

Foram utilizadas, como subsidio para a compilação dos dados das cartas mapeadas pelo PROBIO, imagens do satélite ETM+/Landsat, do ano de 2002, composição colorida 3B4R5G cedidas pelo LAGEO-UFU.

Os dados vetoriais de limites das bacias hidrográficas federais foram adquiridos, via download pela internet, a partir do setor de geoprocessamento do IGAM, setor responsável pela criação e manutenção da base cartográfica digital referente aos recursos hídricos do Estado de Minas Gerais. Estes dados se encontram disponíveis a partir do endereço eletrônico:

[http://www.igam.mg.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=90&Itemid=147](http://www.igam.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=90&Itemid=147)

Os limites do Estado de Minas Gerais e dos biomas brasileiros foram adquiridos através do site do IBGE, via download, pelo endereço eletrônico:

<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default.shtm>. O departamento de

Geociências, setor de Cartografia, é responsável por elaborar cartas topográficas e os mapas delas derivados (nacionais, regionais, estaduais e municipais) que constituem as bases sobre as quais se operacionalizam diversos tipos de levantamentos realizados em território nacional e disponibilizados de forma sistemática e em escalas padronizadas.

Os dados de solos foram adquiridos junto ao IBGE, via internet através do endereço eletrônico: <http://mapas.ibge.gov.br/solos/viewer.htm>. O IBGE utilizou para este mapeamento a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS).

Os dados de altimetria e clinografia, por fim, foram extraídos do MDE da área do Cerrado mineiro. O MDE da área de estudo foi adquirido a partir dos estudos realizados pelo Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da UFRGS, que processou e organizou mosaicos com o MDE de todos os estados brasileiros e disponibilizou os mesmos para os usuários via internet pelo endereço eletrônico: [http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/SRTM\\_BR.php](http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/SRTM_BR.php)

Os dados utilizados para este estudo foram elaborados pelo projeto da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), uma missão espacial realizada pela Agência Nacional de Inteligência Geoespacial e pela NASA, dos Estados Unidos, como já mencionado anteriormente. O processamento dos dados originais foi realizado para a correção de alguns erros existentes, a transformação para o *datum* SAD69 e a conversão dos mesmos para os formatos rst (Idrisi) e tif (Geotiff) (WEBER, 2004).

## 4.2. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

A definição do tema/área de estudo permitiu a elaboração desta pesquisa que seguiu uma série de etapas seqüenciais e cujos procedimentos realizados estão descritos de forma sintetizada, a seguir.

A realização de uma pesquisa como esta pressupõe uma revisão bibliográfica a respeito de conceitos, teorias e estudos pertinentes ao tema estudado. Foram consultados, inicialmente, trabalhos acadêmicos, livros e documentos eletrônicos que forneceram uma base conceitual sobre o bioma Cerrado, o uso do geoprocessamento e as características físicas da área de estudo. Todas essas informações foram relevantes para subsidiar e fundamentar a elaboração da pesquisa e delimitar os objetivos da mesma.

A etapa inicial desta pesquisa realizou-se com a fase de coleta dos dados espaciais referentes aos arquivos vetoriais de limite (biomas, Estado de Minas Gerais, bacias hidrográficas federais, cartas topográficas), hidrografia, malha viária e categorias de uso da terra e cobertura vegetal natural da área de estudo. Estes dados espaciais foram coletados junto a órgãos como o IBGE, IGAM, MMA, EMBRAPA, via internet, através de *download* gratuito pelas páginas eletrônicas dos mesmos órgãos citados.

Após a coleta de dados espaciais foi possível elaborar a base cartográfica e o mapa de localização da área de estudo com o auxílio das ferramentas dos *softwares Cartalinx* e *Arcview 3.2*. O *Cartalinx* permitiu realizar as operações de mosaico e ajuste topológico dos arquivos vetoriais de limites, hidrografia e malha viária da área de estudo, adquiridos a partir das cartas topográficas do Brasil ao milionésimo, na escala 1:1000000. Com o auxílio deste *software*, foram realizados os ajustes necessários aos arquivos vetoriais, ou seja, a inserção/união/exclusão/movimentação de arcos, nós e polígonos pertencentes aos mesmos.

Após a etapa de aquisição dos dados disponíveis, foi realizada a etapa de definição das unidades espaciais de análise dentro da área de estudo. Esta definição obedeceu à delimitação das bacias hidrográficas federais, dentro do estado de Minas Gerais, realizada pelo IGAM (2006), a partir de documentos cartográficos nas escalas de origem: 1:50000 e 1:100000. A manipulação dos arquivos vetoriais de hidrografia, limite de bacias hidrográficas e malha viária da área de estudo e a elaboração do mapa de bacias hidrográficas federais foi realizada utilizando-se o *software Arcview 3.2*.

Os mapas de localização das cartas topográficas que cobrem o limite do bioma Cerrado, em Minas Gerais, foram elaborados também com a utilização do *software Arcview 3.2*. Foram elaborados dois mapas de acordo com a delimitação das cartas topográficas vetoriais do mapeamento sistemático do território brasileiro, sendo um a partir das cartas topográficas na escala de 1:1000000 e outro a partir das cartas topográficas na escala de 1:250000.

Com o auxílio das ferramentas do *Arcview 3.2* e os arquivos vetoriais das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural, foi elaborado o mapa de uso da terra da área de estudo, a partir do mosaico, ou seja, da compilação dos dados das 39 cartas (escala 1:250000), mapeadas a partir do PROBIO. Nesta fase de compilação de dados, o ajuste das categorias de uso da terra e cobertura vegetal pertencentes às bordas das cartas utilizadas foi realizado utilizando as imagens de satélite ETM+/Landsat, do ano de 2002, composição colorida 3B4R5G, no intuito de eliminar todos os limites dos mosaicos realizados.

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal do bioma Cerrado, realizado pelo PROBIO, utilizou a classificação de categorias de acordo com a legenda baseada no Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira do IBGE (1992), conforme Quadro 02.

Regiões Fitocológicas	Nível de formação	Descrição (Ribeiro e Walter, 1998)	Classes
Floresta Estacional Semidecidual (F)	Aluvial	Mata de galeria, Mata ciliar, Palmeiral	Fa
	Sub-montana	Mata seca semidecidual/ sempre-verde	Fs
	Montana	Mata seca semidecidual/ sempre-verde	Fm
Floresta Estacional Decidual (C)	Sub-montana	-	Cs
	Montana	-	Cm
	Florestada	Cerradão	Sd
Savana (S)	Arborizada	Cerrado denso/ típico	Sa
	Parque	Cerrado ralo/ rupestre, Campo rupestre/ sujo	Sp
	Gramíneo-lenhosa	Campo limpo/ rupestre	Sg
Área de Formações Pioneiras (P)	Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre	Campo limpo/ sujo úmido, Veredas	Pa
Área de Tensão Ecológica	Contato Savana/ Floresta Estacional	-	SN
	Vegetação Secundária	-	Vs
	Agropecuária	Cultura agrícola	Ac
Áreas antrópicas	Florestamento/ Reflorestamento	Pastagem cultivada Pinus ou Eucalipto	Ap R
	Outras áreas antrópicas	Influência Urbana	Iu
		Degradadas por mineração	Im
Água	-	Água	Água

Quadro 02 – Legenda de identificação das classes de uso da terra e cobertura vegetal (IBGE)  
Org.: SILVA, M. K. A. (2008)

Os mapas de hipsometria e clinografia da área de estudo foram elaborados a partir dos dados do MDE/SRTM de Minas Gerais. A hipsometria exerce importante influência sobre a precipitação, a evapotranspiração e na temperatura média em uma bacia hidrográfica. A declividade do terreno, por sua vez, é um fator relevante para a avaliação dos impactos ambientais na mesma, já que, quanto maior o declive maior será o escoamento superficial das águas em sua superfície e, assim, maior a instabilidade e fragilidade daquela região. As classes clinográficas utilizadas seguiram os intervalos sugeridos pela EMBRAPA (1979 apud Sano et al., 1998). As ferramentas de edição do *software Idrisi* permitiram a elaboração destes mapeamentos e os *layouts* finais foram executados com o auxílio do *software Arcgis 9.2*.

Os mapas de solos foram elaborados a partir dos dados vetoriais disponíveis para *download* pelo *site* do IBGE, via internet. Os ajustes topológicos foram executados utilizando-se o *software Cartalinx* e os *layouts* foram elaborados com o auxílio do *software Arcgis 9.2*.

Por fim, o mapa de Unidades Geoambientais foi elaborado utilizando-se como parâmetros os dados altimétricos e as formas de relevo homogêneas presentes na área de estudo. A elaboração do mapa foi realizada utilizando as ferramentas dos *softwares Arcgis 9.2* e *Idrisi 32*. A elaboração do *layout* final foi executada com o auxílio do *software Arcgis 9.2*.

Em etapa posterior ao mapeamento físico da área de estudo foi elaborada uma operação de tabulação cruzada dos mapas temáticos com o auxílio do *software Idrisi*. A tabulação cruzada das informações dos mapas de uso da terra e cobertura vegetal, assim como o de unidades geombientais com as informações relativas à hipsometria, clinografia e classes de solos, permitiu gerar grande número de dados relevantes para a análise e interpretação das condições ambientais em cada uma das bacias hidrográficas federais em estudo.

Todas as informações e dados dos mapeamentos realizados foram convertidos em tabelas e gráficos para uma melhor compreensão e visualização dos resultados. Cada mapa, tabela e gráfico apresentados foram ainda descritos e, posteriormente, discutidos os resultados apresentados. A síntese do diagnóstico das bacias estudadas resume os principais dados apresentados no estudo realizado de forma mais generalizada e sintética.

O *software Excel* auxiliou na elaboração das planilhas, tabelas e gráficos apresentados nesta pesquisa e o *software Word* foi utilizado para a formatação de todo o texto e apresentação da redação final e resultados alcançados nesta pesquisa.

O fluxograma (Figura 03), a seguir, mostra de forma sintetizada, as etapas do desenvolvimento desta pesquisa.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

---

### 5.1. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO

A partir dos dados vetoriais e alfanuméricos da área de estudo foram elaboradas a base cartográfica de cada bacia em estudo e, posteriormente, o mapeamento e análises referentes à hipsometria, clinografia, classes de solos e uso da terra e cobertura vegetal de cada bacia estudada: bacia do rio Doce, bacia do rio Grande, bacia do rio Jequitinhonha, bacia do rio Paranaíba, bacia do rio Pardo e bacia do rio São Francisco.

Os resultados obtidos, entre mapeamentos, tabulação cruzada, tabelas e gráficos elaborados, assim como as considerações tecidas até o presente momento estão apresentados e descritos a seguir.

#### 5.1.1. BACIA DO RIO DOCE

A bacia do rio Doce é a bacia de menor contribuição hidrográfica dentro do Cerrado em Minas Gerais, ocupando apenas 1646.01 km<sup>2</sup> da área total do Cerrado mineiro, o correspondente a 0.48% desta mesma área.

A região da bacia do rio Doce está compreendida em áreas de Planaltos dissecados, uma zona rebaixada formando a Depressão do rio Doce e um conjunto de relevo mais abrupto formando o divisor de água da bacia, na região da Serra do Espinhaço. A litologia desta bacia é composta por rochas gnáissicas de origem magmática e/ou sedimentar e rochas graníticas do Paleoproterozóico, além de seqüências sedimentares do Mesoproterozóico e rochas datadas do Arqueano.

Para o conhecimento das características ambientais da bacia do rio Doce foram realizados alguns mapeamentos temáticos apresentados e comentados adiante. O MDE do Estado de Minas Gerais permitiu gerar os mapas hipsométrico e clinográfico (Mapas 06 e 07) da bacia em estudo, enquanto os mapas de solos e uso da terra (Mapas 08 e 09) foram elaborados, a partir de dados do IBGE e PROBIO, respectivamente.

As classes definidas para a caracterização da hipsometria e clinografia, na área de estudo, foram delimitadas especificamente com vistas à área da bacia em estudo, a fim de identificar e caracterizar as diferentes formas da paisagem e os processos atuantes na mesma.

Os valores da área mapeada das classes hipsométricas, clinográficas e de solo (km<sup>2</sup> e %) estão apresentados nas Tabelas 01, 02 e 03, e Gráficos 01, 02 e 03 mostrados, a seguir.

Tabela 01 – Área das classes hipsométricas da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

Classes hipsométricas	Intervalos hipsométricos	Área	
		(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 500m	0.00	0.00
2	500 – 750m	685.51	41.65
3	750 – 1000m	531.79	32.31
4	1000 – 1250m	243.29	14.78
5	Maior 1250m	185.42	11.26
<b>Total</b>	<b>..<sup>1</sup></b>	<b>1646.01</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

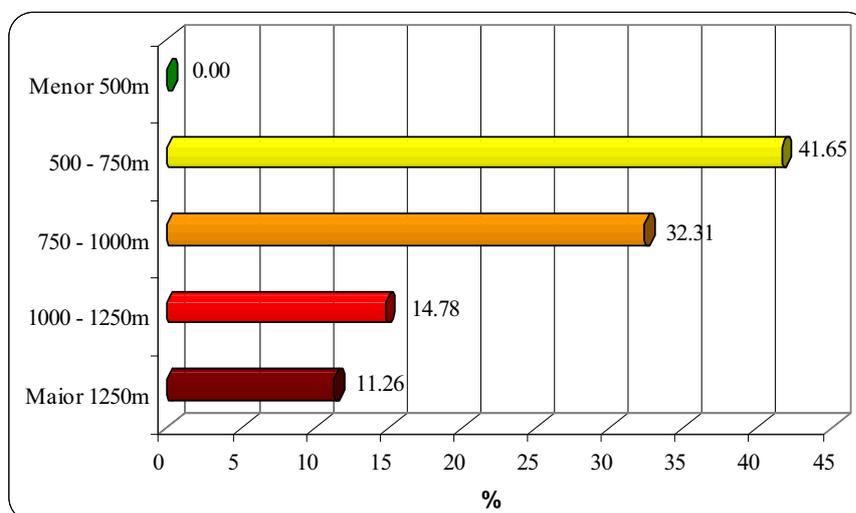


Gráfico 01 – Distribuição percentual das classes de classes hipsométricas na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

Tabela 02 – Área das classes de declividade do terreno na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

Classes clinográficas	Intervalos de declividade do terreno	Caracterização do relevo	Área	
			(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 3%	Plano	38.78	2.36
2	3 – 8%	Suave ondulado	177.40	10.78
3	8 – 20%	Ondulado	741.66	45.06
4	20 – 45%	Fortemente ondulado	616.42	37.45
5	Maior 45%	Montanhoso	71.75	4.36
<b>Total</b>	<b>..<sup>2</sup></b>	<b>..<sup>3</sup></b>	<b>1646.01</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>1, 2, 3</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

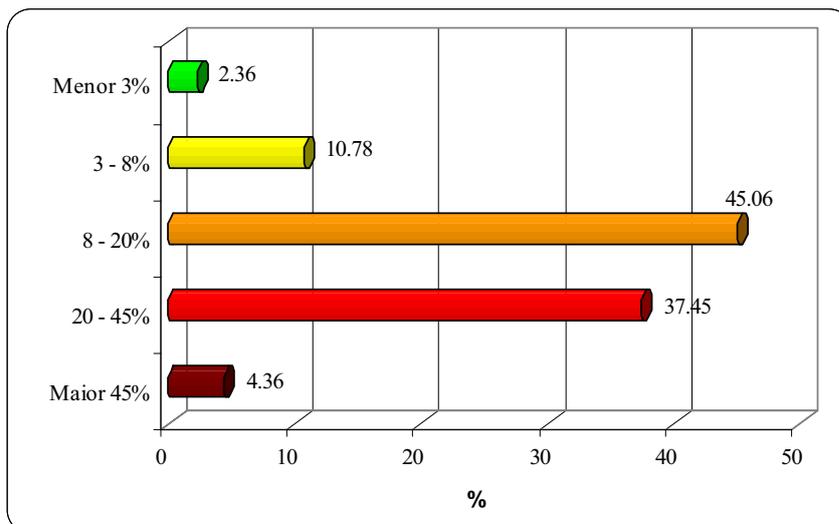


Gráfico 02 – Distribuição percentual das classes de classes clinográficas na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

O mapeamento hipsométrico da bacia do rio Doce permite verificar que 41.65% desta bacia encontram-se inseridos em áreas com altitudes compreendidas entre 500 e 750m de elevação.

O mapeamento clinográfico da bacia, por sua vez, indica que a maior parte da bacia estudada encontra-se em áreas com declive do terreno variando entre 8 a 20%, ou seja, 45.06% da área de estudo se encontram assentados em áreas de relevo ondulado. Em áreas de relevo medianamente ondulado a ondulado ocorre um escoamento superficial rápido na maioria dos solos, oferecendo certas restrições ao uso de alguns tipos de implementos agrícolas, além de exigir práticas agrícolas mais complexas para a conservação dos solos.

De modo geral, os solos predominantes na área da bacia do rio Doce, na área do Cerrado mineiro, compreendem os tipos de Latossolo vermelho, com 42.28% de sua área total, seguido da classe de Argissolo vermelho-amarelo com um total de 36.71% da área total da bacia em estudo.

A identificação das outras classes de solos presentes na bacia em estudo, assim como os valores das áreas de cada classe (km<sup>2</sup> e %), estão descritos a seguir.

Tabela 03 – Área das classes de solo da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

Classificação SiBCS (1999)	Área	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
Argissolo vermelho-amarelo	604.20	36.71
Latossolo vermelho	695.91	42.28
Neossolo litólico	345.90	21.01
.. <sup>4</sup>	<b>1646.01</b>	<b>100.00</b>

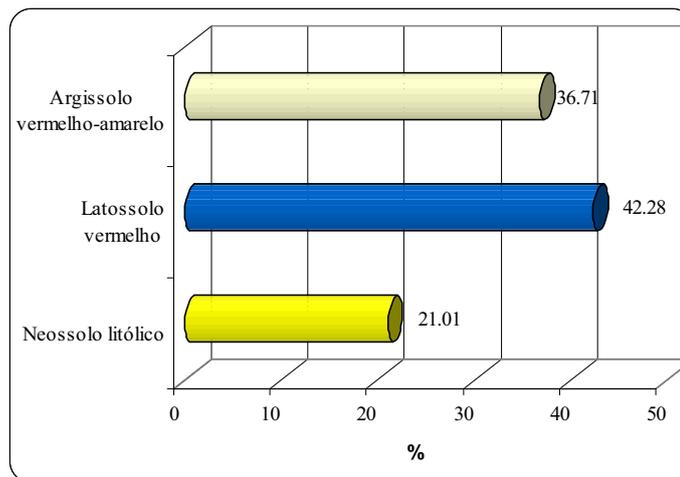
Org.: SILVA, M. K. A./ 2008<sup>4</sup>

Gráfico 03 – Distribuição percentual das classes de classes de solo na bacia do rio Doce na área do Cerrado mineiro

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Doce, dentro da área de estudo, permite verificar a distribuição da ocupação da área da bacia por vegetação natural e as atividades de uso antrópico, conforme Tabela 04 e Gráfico 04, mostrados a seguir.

Tabela 04 – Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

Classes de uso da terra e cobertura vegetal natural	Área	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
SP	128.18	7.79
Sg	393.19	23.89
SN	396.17	24.07
AP	703.10	42.72
R	22.84	1.39
Iu	2.15	0.13
Água	0.38	0.02
<b>Total</b>	<b>1646.01</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>4</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

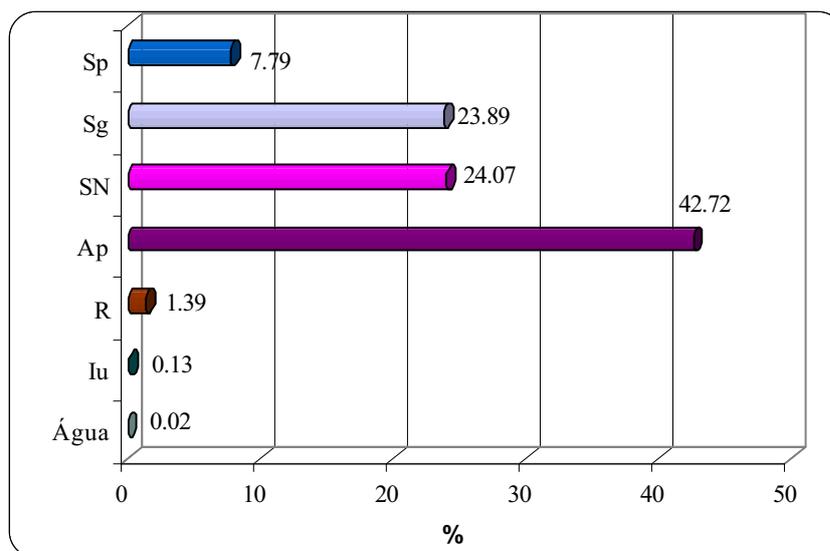


Gráfico 04 – Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro (Classes de uso IBGE/1992)

Os dados de uso da terra e cobertura vegetal apresentados permitem verificar que 44.23% desta área já se apresentam ocupadas por algum tipo de atividade com influência antrópica, ou seja, pela pecuária, reflorestamento, áreas urbanizadas, entre outros usos.

A categoria de corpos d'água compreende 0.02% da bacia em estudo, ou seja, os reservatórios naturais e/ou represas artificiais que foram instaladas ao longo de alguns rios de importante abastecimento hídrico na região.

Uma parcela de 55.75% da bacia em estudo se encontra ainda recoberta por vegetação natural, incluindo especialmente as classes de campos e áreas de contato cerrado/floresta.

As classes de uso da terra predominantes dentre aquelas pertencentes à cobertura vegetal natural da bacia compreendem as classes campestres (31.67%), destacando-se o Campo limpo (Sg) com 23.89% da área da bacia em estudo, seguida da classe de Campo sujo (Sp) correspondendo a uma área de 7.79% da mesma área. Em seguida, há o predomínio da classe de Contato Cerrado/Floresta (SN), responsável por 24.07% da área da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro.

Apesar da pequena extensão da área drenada pela bacia do rio Doce na área do Cerrado mineiro, verifica-se a ausência de áreas de Savana (Sa, Sd) e Floresta (Fs, Fm) na bacia em estudo, o que implica que os cuidados com a preservação das áreas naturais na mesma sejam repensados e a devastação das áreas de cobertura vegetal ainda remanescentes, seja contida.

Dentre as classes de uso antrópico, se destaca a classe de Pastagem (Ap) com o percentual de 42.72% da área da bacia em estudo, seguida pela classe de Reflorestamento (R) com o total de 1.39% da mesma área. Em alguns trechos mais degradados da bacia há o predomínio de grandes áreas de pastagem, com destaque para a pecuária de leite e corte e suinocultura, além de grandes monoculturas de eucaliptos, o que contribui seriamente para a retirada da vegetação nativa.

A partir dos mapas temáticos elaborados (Mapas 06, 07, 08 e 09) e dos dados estatísticos obtidos a partir destes mapeamentos referentes à hipsometria, clinografia, solos e uso da terra da área de estudo, foi realizada uma operação de tabulação cruzada, com ou auxílio do SIG *Idrisi 32*.

O cruzamento das informações de dois mapas distintos (uso da terra x hipsometria, uso da terra x clinografia e uso da terra e solos) permitiu gerar uma série de dados que auxiliam a análise das variáveis ambientais da bacia do rio Doce.

A partir desta operação de tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra com os mapas de hipsometria, clinografia e classes de solo da área de estudo foi possível chegar aos dados apresentados nas Tabelas 05, 06 e 07 e Gráficos 05, 06, 07, 08, 09 e 10, a seguir.

Tabela 05 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes hipsométricas na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

Hipsometria x Uso da terra		Menor 500m	500 – 750m	750 – 1000m	1000 – 1250m	Maior 1250m	Área	
		(km <sup>2</sup> )					(km <sup>2</sup> )	(%)
Sp		0.00	52.90	62.41	10.82	2.06	<b>128.18</b>	<b>7.79</b>
Sg		0.00	55.56	81.81	111.59	144.23	<b>393.19</b>	<b>23.89</b>
SN		0.00	95.66	177.01	89.64	33.86	<b>396.17</b>	<b>24.07</b>
Ap		0.00	457.65	208.94	31.23	5.28	<b>703.10</b>	<b>42.72</b>
R		0.00	21.28	1.56	0.00	0.00	<b>22.84</b>	<b>1.39</b>
Iu		0.00	2.08	0.06	0.00	0.00	<b>2.15</b>	<b>0.13</b>
Água		0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	<b>0.38</b>	<b>0.02</b>
Área Total	(km <sup>2</sup> )	0.00	685.50	531.79	243.29	185.42	<b>1646.01 km<sup>2</sup></b>	
	(%)	0.00	41.65	32.31	14.78	11.26	<b>100.00%</b>	

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

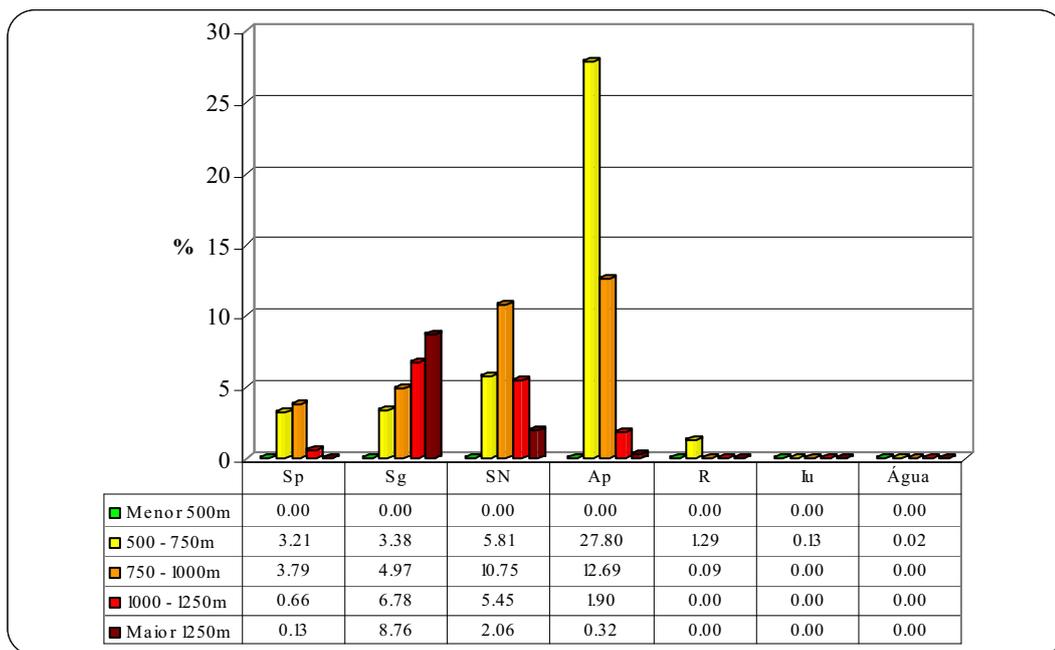


Gráfico 05 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio Doce na área do Cerrado mineiro

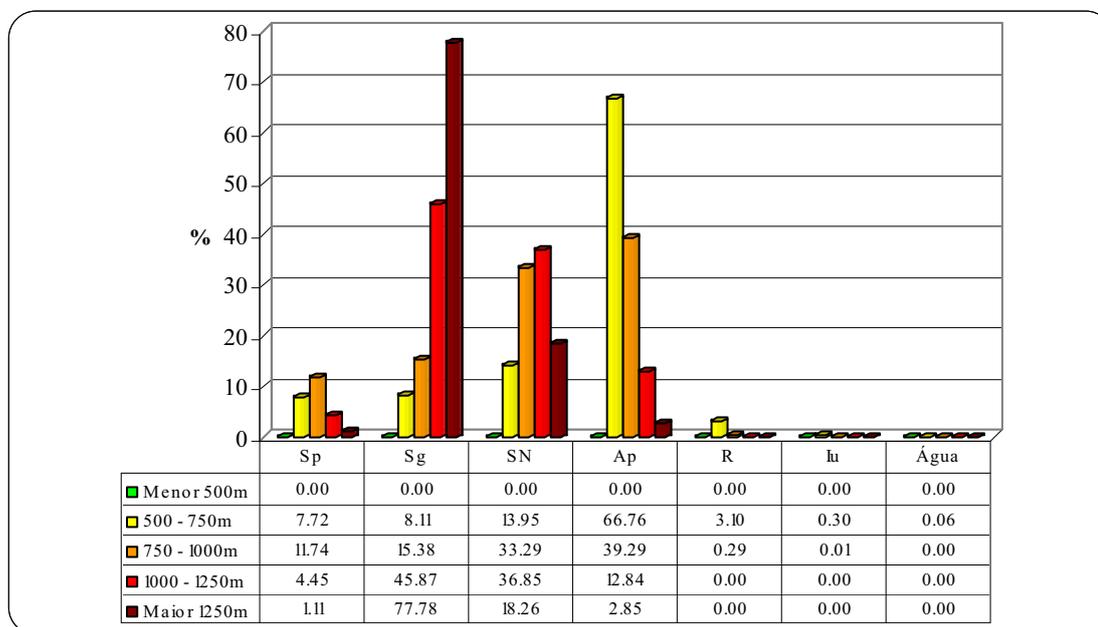


Gráfico 06 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio Doce na área do Cerrado mineiro

Tabela 06 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes clinográficas na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

Clinografia x Uso da terra		Menor 3%	3 – 8%	8 – 20% (km <sup>2</sup> )	20 - 45%	Maior 45%	Área total (km <sup>2</sup> ) (%)	
Sp		2.19	13.47	61.13	47.75	3.65	<b>128.18</b>	<b>7.79</b>
Sg		6.05	40.32	164.40	147.77	34.65	<b>393.19</b>	<b>23.89</b>
SN		6.61	30.03	153.47	184.40	21.66	<b>396.17</b>	<b>24.07</b>
Ap		22.77	88.08	346.42	234.04	11.80	<b>703.10</b>	<b>42.72</b>
R		1.06	5.05	14.92	1.81	0.00	<b>22.84</b>	<b>1.39</b>
Iu		0.04	0.28	1.17	0.66	0.00	<b>2.15</b>	<b>0.13</b>
Água		0.06	0.16	0.15	0.00	0.00	<b>0.38</b>	<b>0.02</b>
<b>Área Total</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	38.78	177.40	741.66	616.42	71.75	<b>1646.01 km<sup>2</sup></b>	
	<b>(%)</b>	2.36	10.78	45.06	37.45	4.36	<b>100.00%</b>	

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

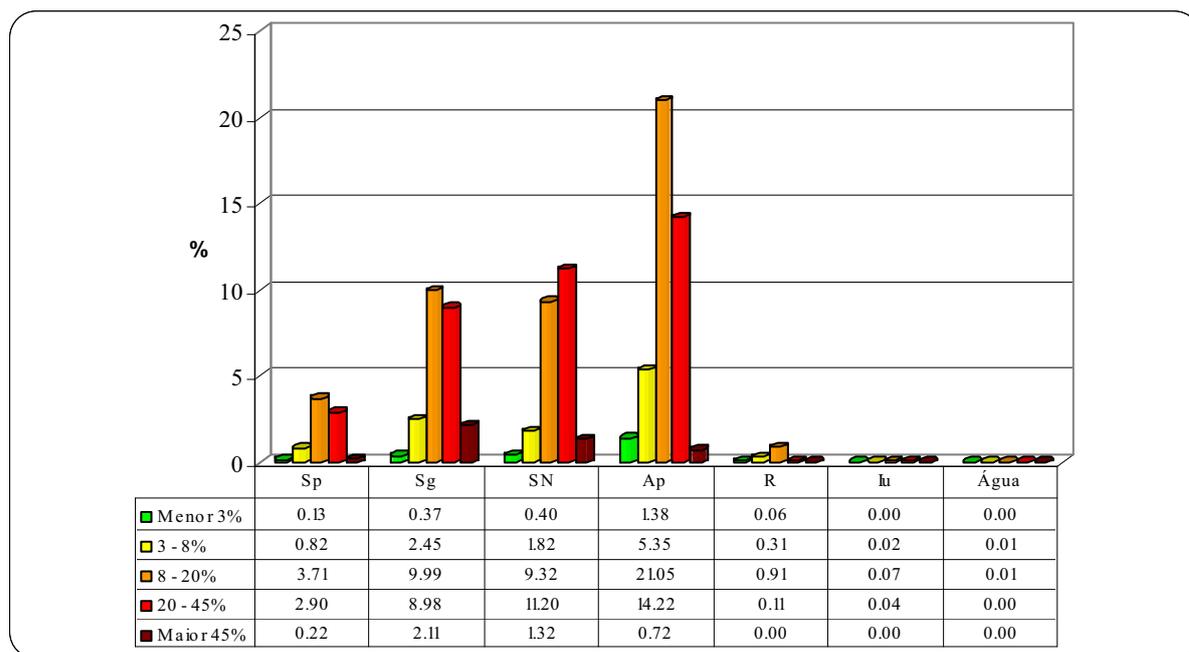


Gráfico 07 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

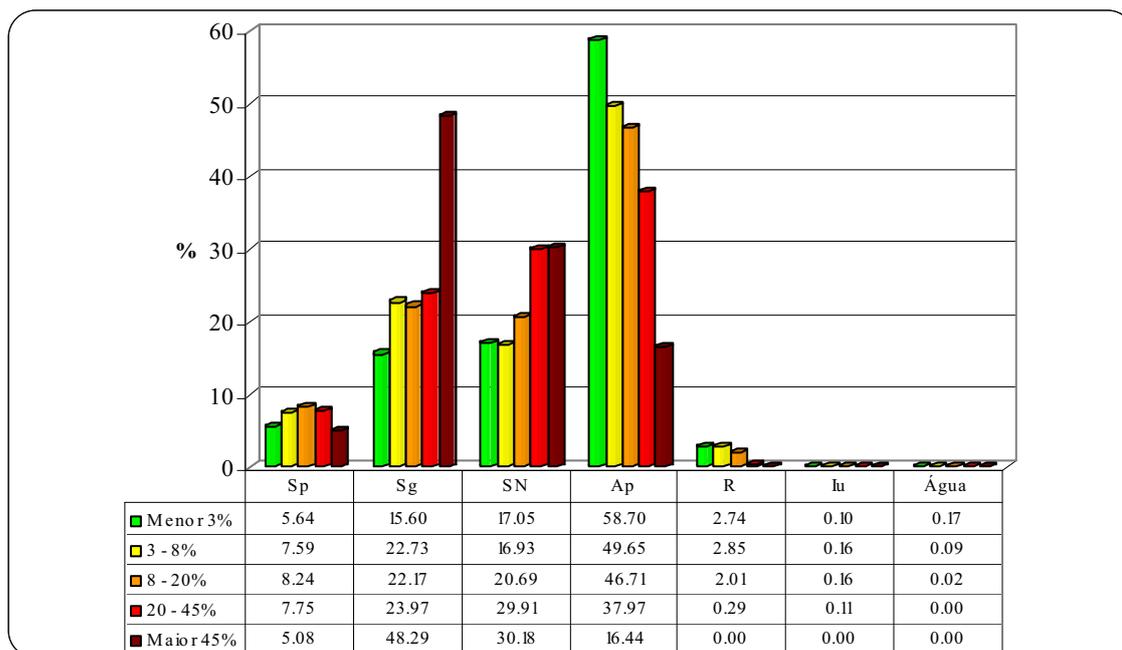


Gráfico 08 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

Tabela 07 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes de solo na bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

Solo x Uso da terra	Argissolo vermelho- amarelo	Latossolo vermelho	Neossolo lítolico	Área total		
				(km <sup>2</sup> )	(%)	
Sp	50.60	68.01	9.57	128.18	7.79	
Sg	1.28	255.96	135.95	393.19	23.89	
SN	96.06	220.50	79.61	396.17	24.07	
Ap	431.15	151.18	120.77	703.10	42.72	
R	22.84	0.00	0.00	22.84	1.39	
Iu	1.89	0.26	0.00	2.15	0.13	
Água	0.38	0.00	0.00	0.38	0.02	
<b>Área Total</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>604.21</b>	<b>695.91</b>	<b>345.90</b>	<b>1646.01 km<sup>2</sup></b>	
	<b>(%)</b>	<b>36.71</b>	<b>42.28</b>	<b>21.01</b>	<b>100.00%</b>	

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

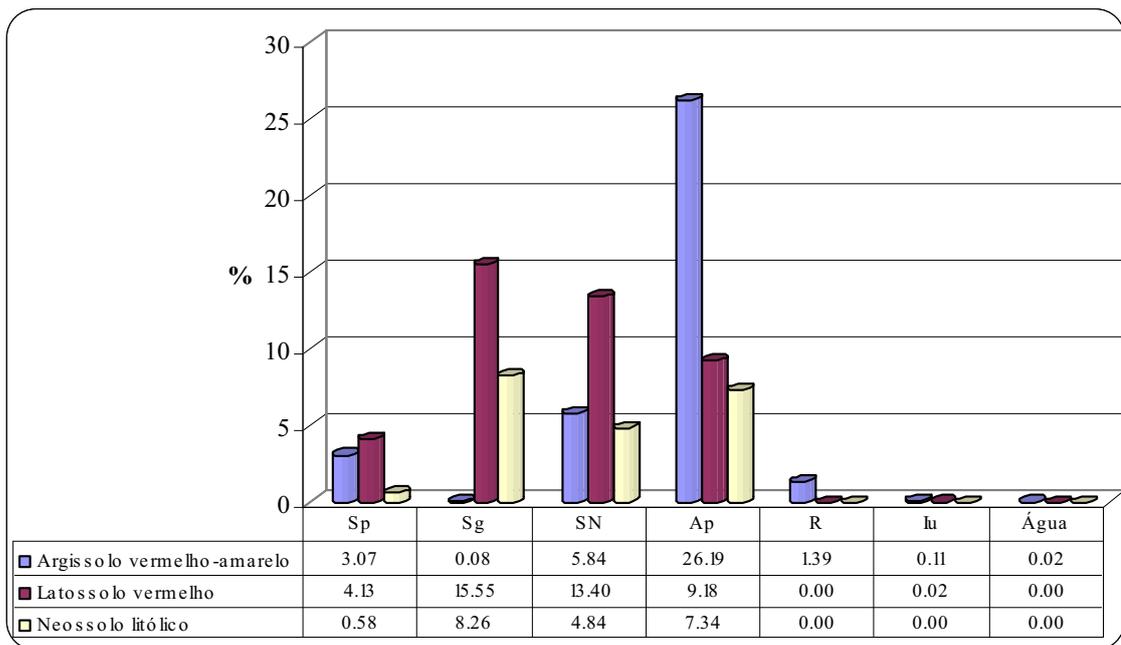


Gráfico 09 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

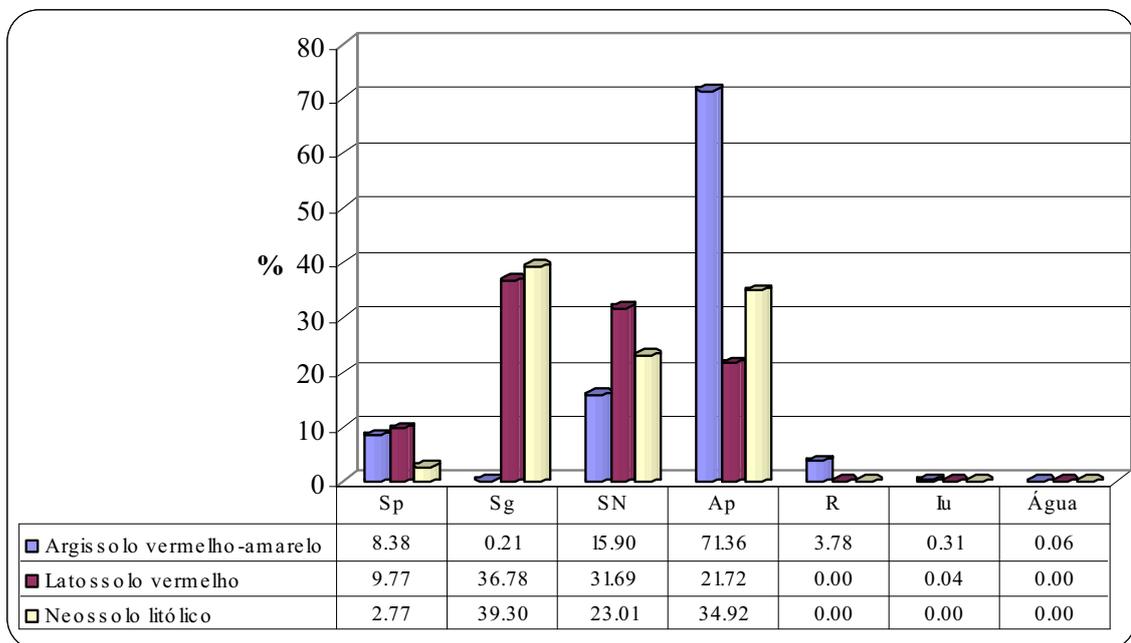


Gráfico 10 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes de solo da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

Ao realizar a tabulação cruzada entre o mapeamento de uso da terra e os mapas de hipsometria, clinografia e solos da bacia em estudo, foi possível chegar a alguns dados apresentados e comentados, a seguir.

O cruzamento dos dados de uso da terra por classes hipsométricas na área de estudo, permite verificar que as classes correspondentes às áreas de vegetação natural se encontram predominantemente concentradas em áreas com intervalo de 750 a 1000m de altitude. A classe de contato Savana/Floresta (SN) prevalece com 10.75% da área da bacia, e ainda, 33.29% do total da classe hipsométrica citada. Em áreas com altitude compreendidas entre o intervalo 500 a 750m, classe hipsométrica predominante na bacia, também há o predomínio da classe de cobertura vegetal relacionada à classe de contato Savana/Floresta (SN) com 5.81% da área da bacia e 8.11% da mesma classe hipsométrica.

As classes relacionadas às atividades antrópicas de Pastagem (Ap) e Reflorestamento (R) se concentram em áreas abrangidas pela classe hipsométrica de 500 a 750m, com valores correspondentes, respectivamente, a 27.80% e 1.29% da área da bacia. Neste intervalo hipsométrico há o predomínio da classe de Pastagem (Ap) com o valor total na área da bacia, já citado, e o valor de 66.76% do total da área da classe hipsométrica citada.

Observa-se, ainda, que a classe de vegetação natural correspondente às áreas de Campo limpo (Sg) se distribui em áreas com altitude de 500m ou superior a esse valor, se concentrando especialmente, na classe hipsométrica correspondente às áreas com mais de 1250m de altitude. O Campo limpo (Sg) se apresenta em 8.76% da área da bacia, ou ainda, em 77.78% da área total da mesma classe hipsométrica.

Observa-se, ainda, a partir do cruzamento dos dados de uso da terra com a clinografia da bacia em estudo, que as classes de vegetação natural correspondentes às áreas campestres, ou seja, Campo limpo (Sg) e Campo sujo (Sp) concentram-se em locais com declive do terreno variando de 8 a 20%, classe clinográfica predominante na bacia em estudo, que correspondem a um relevo medianamente ondulado a ondulado, que exige algumas práticas conservacionistas para a conservação dos solos ali presentes em caso de uso para alguma atividade com influência agropecuária, por exemplo. Os valores das classes citadas de Campo limpo (Sg) e Campo sujo (Sp) correspondem, respectivamente, a 9.99% e 3.71% do total da área da bacia do rio Doce, dentro da classe clinográfica citada.

Dentre as classes de uso antrópico, a Pastagem (Ap) se destaca com 21.05% da área total da bacia, na mesma classe de declive do terreno que varia entre 8 a 20%. Porém, a classe de uso

por Pastagem (Ap), classe de uso dominante na bacia, se destaca ainda em áreas com declive do terreno compreendidas entre o intervalo de 3 a 8%, ou seja, um total de 49.65% da classe clinográfica citada. Seguido a classe de Pastagem (Ap), nota-se a classe de Campo limpo (Sg) com um total de 22.17% da área da classe clinográfica de maior domínio na bacia do rio Doce.

Em áreas com 8 a 20% de declive do terreno, classe clinográfica predominante na bacia em estudo há o predomínio da mesma classe de uso, ou seja, a classe de Pastagem (Ap), com um total de 21.05% da área da bacia, como já citado anteriormente, e ainda, o correspondente a 46.71% do total da classe clinográfica mencionada.

O cruzamento da classificação de uso da terra por classes de solo na área de estudo permite algumas considerações a respeito da presença predominante de certas classes de uso em áreas de diferentes tipos de cobertura de solos.

A classe de solo dominante na bacia, Latossolo vermelho, apresenta-se, em sua maior parte recoberta pela classe de uso da terra por Campo limpo (Sg), totalizando 15.55% da área da bacia, ou ainda, 36.78% da classe de solo citada.

A classe campestre correspondente às áreas de Campo sujo (Sp), se destaca em áreas com solo do tipo Latossolo vermelho, o correspondente a 4.13% da área da bacia do rio Doce. Esta classe de uso corresponde ainda ao valor de 9.77% dentro da classe de Latossolo vermelho citada.

A classe de uso da terra dominante na bacia em estudo, correspondente às áreas de Pastagem (Ap), ocorre especialmente em áreas com a presença de Argissolo vermelho-amarelo (26.19%), com 500 a 750m de altitude (27.80%) e, ainda, com 8 a 20% de declive do terreno (21.05%). O uso por Reflorestamento (R) na bacia, destaca-se em áreas de Argissolo vermelho-amarelo, em um total de 13.9% da bacia e 3.78% da classe de solo citada. A presença de áreas de silvicultura nas outras classes de solo encontradas na área da bacia foi considerada insignificante.

### 5.1.2. BACIA DO RIO GRANDE

A bacia do rio Grande é uma bacia que ocupa 32104.47 km<sup>2</sup> e 9.29% da área total do Cerrado mineiro.

As cotas de altitude mais baixas localizam-se na região de confluência do rio Grande e rio Paranaíba (ponta do Triângulo Mineiro) e as mais altas, na região da Serra da Canastra.

A área da bacia em estudo está inserida no Planalto Meridional, com características de rochas metamórficas Pré-cambrianas do Grupo Canastra. Este se sobrepõe diretamente, por meio de discordância angular erosiva, dos arenitos Botucatu e dos derrames de lavas basálticas da formação Serra Geral, ambas as rochas do Grupo São Bento. Essas características geomorfológicas e geológicas propiciam ao rio Grande, segundo AB' SABER (2003), uma vegetação típica da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, representada pelo domínio dos chapadões recobertos por cerrado e florestas-galeria de diversas composições.

Para o conhecimento das características ambientais da bacia do rio Grande foram realizados alguns mapeamentos temáticos apresentados e comentados adiante. O MDE do Estado de Minas Gerais permitiu gerar os mapas hipsométrico e clinográfico (Mapas 10 e 11) da bacia do rio Grande. Os mapas de solos e uso da terra (Mapas 12 e 13) foram elaborados, a partir de dados do IBGE e PROBIO, respectivamente.

As classes definidas para a caracterização da hipsometria e clinografia, na área de estudo, foram delimitadas especificamente com vistas à área da bacia em estudo, a fim de identificar e caracterizar as diferentes formas da paisagem e os processos atuantes na mesma.

Os valores da área das classes hipsométricas, clinográficas e de uso da terra (km<sup>2</sup> e %) estão apresentados nas Tabelas 08, 09 e 10, e Gráficos 11, 12 e 13 mostrados a seguir.

Tabela 08 – Área das classes hipsométricas da bacia do rio Grande na área do Cerrado mineiro

Classes hipsométricas	Intervalos hipsométricos	Área total	
		(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 500m	6324.39	19.70
2	500 – 750m	12238.45	38.12
3	750 – 1000m	10329.48	32.17
4	1000 – 1250m	2770.09	8.63
5	Maior 1250m	442.07	1.38
<b>Total</b>	.. <sup>5</sup>	32104.47	100.00

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>5</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

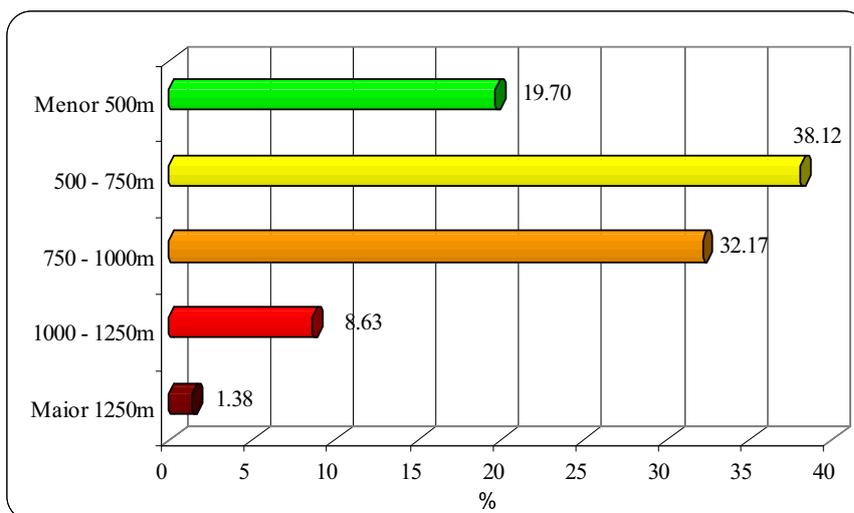


Gráfico 11 – Distribuição percentual das classes hipsométricas na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Tabela 09 – Área das classes clinográficas da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Classes clinográficas	Intervalos de declividade do terreno	Caracterização do relevo	Área total	
			(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 3%	Plano	7423.46	23.12
2	3 – 8%	Suave ondulado	14169.11	44.13
3	8 – 20%	Ondulado	8183.44	25.49
4	20 – 45%	Fortemente ondulado	2101.79	6.55
5	Maior 45%	Montanhoso	226.67	0.71
<b>Total</b>	.. <sup>6</sup>	.. <sup>7</sup>	<b>7423.46</b>	<b>23.12</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

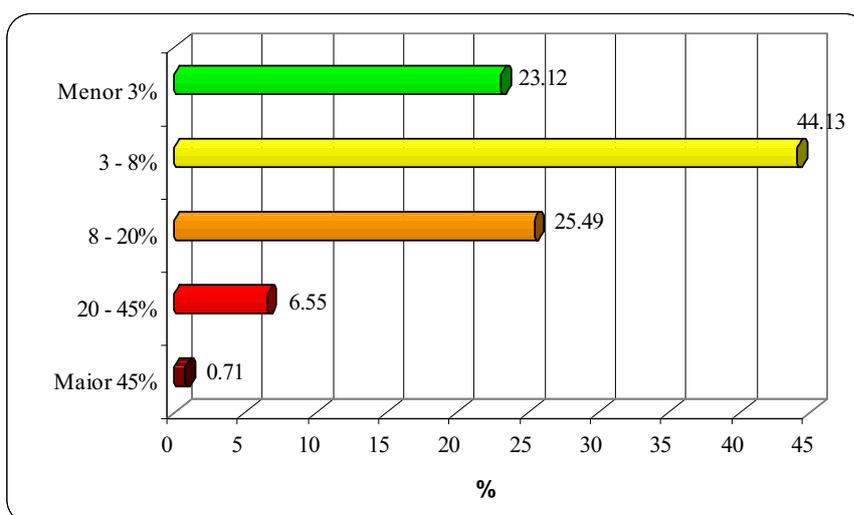


Gráfico 12 – Distribuição percentual das classes clinográficas na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

<sup>6,7</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

O mapeamento hipsométrico da bacia do rio Grande permite verificar que a maior parte desta bacia (38.12%) encontra-se inserida em áreas com altitudes compreendidas entre 500 e 750m de elevação. Assim como na região da bacia do rio Paranaíba, a região da bacia do rio Grande também se caracteriza, de forma geral, por um terreno relativamente plano e pouco acidentado, com a presença de áreas planas favoráveis ao uso agropecuário. A área de relevo mais acidentado e presença de maiores cotas de altitude dentro da bacia estão inseridas na região da Serra da Canastra.

O mapeamento clinográfico da bacia, por sua vez, indica que a maior parte da bacia estudada encontra-se em terrenos com declividade variando de 3 a 8%, ou seja, 44.13% da área de estudo se encontram assentados em áreas de relevo suavemente ondulado. Áreas de superfícies tabulares e com baixa declividade são típicas da região do Cerrado. Nestas áreas o escoamento superficial é lento e a declividade do terreno permite a utilização de maquinário agrícola para as atividades agrônômicas, atividade esta com grande destaque para a região da bacia do rio Grande.

De modo geral, os solos predominantes na área da bacia do rio Grande compreendem os tipos de Latossolo (68.57%), englobando as classes de Latossolo vermelho, em maior expressão, com 62.85% e Latossolo vermelho-amarelo, com 5.72% da bacia em estudo. Seguindo a classe de Latossolo, tem-se a classe de Argissolo vermelho com 8.06% da bacia do rio Grande na área do Cerrado mineiro.

A identificação das outras classes de solos encontradas na bacia em estudo, assim como os valores das áreas de cada categoria (km<sup>2</sup> e %), estão descritas a seguir.

Tabela 10 – Área das classes de solo da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Classificação SiBCS (1999)	Área total	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
Argissolo vermelho	2588.14	8.06
Argissolo vermelho-amarelo	1442.57	4.49
Cambissolo háplico	2244.95	6.99
Latossolo vermelho	20179.00	62.85
Latossolo vermelho-amarelo	1837.94	5.72
Água	2189.53	6.82
Neossolo litólico	1618.20	5.04
Nitossolo vermelho	4.15	0.01
.. <sup>8</sup>	<b>32104.47</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>8</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

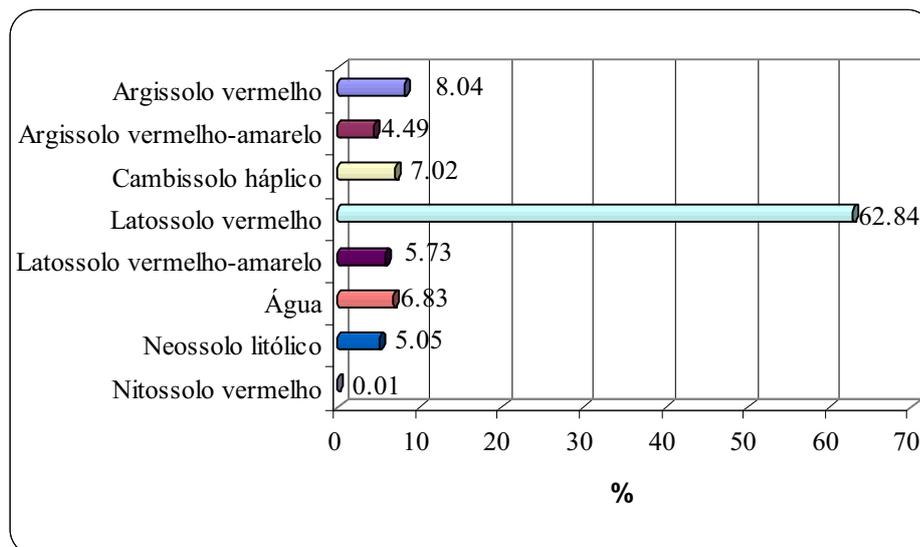


Gráfico 13 – Distribuição percentual das classes de solo na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Grande, dentro da área de estudo, permite verificar que esta área apresenta grande ocupação por atividades de uso antrópico conforme Tabela 11 e Gráfico 14, mostrados a seguir.

Tabela 11 – Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Classes de uso da terra e cobertura vegetal natural	Área total	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fa</b>	1957.38	6.10
<b>Fm</b>	500.57	1.56
<b>Sd</b>	711.23	2.22
<b>As</b>	293.07	0.91
<b>Sp</b>	973.65	3.03
<b>Sg</b>	2242.75	6.99
<b>Pa</b>	0.23	0.00
<b>SN</b>	168.26	0.52
<b>Vs</b>	21.94	0.07
<b>Ac</b>	9117.68	28.40
<b>Ap</b>	14003.01	43.62
<b>R</b>	198.15	0.62
<b>Iu</b>	236.80	0.74
<b>Im</b>	3.99	0.01
<b>Água</b>	1675.75	5.22
<b>Total</b>	<b>32104.47</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

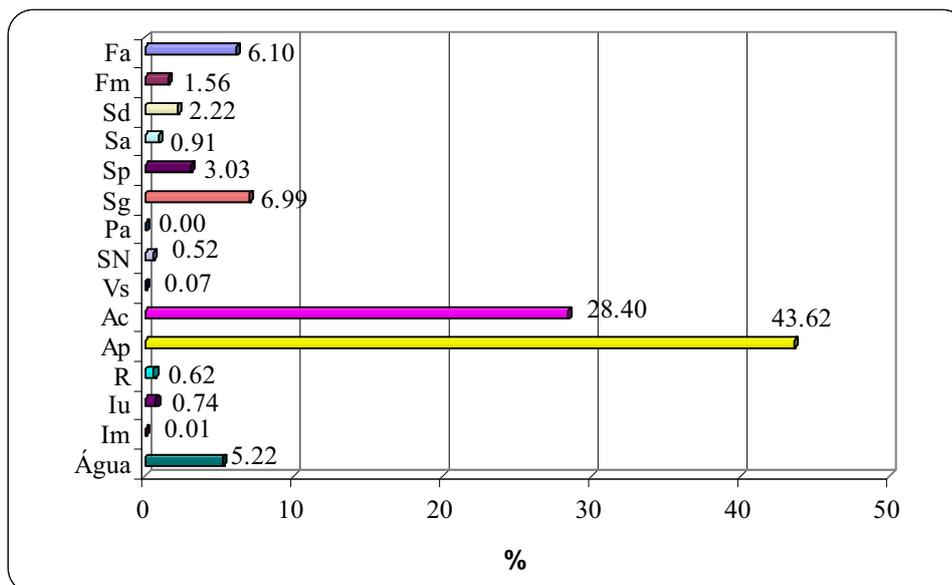


Gráfico 14 – Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro (Classes de uso IBGE/1992)

Os dados de uso da terra e cobertura vegetal apresentados permitem verificar que 73.38% da área da bacia do rio Grande já se apresentam ocupados por algum tipo de atividade com influência antrópica, ou seja, pela agricultura, pecuária, reflorestamento, áreas urbanizadas, atividades minerárias, entre outros usos.

A categoria de corpos d'água compreende 5.22% da bacia em estudo, ou seja, os reservatórios naturais e as represas artificiais que foram instaladas ao longo de alguns rios de importante abastecimento hídrico na região.

Apenas uma parcela de 21.40% da bacia em estudo se encontra ainda recoberta por vegetação natural, incluindo as classes de floresta, cerrado, campos, mata de galeria, entre outras.

As classes de uso da terra predominantes, dentre aquelas pertencentes à cobertura vegetal natural da bacia, compreendem as classes campestres (10.02%), destacando-se o Campo limpo (Sg) com 6.99% da área total da bacia em estudo, seguida da classe de Campo sujo (Sp) correspondendo a uma área de 3.03% da mesma área. Em seguida, predomina a classe de Mata de galeria (Fa), responsável por 6.10% da bacia do rio Grande na área do Cerrado mineiro.

As áreas de Savana (Sa, Sd) e Floresta (Fa, Fm) chegam a 10.79% da bacia em estudo, o que implica que os cuidados com a preservação das áreas naturais na mesma sejam repensados e a devastação das áreas de cobertura vegetal ainda remanescentes, seja contida.

Dentre as classes de uso antrópico, se destacam, pelo potencial econômico da região, as classes de Pastagem (Ap) com o percentual de 43.62% da área da bacia em estudo, seguida pela classe de Agricultura (Ac) com o total de 28.40% da mesma área. A agricultura, apresenta destaque pelas culturas de grãos e cana, além das atividades de floricultura e horticultura, e a pecuária se destaca pela pecuária bovina, amplamente desenvolvida na bacia.

A partir dos mapas temáticos elaborados (Mapas 10, 11, 12 e 13) e dos dados estatísticos obtidos a partir destes mapeamentos referentes à hipsometria, clinografia, solos e uso da terra da área de estudo, foi realizada uma operação de tabulação cruzada, com ou auxílio do SIG *Idrisi 32*.

O cruzamento das informações de dois mapas distintos (uso da terra x hipsometria, uso da terra x clinografia e uso da terra x solos) permitiu gerar uma série de dados que auxiliam a análise das variáveis ambientais da bacia em estudo.

A partir desta operação de tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra com os mapas de hipsometria, clinografia e solos da área de estudo foi possível chegar aos dados apresentados nas Tabelas 12, 13 e 14 e Gráficos 15, 16, 17, 18, 19 e 20, a seguir.

Tabela 12 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes hipsométricas na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Hipsometria x Uso da terra		Menor 500m	500 – 750m	750 – 1000m	1000 – 1250m	Maior 1250m	Área	
		(km <sup>2</sup> )					(km <sup>2</sup> )	(%)
Fa		501.84	858.82	471.35	123.14	1.55	1956.70	6.09
Fm		7.50	56.42	300.53	132.09	5.63	502.17	1.56
Sd		138.87	501.33	60.69	8.33	0.00	709.22	2.21
As		0.00	43.59	183.19	66.51	0.60	293.89	0.92
Sp		97.83	461.30	354.75	58.54	0.94	973.36	3.03
Sg		18.16	264.26	701.65	885.80	375.58	2245.45	6.99
Pa		0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00
SN		0.00	18.33	138.44	11.07	0.00	167.84	0.52
Vs		4.23	0.30	16.07	1.42	0.00	22.02	0.07
Ac		2018.00	4641.98	1945.21	503.20	5.65	9114.04	28.39
Ap		2891.94	4913.47	5304.40	884.51	8.07	14002.39	43.62
R		0.00	36.10	23.23	94.18	44.59	198.10	0.62
Iu		25.09	50.86	153.97	7.02	0.00	236.95	0.74
Im		0.19	3.79	0.00	0.00	0.00	3.98	0.01
Água		607.76	368.31	701.98	0.08	0.00	1678.13	5.23
Área Total	(km <sup>2</sup> )	6311.64	12218.86	10355.47	2775.89	442.61	<b>32104.47 km<sup>2</sup></b>	
	(%)	19.66	38.06	32.26	8.65	1.38	<b>100.00%</b>	

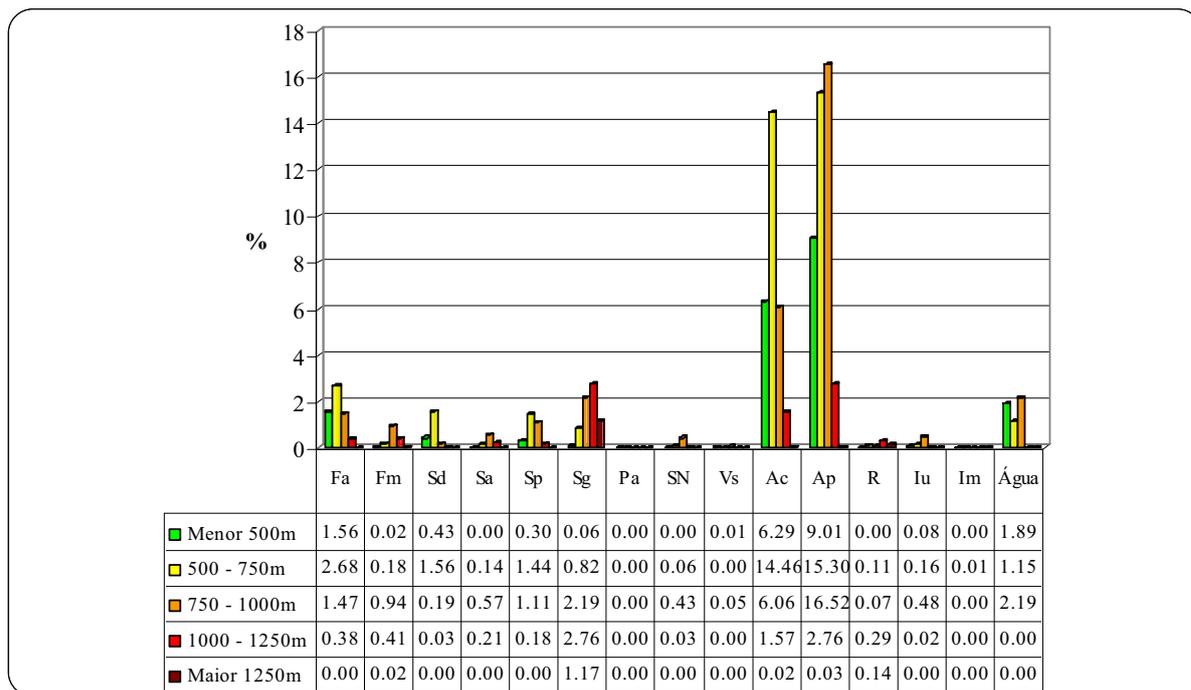


Gráfico 15 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

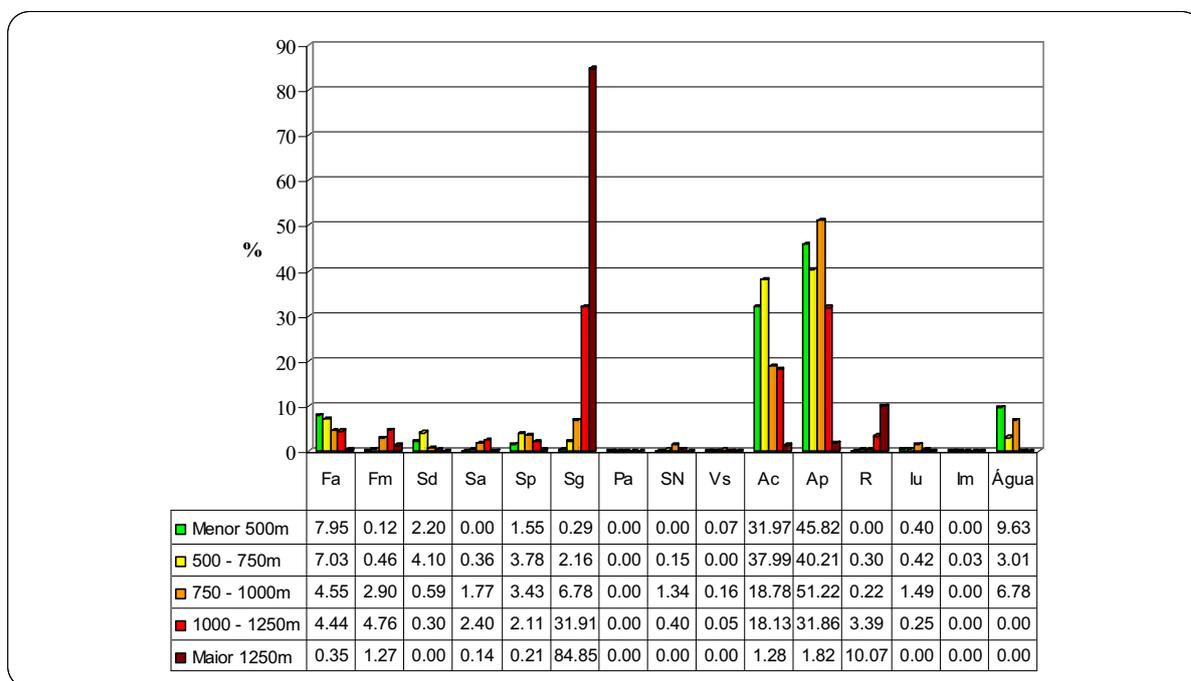


Gráfico 16 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Tabela 13 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes clinográficas na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Clinografia x Uso da terra	Menor 3%	3 – 8%	8 – 20%	20 – 45%	Maior 45%	Área total	
	(km <sup>2</sup> )					(km <sup>2</sup> )	(%)
Fa	453.63	863.41	502.95	130.65	6.05	1956.70	6.09
Fm	35.36	91.20	207.86	151.08	16.67	502.17	1.56
Sd	154.40	317.41	177.97	58.52	0.93	709.22	2.21
As	12.65	61.54	135.69	74.48	9.54	293.89	0.92
Sp	132.68	352.53	319.99	157.27	10.88	973.36	3.03
Sg	109.42	352.57	930.95	710.23	142.29	2245.45	6.99
Pa	0.20	0.02	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00
SN	14.13	44.15	88.85	20.49	0.22	167.84	0.52
Vs	1.64	7.43	9.08	3.58	0.29	22.02	0.07
Ac	2963.66	4517.80	1521.23	106.78	4.56	9114.04	28.39
Ap	2439.04	6816.01	4037.91	674.53	34.89	14002.39	43.62
R	107.59	56.67	32.16	1.68	0.00	198.10	0.62
Iu	61.46	118.23	54.58	2.61	0.06	236.95	0.74
Im	2.20	1.03	0.74	0.02	0.00	3.98	0.01
Água	928.31	557.97	177.27	13.84	0.74	1678.13	5.23
<b>Área Total</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>32104.47 km<sup>2</sup></b>	
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>100.00%</b>	

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

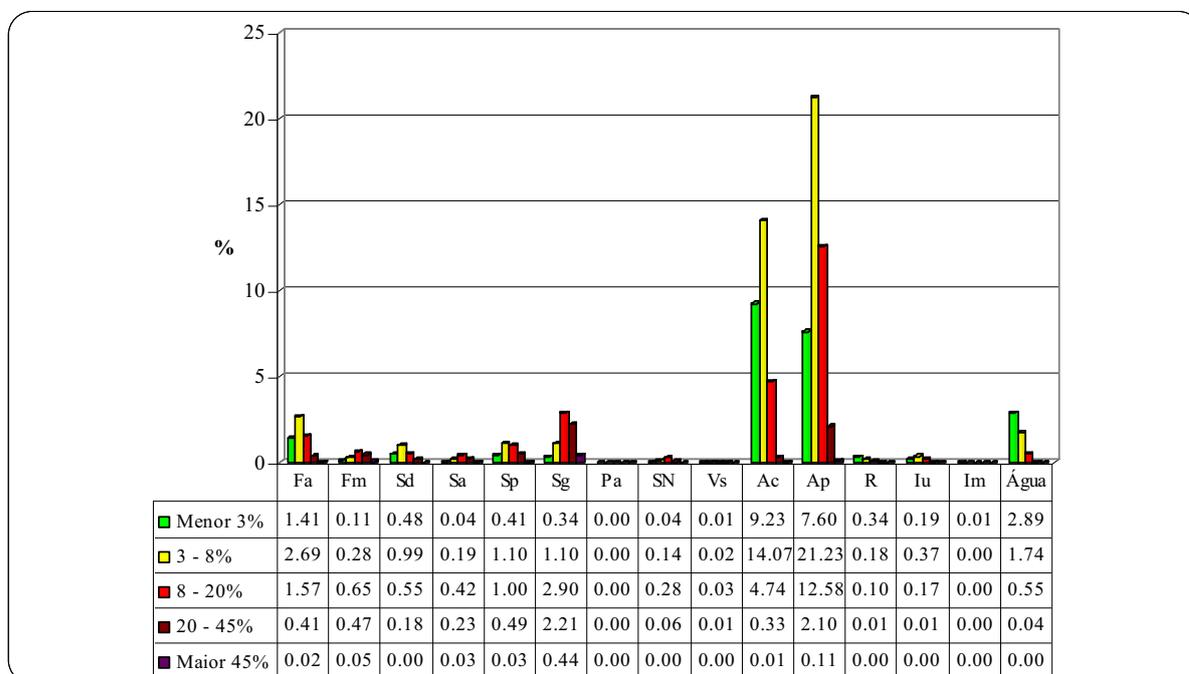


Gráfico 17 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

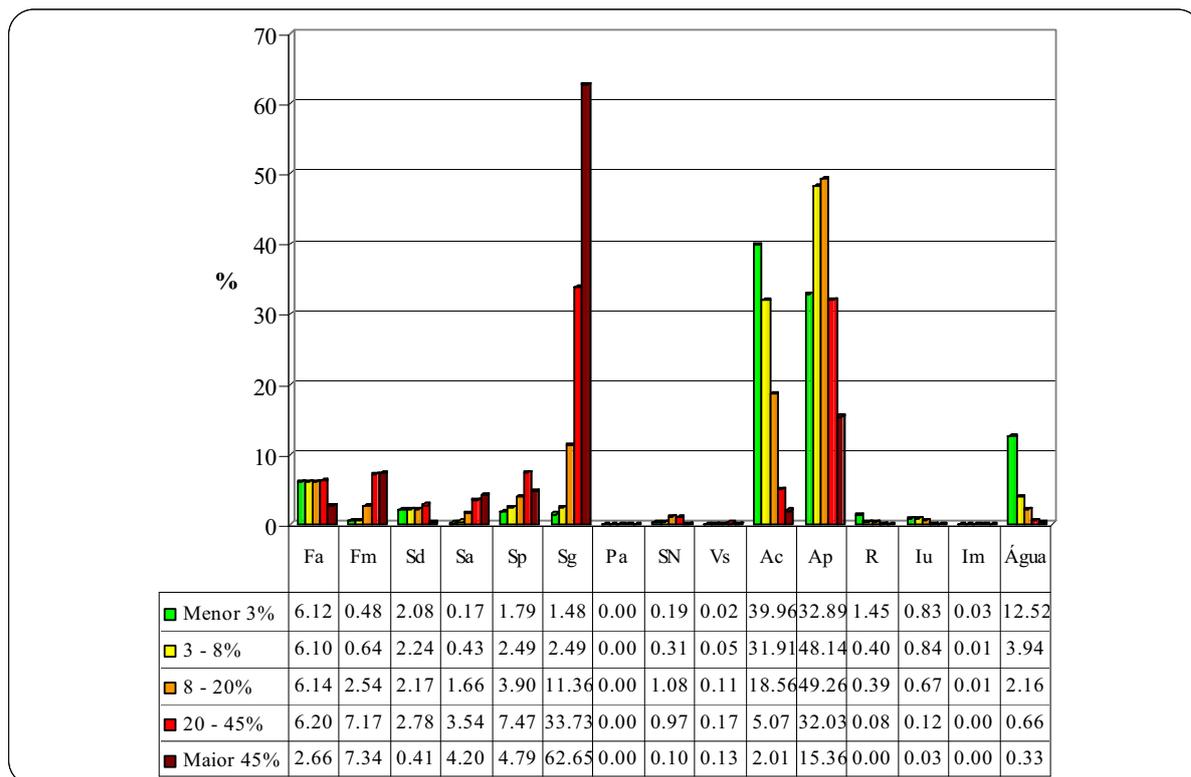


Gráfico 18 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Tabela 14 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes de solo na bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Solo x Uso da terra	Argissolo vermelho	Argissolo vermelho- amarelo	Cambissolo háplico	Latossolo vermelho	Latossolo vermelho- amarelo	Água	Neossolo litólico	Nitossolo vermelho	Área total	
	(km <sup>2</sup> )								(km <sup>2</sup> )	(%)
Fa	231.54	145.32	67.01	1270.44	145.38	68.87	28.17	0.00	1956.72	6.09
Fm	0.00	23.88	76.31	261.54	30.28	59.07	51.10	0.00	502.17	1.56
Sd	143.93	121.50	2.90	401.80	0.00	19.86	19.24	0.00	709.23	2.21
As	2.46	15.88	26.89	207.44	23.48	7.99	9.75	0.00	293.90	0.92
Sp	269.30	77.30	161.14	360.64	22.95	63.52	16.95	1.52	973.32	3.03
Sg	4.58	0.14	666.31	635.98	15.21	52.79	870.46	0.00	2245.48	6.99
Pa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.23	0.00
SN	0.00	21.60	3.69	40.37	102.19	0.00	0.00	0.00	167.85	0.52
Vs	0.00	0.00	0.00	8.70	12.58	0.74	0.00	0.00	22.02	0.07
Ac	327.25	287.66	165.44	7144.32	715.41	421.66	49.71	2.62	9114.06	28.39
Ap	1591.54	742.22	877.07	8757.49	745.16	747.97	540.88	0.00	14002.35	43.61
R	0.35	1.51	53.37	137.00	0.06	5.82	0.00	0.00	198.10	0.62
Iu	2.66	4.62	6.19	190.13	27.71	2.53	3.11	0.00	236.95	0.74
Im	0.00	0.00	0.00	3.98	0.00	0.00	0.00	0.00	3.98	0.01
Água	6.12	0.27	146.64	753.59	0.09	740.12	31.29	0.00	1678.12	5.23
Área (km <sup>2</sup> )	2579.73	1441.90	2252.95	20173.44	1840.49	2191.16	1620.65	4.14	<b>32104.46</b>	<b>km<sup>2</sup></b>
Total (%)	8.04	4.49	7.02	62.84	5.73	6.83	5.05	0.01	<b>100.00</b>	<b>%</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

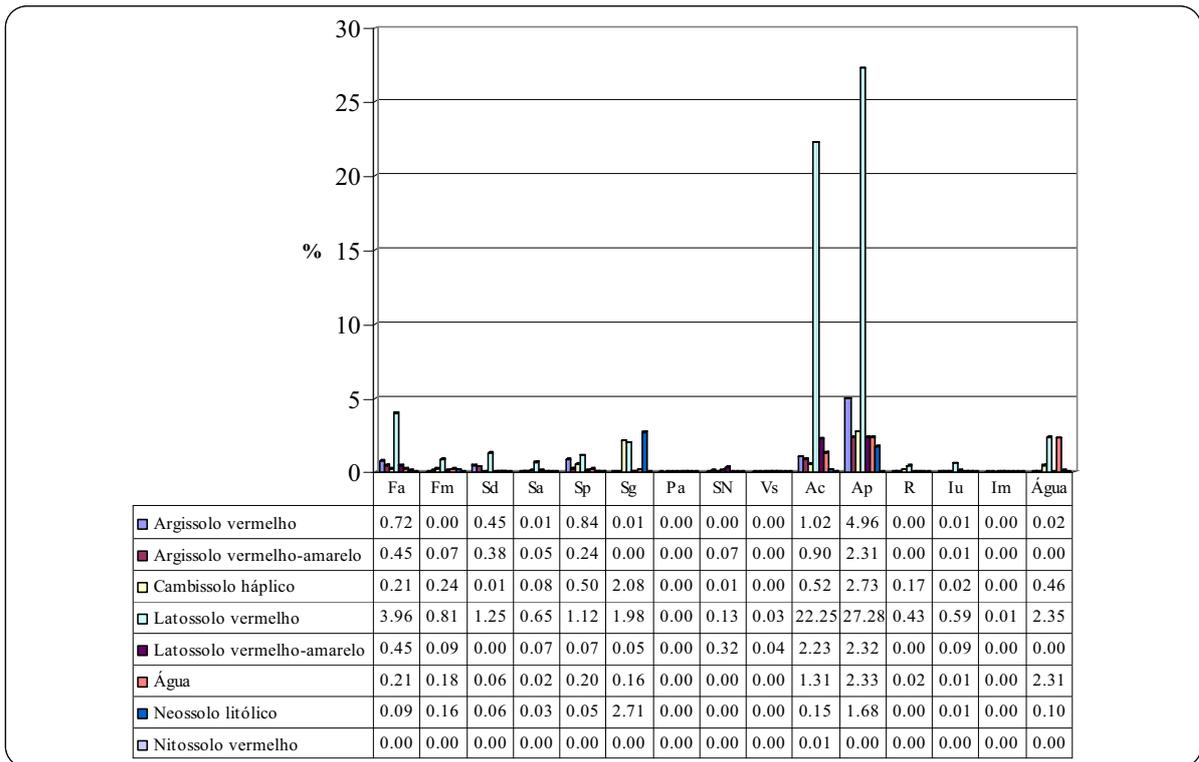


Gráfico 19 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

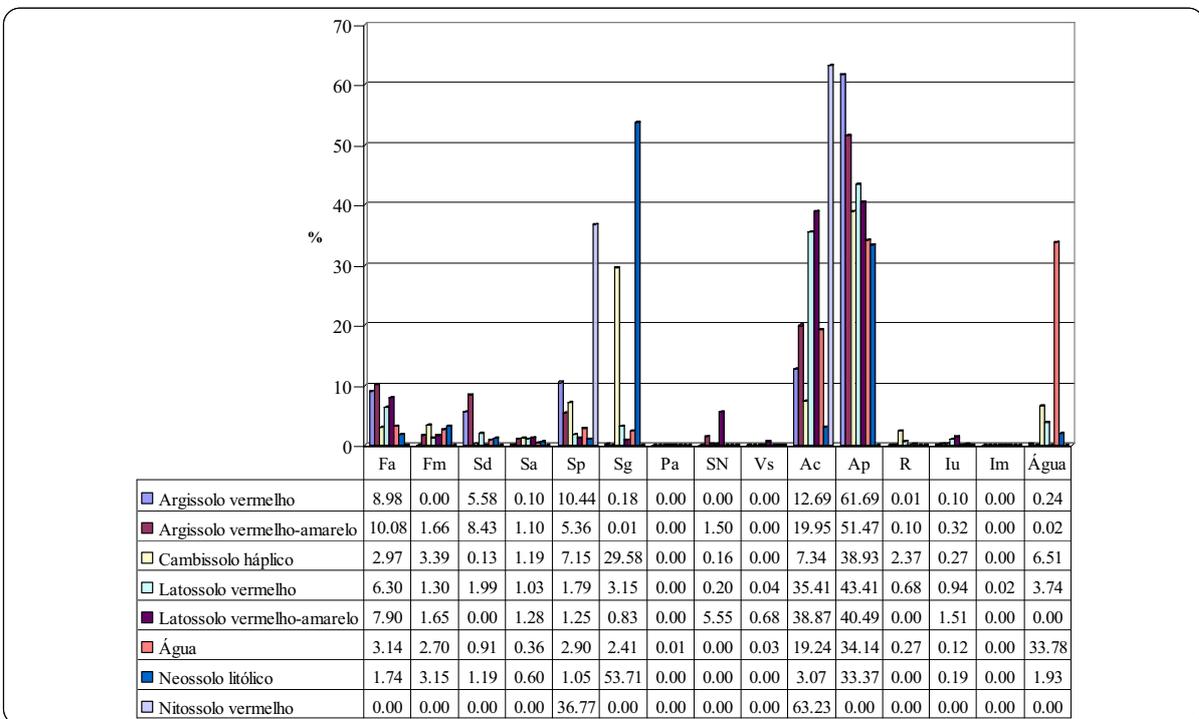


Gráfico 20 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Ao realizar a tabulação cruzada entre o mapeamento de uso da terra e os mapas de hipsometria, clinografia e classes de solo da área de estudo, foi possível chegar a alguns dados apresentados e comentados, a seguir.

O cruzamento dos dados de uso da terra por classes hipsométricas na bacia em estudo, permite verificar que as classes correspondentes às áreas de cobertura vegetal natural se concentram em áreas com intervalo que varia entre 500 a 750m de altitude. Este intervalo hipsométrico, predominante na bacia em estudo, apresenta áreas recobertas principalmente pelo uso por Mata de galeria (Fa) com o total de 2.68% correspondente à área da bacia e o valor de 7.03% desta classe hipsométrica.

Dentre as classes de cobertura vegetal natural, outra classe que se destaca neste intervalo hipsométrico se refere ao uso por Cerradão (Sd) com 1.56% da área da bacia e 4.10% do valor total da classe hipsométrica citada.

Dentre as classes de uso antrópico, há o predomínio de áreas de Pastagem (Ap) nas regiões de altitude compreendidas no mesmo intervalo de 500 a 750m de elevação. Esta classe de uso abrange um total de 15.30% da área da bacia e 40.21% da classe hipsométrica citada. A classe de Pastagem (Ap), classe de uso de predomínio na bacia, se destaca ainda em áreas com altitude variando entre 750 a 1000m dentro da bacia do rio Grande. Neste intervalo hipsométrico, a Pastagem (Ap) ocupa 16.52% da área da bacia e o correspondente a 51.22% das áreas recobertas por esse mesmo intervalo de altitude.

A partir do cruzamento dos dados de uso da terra com os dados clinográficos da área de estudo pode-se fazer outras considerações a respeito da bacia do rio Grande.

Verifica-se que, nas áreas correspondentes à classe clinográfica predominante na área da bacia, ou seja, 3 a 8% de declive do terreno, há o predomínio também da classe de uso de maior destaque na bacia, ou seja, a Pastagem (Ap). Esta classe de uso abrange uma área de 21.23% da área da bacia e 48.14% da classe clinográfica citada, embora também se destaque na classe consecutiva, com valores de declive do terreno variando entre 8 a 20%, com um total de 12.58% da área da bacia e 49.26% da área total recoberta por esta classe clinográfica.

A Agricultura (Ac), por sua vez, destaca-se em áreas de declive do terreno variando entre 3 a 8%, o correspondente a um total de 14.07% da área da bacia e 31.91% da área desta mesma classe citada.

As áreas de Campo limpo (Sg) prevalecem dentro da classe clinográfica de maior declive na bacia em estudo, ou seja, com valores superiores a 45% de declive no terreno. Esta classe chega a atingir o total de 0.44% na área da bacia e o total de 62.65% da área da classe citada.

O cruzamento da classificação de uso da terra por classes de solo na área de estudo permite, por sua vez, considerações a respeito da presença predominante de algumas classes de uso em áreas de diferentes tipos de cobertura de solos.

As áreas de Latossolo vermelho, classe de solo predominante na área da bacia, se apresentam recobertas, especialmente pela classe de uso por Pastagem (Ap), com 27.28% da área da bacia e 43.41% relativos à área total da classe de solo citada. A Agricultura (Ac) também se destaca em áreas de solo do tipo Latossolo vermelho com um total de 22.25% em relação à área total da bacia e o percentual de 35.41% em relação a esta classe de solo.

A classe de Argissolo vermelho concentra, predominantemente, as classes de uso agropecuário, que quando se concentram em áreas de relevo ondulado e alta declividade, associadas a uma alta fertilidade do solo, apresentam destaque para o uso pela Pastagem (Ap) e Agricultura (Ac). Estas classes de uso da terra ocupam, respectivamente, 4.96% e 1.02% da área da bacia, e o total de 61.69% e 12.69% da classe de solo citada.

A classe de uso da terra por Pastagem (Ap), classe de uso dominante na bacia em estudo, é encontrada predominantemente, em áreas com altitude entre 750 a 1000m (16.52%), em terrenos com 3 a 8% de declive (21.23) e solos do tipo Latossolo vermelho (27.28%) dentro da área da bacia do rio Grande.

A classe de uso da terra correspondente às áreas de Agricultura (Ac), ocorre especialmente em áreas com a presença de Latossolo vermelho (22.25%), com 500 a 750m de altitude (14.46%), com 3 a 8% de declive do terreno (14.07%).

### 5.1.3. BACIA DO RIO JEQUITINHONHA

A bacia do rio Jequitinhonha é a quarta maior bacia em contribuição hidrográfica dentro do Cerrado, em Minas Gerais, ocupando 29475.99 km<sup>2</sup> e 8.53% da área do Cerrado mineiro, além de ser responsável por drenar uma das regiões mais pobres de Minas Gerais.

A região da bacia do rio Jequitinhonha está compreendida em áreas de rochas antigas sobre as quais se assentam sedimentos de cobertura do Terciário-Quaternário, Aluviões e Sedimentos Costeiros Recentes. Sobre esse núcleo antigo, principalmente nos altos cursos da bacia, ocorrem rochas sobrejacentes datadas do Proterozóico Médio e Superior, representadas basicamente por quartzitos do Supergrupo Espinhaço e grupo Macaúbas.

Na área da bacia em estudo, predomina o relevo caracterizado pela Serra do Espinhaço, os planaltos e depressão do rio Jequitinhonha, assim como os planaltos dissecados do leste de Minas Gerais, mares de morros e presença de tabuleiros costeiros.

Para o conhecimento das características ambientais da bacia do rio Jequitinhonha foram realizados alguns mapeamentos temáticos apresentados e comentados adiante. O MDE do Estado de Minas Gerais permitiu gerar os mapas hipsométrico e clinográfico (Mapas 14 e 15) da bacia do rio Jequitinhonha. Os mapas de solos e uso da terra (Mapas 16 e 17) foram elaborados, a partir de dados do IBGE e PROBIO, respectivamente.

As classes definidas para a caracterização da hipsometria e clinografia, na área de estudo, foram delimitadas especificamente com vistas à área da bacia em estudo, a fim de identificar e caracterizar as diferentes formas da paisagem e os processos atuantes na mesma.

Os valores da área das classes hipsométricas, clinográficas e de uso da terra e cobertura vegetal natural (km<sup>2</sup> e %) estão apresentados nas Tabelas 15, 16 e 17, e Gráficos 21, 22 e 23 mostrados a seguir.

Tabela 15 – Área das classes hipsométricas da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Classes hipsométricas	Intervalos hipsométricos	Área total	
		(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 500m	992.70	3.37
2	500 – 750m	7534.72	25.56
3	750 – 1000m	17412.50	59.07
4	1000 – 1250m	2899.12	9.84
5	Maior 1250m	636.95	2.16
<b>Total</b>	<b>..<sup>9</sup></b>	<b>29475.99</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>9</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

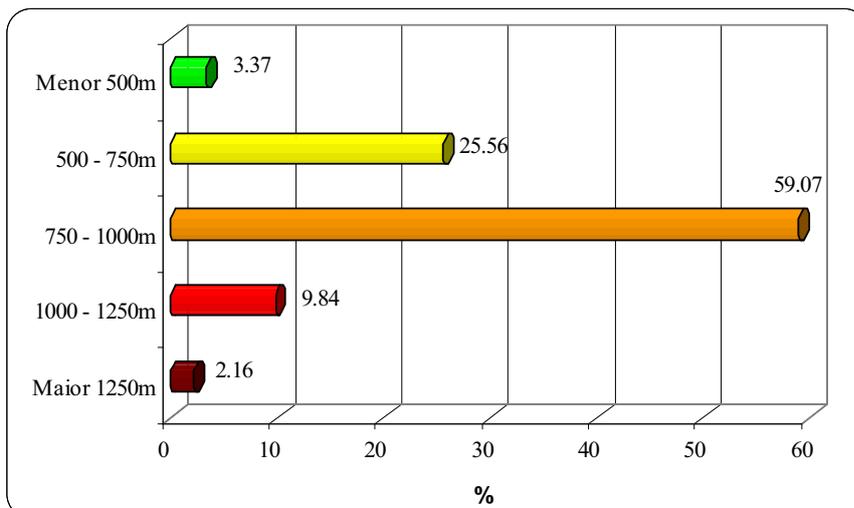


Gráfico 21 – Distribuição percentual das classes de classes hipsométricas na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Tabela 16 – Área das classes clinográficas da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Classes clinográficas	Intervalos de declividade do terreno	Caracterização do relevo	Área total	
			(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 3%	Plano	3605.28	12.23
2	3 – 8%	Suave ondulado	7197.79	24.42
3	8 – 20%	Ondulado	12465.20	42.29
4	20 – 45%	Fortemente ondulado	5914.58	20.07
5	Maior 45%	Montanhoso	293.14	0.99
<b>Total</b>	.. <sup>10</sup>	.. <sup>11</sup>	<b>29475.99</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

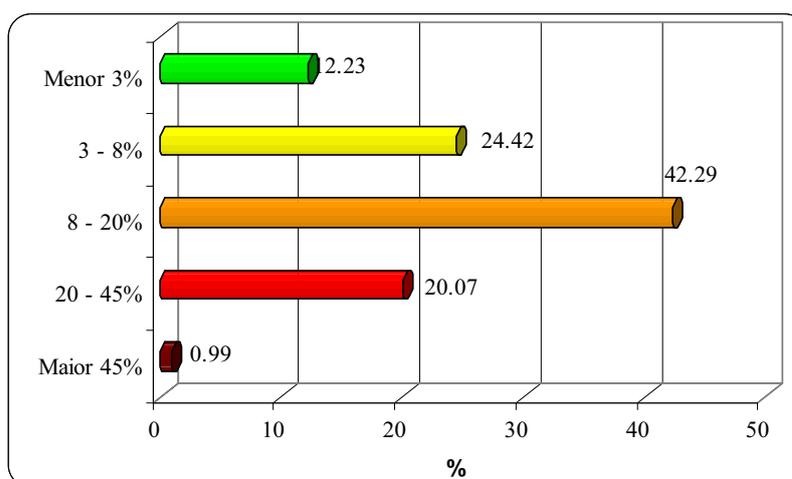


Gráfico 22 – Distribuição percentual das classes clinográficas na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

<sup>10, 11</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

O mapeamento hipsométrico da bacia do rio Jequitinhonha permite verificar que a maior parte desta área (59.07%) encontra-se inserida em áreas com altitudes compreendidas entre 750 e 1000m de elevação. Esta classe hipsométrica corresponde, de forma geral, a um terreno relativamente plano e pouco acidentado. A área de relevo mais acidentado e presença de maiores cotas de altitude dentro da bacia compreende a região da Serra do Espinhaço.

O mapeamento clinográfico da bacia, por sua vez, indica que a maior parte da bacia estudada encontra-se em terrenos com 8 a 20% de declividade, ou seja, 42.29% da área de estudo se encontram assentados em áreas de relevo ondulado. Nestas áreas de relevo medianamente ondulado a ondulado ocorre um escoamento superficial rápido na maioria dos solos, oferecendo certas restrições ao uso de alguns tipos de implementos agrícolas, além de exigir práticas agrícolas mais complexas para a conservação dos solos.

De modo geral, a classe de solo predominante na bacia do rio Jequitinhonha compreende o Neossolo litólico com 43.23% da área da bacia. Em seguida, surge a classe dos Argissolos vermelho e vermelho-amarelo com um total de 24.70% da área da mesma área e, logo após, a classe dos tipos de Latossolo amarelo, Latossolo vermelho e Latossolo vermelho-amarelo, abrangendo um total de 22.47% da área da bacia do rio Jequitinhonha na área do Cerrado mineiro.

A identificação das outras classes de solos encontradas na bacia em estudo, assim como os valores das áreas de cada classe (km<sup>2</sup> e %), estão descritas a seguir.

Tabela 17 – Área das classes de solo da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Classificação SiBCS (1999)	Área total	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
Argissolo vermelho	4762.18	16.16
Argissolo vermelho-amarelo	2518.82	8.55
Cambissolo háplico	2829.69	9.60
Latossolo amarelo	14.14	0.05
Latossolo vermelho	4694.61	15.93
Latossolo vermelho-amarelo	1913.52	6.49
Neossolo litólico	12743.03	43.23
.. <sup>12</sup>	<b>29475.99</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>12</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

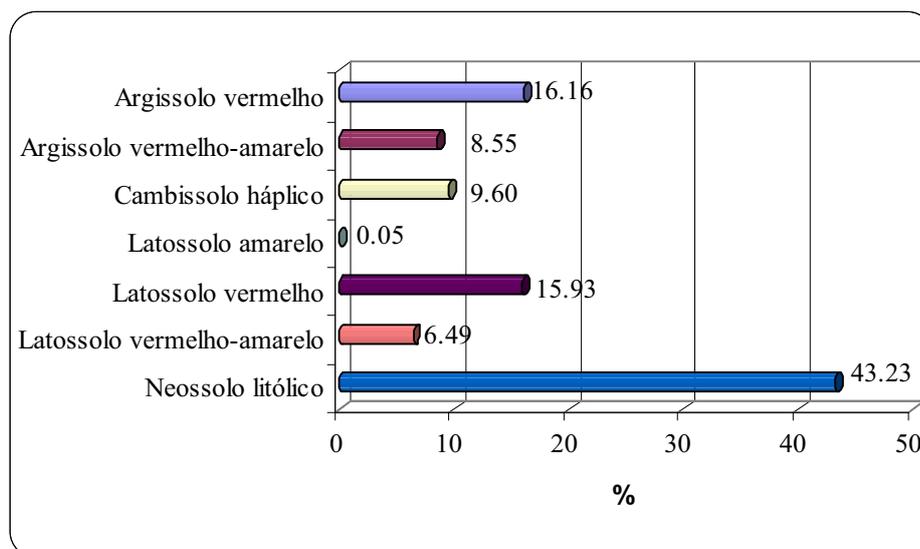


Gráfico 23 – Distribuição percentual das classes de solo na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Jequitinhonha dentro da área de estudo permite verificar a distribuição da ocupação pela vegetação natural e pelas atividades de uso antrópico, conforme Tabela 18 e Gráfico 24, mostrados a seguir.

Tabela 18 – Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Classes de uso da terra e cobertura vegetal natural	Área total	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
Fa	79.96	0.27
Cs	85.33	0.29
Cm	5.22	0.02
Sd	68.56	0.23
As	763.05	2.59
Sp	11112.75	37.70
Sg	7368.27	25.00
SN	1992.19	6.76
Ac	4.53	0.02
Ap	2082.72	7.07
R	5876.90	19.94
Iu	34.78	0.12
Água	1.73	0.01
<b>Total</b>	<b>29475.99</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

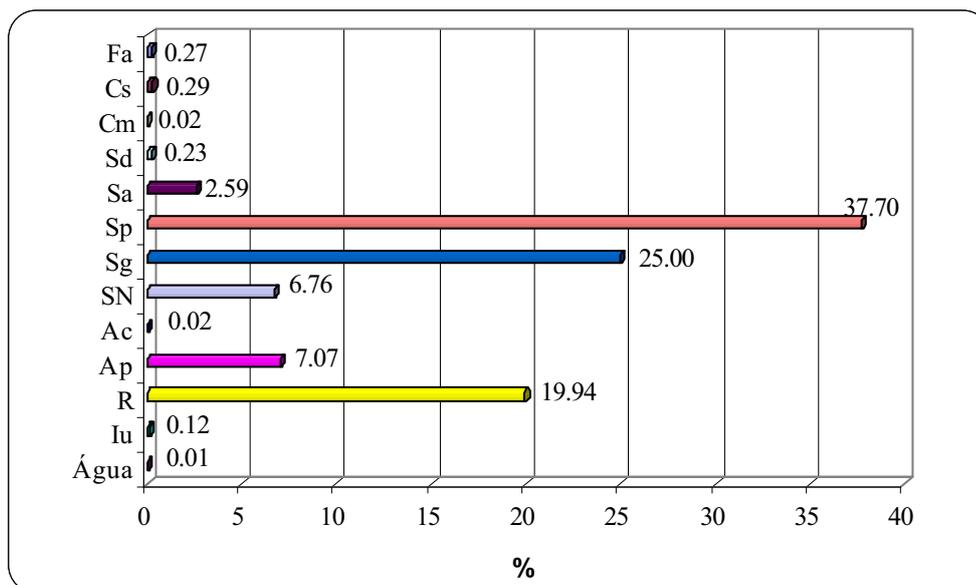


Gráfico 24 – Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro (Classes de uso IBGE/1992)

Os dados de uso da terra e cobertura vegetal apresentados permitem verificar que 27.14% da área da bacia do rio Jequitinhonha já se apresentam ocupadas por algum tipo de atividade com influência antrópica, ou seja, pela agricultura, pecuária, reflorestamento, áreas urbanizadas, atividades minerárias, entre outros usos.

A categoria de corpos d'água compreende apenas 0,01% da bacia em estudo, ou seja, os reservatórios naturais e/ou represas artificiais que foram instaladas ao longo de alguns rios de importante abastecimento hídrico na região.

Verifica-se também, que uma parcela de 72.86% da bacia em estudo se encontra ainda recoberta por vegetação natural, incluindo as classes de floresta, cerrado, campos, mata de galeria, entre outras.

As classes de uso da terra predominantes, dentre aquelas pertencentes à cobertura vegetal natural da bacia, compreendem as classes campestres (62.70%), destacando-se o Campo sujo (Sp) com 37.70% da área da bacia em estudo, seguida da classe de Campo limpo (Sg) correspondendo a uma área de 25.00% da mesma área. Em seguida, predomina a classe de Cerrado (Sa), responsável por 2.59% da bacia do rio Jequitinhonha na área do Cerrado mineiro.

As áreas de Savana (Sa, Sd) e Floresta (Fa, Cs e Fm) juntas chegam a apenas 3.40% da bacia em estudo, o que implica que os cuidados com a preservação das áreas naturais na mesma sejam repensados e a devastação das áreas de cobertura vegetal ainda remanescentes seja contida. O desmatamento, especialmente em áreas de Mata de galeria/ciliar, tem aumentado os focos de erosão e é fator responsável pelo carreamento de sedimentos e, conseqüentemente, o assoreamento dos corpos de água na área da bacia.

Dentre as classes de uso antrópico, se destacam as classes de Reflorestamento (R) com 19.94% da bacia em estudo, seguida pela classe de Pastagem (Ap) com o percentual de 7.07% da mesma área.

O desempenho da agropecuária na bacia do rio Jequitinhonha é considerado baixo, segundo estudos realizados na região, seja por motivos de restrições hídricas e secas periódicas na região ou pela carência de investimentos dos setores público e privado. Estudos realizados pelo IBGE destacam o empenho em modificar o quadro de desenvolvimento econômico precário na região, com o esforço de aperfeiçoar a malha viária, no sentido de melhorar o escoamento de produtos gerados na região ou vindos de outros mercados e melhor distribuir a energia elétrica como forma de canalizar recursos para a implantação de indústrias na região.

Mas, apesar da atividade agrícola não ter grande destaque na bacia do rio Jequitinhonha, o desmatamento para o desenvolvimento da pecuária e, especialmente, da silvicultura (monocultura de eucalipto) tem devastado a cobertura vegetal natural presente na região causando efeitos danosos ao meio ambiente. Além disso, a intensificação e modernização da agricultura existente, a partir de projetos de irrigação na região, são fatores responsáveis por gerar resíduos da utilização de fertilizantes causando danos ao meio ambiente.

A partir dos mapas temáticos elaborados (Mapas 14, 15, 16 e 17) e dos dados estatísticos obtidos a partir destes mapeamentos referentes à hipsometria, clinografia, solos e uso da terra da área de estudo, foi realizada uma operação de tabulação cruzada, com ou auxílio do SIG *Idrisi 32*.

O cruzamento das informações de dois mapas distintos (uso da terra x hipsometria, uso da terra x clinografia e uso da terra e solos) permitiu gerar uma série de dados que auxiliam a análise das variáveis ambientais da bacia em estudo.

A partir desta operação de tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra com os mapas de hipsometria, clinografia e solos da área de estudo foi possível chegar aos dados apresentados nas Tabelas 19, 20 e 21 e Gráficos 25, 26, 27, 28, 29 e 30 a seguir.

Tabela 19 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes hipsométricas na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Hipsometria x Uso da terra	Menor 500m	500 – 750m	750 – 1000m	1000 – 1250m	Maior 1250m	Área total	
	(km <sup>2</sup> )					(km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fa</b>	0.00	20.54	22.41	31.92	5.09	79.96	0.27
<b>Cs</b>	0.00	31.31	47.78	6.25	0.00	85.33	0.29
<b>Cm</b>	0.00	0.00	5.22	0.00	0.00	5.22	0.02
<b>Sd</b>	0.00	10.93	57.23	0.40	0.00	68.56	0.23
<b>As</b>	0.19	75.09	664.64	18.76	4.37	763.05	2.59
<b>Sp</b>	89.98	3960.81	6301.98	748.62	11.35	11112.75	37.70
<b>Sg</b>	893.92	2706.79	1953.89	1226.41	587.26	7368.28	25.00
<b>SN</b>	6.82	544.94	1240.47	189.81	10.15	1992.19	6.76
<b>Ac</b>	0.00	0.49	3.06	0.97	0.00	4.52	0.02
<b>Ap</b>	0.00	129.95	1847.79	93.95	11.03	2082.72	7.07
<b>R</b>	0.00	43.41	5254.30	577.37	1.82	5876.90	19.94
<b>Iu</b>	1.79	10.46	12.00	4.66	5.87	34.78	0.12
<b>Água</b>	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	1.73	0.01
<b>Área Total</b>	(km <sup>2</sup> )	992.70	7534.72	17412.50	2899.12	636.95	<b>29475.99 km<sup>2</sup></b>
	(%)	3.37	25.56	59.07	9.84	2.16	<b>100.00%</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

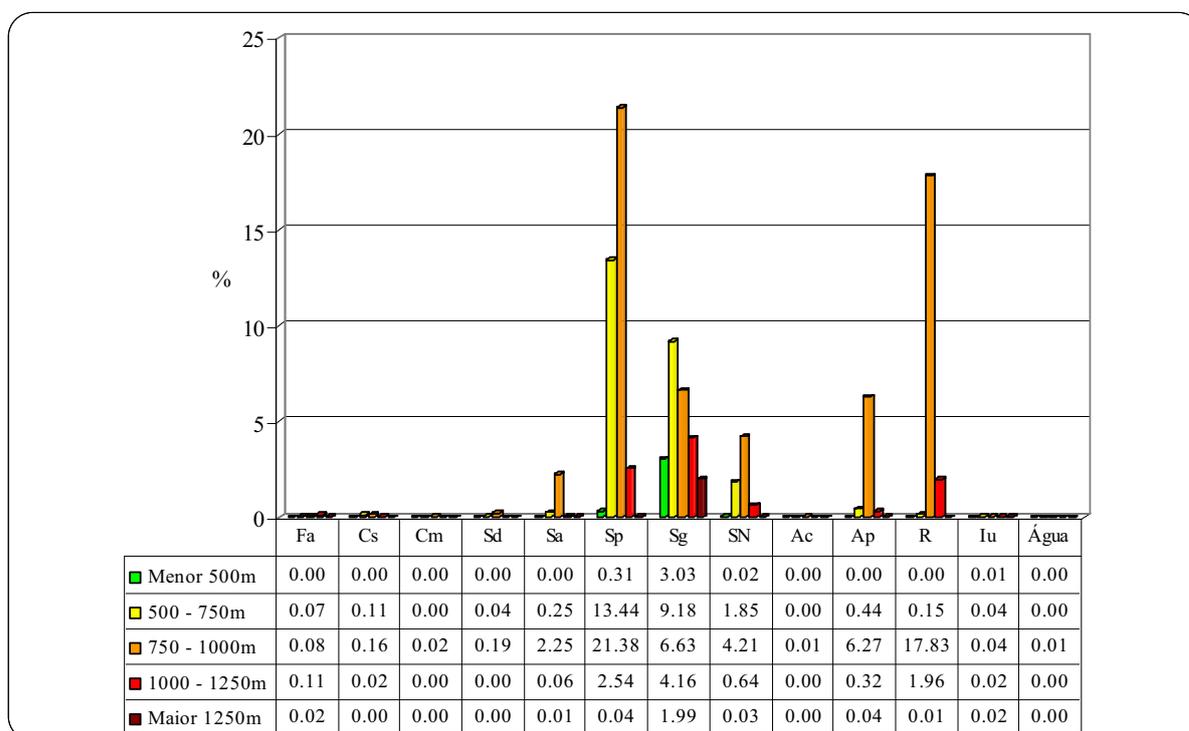


Gráfico 25 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

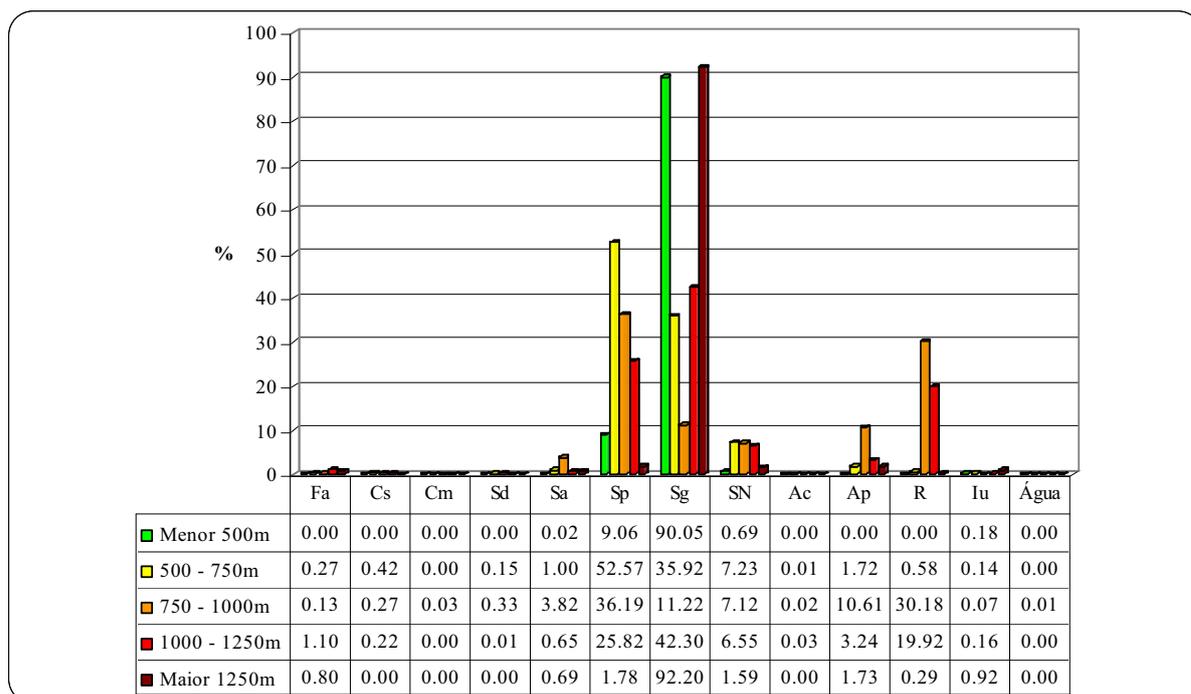


Gráfico 26 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Tabela 20 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes clinográficas na bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Clinografia x Uso da terra	Menor 3%	3 – 8%	8 – 20%	20 – 45%	Maior 45%	Área total	
	(km <sup>2</sup> )					(km <sup>2</sup> )	(%)
Fa	14.94	16.30	36.30	11.90	0.53	79.96	0.27
Cs	14.16	27.61	35.06	8.16	0.35	85.33	0.29
Cm	0.05	0.63	3.80	0.74	0.00	5.22	0.02
Sd	20.22	17.30	21.94	9.04	0.06	68.56	0.23
As	156.54	331.00	213.84	59.22	2.44	763.05	2.59
Sp	612.53	2156.37	5626.48	2623.24	94.12	11112.75	37.70
Sg	239.42	1148.63	3544.59	2276.44	159.20	7368.28	25.00
SN	95.68	254.97	939.29	679.97	22.28	1992.19	6.76
Ac	0.93	1.25	1.47	0.66	0.20	4.52	0.02
Ap	264.77	609.95	1044.61	150.82	12.57	2082.72	7.07
R	2183.21	2623.30	977.84	91.23	1.32	5876.90	19.94
Iu	2.08	9.71	19.76	3.17	0.06	34.78	0.12
Água	0.75	0.76	0.22	0.00	0.00	1.73	0.01
<b>Área Total</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>3605.28</b>	<b>7197.79</b>	<b>12465.20</b>	<b>5914.58</b>	<b>293.13</b>	<b>29475.99 km<sup>2</sup></b>
	<b>(%)</b>	<b>12.23</b>	<b>24.42</b>	<b>42.29</b>	<b>20.07</b>	<b>0.99</b>	<b>100.00%</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

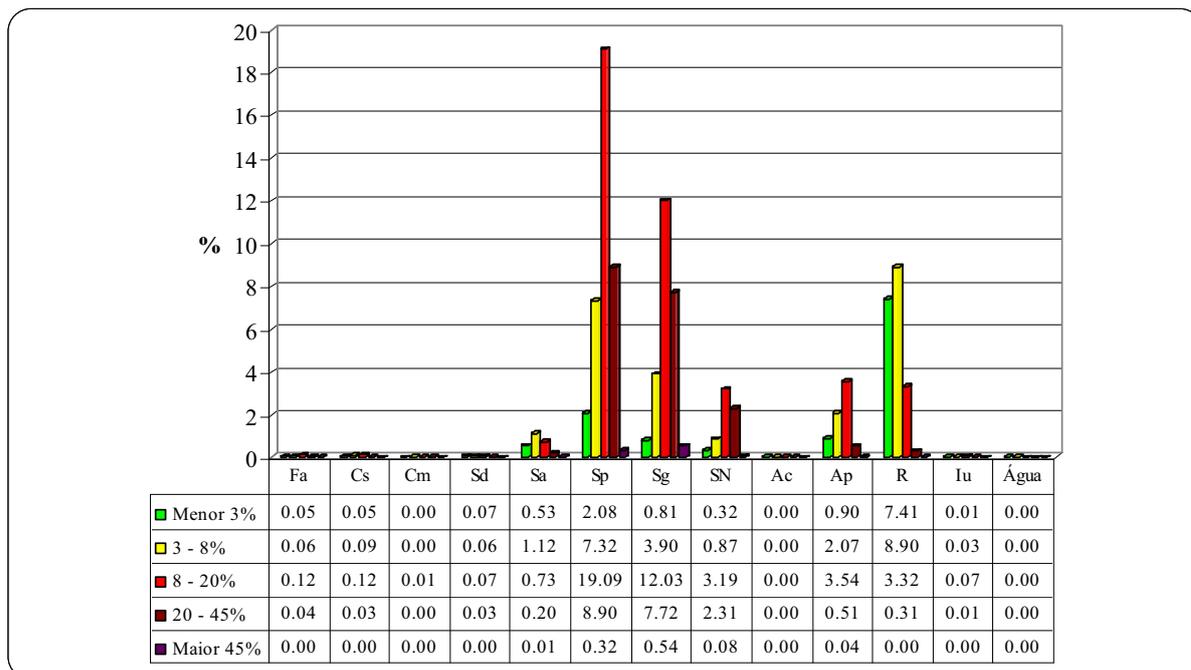


Gráfico 27 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

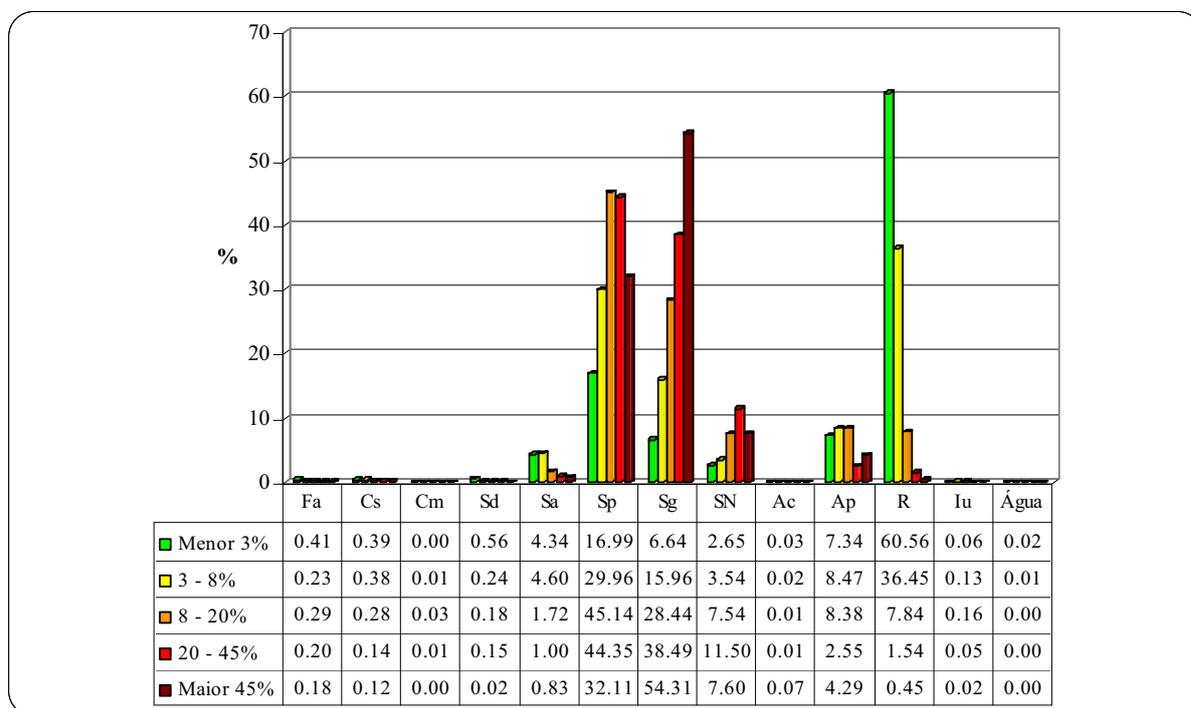


Gráfico 28 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Tabela 21 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes de solo na bacia do rio Jequitinhonha na área do Cerrado mineiro

Solo x Uso da terra	Argissolo vermelho	Argissolo vermelho- amarelo	Cambissolo háplico	Latossolo amarelo	Latossolo vermelho	Latossolo vermelho- amarelo	Neossolo lítolico	Área total	
	(km <sup>2</sup> )							(km <sup>2</sup> )	(%)
Fa	0.00	0.00	0.00	0.00	4.95	0.00	75.01	79.96	0.27
Cs	0.00	0.00	9.23	0.00	8.78	3.00	64.32	85.33	0.29
Cm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.22	0.00	5.22	0.02
Sd	26.74	0.00	33.16	0.00	8.66	0.00	0.00	68.56	0.23
As	74.60	33.35	49.51	0.00	57.32	261.68	286.57	763.05	2.59
Sp	1998.17	1432.72	358.72	8.98	1570.14	474.27	5269.74	11112.75	37.70
Sg	1626.59	210.06	1357.97	0.00	690.33	8.02	3475.30	7368.27	25.00
SN	399.66	193.54	448.77	1.22	251.91	35.17	661.92	1992.19	6.76
Ac	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	4.51	4.52	0.02
Ap	5.65	0.00	10.57	0.00	182.58	364.11	1519.82	2082.72	7.07
R	623.15	643.25	557.70	3.93	1917.25	760.74	1370.88	5876.90	19.94
Iu	7.62	5.89	4.07	0.00	2.44	0.00	14.77	34.78	0.12
Água	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	1.30	0.19	1.73	0.01
Área (km <sup>2</sup> )	4762.17	2518.82	2829.69	14.14	4694.61	1913.52	12743.03	<b>29475.98</b>	<b>km<sup>2</sup></b>
Total (%)	16.16	8.55	9.60	0.05	15.93	6.49	43.23	<b>100.00</b>	<b>%</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

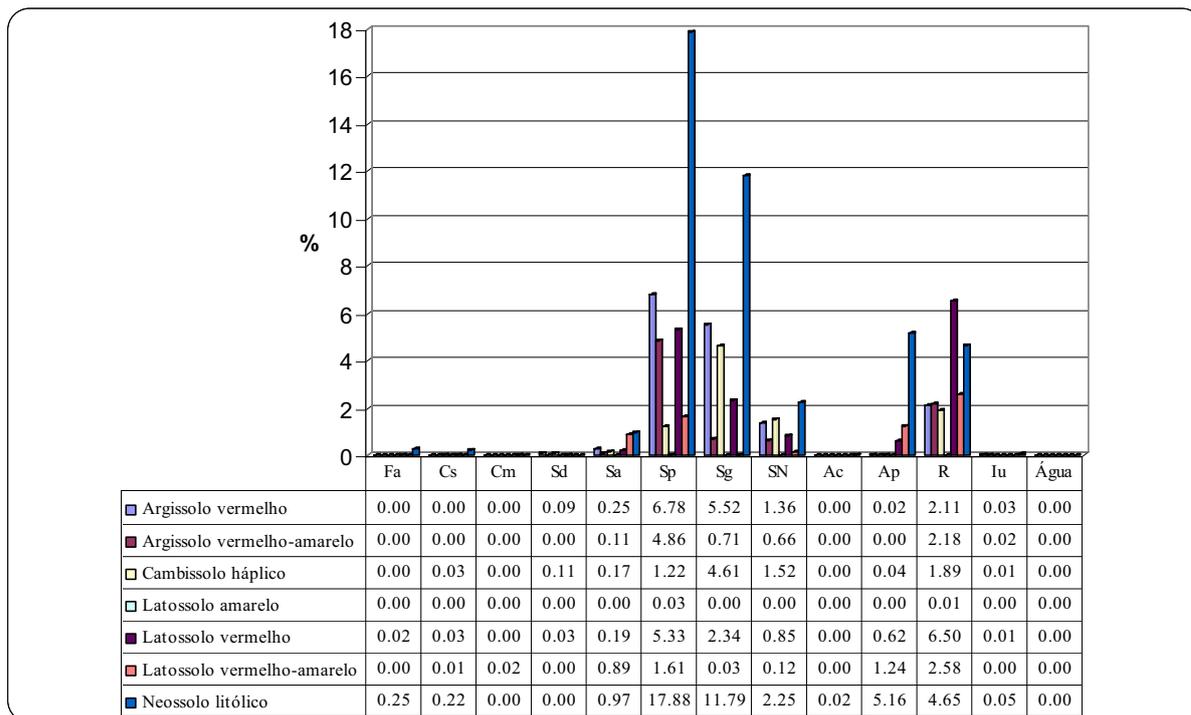


Gráfico 29 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

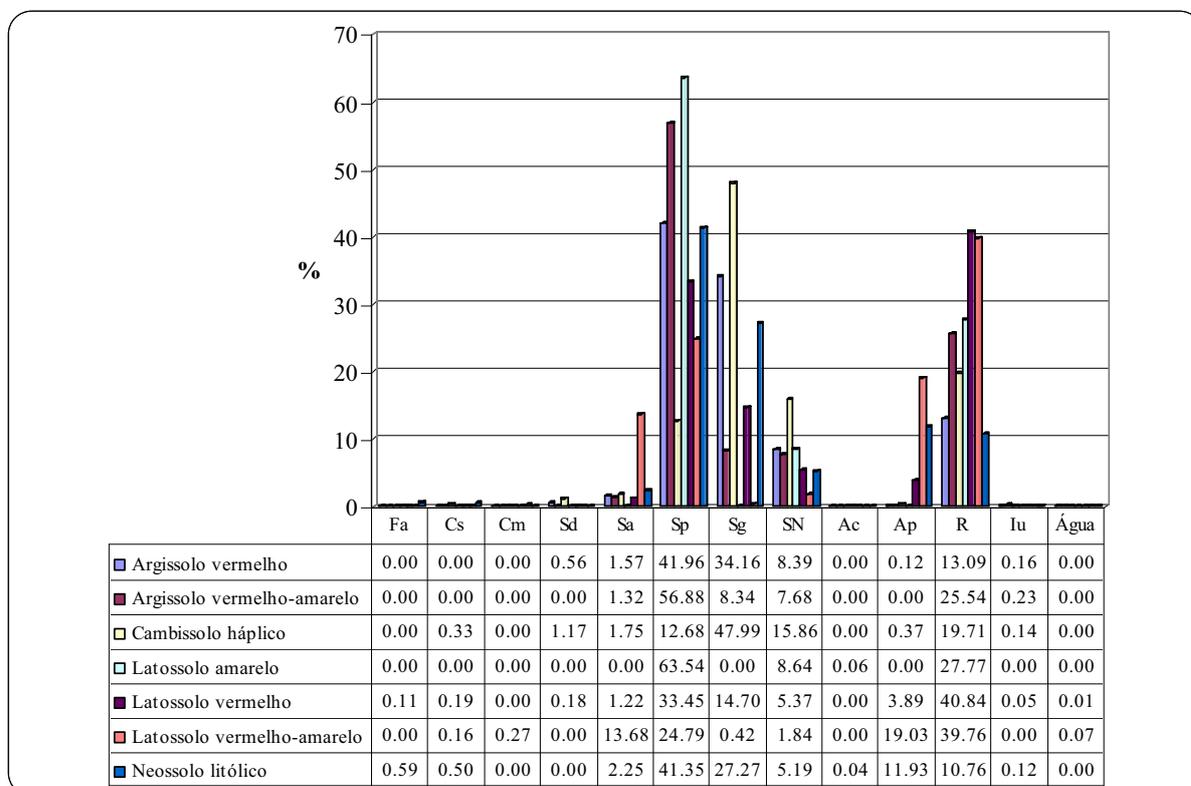


Gráfico 30 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes de solo da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Ao realizar a tabulação cruzada entre o mapeamento de uso da terra e os mapas de hipsometria, clinografia e solos da área de estudo, foi possível chegar a alguns dados apresentados e comentados, a seguir.

O cruzamento dos dados de uso da terra por classes hipsométricas na bacia em estudo, permite verificar que as classes correspondentes às áreas de cobertura vegetal natural se concentram em áreas com intervalo que varia entre 750 a 1000m de altitude. Neste intervalo hipsométrico, predominante na bacia em estudo, prevalece o uso pela categoria de Campo sujo (Sp) com um total correspondente a 21.38% da bacia e 36.19% da classe hipsométrica citada. Esta mesma classe de uso, classe predominante na bacia, se concentra ainda em áreas com altitude correspondente ao intervalo de 500 a 750m, com um total de 13.44% da área da bacia ou ainda, 52.57% da classe hipsométrica citada.

Dentre as categorias relacionadas às atividades antrópicas, estas também se concentram, especialmente, no intervalo hipsométrico correspondente a 750 a 1000m de altitude. Destaca-se a classe de Reflorestamento (R) com 17.83% da área da bacia e 30.18% da classe hipsométrica citada.

De acordo com dados do IBGE, após o declínio da mineração, o desenvolvimento da região ocorreu baseado nas atividades agropecuárias. A classe pelo uso da Pastagem (Ap), por exemplo, se concentra em áreas situadas no intervalo hipsométrico compreendido entre 750 a 1000m de altitude, o correspondente a 6.27% da área da bacia e 10.61% da classe hipsométrica citada.

A partir do cruzamento de dados de uso da terra com a clinografia da área de estudo pode-se fazer outras considerações a respeito da bacia em estudo.

Verifica-se que, nas áreas correspondentes à classe clinográfica predominante na área da bacia, ou seja, 8 a 20% de declive do terreno, há o predomínio da classe de uso por Campo sujo (Sp), com 19.19% da área da bacia e 45.14% do total da classe citada. As classes campestres se sobressaem neste intervalo clinográfico e, a classe de Campo limpo (Sg) se destaca na mesma classe clinográfica com 12.03% da área da bacia e um total de 28.44% da classe de 8 a 20% de declive do terreno da bacia.

Dentre as classes de uso antrópico destaca-se a classe de Reflorestamento (R) em terrenos com declive do terreno de até 8%, com destaque para a classe de 3 a 8% de declive abrangendo um total de 8.9% da área da bacia e respondendo por 36.45% da classe citada. A

mesma classe de uso se concentra ainda em áreas com declive inferior a 8%, com um total de 7.41% da área da bacia e 60.56% desta classe clinográfica.

O cruzamento da classificação de uso da terra por classes de solo na área de estudo, por sua vez, permite outras considerações a respeito da presença predominante de certas classes de uso em áreas de diferentes tipos de cobertura de solos.

A classe de solo dominante na bacia, Neossolo litólico, apresenta-se recoberta predominantemente, pela classe de uso por Campo sujo (Sp) com 17.88% da área da bacia, e o valor correspondente a 41.35% da classe de solo citada. Nesta mesma classe de solo, segue, com destaque, a cobertura de uso por Campo limpo (Sg) com o correspondente a 11.79% da bacia e 27.27% da mesma classe. Este tipo de solo, pouco desenvolvido, raso, com alto risco de erosão e baixa fertilidade, especialmente em áreas montanhosas, se apresenta favorável ao uso por cobertura vegetal natural.

Apesar desta tendência natural, este solo apresenta cobertura de influência antrópica por áreas de Reflorestamento (R), com o total de 4.65% da área da bacia e 10.76% do total da classe de solo citada.

A classe de uso de maior destaque na bacia, Campo sujo (Sp), também prevalece em áreas com a presença de solo do tipo Argissolo vermelho e Latossolo vermelho, com os valores, respectivamente, de 6.78% e 5.33% da bacia e 41.96% e 33.45% das respectivas classes de solo.

A classe de uso da terra dominante na bacia em estudo correspondente às áreas de Campo sujo (Sp) ocorre, especialmente, em áreas com a presença de Neossolo litólico (17.88%), em áreas com 750 a 1000m de altitude (21.38%) e com 8 a 20% de declive do terreno (19.09%)

A classe de Campo limpo (Sg), por sua vez, é encontrada, predominantemente, em áreas com altitude entre 500 a 750m (9.18%), em terrenos com 8 a 20% de declive (12.03%) e solos do tipo Neossolo litólico (11.79%) dentro da bacia.

#### 5.1.4. BACIA DO RIO PARANAÍBA

A bacia do rio Paranaíba é a segunda bacia de maior contribuição hidrográfica dentro do Cerrado em Minas Gerais, ocupando 70646.39 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 20.43% da área do Cerrado mineiro.

A região da bacia do rio Paranaíba está inserida na unidade morfoestrutural denominada por áreas de Planaltos e Chapadas da bacia Sedimentar do Paraná, dentro da subunidade morfoescultural do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná.

A bacia do rio Paranaíba encontra-se ainda inserida em uma base litológica composta por rochas do Grupo Bauru e Grupo São Bento. A base deposicional formada pelo Grupo Bauru apresenta os arenitos das Formações Marília, Adamantina e Uberaba, enquanto o Grupo São Bento apresenta os basaltos da Formação Serra Geral e arenitos da Formação Botucatu.

Para o conhecimento das características ambientais da bacia do rio Paranaíba foram realizados alguns mapeamentos temáticos apresentados e comentados adiante. O MDE do Estado de Minas Gerais permitiu gerar os mapas hipsométrico e clinográfico (Mapas 18 e 19) da bacia do rio Paranaíba. Os mapas de solos e uso da terra (Mapas 20 e 21) foram elaborados, a partir de dados do IBGE e PROBIO, respectivamente.

As classes definidas para a caracterização da hipsometria e clinografia, na área de estudo, foram delimitadas especificamente com vistas à área da bacia em estudo, a fim de identificar e caracterizar as diferentes formas da paisagem e os processos atuantes na mesma.

Os valores da área das classes hipsométricas, clinográficas e de uso da terra e cobertura vegetal natural (km<sup>2</sup> e %) estão apresentados nas Tabelas 22, 23 e 24, e Gráficos 31, 32 e 33 mostrados a seguir.

Tabela 22 – Área das classes hipsométricas da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

Classes hipsométricas	Intervalos hipsométricos	Área total	
		(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 500m	8798.86	12.45
2	500 – 750m	17983.68	25.46
3	750 – 1000m	33649.75	47.63
4	1000 – 1250m	9879.93	13.99
5	Maior 1250m	334.18	0.47
<b>Total</b>	.. <sup>13</sup>	<b>70646.39</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>13</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

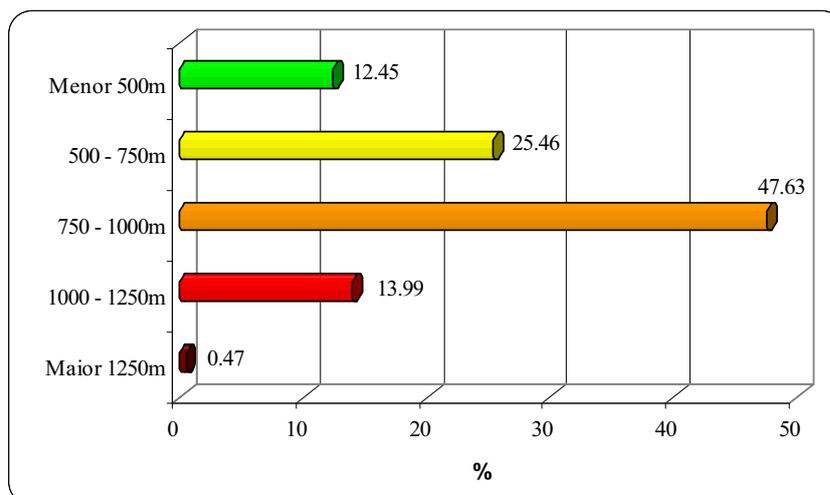


Gráfico 31 – Distribuição percentual das classes hipsométricas na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

Tabela 23 – Área das classes clinográficas na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

Classes clinográficas	Intervalos de declividade do terreno	Caracterização do relevo	Área total	
			(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 3%	Plano	16650.84	23.57
2	3 – 8%	Suave ondulado	32033.36	45.34
3	8 – 20%	Ondulado	19250.56	27.25
4	20 – 45%	Fortemente ondulado	2674.21	3.79
5	Maior 45%	Montanhoso	37.43	0.05
<b>Total</b>	.. <sup>14</sup>	.. <sup>15</sup>	<b>70646.39</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

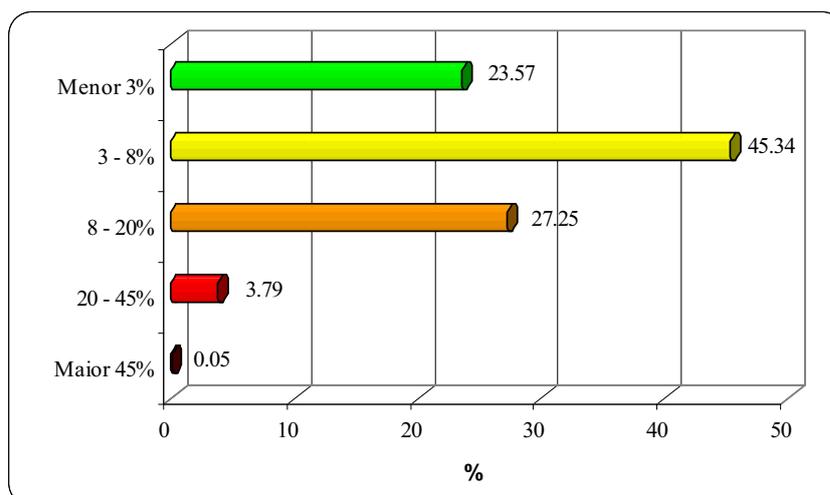


Gráfico 32 – Distribuição percentual das classes de classes clinográficas na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

<sup>14</sup>, <sup>15</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

O mapeamento hipsométrico da bacia do rio Paranaíba permite verificar que a maior parte desta área (47.63%) encontra-se inserida em áreas com altitudes compreendidas entre 750 e 1000m de elevação. Caracterizada, de forma geral, por um terreno relativamente plano e pouco acidentado, a região da bacia se encontra em áreas de chapada favoráveis ao uso agropecuário. A área de relevo mais acidentado e presença de maiores cotas de altitude dentro da bacia compreende a região da Serra da Canastra.

O mapeamento clinográfico da bacia, por sua vez, indica que a maior parte da bacia estudada encontra-se em terrenos com menos de 8% de declividade, ou seja, 68.91% da área de estudo se encontram assentados em áreas de relevo plano a suavemente ondulado. Áreas de superfícies tabulares e com baixa declividade são típicas da região do Cerrado. Nestas áreas o escoamento superficial é lento e a declividade do terreno permite a utilização de maquinário agrícola para as atividades agronômicas, atividade esta com grande destaque para a região da bacia do rio Paranaíba.

De modo geral, os solos predominantes na área da bacia do rio Paranaíba compreendem principalmente os tipos de Latossolo vermelho e Latossolo vermelho-amarelo (60.12%), seguido da classe de Cambissolo háplico, classe esta correspondente a 18.77% da área da bacia do rio Paranaíba dentro da área de estudo.

A identificação das outras classes de solos encontradas na bacia em estudo, assim como os valores das áreas de cada categoria (km<sup>2</sup> e %), estão descritas a seguir.

Tabela 24 – Área das classes de solo da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

Classificação SiBCS (1999)	Área total	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
Argissolo vermelho	6348.35	8.99
Argissolo vermelho-amarelo	3774.16	5.34
Cambissolo háplico	13259.84	18.77
Latossolo vermelho	36859.47	52.17
Latossolo vermelho-amarelo	5612.90	7.95
Água	1115.06	1.58
Neossolo litólico	1146.81	1.62
Nitossolo vermelho	2340.32	3.31
Plintossolo pétrico	189.48	0.27
.. <sup>16</sup>	<b>70646.39</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>16</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

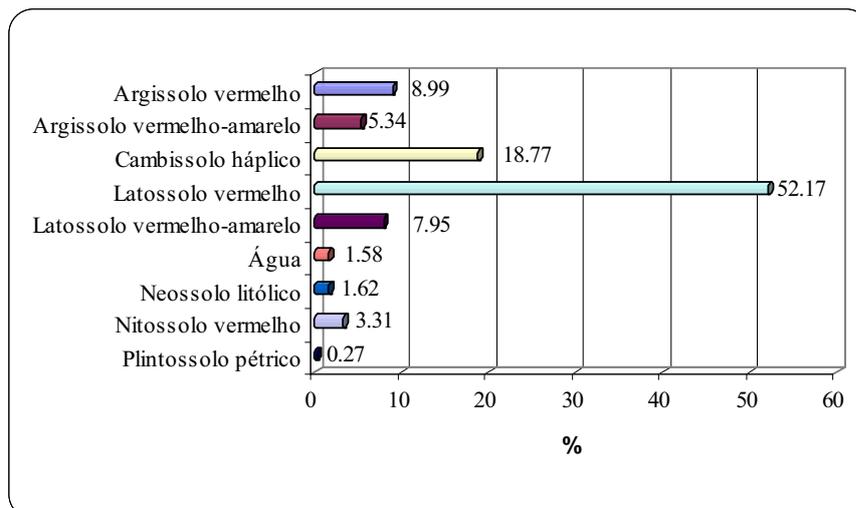


Gráfico 33 – Distribuição percentual das classes de solos na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Paranaíba, dentro da área de estudo, permite verificar que esta área apresenta grande ocupação por atividades de uso antrópico conforme Tabela 25 e Gráfico 34, mostrados a seguir.

Tabela 25 – Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

Classes de uso da terra e cobertura vegetal natural	Área total	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fa</b>	5047.46	7.14
<b>Fs</b>	517.48	0.73
<b>Fm</b>	66.27	0.09
<b>Sd</b>	1181.16	1.67
<b>Sa</b>	362.66	0.51
<b>Sp</b>	4760.85	6.74
<b>Sg</b>	6359.47	9.00
<b>Pa</b>	0.55	0.00
<b>SN</b>	930.79	1.32
<b>Vs</b>	0.14	0.00
<b>Ac</b>	18195.96	25.76
<b>Ap</b>	30258.72	42.83
<b>R</b>	1161.24	1.64
<b>Iu</b>	402.75	0.57
<b>Im</b>	13.21	0.02
<b>Água</b>	1387.67	1.96
<b>Total</b>	<b>70646.39</b>	<b>100.00</b>

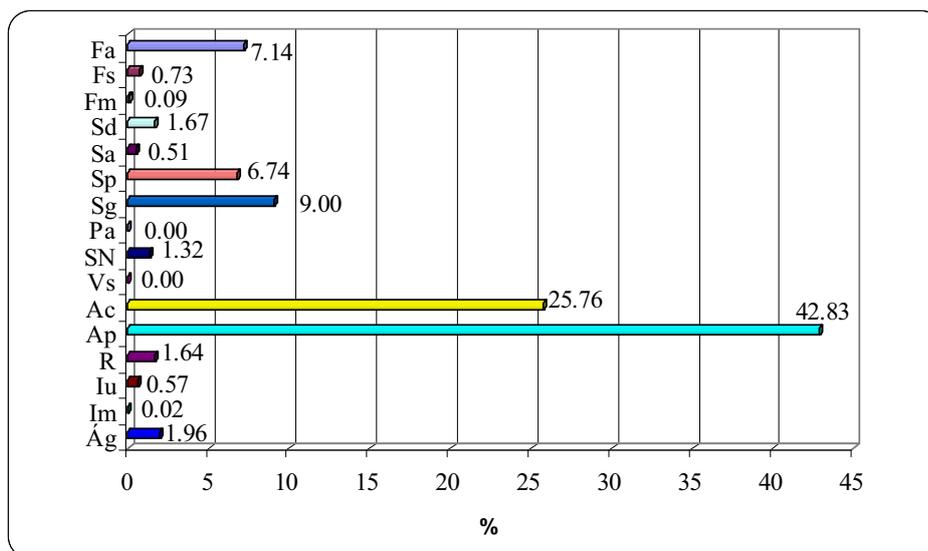


Gráfico 34 – Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro (Classes de uso IBGE/1992)

O uso agropecuário, marcante na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, se justifica pelo fato desta área apresentar uma topografia favorável e localização estratégica para o desenvolvimento agrícola e econômico da região. Diversos programas de incentivo produtivo fornecem recursos para a modernização da atividade agrícola em grandes extensões de terra em áreas de Chapada no Cerrado. Dentre alguns programas de destaque podem ser citados o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO), o Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (PADAP), o Programa Nipo-Brasileiro de Desenvolvimento Agrícola da Região dos Cerrados (PRODECER), entre outros.

Os dados de uso da terra e cobertura vegetal apresentados permitem verificar que 70.82% desta área já se apresentam ocupadas por algum tipo de atividade com influência antrópica, ou seja, pela agricultura, pecuária, reflorestamento, áreas urbanizadas, atividades minerárias, entre outros usos.

A categoria de corpos d'água compreende 1.96% da bacia em estudo, ou seja, os reservatórios naturais e as represas artificiais que foram instaladas ao longo de alguns rios de importante abastecimento hídrico na região. Podem ser citados nesta região, por exemplo, as represas de Itumbiara, Emborcação, Capim Branco I e II, Miranda, Nova Ponte, entre outras.

Apenas uma parcela de 27.22% da bacia em estudo se encontra ainda recoberta por vegetação natural, incluindo as classes de floresta, cerrado, campos, mata de galeria, entre outras.

Verifica-se ainda, que este percentual de cobertura vegetal ainda preservado nesta região se encontra muito fragmentado, ou seja, os remanescentes da cobertura vegetal são de pequena extensão, exceto na região da Serra da Canastra e entorno, áreas de reserva natural e onde as condições de relevo dificultam a utilização desta área para fins produtivos.

As classes de uso da terra predominantes, dentre aquelas pertencentes à cobertura vegetal natural da bacia, compreendem as classes campestres (15.74%), destacando-se o Campo limpo (Sg) com 9% da bacia em estudo, seguida da classe de Campo sujo (Sp) correspondendo a uma área de 6.74% da área total da bacia. Em seguida, predomina a classe de Mata de galeria (Fa), responsável por 7.14% da bacia do rio Paranaíba na área do Cerrado mineiro.

As áreas de Savana (Sa, Sd) e Floresta (Fs, Fm) não ultrapassam 3% da bacia em estudo, o que implica que os cuidados com a preservação das áreas naturais na mesma sejam repensados e a devastação das áreas de cobertura vegetal ainda remanescentes seja contida.

Dentre as classes de uso antrópico, se destacam, como já mencionado anteriormente pelo potencial econômico da região, as classes de Pastagem (Ap) com o percentual de 42.83% da área da bacia em estudo, seguida pela classe de Agricultura (Ac) com o total de 25.76% da mesma área. A agricultura apresenta destaque pelas culturas de café e cana, além da produção de laranja, milho e soja. A pecuária se destaca predominantemente pela criação de bovinos, além de suínos e galináceos.

Apesar dos solos da região do Cerrado, especialmente os Latossolos, serem considerados inaptos para o desenvolvimento de atividades agrícolas, estes passam por um processo de manejo para o aproveitamento agrícola, sendo que um manejo inadequado deste tipo de solo pode causar processos de erosão intensos com graves danos causados ao meio ambiente.

A partir dos mapas temáticos elaborados (Mapas 18, 19, 20 e 21) e dos dados estatísticos obtidos a partir destes mapeamentos referentes à hipsometria, clinografia, solos e uso da terra da área de estudo, foi realizada uma operação de tabulação cruzada, com ou auxílio do SIG Idrisi 32, que permitiu realizar outras análises referentes à bacia em estudo.

A partir desta operação de tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra com os mapas de hipsometria, clinografia e solos da área de estudo, foi possível chegar aos dados apresentados nas Tabelas 26, 27 e 28 e Gráficos 35, 36, 37, 38, 39 e 40, a seguir.

Tabela 26 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes hipsométricas na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

Hipsometria x Uso da terra	Menor 500m	500 – 750m	750 – 1000m	1000 – 1250m	Maior 1250m	Área total	
	(km <sup>2</sup> )					(km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fa</b>	509.21	989.76	3023.47	525.17	1.81	5049.42	7.15
<b>Fs</b>	50.65	333.26	132.56	0.00	0.00	516.47	0.73
<b>Fm</b>	17.04	44.89	0.65	3.67	0.00	66.24	0.09
<b>Sd</b>	377.80	419.93	384.89	0.11	0.00	1182.73	1.67
<b>Sa</b>	6.16	107.27	230.83	17.35	0.00	361.62	0.51
<b>Sp</b>	215.36	2231.18	1725.24	585.23	0.16	4757.18	6.73
<b>Sg</b>	258.39	796.67	2351.21	2750.51	213.43	6370.22	9.02
<b>Pa</b>	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00
<b>SN</b>	0.00	36.39	657.24	232.96	5.28	931.87	1.32
<b>Vs</b>	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00
<b>Ac</b>	1085.16	3811.53	10387.48	2812.57	79.38	18176.14	25.73
<b>Ap</b>	5780.97	8530.84	13420.42	2532.49	5.23	30269.95	42.85
<b>R</b>	0.00	100.41	636.57	397.52	26.66	1161.16	1.64
<b>Iu</b>	8.43	48.16	313.75	32.30	0.02	402.67	0.57
<b>Im</b>	0.00	0.00	1.63	7.58	4.07	13.28	0.02
<b>Água</b>	502.45	534.13	340.41	9.75	0.04	1386.77	1.96
<b>Área Total</b>	(km <sup>2</sup> )	8811.61	17984.97	33606.49	9907.20	336.09	<b>70646.39 km<sup>2</sup></b>
	(%)	12.47	25.46	47.57	14.02	0.48	<b>100.00%</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

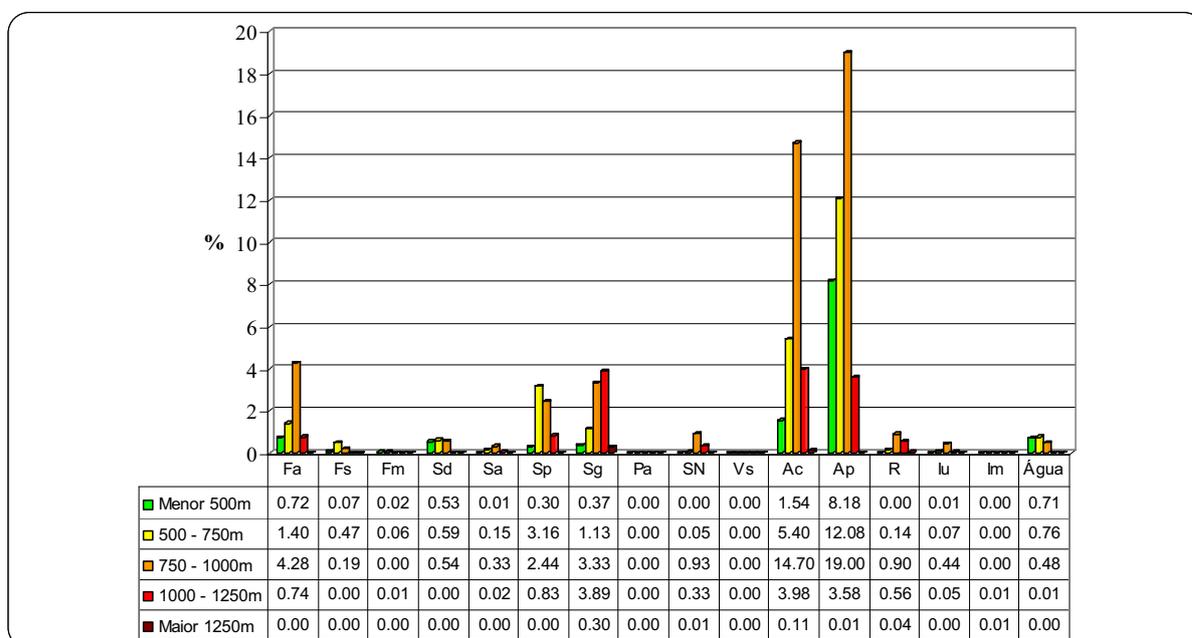


Gráfico 35 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

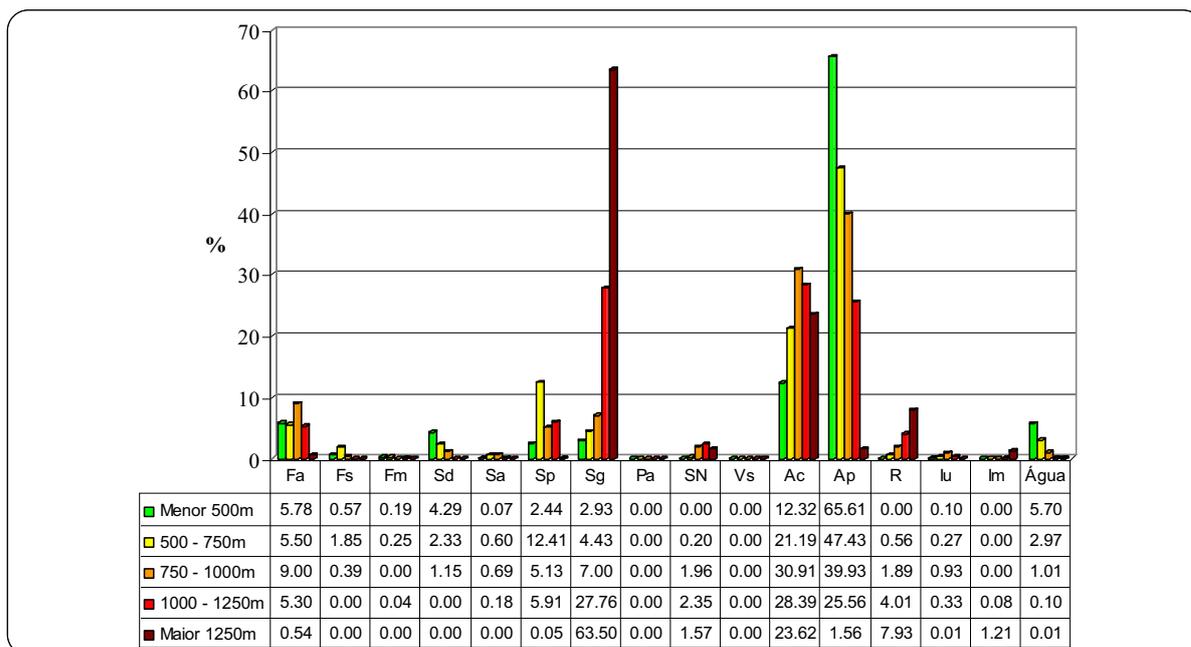


Gráfico 36 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

Tabela 27 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes clinográficas na bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

Clinografia x Uso da terra	Menor	3 –	8 –	20 -	Maior	Área total	
	3%	8%	20%	45%	45%	(km <sup>2</sup> )	(%)
Fa	761.78	1934.03	2074.96	276.10	2.55	5049.43	7.15
Fs	54.27	151.92	220.63	88.79	0.86	516.47	0.73
Fm	22.58	31.46	11.57	0.63	0.00	66.24	0.09
Sd	340.05	566.04	235.77	40.80	0.06	1182.72	1.67
Sa	120.44	180.98	53.40	6.77	0.02	361.63	0.51
Sp	527.10	1647.46	1922.12	643.25	17.24	4757.18	6.73
Sg	1017.17	2121.40	2727.81	495.22	8.61	6370.21	9.02
Pa	0.19	0.21	0.14	0.01	0.00	0.55	0.00
SN	49.57	222.08	551.46	108.17	0.58	931.87	1.32
Vs	0.11	0.01	0.01	0.01	0.00	0.14	0.00
Ac	6820.64	9013.17	2210.76	130.17	1.39	18176.14	25.73
Ap	5461.86	15075.72	8869.21	857.24	5.92	30269.95	42.85
R	697.06	344.30	116.39	3.41	0.00	1161.16	1.64
Iu	133.31	209.29	58.70	1.35	0.00	402.66	0.57
Im	3.34	3.11	4.79	2.03	0.02	13.28	0.02
Água	632.77	528.38	203.12	22.32	0.19	1386.78	1.96
<b>Área Total</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>16642.26</b>	<b>32029.55</b>	<b>19260.83</b>	<b>2676.27</b>	<b>37.45</b>	<b>70646.39 km<sup>2</sup></b>
	<b>(%)</b>	<b>23.56</b>	<b>45.34</b>	<b>27.26</b>	<b>3.79</b>	<b>0.05</b>	<b>100.00 %</b>

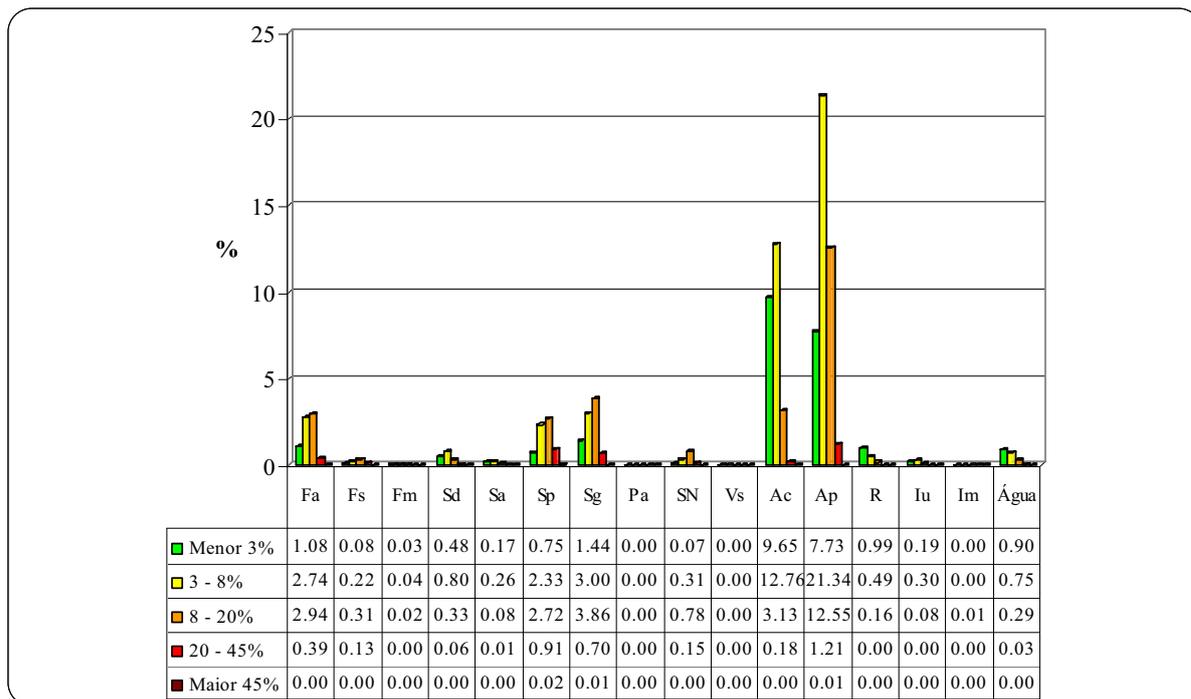


Gráfico 37 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

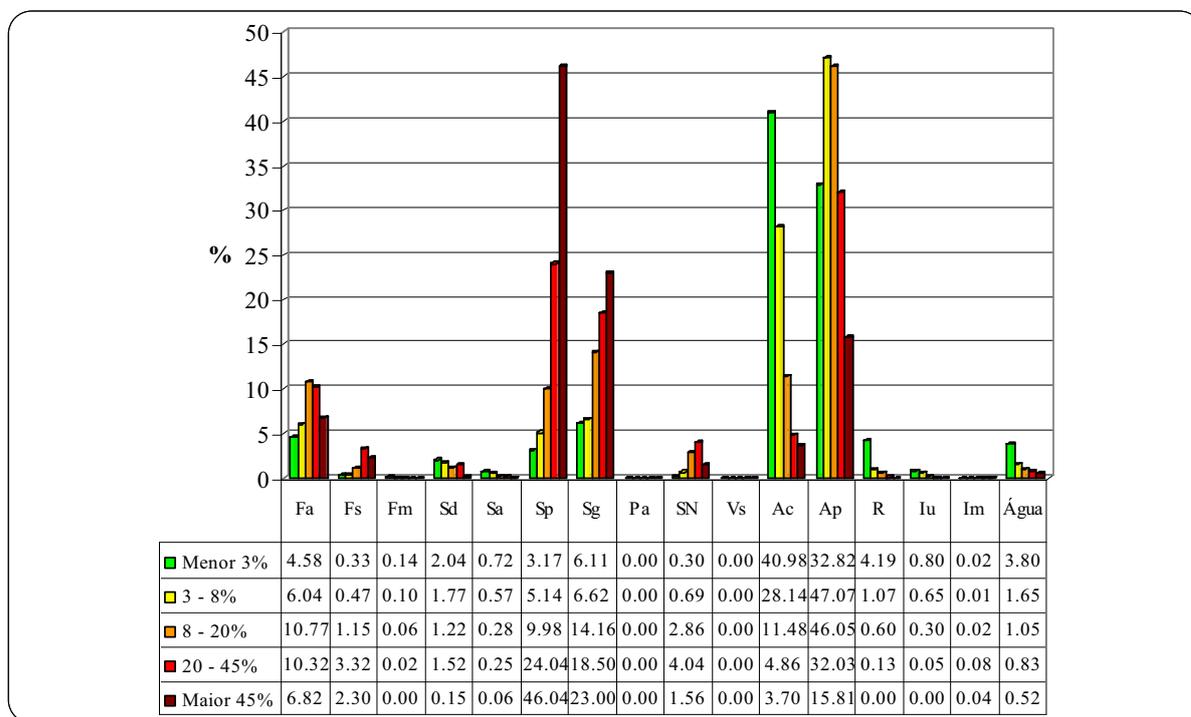


Gráfico 38 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

Tabela 28 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes de solo na bacia do rio Paranaíba na área do Cerrado mineiro

Solo x Uso da terra	Argissolo vermelho	Argissolo vermelho - amarelo	Cambissolo o háplico	Latossolo vermelho	Latossolo vermelho- amarelo (km <sup>2</sup> )	Água	Neossolo lítolico	Nitossolo vermelho	Plintossolo pétrico	Área total (km <sup>2</sup> )	Área total (%)
	Fa	371.27	492.16	1130.86	2516.45	224.86	10.66	52.18	243.80	7.19	5049.43
Fs	116.36	40.93	0.00	302.40	0.00	51.47	0.00	5.30	0.00	516.47	0.73
Fm	0.28	0.00	4.31	57.97	0.00	0.00	0.00	3.68	0.00	66.24	0.09
Sd	188.74	156.31	3.41	761.86	53.49	10.63	0.00	8.28	0.00	1182.72	1.67
Sa	6.08	1.09	27.38	243.71	56.35	0.00	4.22	8.04	14.74	361.62	0.51
Sp	1179.36	119.11	591.09	1905.70	312.00	44.45	548.83	56.63	0.00	4757.18	6.73
Sg	59.99	101.30	3108.31	2082.25	862.67	0.01	8.58	104.37	42.73	6370.22	9.02
Pa	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00
SN	0.00	36.34	503.24	185.45	81.42	2.53	0.00	122.88	0.00	931.87	1.32
Vs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.07	0.00	0.00	0.14	0.00
Ac	353.55	354.25	1695.95	11543.90	2831.35	90.80	409.78	836.04	60.49	18176.13	25.73
Ap	4059.75	2401.08	5792.23	15944.36	781.62	339.65	114.25	775.91	61.12	30269.95	42.85
R	0.00	13.44	112.92	663.96	369.64	0.00	0.00	1.20	0.00	1161.16	1.64
Iu	4.43	4.91	26.33	324.73	15.78	0.00	0.00	26.48	0.00	402.67	0.57
Im	0.00	0.00	10.23	3.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.28	0.02
Água	19.40	53.54	260.66	327.47	8.64	563.61	1.43	151.38	0.66	1386.78	1.96
Área Total	6359.21	3774.47	13266.92	36863.83	5597.87	1113.80	1139.35	2343.99	186.94	<b>70646.39 km<sup>2</sup></b>	<b>100.00%</b>
	9.00	5.34	18.78	52.18	7.92	1.58	1.61	3.32	0.26		

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

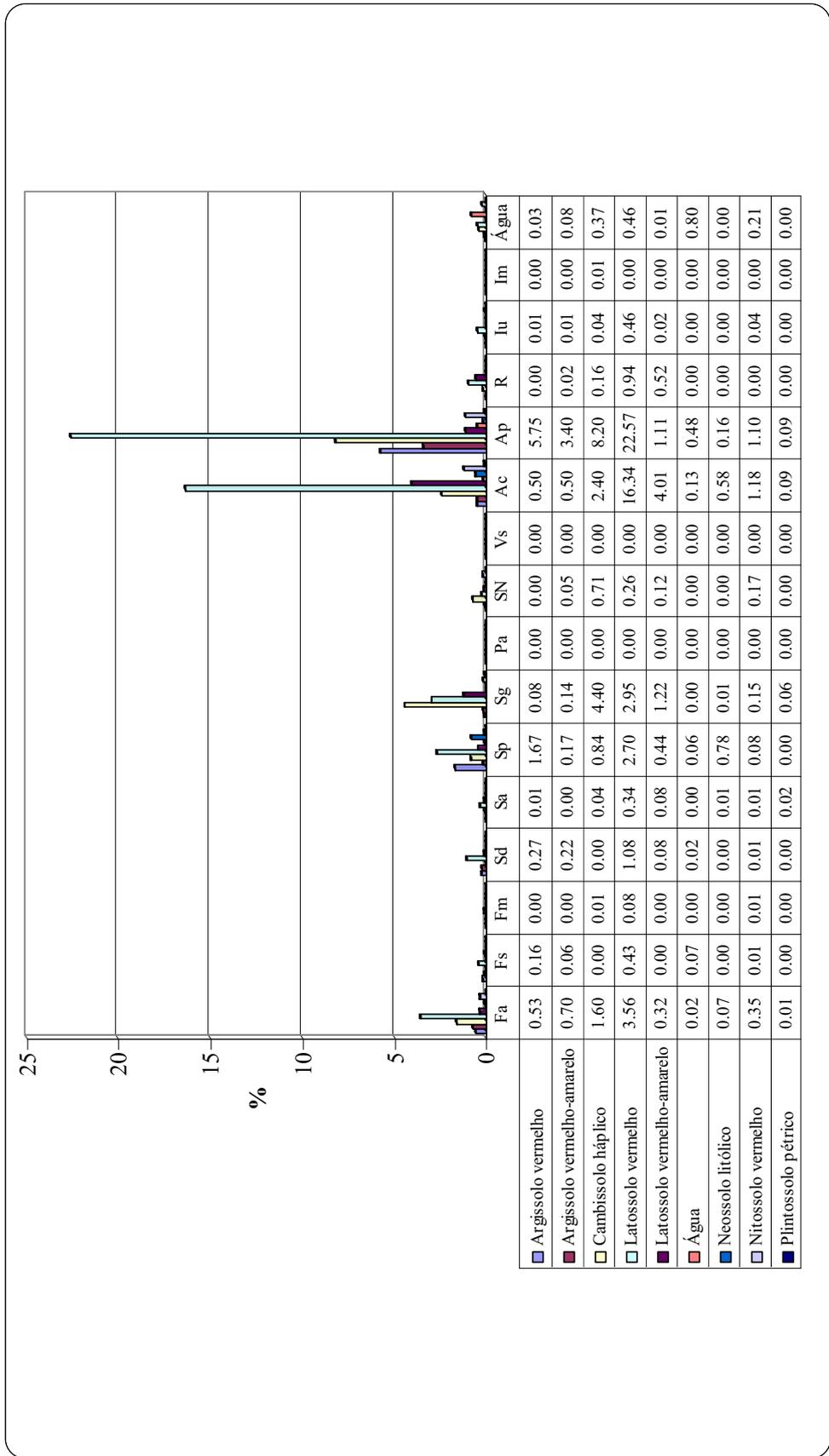


Gráfico 39 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

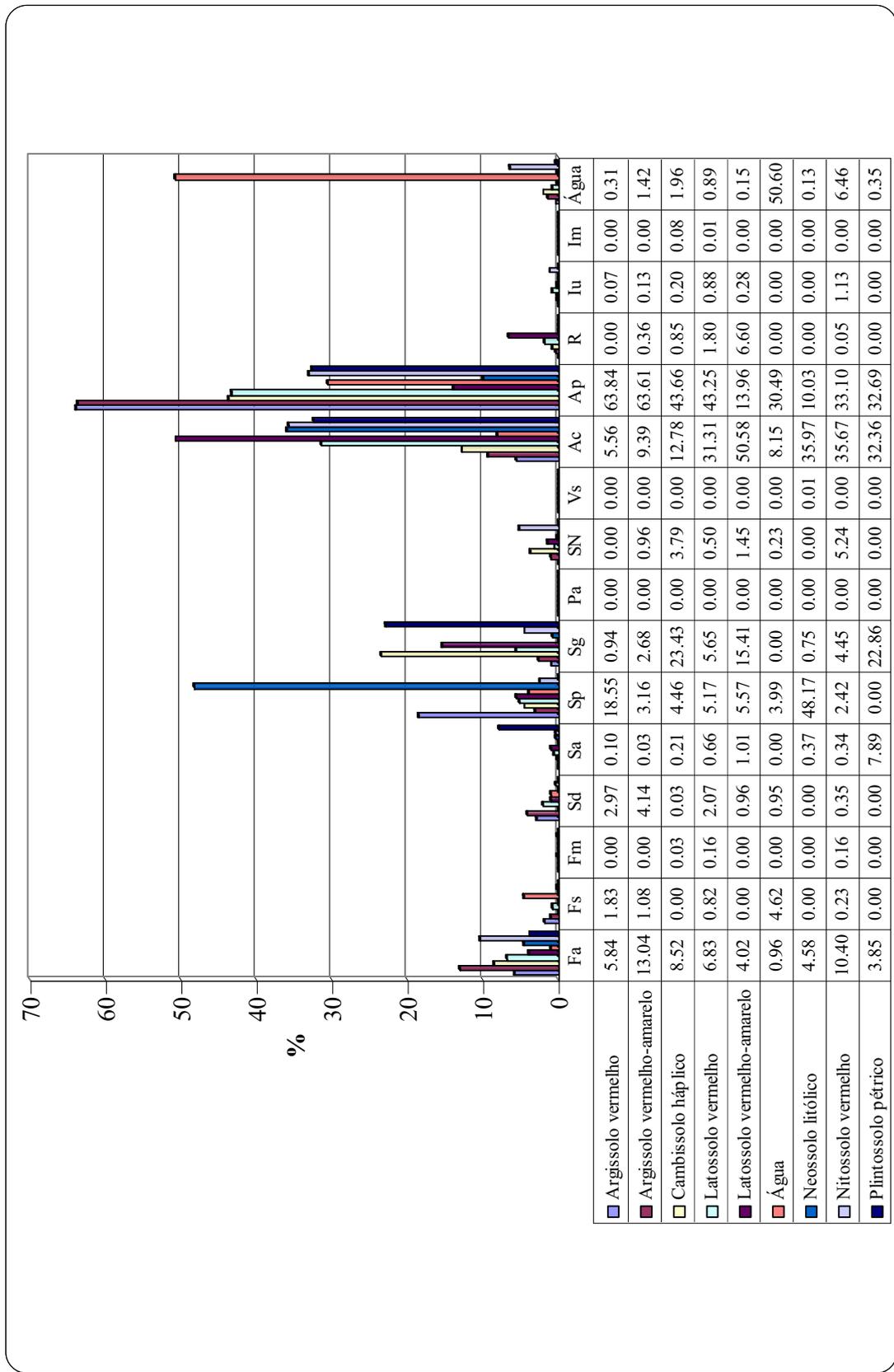


Gráfico 40 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes de solo da bacia do rio Paranatba no Cerrado mineiro

Ao realizar a tabulação cruzada entre o mapeamento de uso da terra com os mapas de hipsometria, clinografia e solos da área de estudo, foi possível chegar a alguns dados apresentados e comentados, a seguir.

O cruzamento dos dados de uso da terra por classes hipsométricas, na bacia em estudo, permite verificar que, na classe hipsométrica predominante na bacia, ou seja, com intervalo de altitude variando entre 750 a 1000m, ocorre o predomínio da classe de Mata de galeria (Fa). Esta classe de uso abrange 4.28% na classe hipsométrica dentro da área total da bacia, ou ainda 9.00% do total da classe hipsométrica referida. Dentre as classes de uso por atividades com influência antrópica, esta mesma classe hipsométrica concentra, especialmente áreas de Pastagem (Ap) com 19.00% da área total da bacia e a classe de Agricultura (Ac) com 14.7% da mesma área. As mesmas classes de uso da terra correspondem, respectivamente, a 39.93% e 30.91% da classe hipsométrica com altitudes de 750 a 1000m.

As áreas campestres, formadas pelas áreas de Campo limpo (Sg) e Campo sujo (Sp) se distribuem em áreas compreendidas entre o intervalo hipsométrico de 500 a 1250m de altitude. A classe de Campo limpo (Sg) predomina em áreas com altitudes entre 1000 e 1250m, com 3.89% na área da bacia do rio Paranaíba, e o correspondente a 27.76% da classe hipsométrica citada. A classe de Campo sujo (Sp), por sua vez, abrange, especialmente, áreas com altitudes compreendidas entre 500 a 750m, com o total de 3.16% da área da bacia e 12.41% da classe hipsométrica correspondente.

Observa-se, ainda, a partir do cruzamento dos dados de uso da terra com a clinografia da bacia em estudo, que as classes de vegetação natural correspondentes às áreas de vegetação natural se concentram, especialmente, na classe correspondente a 8 a 20% de declive no terreno.

A classe de Campo limpo (Sg) se apresenta predominantemente em áreas com 8 a 20% de declive do terreno, com um total correspondente a 3.86% da área da bacia e 14.16% do total da mesma classe clinográfica citada.

A classe de Mata de galeria (Fa), por sua vez, se apresenta especialmente em áreas com 8 a 20% de declive do terreno, em um total correspondente a 2.94% da área total da bacia e 10.77% da mesma classe clinográfica. A mesma classe de uso se concentra, ainda, em 2.74% da área da bacia, na classe clinográfica que compreende terrenos com 3 a 8% de declive, e um total de 6.04% da mesma classe clinográfica citada.

Dentre as classes de uso antrópico predominantes na bacia, se destaca a classe de Pastagem (Ap), em sua maior parte, predominante em áreas com 3 a 8% de declive do terreno. Esta classe de uso abrange um total de 21.34% da área da bacia na classe clinográfica citada e o correspondente a 47.07% do total da área desta mesma classe clinográfica citada.

A classe de uso da terra por Agricultura (Ac), também de grande destaque na bacia em estudo, se concentra, especialmente, em áreas com declive do terreno entre 3 a 8%, ou seja, um total correspondente a 12.76% da área de estudo e relativo a 28.14% da classe clinográfica citada. Esta classe de uso se destaca ainda em áreas de declividade do terreno inferior a 3%, ou seja, com 40.98% da área total desta classe.

O cruzamento da classificação de uso da terra por classes de solo na área de estudo permite algumas considerações a respeito da presença predominante de certas classes de uso em áreas de diferentes tipos de cobertura de solos.

A classe de solo dominante na bacia, Latossolo vermelho, apresenta-se, em sua maior parte recoberta pelas classes de uso agropecuário. A classe de Pastagem (Ap) ocupa um total de 22.57% da área da bacia e 43.25% do total da classe de solo citada. A classe de Agricultura (Ac) ocupa, por sua vez, 16.34% da área da bacia e o total correspondente a 31.31% da classe de solo do tipo Latossolo vermelho.

A classe de uso por Campo limpo (Sg) se apresenta, predominantemente, em áreas com solo do tipo Cambissolo háplico, áreas com a predominância de um relevo suave ou ondulado a montanhoso, suscetíveis a erosão e com predomínio para cobertura por pastagens naturais, por exemplo. Esta classe se destaca com um total correspondente a 4.40% da área total da bacia e 23.43% da mesma classe de solo.

A classe de uso da terra predominante na bacia, representada pela Pastagem (Ap), se encontra especialmente em áreas com altitude entre 750 a 1000m (19.00%), em terrenos com 3 a 8% de declive (21.34%) e solos do tipo Latossolo vermelho (27.28%) dentro da área da bacia do rio Paranaíba.

A classe de uso da terra correspondente às áreas de Agricultura (Ac), ocorre especialmente em áreas ainda com a presença de Latossolo vermelho (22.25%), com 750 a 1000m de altitude (14.70%), com 3 a 8% de declive do terreno (12.76%).

### 5.1.5. BACIA DO RIO PARDO

A bacia do rio Pardo é a segunda bacia de menor contribuição hidrográfica dentro do Cerrado em Minas Gerais, ocupando 3727.20 km<sup>2</sup>, o correspondente a apenas 1.08% da área do Cerrado mineiro.

Na região da bacia do rio Pardo predomina o relevo caracterizado pelo Planalto do Rio Jequitinhonha – Rio Pardo, sendo que o setor do Rio Pardo encontra-se compreendido por áreas de relevo plano, caracterizado por uma superfície de aplainamento bem preservada, evoluída no período Terciário. A litologia desta área é embasada pela presença de rochas magmáticas e sedimentos arenosos e argilosos do Neoproterozóico, além de seqüências sedimentares do Mesoproterozóico e ainda, sedimentos arenosos e argilosos datados do Cenozóico.

Para o conhecimento das características ambientais da bacia do rio Pardo foram realizados alguns mapeamentos temáticos apresentados e comentados adiante. O MDE do Estado de Minas Gerais permitiu gerar os mapas hipsométrico e clinográfico (Mapas 22 e 23) da bacia do rio Pardo. Os mapas de solos e uso da terra (Mapas 24 e 25) foram elaborados, a partir de dados do IBGE e PROBIO, respectivamente.

As classes definidas para a caracterização da hipsometria e clinografia, na área de estudo, foram delimitadas especificamente com vistas à área da bacia em estudo, a fim de identificar e caracterizar as diferentes formas da paisagem e os processos atuantes na mesma.

Os valores da área das classes hipsométricas, clinográficas e de uso da terra e cobertura vegetal natural (km<sup>2</sup> e %) estão apresentados nas Tabelas 29, 30 e 31, e Gráficos 41, 42 e 43 mostrados a seguir.

Tabela 29 – Área das classes hipsométricas da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Classes hipsométricas	Intervalos hipsométricos	Área total	
		(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 500m	0.00	0.00
2	500 – 750m	93.06	2.50
3	750 – 1000m	3329.55	89.36
4	1000 – 1250m	265.86	7.13
5	Maior 1250m	37.73	1.01
<b>Total</b>	.. <sup>17</sup>	<b>3727.20</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>17</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

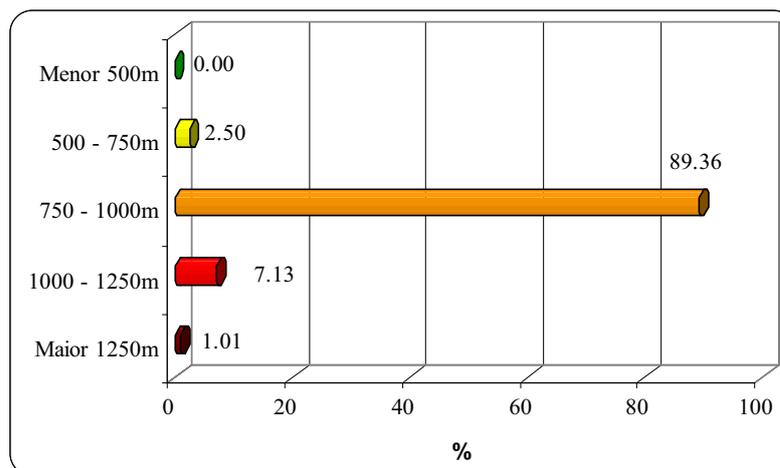


Gráfico 41 – Distribuição percentual das classes de classes hipsométricas na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Tabela 30 – Área das classes clinográficas da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Classes clinográficas	Intervalos de declividade do terreno	Caracterização do relevo	Área total	
			(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 3%	Plano	766.78	20.57
2	3 – 8%	Suave ondulado	1377.57	36.96
3	8 – 20%	Ondulado	1272.51	34.14
4	20 – 45%	Fortemente ondulado	296.35	7.95
5	Maior 45%	Montanhoso	13.99	0.38
<b>Total</b>	.. <sup>18</sup>	.. <sup>19</sup>	<b>3727.20</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

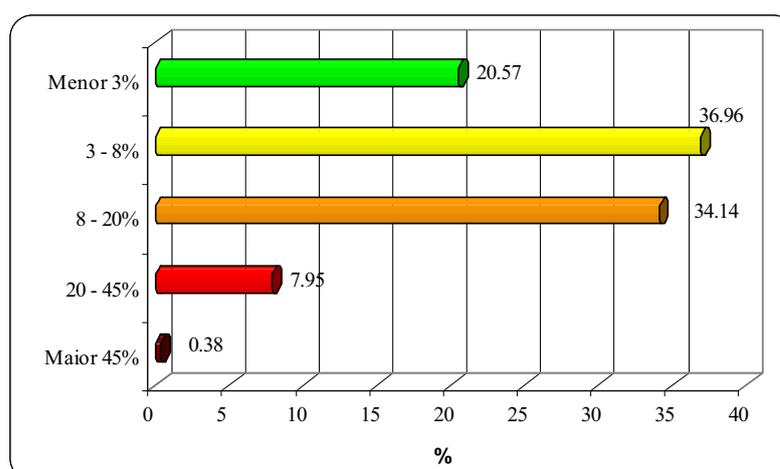


Gráfico 42 – Distribuição percentual das classes de classes clinográficas na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

<sup>18</sup>, <sup>19</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

O mapeamento hipsométrico da bacia do rio Pardo permite verificar que a maior parte desta área (89.36%) encontra-se inserida em áreas com altitudes entre 750 e 1000m de elevação.

O mapeamento clinográfico da bacia, por sua vez, indica que a maior parte da bacia estudada encontra-se em terrenos com 3 a 8% de declividade, ou seja, 36,96% da área de estudo se encontram assentados em áreas de relevo suavemente ondulado, onde se faz necessário o uso de práticas agrícolas para a conservação dos solos. Cerca de 34.14% da bacia se caracterizam por terrenos com declive de 8 a 20%, ou seja, área de relevo medianamente ondulado a ondulado, com escoamento superficial rápido na maior parte dos solos e necessidade de práticas agrícolas mais complexas para a conservação dos solos.

De modo geral, os solos predominantes na área da bacia do rio Pardo compreendem os tipos de Latossolo (73.26%) abrangendo, em maior expressão, o Latossolo amarelo (71.16%), seguido do Latossolo vermelho (2.10%), em menor expressão. A identificação das outras classes de solos encontradas na bacia em estudo, assim como os valores das áreas de cada classe (km<sup>2</sup> e %), estão descritas a seguir.

Tabela 31 – Área das classes de solo da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Classificação SiBCS (1999)	Área total	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
Cambissolo háplico	725.25	19.46
Latossolo amarelo	2652.33	71.16
Latossolo vermelho	78.43	2.10
Neossolo litólico	271.19	7.28
.. <sup>20</sup>	<b>3727.20</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

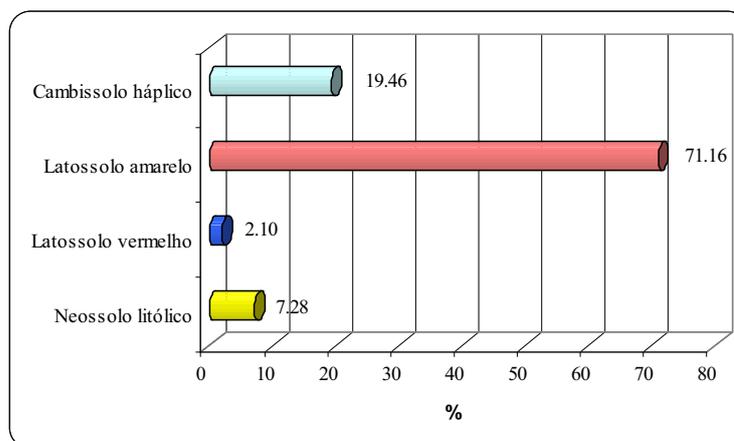


Gráfico 43 – Distribuição percentual das classes de solo na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

<sup>20</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Pardo dentro da área de estudo permite verificar a distribuição das classes de vegetação natural e atividades de uso antrópico, conforme Tabela 32 e Gráfico 44, mostrados, a seguir.

Tabela 32 – Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Classes de uso da terra e cobertura vegetal natural	Área total	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fa</b>	58.52	1.57
<b>Cs</b>	45.91	1.23
<b>Sd</b>	0.13	0.00
<b>As</b>	18.09	0.49
<b>Sp</b>	2092.95	56.15
<b>Sg</b>	143.00	3.84
<b>SN</b>	42.78	1.15
<b>Ac</b>	71.66	1.92
<b>Ap</b>	358.51	9.62
<b>R</b>	888.32	23.83
<b>Iu</b>	6.92	0.19
<b>Água</b>	0.41	0.01
<b>Total</b>	<b>3727.20</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

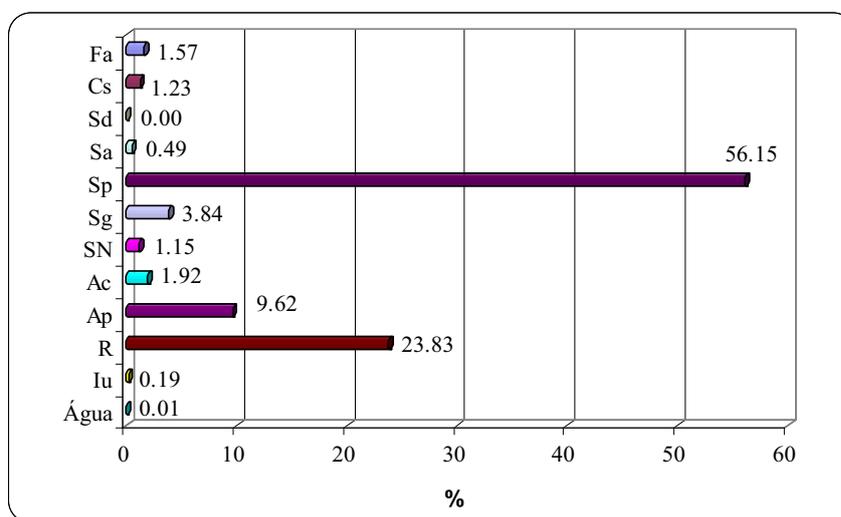


Gráfico 44 – Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro (Classes de uso IBGE/1992)

Os dados de uso da terra e cobertura vegetal apresentados permitem verificar que 35.56% desta área já se apresentam ocupadas por algum tipo de atividade com influência antrópica, ou seja, pela agricultura, pecuária, reflorestamento, áreas urbanizadas, entre outros usos.

A classe de corpos d'água compreende apenas 0.01% da bacia em estudo, ou seja, os reservatórios naturais e/ou represas artificiais que foram instaladas ao longo de alguns rios de importante abastecimento hídrico na região.

Verifica-se que a bacia do rio Pardo na área do Cerrado mineiro se encontra com um total de 64.43% de sua área ainda recobertos por vegetação natural, incluindo as classes de floresta, cerrado, campos, mata de galeria, entre outras. Este percentual de cobertura vegetal remanescente permite inferir que a bacia se encontra em estado de preservação natural, embora as atividades agrícolas, pecuárias e florestais se destaquem em toda a bacia e acarretem, em parte, a devastação da vegetação nativa.

As classes de uso da terra predominantes, dentre aquelas pertencentes à cobertura vegetal natural da bacia, compreendem as classes campestres (59.99%), destacando-se o Campo sujo (Sp) com 56.15% da bacia em estudo, seguida da classe de Campo limpo (Sg) correspondendo a uma área de 3.84% da área total da bacia.

As áreas de Savana (Sa, Sd) e Floresta (Fa, Cs), ou áreas de contato Savana/Floresta (SN) totalizam apenas 4.44% da bacia em estudo, o que implica que cuidados com a preservação das áreas naturais na mesma sejam tomados e, a devastação das áreas de cobertura vegetal ainda remanescentes, seja contida.

Dentre as classes de uso antrópico, se destaca, predominantemente, a classe Reflorestamento (R) ocupando um total de 23.83% da área de estudo, seguida das classes de Pastagem (Ap) e Agricultura (Ac), com o percentual de, respectivamente, 9.62% e 1.92% da área da bacia em estudo.

A silvicultura tem amplo destaque para o desenvolvimento econômico da região e, apesar de pouco representativa dentro da bacia em estudo, a agricultura na região sofreu uma intensificação e modernização devido a presença de projetos de irrigação nesta área, o que acarreta graves prejuízos ao meio ambiente se não tomadas as devidas precauções com o uso de fertilizantes e agrotóxicos.

O desmatamento para o desenvolvimento da pecuária e, especialmente, da silvicultura (monocultura de eucalipto) tem devastado a cobertura vegetal natural presente na região causando efeitos danosos ao meio ambiente.

Presentes em toda a área da bacia, as atividades agrícolas, pecuárias e florestais se destacam para o desenvolvimento da região da bacia do rio Pardo.

A partir dos mapas temáticos elaborados (Mapas 22, 23, 24 e 25) e dos dados estatísticos obtidos a partir destes mapeamentos referentes à hipsometria, clinografia, solos e uso da terra da área de estudo, foi realizada uma operação de tabulação cruzada, com ou auxílio do SIG *Idrisi 32*, que permitiu realizar outras análises referentes à bacia em estudo.

O cruzamento das informações de dois mapas distintos (uso da terra x hipsometria, uso da terra x clinografia e uso da terra e solos) permitiu gerar uma série de dados que auxiliam a análise das variáveis ambientais da bacia em estudo.

A partir desta operação de tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra com os mapas de hipsometria, clinografia e solos da área de estudo, foi possível chegar aos dados apresentados nas Tabelas 33, 34 e 35 e Gráficos 45, 46, 47, 48, 49 e 50, a seguir.

Tabela 33 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes hipsométricas na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Hipsometria x Uso da terra	Menor 500m	500 – 750m	750 – 1000m	1000 – 1250m	Maior 1250m	Área total	
	(km <sup>2</sup> )					(km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fa</b>	5.90	52.62	0.00	0.00	5.90	58.52	1.57
<b>Cs</b>	15.89	24.74	5.27	0.00	15.89	45.91	1.23
<b>Sd</b>	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00
<b>As</b>	0.00	17.58	0.50	0.00	0.00	18.09	0.49
<b>Sp</b>	33.48	1920.48	138.99	0.00	33.48	2092.95	56.15
<b>Sg</b>	7.46	53.54	43.28	38.72	7.46	143.00	3.84
<b>SN</b>	0.00	42.31	0.47	0.00	0.00	42.78	1.15
<b>Ac</b>	15.37	51.90	4.40	0.00	15.37	71.66	1.92
<b>Ap</b>	12.95	345.48	0.07	0.00	12.95	358.51	9.62
<b>R</b>	2.01	813.44	72.87	0.00	2.01	888.32	23.83
<b>Iu</b>	0.00	6.92	0.00	0.00	0.00	6.92	0.19
<b>Água</b>	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.41	0.01
<b>Área Total</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	93.06	3329.55	265.86	38.72	93.06	<b>3727.20 km<sup>2</sup></b>
	<b>(%)</b>	2.50	89.33	7.13	1.04	2.50	<b>100.00%</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

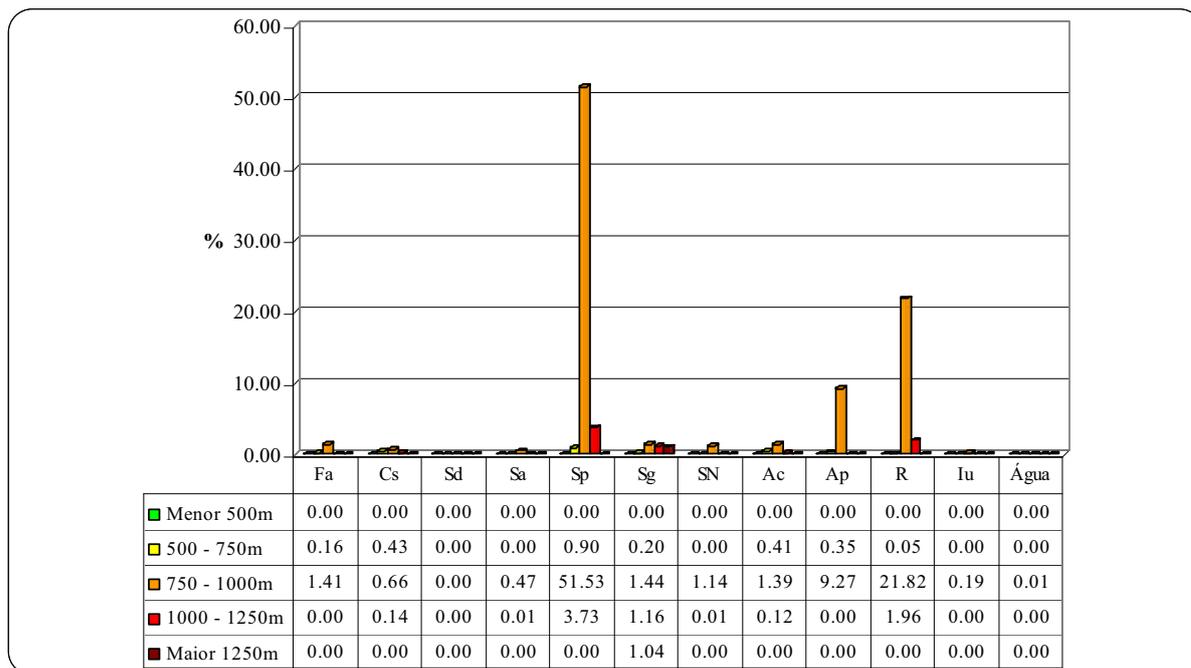


Gráfico 45 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

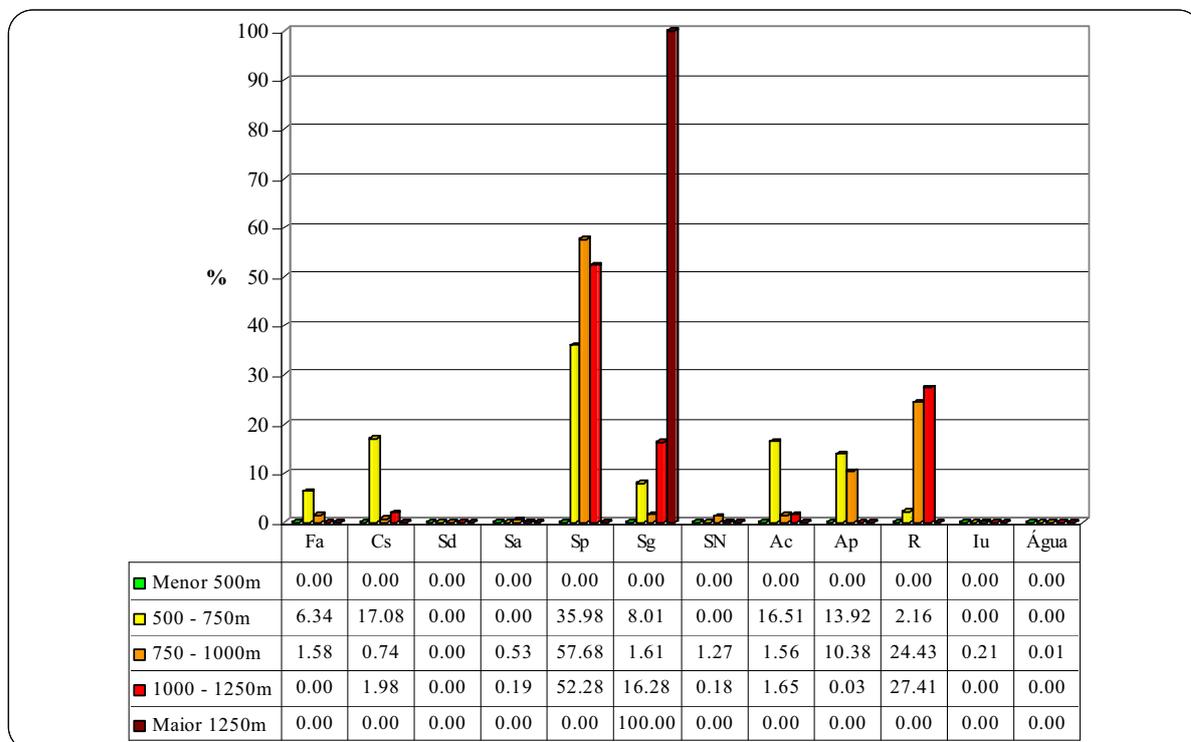


Gráfico 46 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Tabela 34 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes clinográficas na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Clinografia x Uso da terra	Menor 3%	3 – 8%	8 – 20%	20 – 45%	Maior 45%	Área total	
	(km <sup>2</sup> )					(km <sup>2</sup> )	(%)
Fa	20.25	12.06	24.11	2.10	0.00	58.52	1.57
Cs	17.02	12.20	13.90	2.77	0.02	45.91	1.23
Sd	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00
As	1.31	7.50	8.47	0.81	0.00	18.09	0.49
Sp	303.24	696.45	856.39	234.35	2.53	2092.95	56.15
Sg	10.61	27.32	57.17	36.45	11.44	143.00	3.84
SN	13.82	18.47	9.76	0.73	0.00	42.78	1.15
Ac	30.12	30.55	10.57	0.42	0.00	71.66	1.92
Ap	105.11	136.61	111.45	5.34	0.00	358.51	9.62
R	262.97	432.33	179.64	13.37	0.01	888.32	23.83
Iu	2.04	3.84	1.03	0.00	0.00	6.92	0.19
Água	0.21	0.18	0.01	0.00	0.00	0.41	0.01
Área Total	(km <sup>2</sup> ) (%)	766.78 20.57	1377.57 36.96	1272.51 34.14	296.34 7.95	13.99 0.38	<b>3727.20 km<sup>2</sup></b> <b>100.00%</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

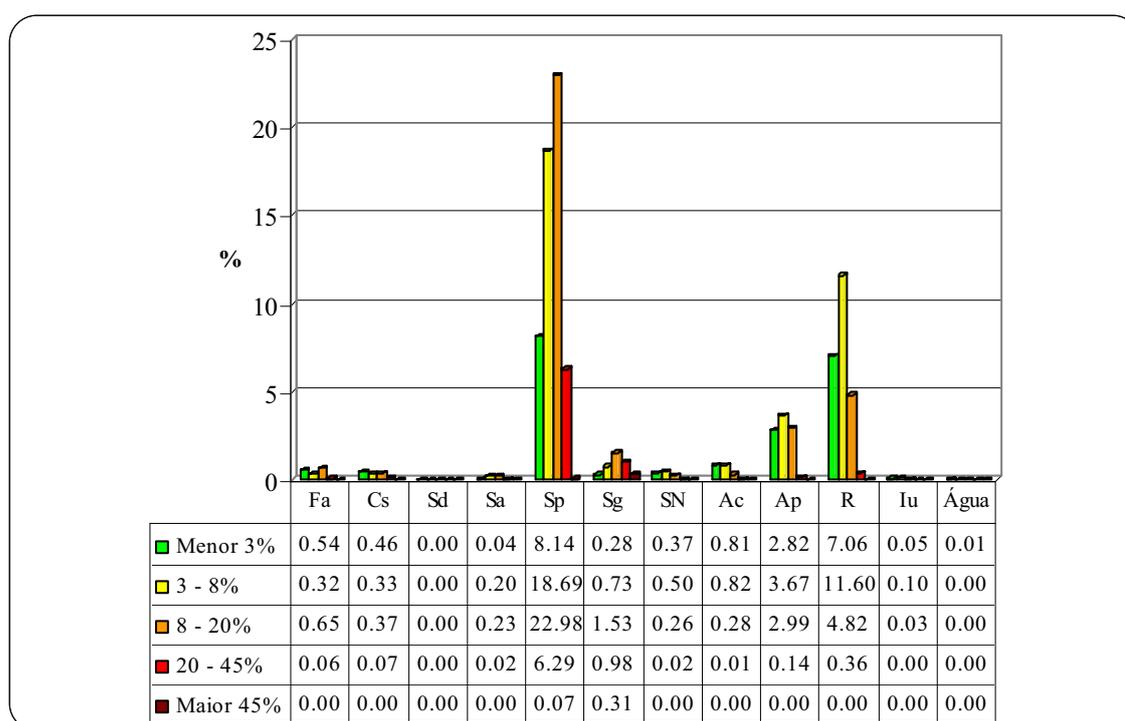


Gráfico 47 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

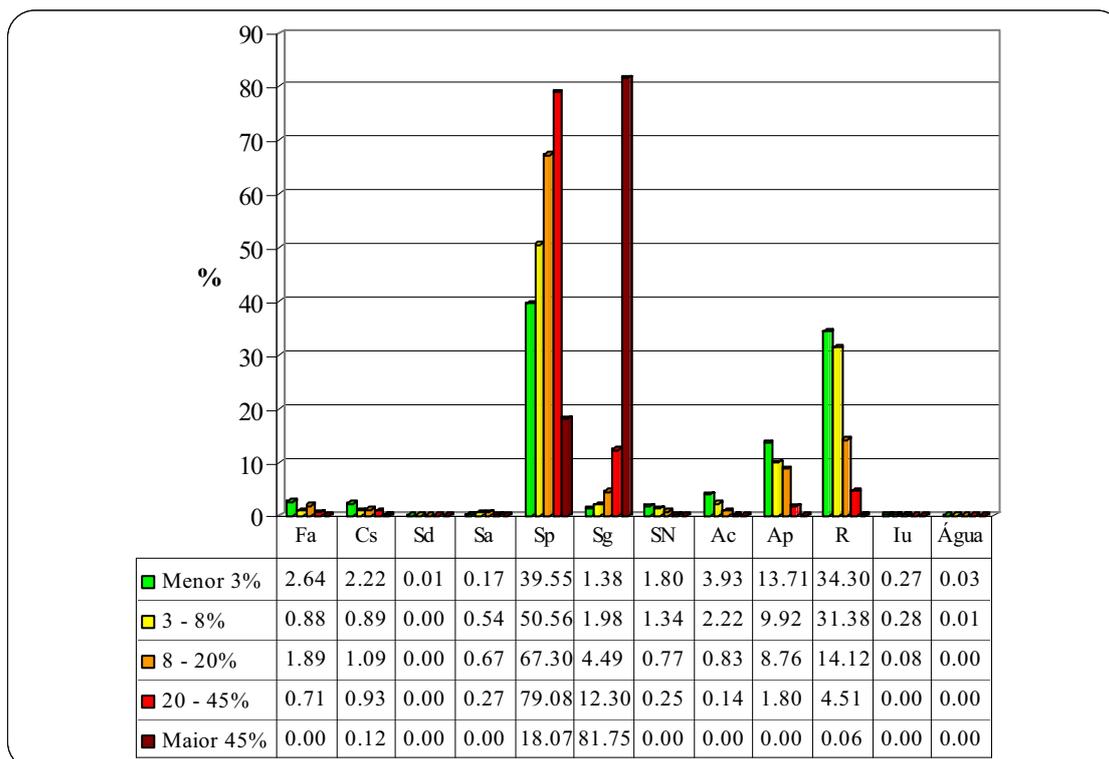


Gráfico 48 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Tabela 35 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes de solo na bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Solo x Uso da terra	Cambissolo háplico	Latossolo amarelo	Latossolo vermelho	Neossolo litólico	Área total	
	(km <sup>2</sup> )				(km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fa</b>	3.81	50.73	3.98	0.00	58.52	1.57
<b>Cs</b>	16.96	28.95	0.00	0.00	45.91	1.23
<b>Sd</b>	0.01	0.02	0.11	0.00	0.13	0.00
<b>As</b>	0.27	17.68	0.05	0.08	18.09	0.49
<b>Sp</b>	480.25	1410.26	28.75	173.70	2092.95	56.15
<b>Sg</b>	3.20	63.41	0.23	76.16	143.00	3.84
<b>SN</b>	2.50	39.50	0.79	0.00	42.78	1.15
<b>Ac</b>	5.98	62.27	3.42	0.00	71.66	1.92
<b>Ap</b>	57.93	295.08	3.99	1.50	358.51	9.62
<b>R</b>	153.03	678.43	37.12	19.74	888.32	23.83
<b>Iu</b>	1.31	5.60	0.00	0.00	6.92	0.19
<b>Água</b>	0.00	0.41	0.00	0.00	0.41	0.01
<b>Área Total</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>725.25</b>	<b>2652.33</b>	<b>78.43</b>	<b>271.18</b>	<b>3727.20 km<sup>2</sup></b>
	<b>(%)</b>	<b>19.46</b>	<b>71.16</b>	<b>2.10</b>	<b>7.28</b>	<b>100.00%</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

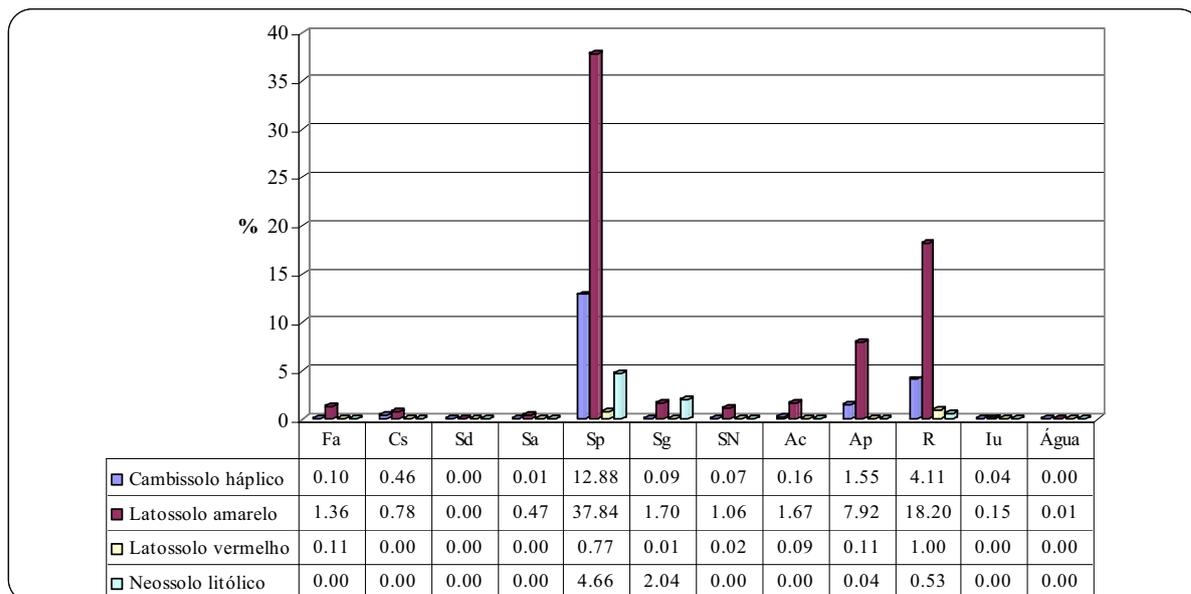


Gráfico 49 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

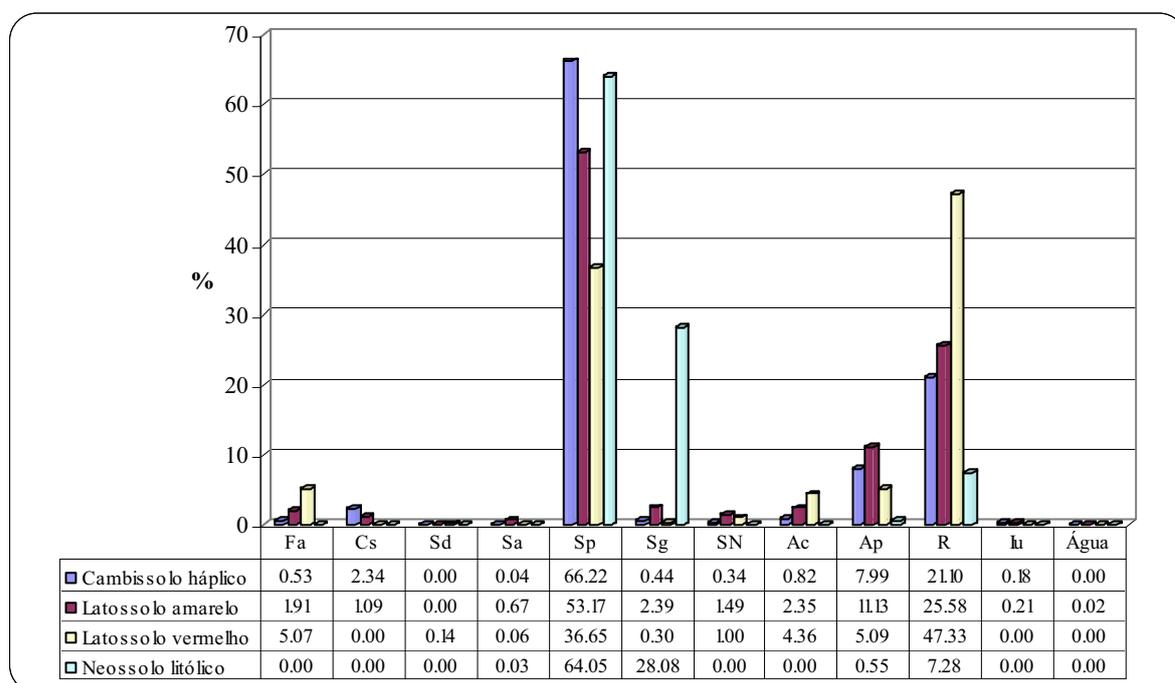


Gráfico 50 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes de solo da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Ao realizar a tabulação cruzada entre o mapeamento de uso da terra e os mapas de hipsometria, clinografia e solos da área de estudo, foi possível chegar a alguns dados apresentados e comentados, a seguir.

O cruzamento dos dados de uso da terra por classes hipsométricas na área de estudo, permite verificar que as classes correspondentes a áreas de vegetação natural se encontram concentradas em áreas compreendidas entre o intervalo de 750 a 1000m de altitude, especialmente a classe de Campo sujo (Sp) que concentra um total de 51.53% na área da bacia e ainda, 57.68% da classe hipsométrica citada.

As áreas com altitude superior a 1250m apresentam-se recobertas em sua totalidade, pela classe de Campo limpo (Sg), o que representa um total de 1.04% desta classe na área da bacia e o correspondente a 100% da área da classe hipsométrica citada.

A classe hipsométrica de 750 a 1000m, predominante na bacia em estudo, concentra ainda a maior parte das classes de uso com influência antrópica, entre elas o Reflorestamento (R), a Pastagem (Ap), e a Agricultura (Ac) com, respectivamente, 21.82%, 9.27% e 1.39% da área da bacia em estudo. As áreas de Reflorestamento (R) representam 24.43% da área total da classe hipsométrica de 750 a 1000m de altitude, sendo que a Pastagem (Ap) e a Agricultura (Ac) representam, respectivamente, 10.38% e 1.56% da mesma.

Observa-se, ainda, a partir do cruzamento dos dados de uso da terra com a clinografia da bacia em estudo, que as classes de vegetação natural se concentram em áreas com declive do terreno variando entre o intervalo de 8 a 20%, especialmente as classes campestres. A classe de Campo sujo (Sp) se destaca com 22.98% e a classe de Campo limpo (Sg) com 1.53% desta classe na área da bacia. A classe de Campo sujo (Sp) se destaca na classe clinográfica citada com 67.30% de sua área total, enquanto que a classe de Campo limpo (Sg) concentra um total de 4.49% da mesma classe clinográfica.

A classe clinográfica predominante na bacia, correspondente ao intervalo de 3 a 8% de declividade do terreno, concentra, por sua vez, além da classe de Campo sujo (Sp), com 18.69% do total dessa classe na área da bacia, as classes de Reflorestamento (R) e Pastagem (Ap). O Reflorestamento (R) ocupa um total de 11.60% dentro da classe citada na área da bacia, enquanto que a Pastagem (Ap) ocupa um total relativo a 3.67% da mesma área. No que se refere à percentagem destas classes dentro da classe clinográfica de 3 a 8%, o Campo sujo (Sp) abrange 50.56% da área total da classe citada, enquanto as classes de Reflorestamento (R) e Pastagem (Ap), abrangem, respectivamente, 31.38% e 9.92% da mesma.

A classe de Campo limpo (Sg), além de se concentrar em áreas com altitude superior a 1250m, se concentra ainda em áreas com declive do terreno maiores que 45%. Esta classe representa 0.31% da área total da bacia e o correspondente a 81.75% da classe clinográfica citada.

O cruzamento da classificação de uso da terra por classes de solo na área de estudo permite algumas considerações a respeito da presença predominante de certas classes de uso em áreas de diferentes tipos de cobertura de solos.

A classe de solo dominante na bacia, Latossolo amarelo, apresenta-se, em sua maior parte recoberto pela classe de Campo sujo (Sp), com o total de 37.84% da área da bacia, seguido da classe de Campo limpo (Sg), com 1.70% da mesma área. Dentro da área total da classe de solo citada, o Campo sujo (Sp) ocupa um total de 53.17% e o Campo limpo (Sg) um total correspondente a 2.39% da classe citada.

Dentre as classes antrópicas que se destacam nas áreas de solo que predominam na bacia do rio Pardo, destaca-se a classe de Reflorestamento (R) com 18.20% da área da bacia nesta classe, seguida da classe de Pastagem (Ap) com 7.92% da mesma área. Estas classes representam o valor referente a 25.58% e 11.13%, respectivamente, do total da área da classe de solo citada.

A classe de uso da terra recoberta por Campo sujo (Sp), uso predominante na bacia do rio Pardo, se encontra, especialmente em áreas com altitude entre 750 a 1000m (51.53%), em terrenos com 8 a 20% de declive (22.98%) e solos do tipo Latossolo amarelo (37.84%) dentro da área da bacia do rio Grande.

A classe de uso da terra correspondente às áreas de Reflorestamento (R), ocorre especialmente em áreas ainda com a presença de Latossolo vermelho (18.20%), com 750 a 1000m de altitude (21.82%), com 3 a 8% de declive do terreno (11.60%).

### 5.1.6. BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

A bacia do rio São Francisco é a bacia de maior contribuição hidrográfica dentro da área do Cerrado mineiro abrangendo 208146.73 km<sup>2</sup> e o correspondente a 60.2% da sua área total.

A região da bacia do São Francisco está inserida no domínio do Planalto do São Francisco, da Depressão Sanfranciscana e das Cristas de Unaí. A litologia da região é embasada pelas rochas da Formação Urucuia, Mata da Corda, Areado e do Grupo Bambuí.

Esta região apresenta o predomínio de uma morfologia plana a suavemente ondulada. Nas áreas onde a densidade da rede de drenagem é maior, o relevo suave a ondulado predomina sobre o relevo plano. As áreas mais abruptas, passando de um relevo suave ondulado, para um relevo ondulado a montanhoso se encontram nas regiões de limite entre o Planalto do São Francisco e a Depressão Sanfranciscana, ou ainda na região das Cristas de Unaí, caracterizadas por um alinhamento de serras intercaladas por áreas rebaixadas e planaltos.

Para o conhecimento das características ambientais da bacia do rio São Francisco foram realizados alguns mapeamentos temáticos apresentados e comentados adiante. O MDE do Estado de Minas Gerais permitiu gerar os mapas hipsométrico e clinográfico (Mapas 26 e 27) da bacia do rio São Francisco. Os mapas de solos e uso da terra (Mapas 28 e 29) foram elaborados, a partir de dados do IBGE e PROBIO, respectivamente.

As classes definidas para a caracterização da hipsometria e clinografia, na área de estudo, foram delimitadas especificamente com vistas à área da bacia em estudo, a fim de identificar e caracterizar as diferentes formas da paisagem e os processos atuantes na mesma.

Os valores da área das classes hipsométricas, clinográficas e de uso da terra e cobertura vegetal natural (km<sup>2</sup> e %) estão apresentados nas Tabelas 36, 37 e 38, e Gráficos 51, 52 e 53 mostrados a seguir.

Tabela 36 – Área das classes hipsométricas da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Classes hipsométricas	Intervalos hipsométricos	Área total	
		(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 500m	9893.64	4.75
2	500 – 750m	120557.47	57.92
3	750 – 1000m	66952.73	32.17
4	1000 – 1250m	8847.98	4.25
5	Maior 1250m	1894.91	0.91
<b>Total</b>	.. <sup>21</sup>	<b>208146.73</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>21</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

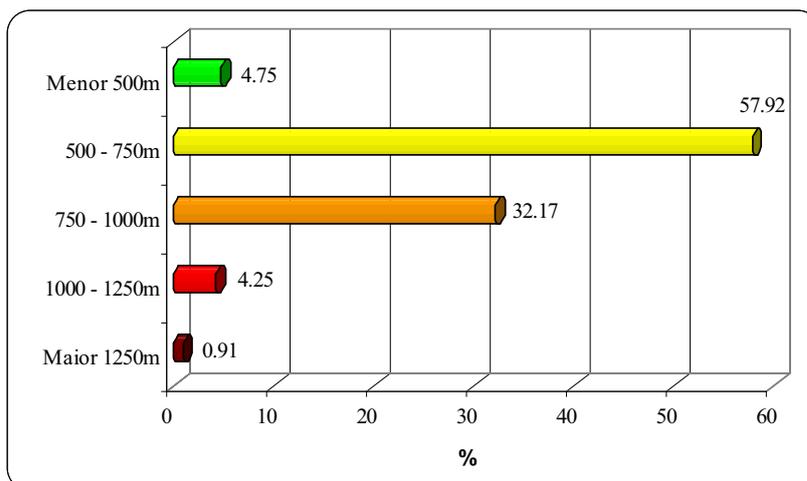


Gráfico 51 – Distribuição percentual das classes hipsométricas na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Tabela 37 – Área das classes de declividade do terreno da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Classes clinográficas	Intervalos de declividade do terreno	Caracterização do relevo	Área total	
			(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Menor 3%	Plano	68262.73	32.80
2	3 – 8%	Suave ondulado	76668.87	36.83
3	8 – 20%	Ondulado	50272.89	24.15
4	20 – 45%	Fortemente ondulado	12239.66	5.88
5	Maior 45%	Montanhoso	702.58	0.34
<b>Total</b>	.. <sup>22</sup>	.. <sup>23</sup>	<b>208146.73</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

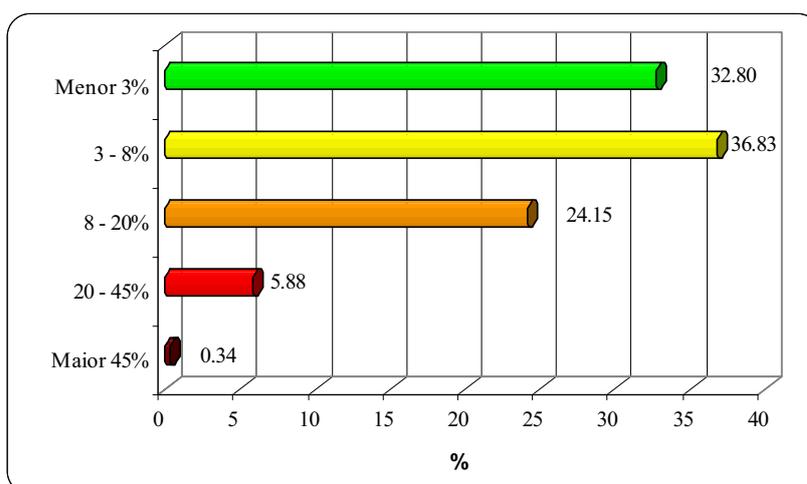


Gráfico 52 – Distribuição percentual das classes clinográficas na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

<sup>22</sup>, <sup>23</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

O mapeamento hipsométrico da bacia do rio São Francisco permite verificar que a maior parte desta área (57.92%) encontra-se inserida em áreas com altitudes compreendidas entre 500 e 750m de elevação.

O mapeamento clinográfico da bacia, por sua vez, indica que a maior parte da bacia estudada encontra-se em terrenos com menos de 8% de declividade, ou seja, 69.63% da área de estudo se encontram assentados em áreas de relevo plano a suavemente ondulado. Nestas áreas o escoamento superficial é lento e a declividade do terreno permite a utilização de maquinário agrícola para as atividades agronômicas.

De modo geral, os solos predominantes na área da bacia do rio São Francisco compreendem os tipos de Latossolo amarelo, Latossolo vermelho e Latossolo vermelho-amarelo, abrangendo um total de 35.70% da área da bacia. Em seguida, destaca-se a classe de Cambissolo háplico com 27.78% da mesma área.

A identificação das outras classes de solos encontradas na bacia em estudo, assim como os valores das áreas de cada categoria (km<sup>2</sup> e %), estão descritas a seguir.

Tabela 38 – Área das classes de solo da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Classificação SiBCS (1999)	Área total	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
Afloramento de Rocha	654.96	0.31
Argissolo vermelho	18009.10	8.65
Argissolo vermelho-amarelo	6968.47	3.35
Cambissolo háplico	57822.20	27.78
Gleissolo háplico	457.28	0.22
Latossolo amarelo	6162.98	2.96
Latossolo vermelho	32426.49	15.58
Latossolo vermelho-amarelo	35726.23	17.16
Água	1568.19	0.75
Neossolo flúvico	2891.63	1.39
Neossolo quartzarênico	22799.22	10.95
Nitossolo vermelho	22651.79	10.88
Plintossolo pétrico	8.22	0.00
.. <sup>24</sup>	<b>208146.76</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

<sup>24</sup> Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (SILVA, 2006).

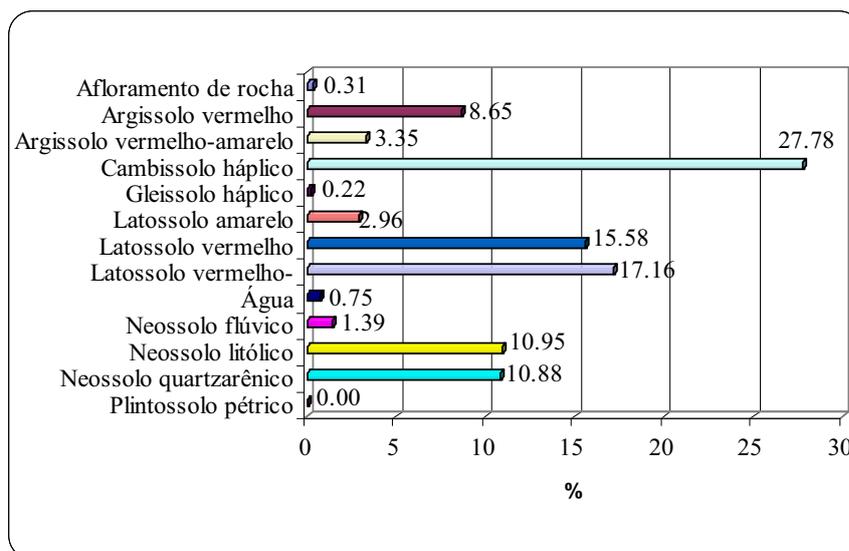


Gráfico 53 – Distribuição percentual das classes clinográficas na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio São Francisco dentro da área de estudo permite verificar a distribuição das classes de vegetação natural e atividades de uso antrópico, conforme Tabela 39 e Gráfico 54, mostrados, a seguir.

Tabela 39 – Área das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Classes de uso da terra e cobertura vegetal natural	Área total	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fa</b>	5333.70	2.56
<b>Fm</b>	473.85	0.23
<b>Cs</b>	2065.33	0.99
<b>Cm</b>	114.45	0.05
<b>Sd</b>	1016.71	0.49
<b>Sa</b>	11532.86	5.54
<b>Sp</b>	74710.46	35.89
<b>Sg</b>	15974.20	7.67
<b>Pa</b>	9.31	0.00
<b>SN</b>	5501.60	2.64
<b>Vs</b>	5781.64	2.78
<b>Ac</b>	23148.38	11.12
<b>Ap</b>	47209.23	22.68
<b>R</b>	13023.47	6.26
<b>Iu</b>	1086.02	0.52
<b>Im</b>	1.64	0.00
<b>Água</b>	1163.88	0.56
<b>SN</b>	5333.70	2.56
<b>Total</b>	<b>208146.73</b>	<b>100.00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

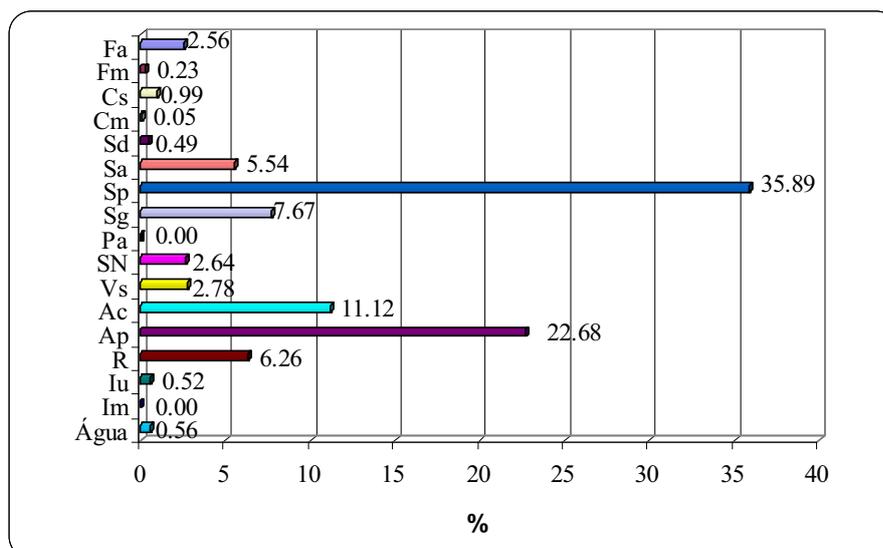


Gráfico 54 – Distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural na bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro (Classes de uso IBGE/1992)

Os dados de uso da terra permitem verificar que 40.58% desta área já se apresentam ocupadas por algum tipo de atividade com influência antrópica, ou seja, pela agricultura, pecuária, reflorestamento, áreas urbanizadas, atividades minerárias, entre outros usos.

A classe de corpos d'água compreende 0.56% da bacia em estudo, ou seja, os reservatórios naturais e as represas artificiais que foram instaladas ao longo de alguns rios de importante abastecimento hídrico na região, a exemplo, com grande destaque da represa de Três Marias.

Uma parcela de 58.86% da bacia em estudo se encontra ainda recoberta por vegetação natural, incluindo as classes de floresta, cerrado, campos, mata de galeria, entre outras.

Dentre as classes de cobertura vegetal natural, há o predomínio das classes campestres (43.57%) na área da bacia em estudo, destacando-se a classe de Campo sujo (Sp), que corresponde a 35.89% do total da área da bacia. Em seguida, surge a classe de Campo limpo (Sg) com um total de 7.67% da mesma área.

As classes de Cerrado florestado (Sd) e Cerrado arborizado (Sa), por sua vez, correspondem a um total de apenas 6.03% da mesma área estudada.

A classe de uso antrópico predominante nesta área corresponde à classe de Pastagem (Ap) com 22.68%, seguido das classes de Agricultura (Ac) e Reflorestamento (R) com, respectivamente, 11.12% e 6.26% da bacia em estudo.

A atividade agrícola (inclusive aquela que se refere ao cultivo irrigado) é percebida em toda a área da bacia em estudo, com destaque para as culturas de milho, feijão, cana-de-açúcar, arroz, banana, mandioca, café, laranja, soja, tomate, algodão, manga, uva e laranja, dependendo da região analisada. Na pecuária ocorre o predomínio da bovinocultura, com destaque também para a avicultura (galináceos) e suinocultura, em algumas sub-bacias do São Francisco.

A silvicultura é outra atividade de destaque, destacando o eucalipto como espécie mais significativa nesta atividade na bacia, especialmente em virtude das atividades industriais desenvolvidas na região.

A partir dos mapas temáticos elaborados (Mapas 26, 27, 28 e 29) e dos dados estatísticos obtidos a partir destes mapeamentos referentes à hipsometria, clinografia, solos e uso da terra da área de estudo, foi realizada uma operação de tabulação cruzada, com ou auxílio do SIG *Idrisi 32*, que permitiu realizar outras análises referentes à bacia em estudo.

O cruzamento das informações de dois mapas distintos (uso da terra x hipsometria, uso da terra x clinografia e uso da terra e solos) permitiu gerar uma série de dados que auxiliam a análise das variáveis ambientais da bacia em estudo.

A partir desta operação de tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra com os mapas de hipsometria, clinografia e classes de solo da área de estudo, foi possível chegar aos dados apresentados nas Tabelas 40, 41 e 42 e Gráficos 55, 56, 57, 58, 59 e 60, a seguir.

Tabela 40 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes hipsométricas na bacia do rio São Francisco na área do Cerrado mineiro

Hipsometria x Uso da terra	Menor 500m	500 – 750m	750 – 1000m	1000 – 1250m	Maior 1250m	Área total	
	(km <sup>2</sup> )					(km <sup>2</sup> )	(%)
Fa	759.31	3263.75	1202.35	103.59	4.70	5333.70	2.56
Fm	48.60	262.88	151.49	10.87	0.00	473.85	0.23
Cs	503.08	722.71	830.60	8.95	0.00	2065.33	0.99
Cm	0.00	42.55	52.80	19.10	0.00	114.45	0.05
Sd	11.38	540.56	437.17	26.58	1.01	1016.71	0.49
Sa	107.29	6630.39	4700.93	93.21	1.04	11532.86	5.54
Sp	2002.87	45231.79	25610.37	1799.63	65.80	74710.46	35.89
Sg	225.86	4125.04	5943.05	3915.40	1764.86	15974.20	7.67
Pa	6.55	2.77	0.00	0.00	0.00	9.31	0.00
SN	273.83	2097.74	2604.26	485.24	40.54	5501.60	2.64
Vs	1560.72	3715.74	504.16	1.01	0.00	5781.64	2.78
Ac	2622.10	13920.39	5709.98	889.14	6.76	23148.38	11.12
Ap	1339.88	32619.98	12361.67	881.58	6.12	47209.23	22.68
R	203.08	5887.51	6338.46	591.08	3.34	13023.47	6.26
Iu	36.55	563.71	462.79	22.23	0.74	1086.02	0.52
Im	0.00	1.63	0.01	0.00	0.00	1.64	0.00
Água	192.54	928.34	42.63	0.38	0.00	1163.89	0.56
<b>Área Total</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>9893.64</b>	<b>120557.47</b>	<b>66952.73</b>	<b>8847.98</b>	<b>1894.91</b>	<b>208146.73 km<sup>2</sup></b>
	<b>(%)</b>	<b>4.75</b>	<b>57.92</b>	<b>32.17</b>	<b>4.25</b>	<b>0.91</b>	<b>100.00%</b>

Org.: SILVA, M. K. A. / 2008

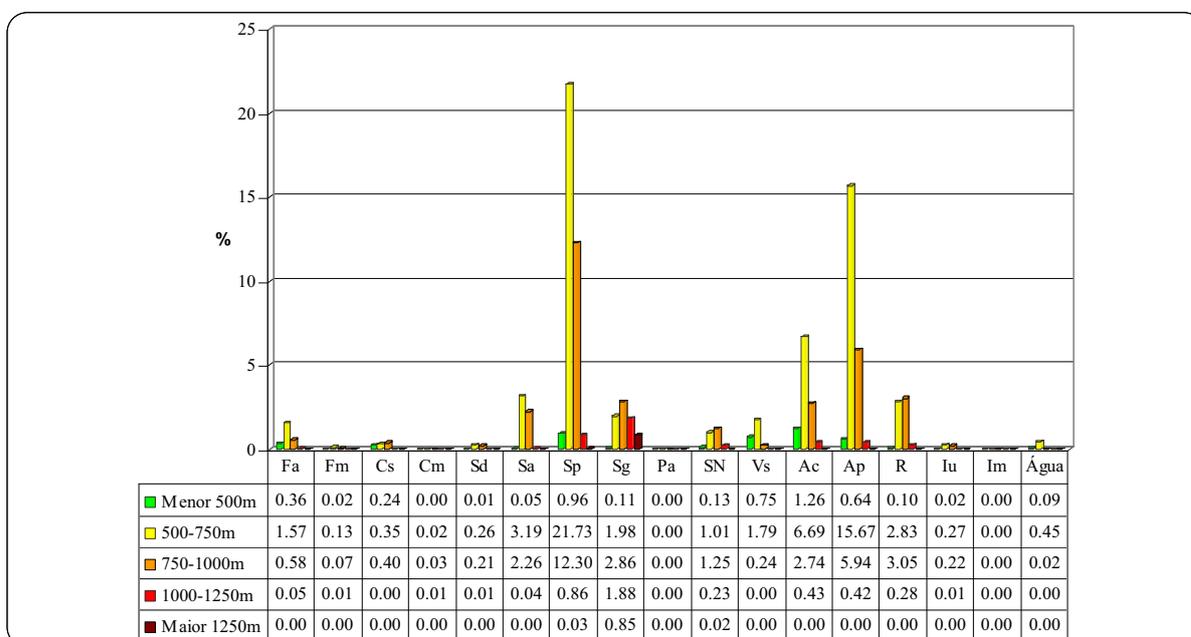


Gráfico 55 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes hipsométricas em relação à área da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

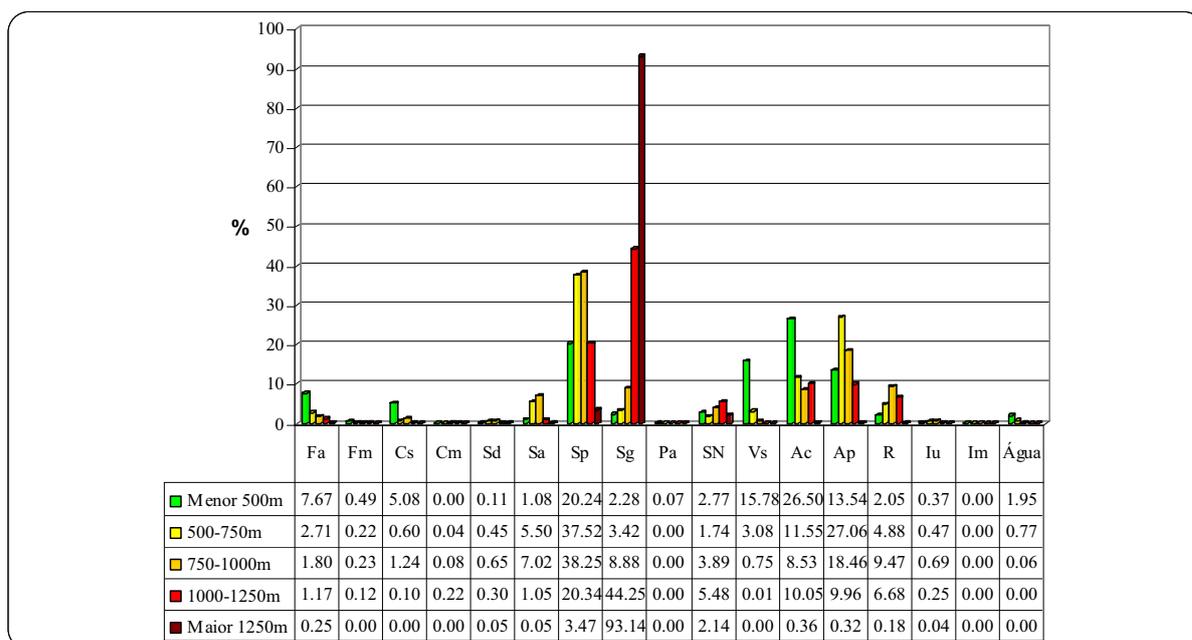


Gráfico 56 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes hipsométricas da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Tabela 41 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes clinográficas na bacia do rio São Francisco na área do Cerrado mineiro

Clinografia x Uso da terra	Menor 3%	3 – 8%	8 – 20%	20 - 45%	Maior 45%	Área total	
	(km <sup>2</sup> )					(km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fa</b>	2458.13	1651.12	992.73	226.52	5.20	5333.70	2.56
<b>Fm</b>	87.72	96.32	181.40	100.06	8.34	473.85	0.23
<b>Cs</b>	704.96	436.56	567.03	327.80	28.99	2065.33	0.99
<b>Cm</b>	3.49	16.50	52.76	38.18	3.53	114.45	0.05
<b>Sd</b>	286.88	324.98	272.74	125.94	6.16	1016.71	0.49
<b>Sa</b>	4855.84	4542.85	1692.24	425.04	16.89	11532.86	5.54
<b>Sp</b>	16637.25	28987.42	23130.58	5684.37	270.84	74710.46	35.89
<b>Sg</b>	1924.12	5194.90	6415.73	2169.93	269.52	15974.20	7.67
<b>Pa</b>	8.18	1.13	0.00	0.00	0.00	9.31	0.00
<b>SN</b>	709.56	1186.02	2360.92	1199.59	45.50	5501.60	2.64
<b>Vs</b>	2846.53	1368.43	1187.33	360.47	18.86	5781.64	2.78
<b>Ac</b>	15335.76	6583.62	1122.64	102.15	4.21	23148.38	11.12
<b>Ap</b>	14889.07	20151.77	10771.97	1374.33	22.09	47209.23	22.68
<b>R</b>	6613.92	5225.41	1101.49	80.38	2.28	13023.47	6.26
<b>Iu</b>	271.61	456.52	334.98	22.73	0.16	1086.02	0.52
<b>Im</b>	0.02	0.66	0.96	0.00	0.00	1.64	0.00
<b>Água</b>	629.70	444.65	87.36	2.15	0.02	1163.89	0.56
<b>Área Total</b>	(km <sup>2</sup> )	68262.73	76668.87	50272.89	12239.66	702.59	<b>208146.73 km<sup>2</sup></b>
	(%)	32.80	36.83	24.15	5.88	0.34	<b>100.00%</b>

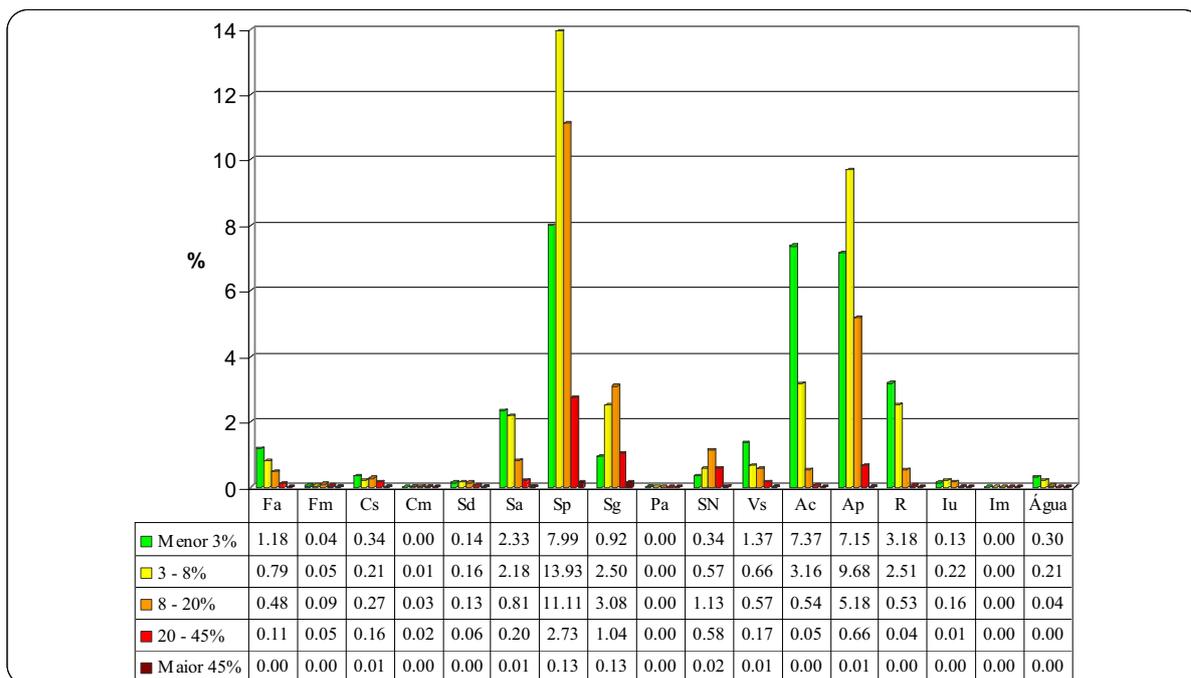


Gráfico 57 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes clinográficas em relação à área da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

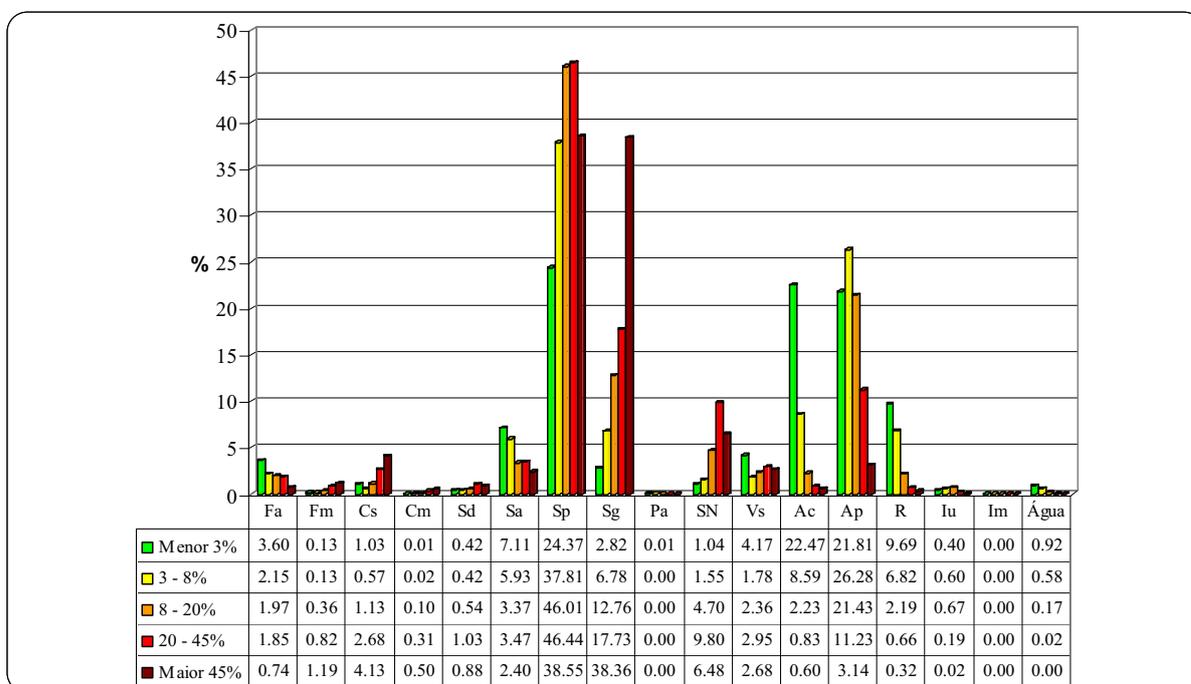


Gráfico 58 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes clinográficas da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Tabela 42 – Área das classes de uso da terra de acordo com as classes de solo na bacia do rio São Francisco na área do Cerrado mineiro

Solo x Uso da terra	(km <sup>2</sup> )												Área total		
	Afloramento de Rocha	Argissolo vermelho	Argissolo vermelho- amarelo	Cambissolo háptico	Gleissolo háptico	Latossolo amarelo	Latossolo vermelho	Latossolo vermelho- amarelo	Água	Neossolo flúvico	Neossolo litólico	Neossolo Quartzarê- nico	Plintossolo pétrico	(km <sup>2</sup> )	(%)
Fa	18.55	429.99	36.52	1436.09	28.46	305.92	1042.71	896.19	2.41	273.26	226.84	636.76	0.00	5333.70	2.56
Fm	0.00	0.00	0.55	86.03	0.00	8.31	83.17	72.32	0.00	48.40	174.87	0.20	0.00	473.85	0.23
Cs	0.00	445.90	64.43	456.59	0.00	2.52	49.44	668.84	0.00	52.21	184.82	140.58	0.00	2065.33	0.99
Cm	0.00	0.00	1.69	1.28	0.00	0.00	0.00	10.82	0.00	0.00	99.58	1.08	0.00	114.45	0.05
Sd	0.00	79.07	0.00	330.70	0.00	71.27	291.17	28.53	0.00	11.74	201.03	3.20	0.00	1016.71	0.49
Sa	1.05	1134.36	156.94	2128.52	92.71	530.35	1461.80	1847.42	149.00	13.20	652.28	3365.24	0.00	11532.86	5.54
Sp	172.21	6581.70	2435.23	24027.76	249.66	2115.66	6071.35	12774.08	493.61	675.39	9045.75	10065.81	2.27	74710.47	35.89
Sg	349.23	808.76	52.97	6647.12	23.72	79.74	972.28	745.25	24.62	169.60	5794.26	306.66	0.00	15974.20	7.67
Pa	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	1.73	2.52	0.00	4.80	0.00	0.00	0.00	9.31	0.00
SN	83.87	698.90	1218.69	1528.10	0.00	196.99	405.28	372.79	12.85	59.89	784.12	140.13	0.00	5501.60	2.64
Vs	0.00	340.79	0.00	1523.32	0.00	268.33	1976.99	819.44	34.41	264.22	278.86	275.28	0.00	5781.64	2.78
Ac	0.00	784.28	52.46	3971.56	0.00	508.16	7890.40	6968.06	57.11	569.66	1421.63	925.06	0.00	23148.39	11.12
Ap	28.43	5560.59	2545.45	13210.79	44.76	1353.61	10478.93	5340.83	276.21	620.33	3006.02	4737.32	5.96	47209.23	22.68
R	0.00	811.22	33.21	2042.84	17.60	714.28	1403.39	4966.89	136.63	22.80	858.63	2015.98	0.00	13023.47	6.26
Iu	1.62	307.58	340.82	142.12	0.00	6.91	113.82	102.05	3.13	13.53	40.51	13.93	0.00	1086.02	0.52
Im	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	0.00
Água	0.00	25.95	29.53	289.13	0.37	0.94	182.39	110.20	378.22	92.59	30.02	24.55	0.00	1163.89	0.56
Área	654.96	18009.10	6968.47	57822.20	457.28	6162.98	32426.49	35726.23	1568.19	2891.63	22799.22	22651.78	8.22	<b>208146.76</b> km <sup>2</sup>	
Total	0.31	8.65	3.35	27.78	0.22	2.96	15.58	17.16	0.75	1.39	10.95	10.88	0.00	<b>100.00%</b>	

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

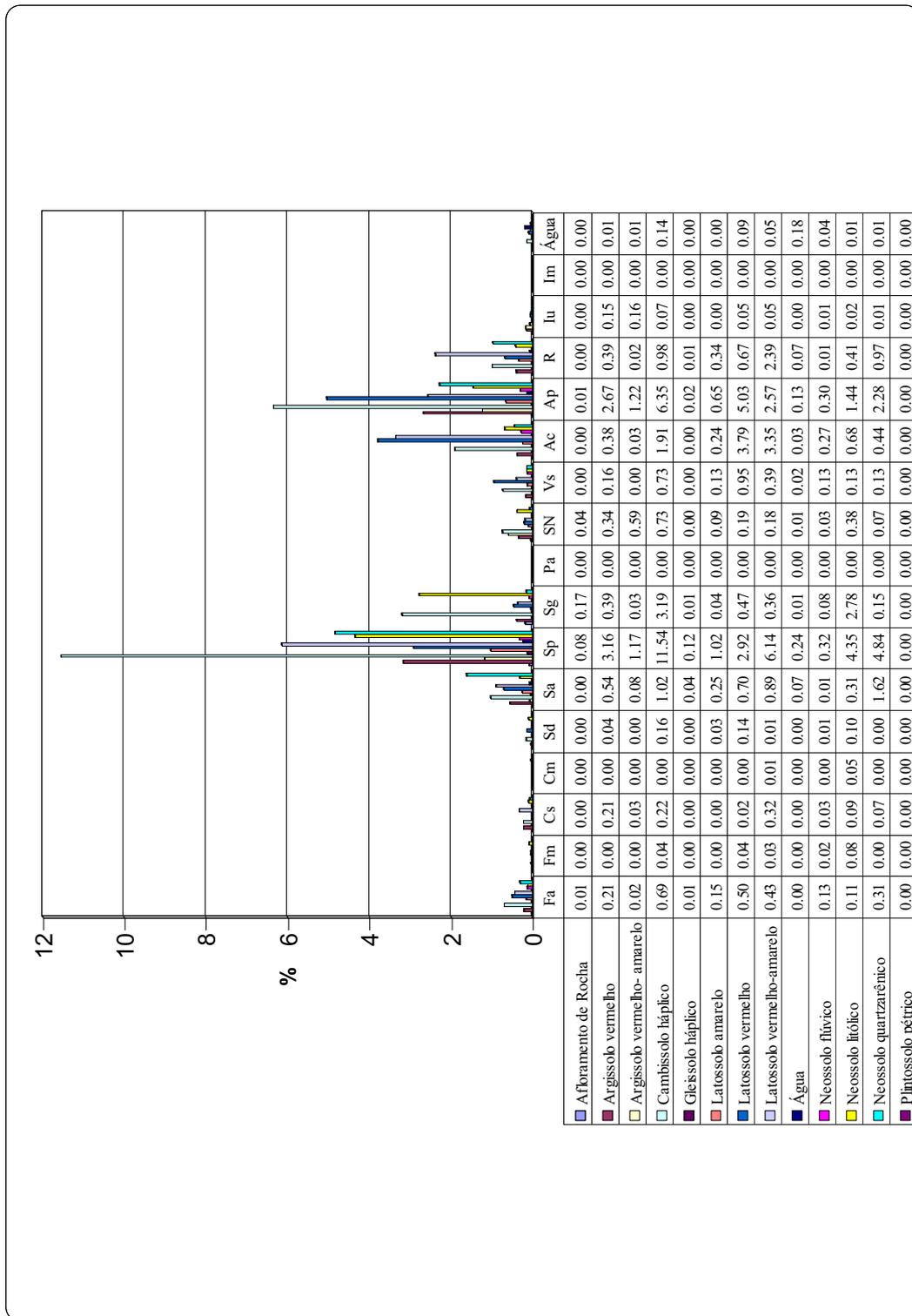


Gráfico 59 – Distribuição percentual das classes de uso da terra por classes de solo em relação à área da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

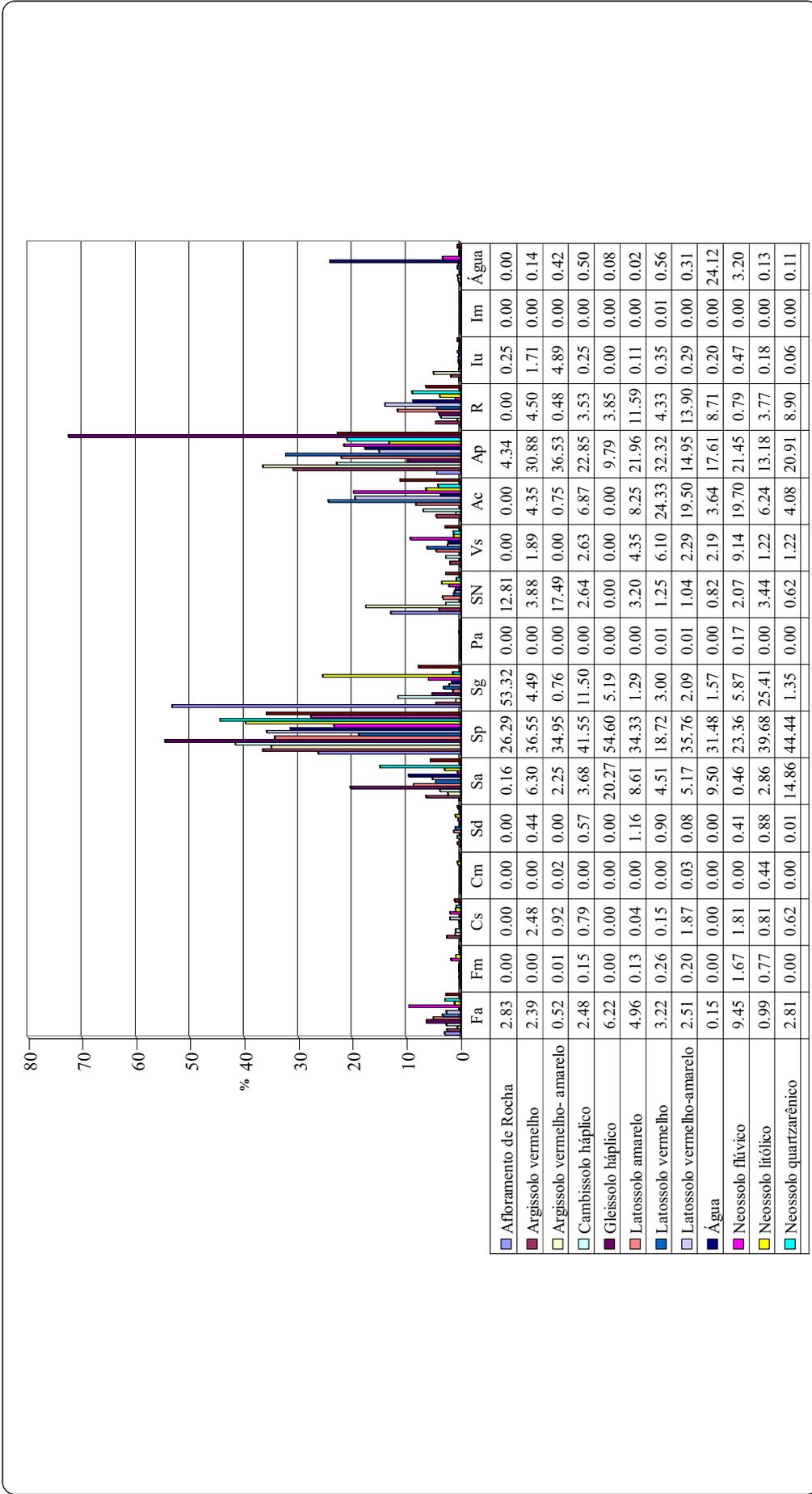


Gráfico 60 – Distribuição percentual das classes de uso da terra em relação às classes de solo da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Ao realizar a tabulação cruzada entre o mapeamento de uso da terra e os mapas de hipsometria, clinografia e solos da área de estudo, foi possível chegar a alguns dados apresentados e comentados, a seguir.

O cruzamento dos dados de uso da terra por classes hipsométricas na área de estudo, permite verificar que as classes correspondentes a áreas de vegetação natural se encontram mais concentradas nas áreas de altitude entre 500 a 750m (predominantes na bacia em estudo), especialmente as classe de Campo sujo (Sp) com o equivalente a 21.73% da área total da bacia e 37.52% da classe hipsométrica correspondente. O predomínio desta mesma classe de uso pode ser verificado ainda junto a cotas de maior altitude na bacia, ou seja, um total de 12.30% entre os intervalos de altitude 750 e 1000m.

As classes relacionadas às atividades agropecuárias e reflorestamento (Ac, Ap e R) se concentram em áreas de altitude compreendidas entre o intervalo de 500m e 1000m, com valores, respectivamente, equivalentes a 9.43%, 21.61% e 5.87% dentro da bacia em estudo.

Observa-se, ainda, que as classes de vegetação natural correspondentes às áreas de Campo limpo (Sg), Campo sujo (Sp), Cerrado (Sa) e, em menor expressão, de Mata Ciliar (Fa) se concentram em terrenos de declive inferior a 20%. Nas áreas de declive predominante na bacia, ou seja, entre 8 e 20%, há o predomínio da classe de Campo sujo (Sp) com 11.11% da área da bacia e 37.81% da classe clinográfica correspondente. A classe de Campo sujo (Sp) predomina ainda, com 13.93%, em áreas com 3 a 8% de declive do terreno, enquanto a classe de Campo limpo (Sg) predomina em áreas com 8 a 20% de declividade do terreno na área da bacia. As classes de Cerrado (Sa) e Mata de galeria (Fa), por sua vez, predominam na classe com declive do terreno menor que 3%, com um total, respectivamente, de 2.33% e 1.18% da bacia em estudo.

O cruzamento da classificação de uso da terra por classes de solo na área de estudo permite algumas considerações a respeito da presença predominante de certas classes de uso em áreas de diferentes tipos de cobertura de solos.

A classe de uso da terra dominante na bacia em estudo correspondente às áreas de Campo sujo (Sp), por exemplo, ocorre predominantemente em locais com a presença de Cambissolo háplico, com o total de 11.54% da área da bacia e 41.55% da classe de solo correspondente, áreas estas de relevo suave a ondulado, suscetíveis à erosão. O uso por esta categoria também se mostra predominante em áreas de Latossolo (10.08%), especialmente os Latossolos dos tipos vermelho (2.92%) e vermelho-amarelo (6.14%), com baixa fertilidade, profundos e com

alto teor de alumínio, ainda na presença de um relevo plano a suave-ondulado. Pode-se verificar ainda a presença com 9.19% desta classe de uso em solos do tipo Neossolo quartzarenico (4.84%) e litólico (4.35%), sendo este último, por sua estrutura pouco desenvolvida, além de apresentarem-se rasos, com alto risco de erosão e baixa fertilidade, especialmente em áreas montanhosas, apto para a preservação da vegetação natural.

As áreas de Campo limpo (Sg), que dentre as categorias de cobertura vegetal natural da bacia estudada ocupa segunda maior área dentro da bacia estudada, se encontra em sua maior parte assentada sobre solos do tipo Cambissolo háplico (3.19%) e Neossolo litólico (2.78%).

Outra categoria de uso que se destaca na área da bacia são as áreas de Cerrado (Sa) e Mata de galeria (Fa), ocupando principalmente áreas de solo do tipo Cambissolo háplico, Neossolo Quartzarênico e Latossolos vermelho e vermelho-amarelo. A classe de Cerrado, na bacia em estudo, predomina em áreas de solo do tipo Neossolo quartzarênico, com um total de 1.62% em relação à área da bacia. A classe de Mata de galeria, por sua vez, predomina em áreas de solo do tipo Cambissolo háplico, com um total de 0.69% da área total da bacia.

Dentre as classes de uso com influência antrópica, destacam-se as categorias de Pastagem (Ap) e Agricultura (Ac). A classe de Pastagem (Ap) ocorre, predominantemente, em áreas de solo do tipo Cambissolo háplico, com 6.35% da área da bacia e 22.85% da classe de solo correspondente, seguida pelas áreas de Latossolos vermelho (5.03%) e vermelho-amarelo (2.57%). A classe de Agricultura (Ac) ocorre, especialmente, em áreas de Latossolo vermelho (3.79%) e vermelho-amarelo (3.35%). Pode-se verificar a predominância da classe de agricultura em áreas de solo do tipo Latossolo, embora esse tipo de solo tenha que sofrer um processo de correção em termos de acidez e fertilidade para se tornar um solo apto à produção agrícola em áreas do Cerrado.

A classe de uso da terra recoberta por Campo sujo (Sp), uso predominante na bacia do rio São Francisco, se encontra, especialmente em áreas com altitude entre 500 a 750m (21.73%), em terrenos com 3 a 8% de declive (13.93%) e solos do tipo Cambissolo háplico (11.54%) dentro da área da bacia estudada. A classe de uso da terra correspondente às áreas de Pastagem (Ap), ocorre especialmente em áreas ainda com a presença de Cambissolo háplico (6.35%), com 750 a 1000m de altitude (15.67%), com 3 a 8% de declive do terreno (9.68%).

### 5.1.7. SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Após o detalhamento do diagnóstico ambiental elaborado na área do Cerrado mineiro, faz-se necessário uma síntese dos resultados apresentados anteriormente para uma melhor visão e compreensão do estudo realizado.

Considerando, inicialmente, o estudo hipsométrico da área de estudo verifica-se que a bacia hidrográfica do rio Doce é a bacia que tem maior parte de suas terras localizadas em áreas com altitudes superiores a 1250m, ou seja, mais de 10% de suas terras cotadas acima desta altitude. Enquanto isso, a bacia do rio Grande, se mostra como a bacia com maior área recoberta por um relevo com altitudes que variam até 500m, ou seja, quase 20% de sua área não atingem a cota dos 500m de altitude.

Os valores das classes hipsométricas, por bacia hidrográfica federal pertencente à área do Cerrado mineiro, podem ser verificados na Tabela 43, a seguir.

Tabela 43 – Área das classes hipsométricas por bacia hidrográfica federal no Cerrado mineiro

Hipsometria x Subbacias	Menor	500 a	750 a	1000	Maior
	500m	750m	1000m	1250m	1250m
	(%)				
<b>Doce</b>	0,00	41,65	32,31	14,78	11,26
<b>Grande</b>	19,66	38,06	32,25	8,65	1,38
<b>Jequitinhonha</b>	3,37	25,56	59,07	9,84	2,16
<b>Paranaíba</b>	12,47	25,46	47,57	14,02	0,48
<b>Pardo</b>	0,00	2,50	89,36	7,13	1,01
<b>São Francisco</b>	4,75	57,92	32,17	4,25	0,91

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

O estudo clinográfico realizado na área de estudo mostra, por sua vez, que dentre as bacias federais analisadas, a bacia do rio Paranaíba se destaca como a bacia mais plana entre elas, com mais de 65% de sua área recoberta por terrenos com declividade inferior a 8%, enquanto a bacia do rio Doce se apresenta como a bacia com maior declive de terreno. Mais de 40% da bacia do rio Doce se encontra em áreas com declividade do terreno superior a 20%.

Os valores gerais de classes de declive do terreno, por bacia hidrográfica federal pertencente à área do Cerrado mineiro, podem ser verificados na Tabela 44, a seguir.

Tabela 44 – Área das classes clinográficas por bacia hidrográfica federal no Cerrado mineiro

Clinografia x Subbacias	Menor 3%	3 a 8%	8 a 20%	20 a 45%	Maior 45%
	(%)				
<b>Doce</b>	2,36	10,78	45,05	37,45	4,36
<b>Grande</b>	23,1	44,1	25,53	6,56	0,71
<b>Jequitinhonha</b>	12,23	24,42	42,29	20,07	0,99
<b>Paranaíba</b>	23,56	45,34	27,26	3,79	0,05
<b>Pardo</b>	20,57	36,96	34,14	7,95	0,38
<b>São Francisco</b>	32,8	36,83	24,15	5,88	0,34

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

O mapeamento elaborado do uso da terra e cobertura vegetal natural permite ainda outras afirmativas a respeito da área estudada.

Verifica-se que, dentre as classes de cobertura vegetal natural, a bacia do rio Paranaíba é a que apresenta maior percentual de Mata de galeria/ciliar (Fa) e Mata seca semidecidual (Fs), o correspondente a quase 8% da área da bacia.

A bacia do rio São Francisco é a bacia que apresenta maior percentual de Cerrado denso (Sa), ou seja, pouco mais de 5% de sua área, entre as demais bacias federais da área do Cerrado mineiro que nem chegam a atingir esse percentual. No que se refere à cobertura por áreas de Cerradão (Sd), a bacia do rio Grande apresenta maior percentual em relação às demais, total que abrange cerca de apenas 2% da área total da bacia.

A cobertura campestre destaca a bacia do rio Jequitinhonha por apresentar maior cobertura de Campo limpo (Sg) dentre as demais bacias estudadas e a bacia do rio Pardo com maior percentual de cobertura por Campo sujo (Sp) abrangendo mais de 56% de sua área total.

Dentre as classes de uso antrópico, verifica-se o destaque da bacia do rio Grande em relação às demais bacias da área de estudo no que se refere às classes de Agricultura (Ac) e Pastagem (Ap), apresentando cerca de 72% de sua área por cobertas por estas classes de uso. A bacia do rio Paranaíba segue em segunda colocação, com maior percentual das mesmas classes de uso citadas. A bacia que apresenta destaque no uso pelo Reflorestamento (R), por sua vez, é a bacia do rio Pardo com mais de 20% de sua área recobertos por esta classe.

Os valores totais de classes de uso da terra e cobertura vegetal natural, por bacia hidrográfica federal pertencente à área do Cerrado mineiro, podem ser verificados na Tabela 45, a seguir.

Tabela 45 – Área das classes de uso da terra por bacia hidrográfica da área de estudo

Uso da terra x Sub-bacias	Fa	Fs	Fm	Cs	Cm	Sd	Sa	Sp	Sg	Pa	SN	Vs	Ac	Ap	R	Iu	Im	Água
	(%)																	
<b>Doce</b>	-	-	-	-	-	-	-	7,79	23,89	-	24,07	-	-	42,72	1,39	0,12	-	0,02
<b>Grande</b>	6,09	-	1,56	-	-	2,21	0,92	3,03	6,99	0	0,52	0,07	28,39	43,61	0,62	0,74	0,01	5,24
<b>Jequitinhonha</b>	0,27	-	-	0,29	0,02	0,23	2,59	37,7	25,00	-	6,76	-	0,02	7,07	19,94	0,10	-	0,01
<b>Paranaíba</b>	7,15	0,73	0,09	-	-	1,67	0,51	6,73	9,02	0	1,32	0	25,73	42,85	1,64	0,58	0,02	1,96
<b>Pardo</b>	1,57	-	-	1,23	-	0	0,49	56,15	3,84	-	1,15	-	1,92	9,62	23,83	0,19	-	0,01
<b>São Francisco</b>	2,56	-	0,23	0,99	0,05	0,49	5,54	35,89	7,67	0	2,64	2,78	11,12	22,68	6,26	0,52	0	0,58

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

## 5.2. ANÁLISE GEOAMBIENTAL

Estudar o potencial geoambiental de uma determinada área é importante, no sentido de que este estudo se torna uma ferramenta essencial para o planejamento de ações a serem executadas nesta área com vistas à utilização dos recursos naturais ali presentes de forma sustentável. Este estudo permite gerar uma série de dados referentes ao conhecimento da localização, identificação e quantificação dos recursos naturais, dados estes que, freqüentemente atualizados, são considerados de grande importância na gestão dos ambientes.

Os dados obtidos mostram a sensibilidade do ambiente em face das intervenções que potencialmente podem ocorrer e auxiliam a identificação das medidas que devem ser realizadas, tendo em vista a exploração e a conservação ou recuperação dos recursos naturais.

A definição das unidades geoambientais foi realizada segundo a delimitação de áreas com características homogêneas e um padrão de formas específico que se repete e se diferencia da unidade adjacente. Os principais fatores determinantes de identificação das unidades geoambientais foram a hipsometria e as formas de relevo presentes na área do Cerrado mineiro. O relevo pode ser considerado um condicionante fundamental para a delimitação de unidades geoambientais, pois reflete as condições de geologia, pedologia, cobertura vegetal e uso da terra da área em estudo.

O relevo de Minas Gerais, caracterizado por planaltos, depressões e áreas dissecadas, é resultado de uma alternância de atuação de processos morfoclimáticos que, ora são favoráveis a elaboração de superfícies de aplainamento, ora a um relevo mais entalhado e aprofundamento dos cursos d'água. Toda a configuração do relevo, especialmente nas áreas com cotas altimétricas mais elevadas ou grandes escarpamentos, está relacionada à geologia, litologia, fatores climáticos e aos processos erosivos que determinam as características e definem as formações do relevo, até mesmo pelo tectonismo pós-cretácico na influência da evolução geomorfológica desta região (CETEC, 1983).

As classes hipsométricas utilizadas como parâmetro para a definição das unidades geoambientais foram estabelecidas em três intervalos de classes: menores que 700m; de 700 a 1100m e maiores que 1100m.

A condicionante altimétrica e a diversidade de formas do relevo da área de estudo estruturaram a definição das unidades geoambientais (A, B, C e D), ou seja, áreas com parâmetros semelhantes de altitude, declividade, densidade de drenagem, entre outros.

Desta forma, completando o diagnóstico ambiental da área de estudo, apresenta-se o mapa de Unidades geoambientais da área do Cerrado mineiro (Mapa 30) como resultado de um levantamento da avaliação das variáveis temáticas analisadas, com base nos mapeamentos realizados e apresentados ao longo desta pesquisa.

Os valores da área de cada unidade geoambiental mapeada (km<sup>2</sup> e %) estão apresentados na Tabela 46 e Gráfico 61 mostrados, a seguir.

Tabela 46– Área das Unidades Geoambientais das bacias hidrográficas federais no Cerrado mineiro

Unidades Geoambientais	Área	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
A	152580,94	44,13
B	168795,51	48,82
C	12665,42	3,66
D	11704,92	3,39
<b>Total</b>	<b>345746,79</b>	<b>100,00</b>

Org.: SILVA, M. K. A./ 2008

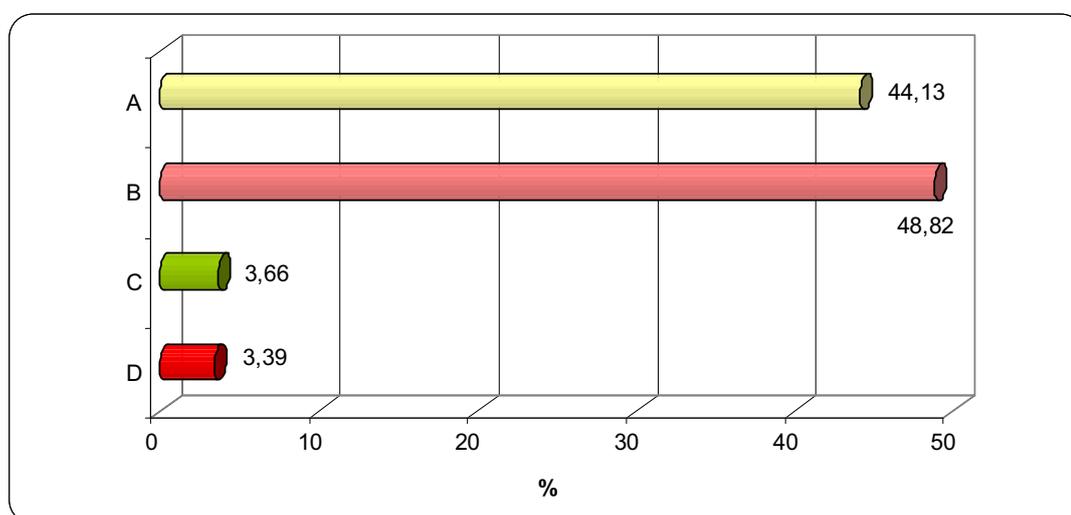


Gráfico 61 – Distribuição percentual da área das Unidades Geoambientais das bacias hidrográficas federais no Cerrado mineiro

A unidade A é caracterizada, predominantemente, por áreas de Depressão que correspondem a 44.13% do total da área de estudo. As áreas de Depressões se configuram como áreas mais planas que os Planaltos e, em geral, mais baixas que as áreas em sua volta. Esta unidade abrange cerca de 33% de sua área correspondente a relevos situados, predominantemente, em

áreas de solos do tipo Latossolo vermelho, com declive do terreno plano a suave ondulado, ou seja, mais de 80% de sua área variando até 8% e cotas altimétricas caracterizadas por altitudes que atingem até o limite de 700m. Esta unidade está predominantemente ocupada pela classe de uso por Pastagem (Ap), com 31% da área da unidade estudada, e ainda apresenta destaque para a classe de uso por Campo Sujo (Sp), ou seja, cerca de 27% da mesma área citada.

A unidade B é representada, especialmente, por áreas de Planalto e corresponde, por sua vez, a uma área equivalente a 48.82% da área de estudo. As áreas de Planaltos são relativamente planas, de altitudes variadas, delimitadas por escarpas que constituem declives e, onde os processos de erosão, ou seja, os agentes de desgaste, se sobrepõem ao processo de deposição de materiais pelos agentes de sedimentação. Mais de 26% da área desta unidade compreende um relevo que se situa predominantemente em áreas de solos do tipo Cambissolo háplico, além de apresentar cerca de 23% de sua área total, embasada por solos do tipo Latossolo vermelho. Apresenta áreas de terreno predominantemente ondulado, com declive variando de 8 a 20%, ou seja, mais de 36% do valor percentual da área da unidade estudada. Esta unidade se caracteriza ainda, pela presença de áreas com cotas altimétricas variando entre o intervalo de 700 a 1100m e, assim como a unidade A, está predominantemente ocupada pela classe de uso por Campo sujo (Sp), com 29% da área da unidade estudada. Segue, em ordem crescente de ocupação, o uso pelas classes de Pastagem (Ap), com cerca de 26% da área total, e em seguida, a Agricultura (Ac), com cerca de 10% da área estudada, esta com grande destaque, por exemplo, para área da região do Alto Paranaíba.

A unidade C é caracterizada, predominantemente, por áreas de Serras e corresponde a 3.66% do total correspondente a área de estudo. A região de Serras é definida por áreas formadas por agrupamento de montanhas, ou seja, formações geográficas formadas por tectonismo ou quando o soerguimento do relevo é mais forte que a erosão. Cerca de 50% desta área correspondem a um relevo caracterizado por solos do tipo Neossolo litólico, com morfologia predominantemente ondulada, sendo que mais de 42% da área da unidade apresenta entre 8 a 20% de declive do terreno. As cotas altimétricas variam em altitudes superiores a 1100m e a maior parte da unidade geoambiental estudada, está coberta pela classe de uso de Campo limpo (Sg), com mais de 66% da área da unidade estudada recoberta por esse uso.

Por fim, a unidade D que é recoberta, especialmente, por áreas de Chapadas, corresponde a uma área de 3.39% do total da área de estudo. As Chapadas são formações rochosas mais elevadas que as áreas adjacentes e que possuem uma porção bem plana na parte superior, moldada especialmente pela erosão. Esta unidade apresenta quase 82% desse total

correspondente a áreas com um relevo que se caracteriza pela presença de solos do tipo Latossolo vermelho e Latossolo vermelho-amarelo. Apresenta ainda o predomínio de um terreno plano, com até 3% de declive, em cerca de mais de 52% da área total da unidade, além de superfície com altimetria variando entre valores correspondentes a 700 e 1000m. A unidade D está ocupada em mais de 63% pela classe de uso por Agricultura (Ac). Cerca de 20% da área da unidade geoambiental estudada, estão cobertos pelas classes de uso por Pastagem (Ap) e Campo limpo (Sg), classe esta comumente utilizada para fins pecuários, como já mencionado no decorrer desta pesquisa.

Estas áreas apresentam, de acordo com o mapeamento temático realizado, perda da cobertura vegetal em favor da prática de atividades sócio-econômicas. Os parâmetros normativos vigentes da legislação brasileira e/ou estadual dispõem e são claros sobre a utilização racional dos recursos naturais presentes no meio natural, sendo que diversas áreas são protegidas por lei, devendo ser considerado que estas não podem (ou pelo menos não deveriam) ser utilizadas por possuírem regras de uso restrito para sua sustentabilidade. Porém, sabe-se pouco e, especialmente, pouco se pratica sobre o fato de não utilizar áreas críticas para determinado uso em detrimento a preservação/conservação da cobertura vegetal natural ali presente.

De acordo com esta pesquisa, verifica-se que na maioria das bacias analisadas, o uso da terra é predominantemente marcado pelo uso por classes de cobertura vegetal natural, a não ser nas bacias do rio Grande e rio Paranaíba, nas quais o uso antrópico se destaca sobre a cobertura vegetal natural. Porém, embora o percentual nas demais bacias destaque a cobertura vegetal natural por uso predominante nessas áreas, o que se verifica é que atividades como as práticas pecuárias em áreas campestres ou algum outro tipo de atividade antrópica, são responsáveis pela perda da biodiversidade da vegetação em áreas que deveriam estar preservadas.

Da mesma forma, as áreas com declive do terreno superior a 100% ou 45°, ou ainda, segmentos de vertentes cujas inclinações apresentam algum tipo de problema em relação ao escoamento superficial e a ocupação humana, também deveriam ser preservadas com vistas a proteção da cobertura vegetal ali presente. No entanto, constata-se, por exemplo, na bacia do rio Doce, bacia com maior percentagem em áreas de declive superior a 45%, que o uso da terra recoberto predominantemente por áreas de Pastagem (Ap) e Campo limpo (Sg) (áreas utilizadas comumente para atividades com fins pecuários), retira parte da cobertura vegetal natural ali presente. Esse fato se afirma pela ausência de áreas de cobertura vegetal natural nas

classes de uso da terra mapeadas na bacia, especialmente as classes de Florestas (F) ou Savanas (S).

A bacia do rio Jequitinhonha, também se destaca com áreas de declive acentuado em suas terras e, o que se percebe pelo mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal, é que grande parte da bacia é utilizada para fins pecuários, em áreas de Pastagem (Ap) e/ou áreas Campestres (Sg e Sp) ou ainda pela prática do Reflorestamento (R), atividades responsáveis por reforçar a retirada da cobertura vegetal natural desta área.

As áreas de fundo de vale e ao longo dos rios ou cursos d'água são, da mesma forma, protegidas por legislação e grande parte de sua vegetação é retirada para diversos usos. Pode-se perceber, por exemplo, nas bacias federais pertencentes ao Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, a bacia do rio Paranaíba e a bacia do rio Grande. Ambas mostram que ao longo do curso dos rios que as nomeiam, além de outros de relevante importância hídrica para a região como o rio Araguari, a retirada da cobertura vegetal é intensa devido ao predomínio das atividades agropecuárias na região. Os mapas de uso da terra mostram o predomínio da cobertura desta área pelas classes de uso por Agricultura (Ac) e Pastagem (Ap) em detrimento das classes de Mata galeria/ciliar (Fa), Cerrado (Sa), entre outras.

As APP's em torno de lagos/lagoas naturais e reservatórios artificiais também são áreas que devem ser preservadas de acordo com a legislação vigente. A presença de inúmeras usinas de abastecimento hidrelétrico na área de estudo é evidente pela quantidade e qualidade da energia gerada pelas centrais de abastecimento hidrelétrico na região. O potencial hidrelétrico dos principais rios que banham a área do Cerrado mineiro justifica a implantação de usinas importantes como as UHE's de Furnas, Emborcação, Miranda, Três Marias, entre outras. Mas, apesar da legislação assim o exigir, as áreas de APP, não somente em torno dos reservatórios artificiais e naturais, mas ao longo dos cursos d'água de forma geral e áreas de nascente, não são preservadas e sofrem danos e alterações por diversos fatores desencadeados pela ação desmedida da devastação desses ambientes naturais. Esse fato pode ser percebido em todas as bacias estudadas, conforme mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal natural analisado.

A utilização de extensas áreas para fins agropecuários com intensa perda de biodiversidade pode ser verificada nas áreas de Chapadas. Estas são áreas aptas para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, o que pode ser verificado pela presença das classes de uso por Agricultura (Ac) e/ou Pastagem (Ap), especialmente nas bacias do rio Paranaíba e bacia do rio Grande. Embora os solos do Cerrado sejam considerados inaptos para o cultivo, as

facilidades do advento de maquinário agrícola e melhoramento do solo permitem que essas terras, juntamente com o clima propício, água em quantidade e qualidade suficiente, entre outros fatores condicionantes, sejam utilizadas para o cultivo de importantes lavouras na área em estudo. Aquelas áreas onde, além de todo o manejo necessário para torná-las aptas as práticas agrícolas, ainda assim não se apresentem adequadas para esse fim ou não sejam adequadas ainda para o uso por pastagens plantadas, são utilizadas como áreas de pastagem natural devido ao fato de apresentarem um percentual de declive não adequado e/ou terrenos com relevo pouco a mediamente dissecados. Desta forma, grande parte da cobertura vegetal é retirada para subsidiar o uso potencial e econômico da região.

As áreas em altitude superior a 1.800 metros também são protegidas por lei contra a devastação da cobertura vegetal natural nelas presente. A bacia do rio Doce e rio Jequitinhonha, também responsáveis por apresentarem maior percentual de terras localizadas acima desta cota altimétrica, apresentam áreas de cobertura vegetal natural reduzidas no que se refere às classes de uso por áreas de Floresta (F) e Savana (S).

As áreas de Serras também deveriam ser conservadas devido ao declive do terreno dificultar a utilização de suas terras para diversos fins. Mas, o que se percebe é que, muitas vezes, essas áreas são recobertas pelas classes de Pastagem (Ap) e Campos (Sg e Sp), apresentando apenas pequenos fragmentos de mata nativa, especialmente nas áreas mais dissecadas de vertentes ou fundos de vales onde não haja capacidade para a ocupação por outro tipo de atividade ou uso.

Diversas áreas que deveriam ser preservadas são utilizadas para os mais diversos fins, como pode ser percebido em todas as bacias na área de estudo. Porém, sabe-se que o potencial de utilização para o uso da terra com fins agrícolas, pastoris ou a utilização do potencial hidrelétrico da região deve ocorrer em favor do desenvolvimento da sociedade, desde que de forma a preservar o patrimônio ambiental. Assim, surge a importância de um direcionamento do uso não somente nas áreas críticas identificadas na área estudada, mas nas bacias da área do Cerrado como um todo.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Sabe-se que toda intervenção que visa ocupar e/ou explorar os recursos naturais deve ser planejada com vistas a evitar prejuízos tanto ecológicos, como financeiros, ambos para o bem e sobrevivência dos seres humanos.

Sendo assim, analisar os elementos presentes na organização das paisagens, permite verificar que a gestão ambiental de importantes áreas do nosso ecossistema e o uso sustentável dos recursos naturais ali presentes devem ser desempenhados de forma a subsidiar o planejamento e direcionamento do uso nessa área.

Desta forma, a utilização dos produtos do Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informação Geográfica são extremamente úteis e eficazes na manipulação dos dados espaciais utilizados para o mapeamento temático e a análise geoambiental das bacias hidrográficas federais do Cerrado mineiro.

A proposta do desenvolvimento desta pesquisa foi definida na execução de alguns objetivos específicos, cuja descrição se apresenta, a seguir.

**a) Utilizar geotecnologias para mapear e analisar as características ambientais das bacias hidrográficas federais presentes na área de estudo;**

Para atingir este objetivo foram utilizados dados espaciais (rasters e vetoriais) e alguns SIG's para a aquisição, tratamento, análise e apresentação destes e de novos dados gerados a partir dos dados primários utilizados. O uso dos produtos e ferramentas do geoprocessamento se mostrou eficaz no sentido de atingir o objetivo proposto, resultando nos mapas, tabelas e gráficos de dados tabulados mostrados nos resultados da pesquisa.

**b) Elaborar os mapas temáticos referentes à hipsometria, clinografia, solos, uso da terra e cobertura vegetal natural das bacias hidrográficas presentes na área de estudo;**

A partir das geotecnologias utilizadas foi possível atingir esse objetivo com a elaboração dos layouts finais dos mapeamentos temáticos realizados ao longo da pesquisa: Hipsometria, Clinografia, Solos, Uso da terra e cobertura vegetal natural, assim como o mapa de Unidades geoambientais da área do Cerrado mineiro.

**c) Correlacionar os dados do uso da terra e cobertura vegetal natural com os dados hipsométricos, clinográficos e de classificação de solos da área de estudo para compreender a sua estrutura do ambiente físico desta área.**

Os dados gerados a partir do mapeamento temático elaborado permitiram que fossem realizados cruzamentos entre as informações existentes para a melhor compreensão das análises envolvidas na dinâmica da paisagem e a ação humana atuante sobre a ordem natural da transformação da mesma na área de estudo. A abordagem integrada dos elementos físicos que estão interligados na formação da área estudada pode e deve ser usada de forma benéfica para o uso sustentável e gestão racional da área do Cerrado mineiro.

**d) Elaborar o mapa de Unidades Geoambientais na área do Cerrado mineiro e analisar as características físicas de cada unidade mapeada.**

As variáveis hipsométricas e formas de relevo presentes na área de estudo estruturaram a delimitação das unidades geoambientais da área de estudo. Os dados gerados a partir deste mapeamento, tabulados com os dados dos demais mapas temáticos elaborados, permitiram algumas análises importantes para a gestão das bacias hidrográficas no Cerrado mineiro.

**e) Verificar e discutir a importância de estudos ambientais para o uso sustentável dos recursos e a gestão racional da natureza.**

A partir dos mapeamentos e análises realizados é possível uma discussão/reflexão do suporte que os estudos ambientais permitem aos governantes e a população em geral, para o direcionamento da conservação e utilização da terra em áreas ambientalmente ameaçadas.

**Objetivo geral: Mapear e analisar as características ambientais referentes à: hipsometria, clinografia, solos e uso da terra e cobertura vegetal natural das bacias hidrográficas federais do Bioma Cerrado no Estado de Minas Gerais, no sentido de contribuir para um estudo ambiental cada vez mais aprofundado em importantes áreas do nosso ecossistema, com vistas à preservação e uso sustentável de suas terras.**

O objetivo geral desta pesquisa foi alcançado de forma satisfatória, a partir dos dados espaciais utilizados, dos SIG's escolhidos e da metodologia definida para a elaboração da pesquisa. Os resultados permitiram verificar as condições ambientais das bacias hidrográficas pertencentes ao Cerrado mineiro e os dados gerados são relevantes para a formação de um banco de dados das variáveis ambientais analisadas em cada mapeamento temático elaborado, assim como o cruzamento entre essas informações a fim de analisar a interação de todos os elementos envolvidos na dinâmica da paisagem. Este banco de dados e as análises executadas podem e devem subsidiar ações de planejamento e uso sustentável do ambiente estudado.

A visão integrada da interação entre as variáveis ambientais analisadas se apresenta como um instrumento capaz de subsidiar estudos e ações de planejamento e gestão ambientais,

essenciais para o desenvolvimento sustentável e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade ambiental do nosso ecossistema, assim como, a qualidade de vida das populações.

Ao conhecermos a estrutura e o funcionamento de um ambiente é possível diagnosticar os problemas ambientais e adotar uma série de medidas de proteção e/ou recuperação de importantes áreas do nosso ecossistema. Todos os cidadãos brasileiros, pesquisadores, cientistas, profissionais, estudantes, governantes, enfim, toda a população de forma geral, deveria conhecer os problemas ambientais, em escala local, regional e global, para atuar na preservação/conservação do ambiente e buscar por soluções na recuperação de áreas já degradadas.

Muito mais do que quantificar, descrever e analisar a qualidade das variáveis ambientais das bacias estudadas, esta pesquisa tem a pretensão de fornecer subsídios para o estudo da área do Cerrado, em especial do Cerrado mineiro, numa forma de auxílio à tomada de decisão por parte dos governantes ou de incentivo/embasamento a pesquisas mais aprofundadas nas bacias estudadas e, ainda, pesquisas mais direcionadas e em escalas maiores em sub-bacias ou municípios dentro da área de estudo.

Cabe, em especial ao geógrafo, o papel de atuar nesse processo de entendimento de que, como ser humano dependente diretamente da natureza e dos recursos naturais por ela disponibilizados, deve por ela primar para que os mesmos recursos sejam resguardados para as futuras gerações. Após esse entendimento, cabe utilizar o conhecimento da dinâmica da paisagem e os processos atuantes na interação desenvolvimento sócio-econômico versus preservação ambiental, para que o uso da terra e dos recursos naturais nela presentes ocorra de forma sustentável. A pesquisa, a troca de experiências e de informações, a reflexão a partir de estudos realizados, o uso das geotecnologias disponíveis e monitoramentos constantes de áreas potencialmente degradadas, são importantes ações que permitem aos geógrafos e outros profissionais de áreas afins, tornarem-se cidadãos conscientes do seu papel como agentes transformadores, responsáveis e capazes de zelar pelo patrimônio natural do planeta.

A área do Cerrado, como é de conhecimento mundial, tem se mostrado ambientalmente ameaçada. Os resultados desta pesquisa mostram que, apesar de ainda presentes em maior percentual na maioria das bacias estudadas, as áreas de cobertura vegetal natural remanescentes no Cerrado mineiro se apresentam fragmentadas, o que reduz a proteção da biodiversidade presente na área deste Bioma considerado como área de conservação prioritária (um dos *hotspots* mundiais) para a preservação de suas espécies.

Os mapeamentos elaborados, muito mais que meramente ilustrativos, apresentam informações relevantes de forma esclarecedora e crítica para o diagnóstico ambiental das bacias estudadas.

Nas bacias do rio Grande e rio Paranaíba verifica-se a intensa utilização da terra para o cultivo agrícola (Ac) e Pastagens (Ap), sendo que muitas vezes, são realizadas a derrubada da vegetação natural ou o emprego do fogo para a limpeza do terreno a ser utilizado por essas atividades que trazem conseqüências danosas para o meio ambiente. Os processos erosivos são acelerados pela retirada da vegetação natural e exposição do solo aos agentes de erosão, causando sérios impactos ao meio natural como o assoreamento dos rios, diminuição da vazão dos mesmos, ravinamentos, desmatamentos, entre outros impactos gerados.

Assim como nas bacias do rio Grande e rio Paranaíba, a bacia do rio São Francisco também apresenta grandes áreas recobertas pela classe de uso por Pastagem (Ap) e Agricultura (Ac), assim como pelas classes de uso campestre Campo limpo e sujo (Sg e Sp) utilizadas por fins de uso antrópico, além do uso pela classe de Reflorestamento (R) em destaque na bacia.

Na bacia do rio Jequitinhonha, apesar do baixo potencial para o uso agropecuário, este uso aliado à prática do reflorestamento e a presença de grandes áreas campestres utilizadas por atividades antrópicas, permite a retirada da cobertura vegetal natural e determina a pouca representatividade de áreas de cobertura florestal ou savânica representativas do bioma. O mesmo ocorre com a bacia do rio Pardo, no que se refere à ocupação e utilização de suas terras com pouca ou nenhuma preocupação conservacionista, sendo justificado a necessidade de ações de preservação ou recuperação de áreas devastadas em primeira instância.

A bacia do rio Doce apresenta uma maior presença de representatividade de espécies do contato floresta/savana na área avaliada. Porém, esta também se encontra recoberta em grande parte por áreas de uso antrópico refletindo na devastação da cobertura vegetal remanescente.

Todos os dados apresentados ao longo da pesquisa mostram como se encontra o estágio de conservação/utilização das bacias estudadas e apresentam informações relevantes para o conhecimento de como essas áreas se encontram ocupadas.

Em síntese, na área do Cerrado mineiro, as classes de uso da terra predominantes, por ordem crescente de área ocupada, são enumeradas pelas classes de Pastagem (Ap), Campo sujo (Sp), Campo limpo (Sg), Agricultura (Ac), Reflorestamento (R), as principais classes determinantes do uso por atividades antrópicas impactantes ao meio ambiente, em especial àquelas ligadas à agropecuária, o que demonstra a vocação da área de estudo para este tipo de atividade. As classes de cobertura vegetal seguem enumeradas, em ordem crescente de percentual de

ocupação, pelas classes de Contato Savana/Floresta (SN), Mata galeria/ciliar (Fa), Cerrado (Sa), Cerradão (Sd) e Vegetação secundária (Vs), dentre as mais representativas.

Verifica-se assim, pela presença de áreas de Pastagem (Ap), Agricultura (Ac) e Campos (Sg e Sp), que a área de estudo se mostra potencialmente apta à utilização agropecuária e sujeita aos danos ambientais causados por uma utilização sem nenhuma preocupação conservacionista.

Desta forma, o diagnóstico ambiental da área de estudo permite promover intervenções corretivas e/ou preventivas de conservação do meio natural e os recursos naturais existentes, através do uso de Sistemas de informação geográfica (SIG) e do Geoprocessamento como um todo, como ferramentas de apoio à decisão na gestão do ambiente natural. A aquisição, armazenamento, manipulação e análise de dados espaciais cada vez mais sofisticadas permitem ao usuário realizar o monitoramento e análise de áreas com potencial de preservação e/ou destruição da natureza. O uso das geotecnologias existentes, considerado como uma realidade mundial se mostra, a exemplo da elaboração desta pesquisa, como ferramenta essencial e eficiente para esse fim.

Acredita-se que a pesquisa elaborada seja ainda uma semente no que concerne ao estudo dos biomas tão essenciais para a sobrevivência da biodiversidade e, conseqüentemente, da espécie humana, assim como da conscientização da população pelos cuidados com a natureza.

Em nenhuma época se desconheceu a utilidade da cultura dos arvoredos; e o respeito às árvores é recomendado pelos melhores filósofos... No Brasil (quem o cria!) são entregues ao machado e às chamas!! É tempo, pois, ainda que os brasileiros saiam dos seus descuidos e atendam à sorte futura de seus filhos. É de sua própria utilidade não só conservar e pensar nas matas virgens, mas cuidar em plantar novas florestas, que venham ressarcir as que a ignorância destruiu (ANDRADA e SILVA,1965).

Faz-se necessário assim, que o homem utilize a capacidade intelectual e o instinto ambiental pra que possa usufruir racionalmente dos recursos que a natureza oferece e pede em troca tão somente cuidados em face da fragilidade do equilíbrio de suas paisagens. Aliando conhecimento, incentivo e apoio político ao uso das geotecnologias disponíveis, cada vez mais sofisticadas e abrangentes, é possível realizar o monitoramento, diagnóstico e, conseqüentemente, uso racional de importantes áreas do nosso ecossistema.

Esta pesquisa se coloca como um ponto de partida para estudos, reflexões e ações futuras, englobando outras variáveis ambientais, inclusive as variáveis sócio-econômicas da área do Cerrado mineiro.

## REFERÊNCIAS

---

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

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. *In: Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações/ Antônio José Teixeira Guerra, Antônio Soares da Silva, Rosângela Garrido Machado Botelho (organizadores)* – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. *In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil / Antonio Carlos Vitte, Antonio José Teixeira Guerra (organizadores).* – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 280p.

BRASIL. **Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua conservação / Cláudia M.R. Costa, ... [et. al.], organizadores.** – Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. 94 p.

BRASIL. **Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Pantanal.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente.- Funatura – Conservation Internacional – Fundação Biodiversitas – Universidade de Brasília, 1999

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e florestas. Núcleos dos biomas Cerrado e Pantanal.** Programa Nacional de Conservação e Uso sustentável do Bioma Cerrado – Programa Cerrado Sustentável. Brasília, DF, 2004. 49p.

BRASIL. **Decreto-lei nº 94076-87, de 05 de Março de 1987.** Institui o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas e dá outras providências. Disponível em: <<<http://www.lei.adv.br/94076-87.htm>>> Acesso em: Janeiro de 2007.

BRESSAN, D. **Gestão racional da natureza.** São Paulo, Ed. Hucitec, 1996. 111p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, C. B.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A.; MAGALHÃES, G. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.** Escola de Computação, SBC, 1996. 205p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf>> Acesso em: Junho de 2006

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Mapas e suas Representações Computacionais. *In: Sistema de Informações Geográficas.* Aplicações na Agricultura/ Editado por Eduardo Delgado Assad; Edson Eyji Sano. 2 ed., Brasília: Embrapa – SI/ Embrapa – CPAC, 1998, 434p.

CETEC. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC. **Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1983. 1v. (Série de Publicações Técnicas, 10). 160p.

CHAUDHRY, F. H.; PAIVA, J. B. D.; REIS, L. F. R. **Monitoramento de Bacias Hidrográficas e Processamento de Dados**/ Organizado por Fazal H. Chaudhry , João Batista Dias de Paiva; Luiza Fernanda Ribeiro Reis – São Carlos: RIMA, 2004. 326p.

CNRH. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br/>> Acesso em Novembro de 2006.

COUTINHO, L. M. **O conceito de bioma**. *Acta Bot. Bras.*, Mar 2006, vol.20, no.1, p.13-23. ISSN 0102-3306

COUTINHO, L. M. **Cerrado**: por Leopoldo Magno. Disponível em: <[http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos\\_solo.htm](http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_solo.htm)>. Acesso em Setembro de 2006. Realização Estação Gráfica Ltda. - SP - 2000

COUTINHO, L. M. **Cerrado** – Aspectos do Cerrado. Disponível em: <[http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos\\_bioma.htm](http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_bioma.htm)> Acesso em Junho de 2007.

CUNHA, S. B. **Bacias Hidrográficas**. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia do Brasil/ Sandra Baptista da Cunha, Antonio José Teixeira Guerra (organizadores). – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 392p.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989. 206p.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: **Cerrado**: caracterização, ocupação e perspectivas/ Maria Novaes Pinto (org.) – Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1993 – 2ª edição. 681p.

FERRI, M. G. Ecologia dos Cerrados. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Simpósio sobre Cerrado**, 4., 1977, Itatiaia. São Paulo: Edusp, p.15-31.

FURLAN, S. Biomas. In: ROSS, J. L. S.(Org.) **Geografia do Brasil**. EDUSP/FDE, 1996

GALVÃO, W. S.; MENESES, P. R. **Avaliação dos Sistemas de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras para fins de planejamento de redes hidrométricas**.

Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2511-2518.

GUERRA, A. T. **Recursos naturais do Brasil**/ Antônio Teixeira Guerra. 3 ed. /Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 220p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estados>> Acesso em Setembro de 2008

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE (Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1), 1992.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia. Instituto de Geociências Aplicadas. **Atlas Geográfico Escolar do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1979. 73p. il.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**/ Miranda, José Iguelmar. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2ª edição. São José dos Campos, Ed. Edgard Blücher Ltda, 1998. 308p.

PROBIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. **Levantamento dos remanescentes da cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/portalbio>> Acesso em maio de 2006

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556p.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**/ Cezar Henrique Barra Rocha. – Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000. 220p.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. – Santa Maria – Edições UFSM, 1991. 181p.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas Fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. *In*: **Praticando a geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental** / organizador Luís Antonio Bittar Venturi. – São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 239p.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 6. ed. Uberlândia: EDUFU, 2007. 248 p.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica**. Uberlândia: EDUFU, 1996. 104 p.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia Aplicada**. Revista do Departamento de Geografia, 16 (2005) 81-90

SHIKI, S. **O Futuro do Cerrado: degradação versus sustentabilidade e controle social** – Rio de Janeiro: Projeto Brasil Sustentável e Democrático: FASE, 2000. 64p. (Séries Cadernos Temáticos, n.2)

SILVA, M. K. A. **Cobertura vegetal natural e uso antrópico do Bioma Cerrado no Estado de Minas Gerais**. 2006. 60p. Trabalho de conclusão de curso – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

SILVA, A. M. **Guia para normalização de trabalhos técnico-científicos: projetos de pesquisa, trabalhos acadêmicos, dissertações e teses** / Ângela Maria Silva, Maria Salete de Freitas Pinheiro, Maira Nani França. 5ed. rev. e ampl. – Uberlândia: UFU, 2006 145p.

SILVA, J. de A. **Obras científicas, políticas e sociais**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1965. 3 v. FALCÃO, Edgard de Cerqueira. (org.)

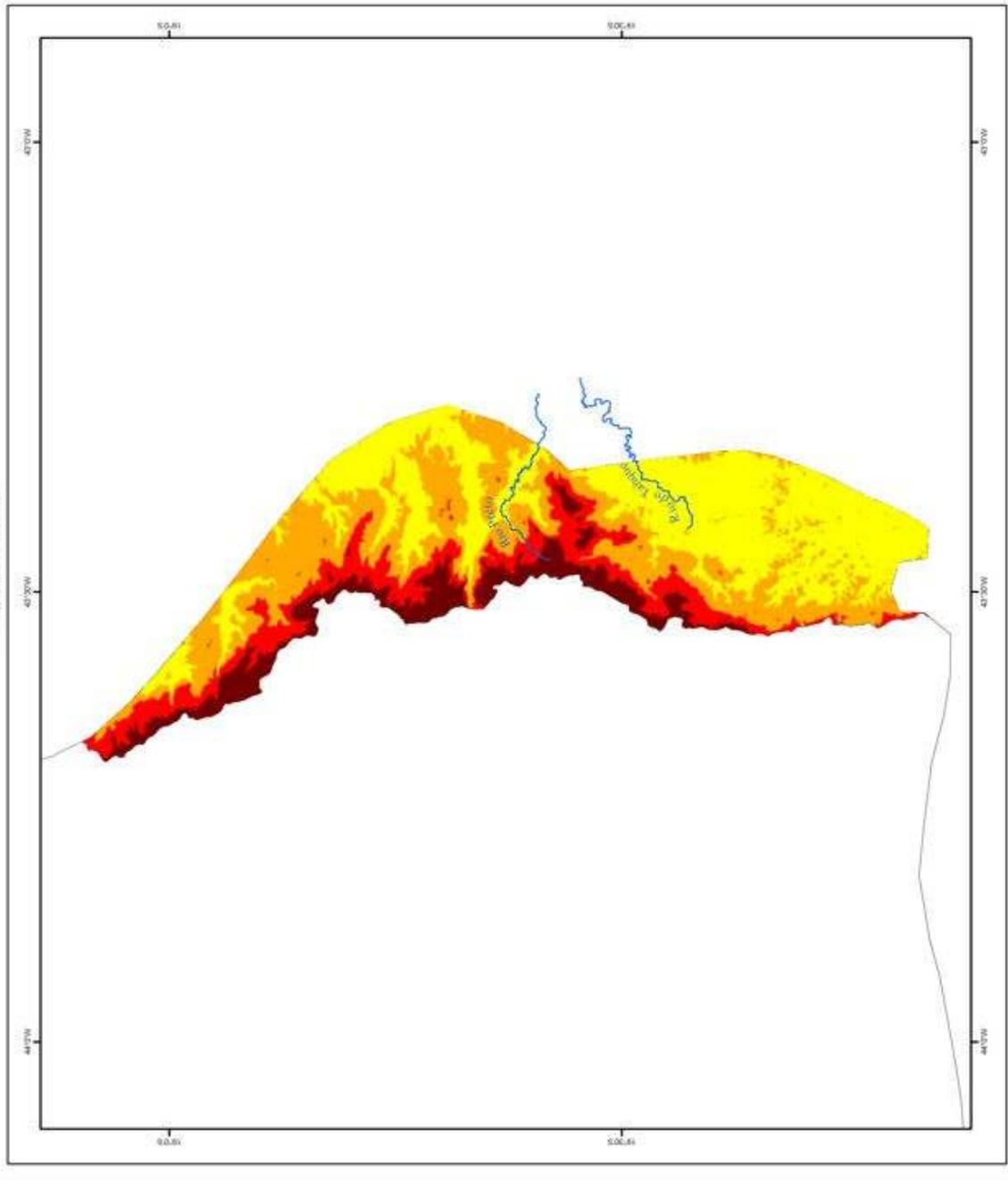
TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **A água**. São Paulo: Publifolha, 2005.

VALERIANO, M. M. **Modelo Digital de Elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. INPE, São José dos Campos, 2004. 72p.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre, 2004. UFRGS Centro de Ecologia. Disponível em: <<<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>>> Acesso em 2006



### Bacia do rio Doce - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Hipsometria



Área de estudo

**Convenções cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

**Legenda**

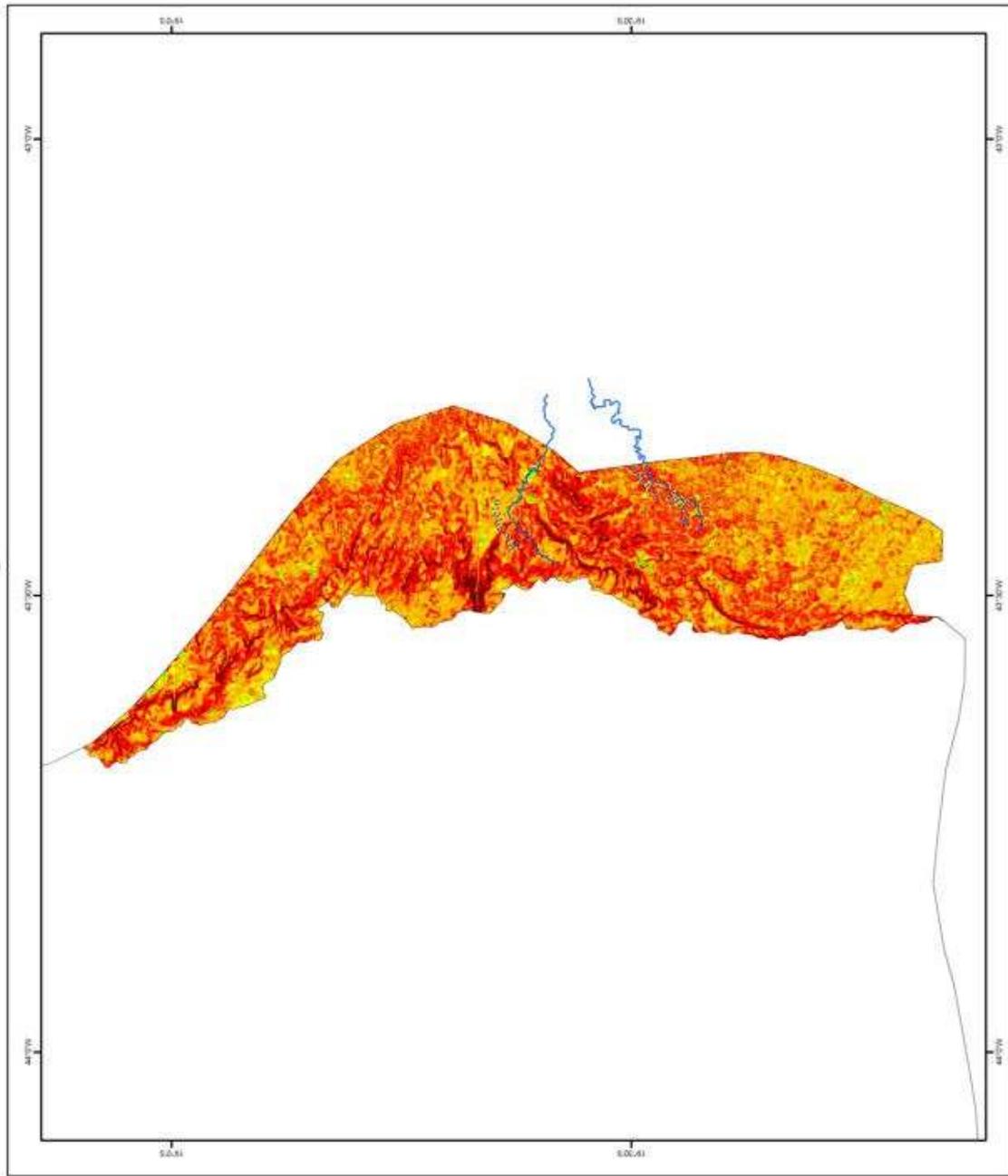
- 500 a 750m
- 750 a 1000m
- 1000 a 1250m
- Maior 1250m

0 4 8 16 24 32 Km

Fonte: IGAM/2006, MDE/SRTM/2002  
Autor: SILVA, M. K. A./ 2008

Mapa 06 - Hipsometria da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

### Bacia do rio Doce - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Clinografia



**Convenções cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

**Legenda**

- Menor 3%
- 3 a 8%
- 8 a 20%
- 20 a 45%
- Maiores 45%

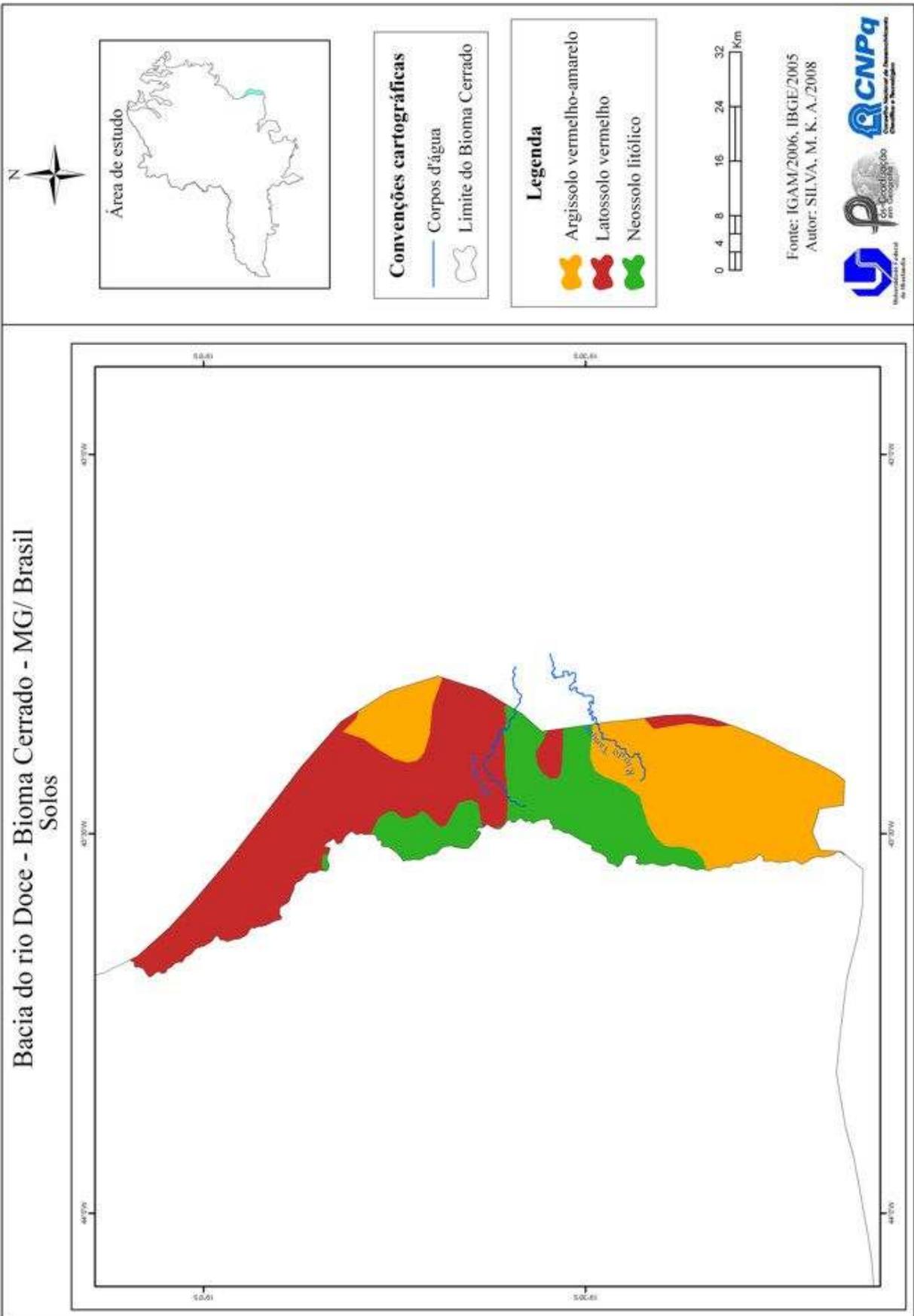
0 4 8 16 24 32 Km

Fonte: IGAM/2006, MDE/SRTM /2002  
Autor: SILVA, M. K. A./ 2008.

**UFPA** Universidade Federal do Pará  
**INPA** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
**CNPq** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

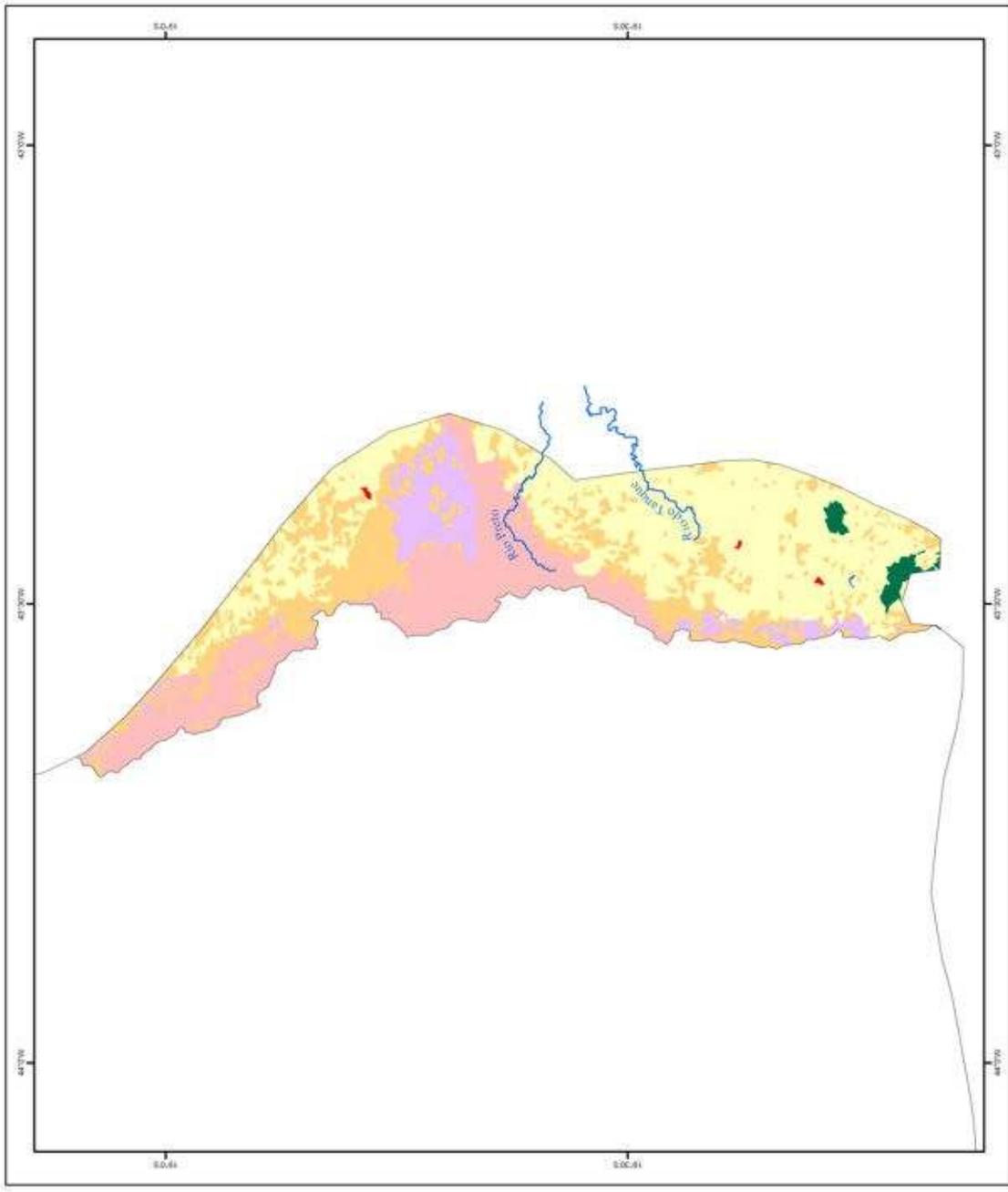
**Área de estudo**

Mapa 07 - Clinografia da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro



Mapa 08 - Solos da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro

### Bacia do rio Doce - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Uso da terra e cobertura vegetal natural



N

Área de estudo

**Convenções cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

**Legenda**

	Agua		SN
	Ap		Sg
	Iu		Sp
	R		

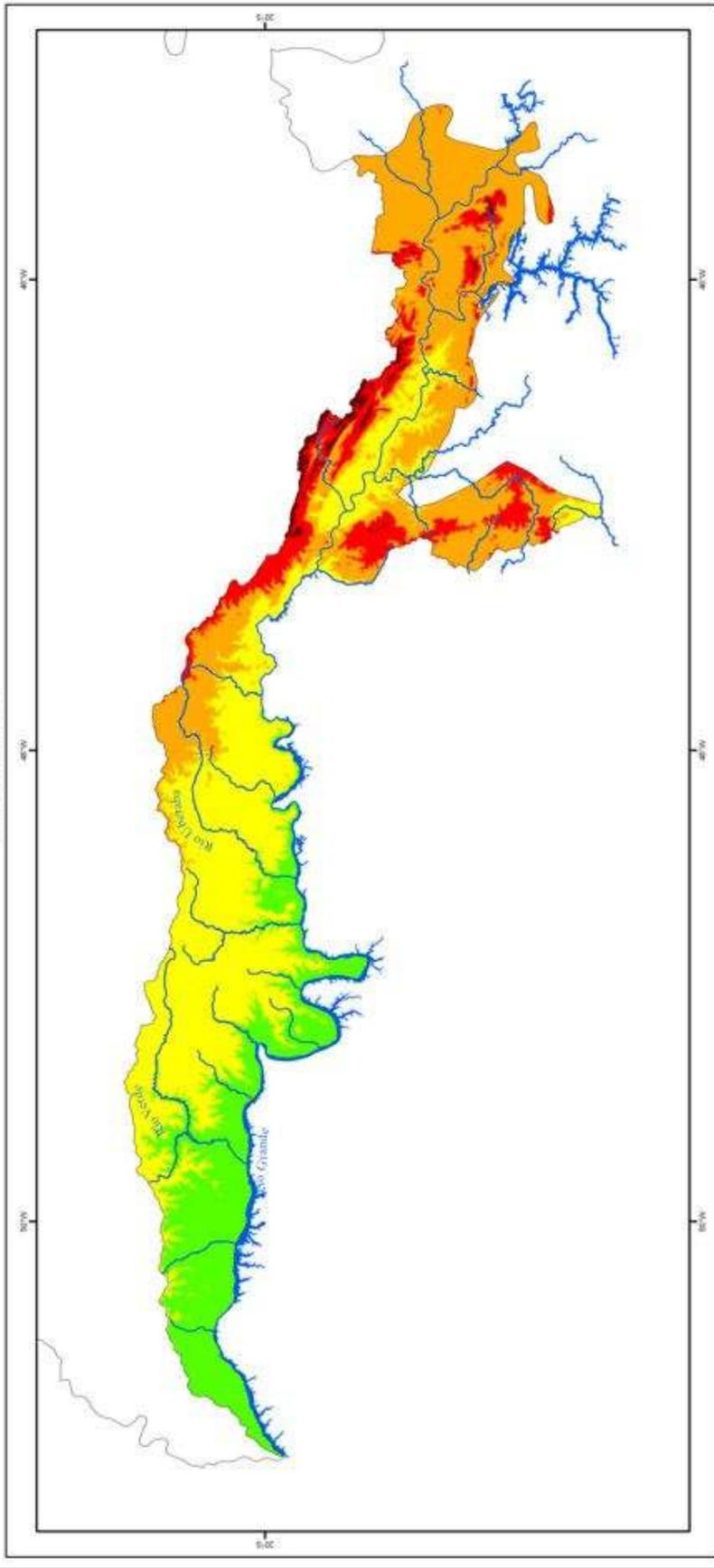
0 4 8 16 24 32 Km

Fonte: IGAM/2006, PROBIO/2002  
 Autor: SILVA, M. K. A./2008

Mapa 09 - Uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Doce no Cerrado mineiro



# Bacia do rio Grande - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Hipsometria



**Legenda**

	Menor 500m
	500 a 750m
	750 a 1000m
	1000 a 1250m
	Maior 1250m

**Convenções cartográficas**

	Corpos d'água
	Limite do Bioma Cerrado



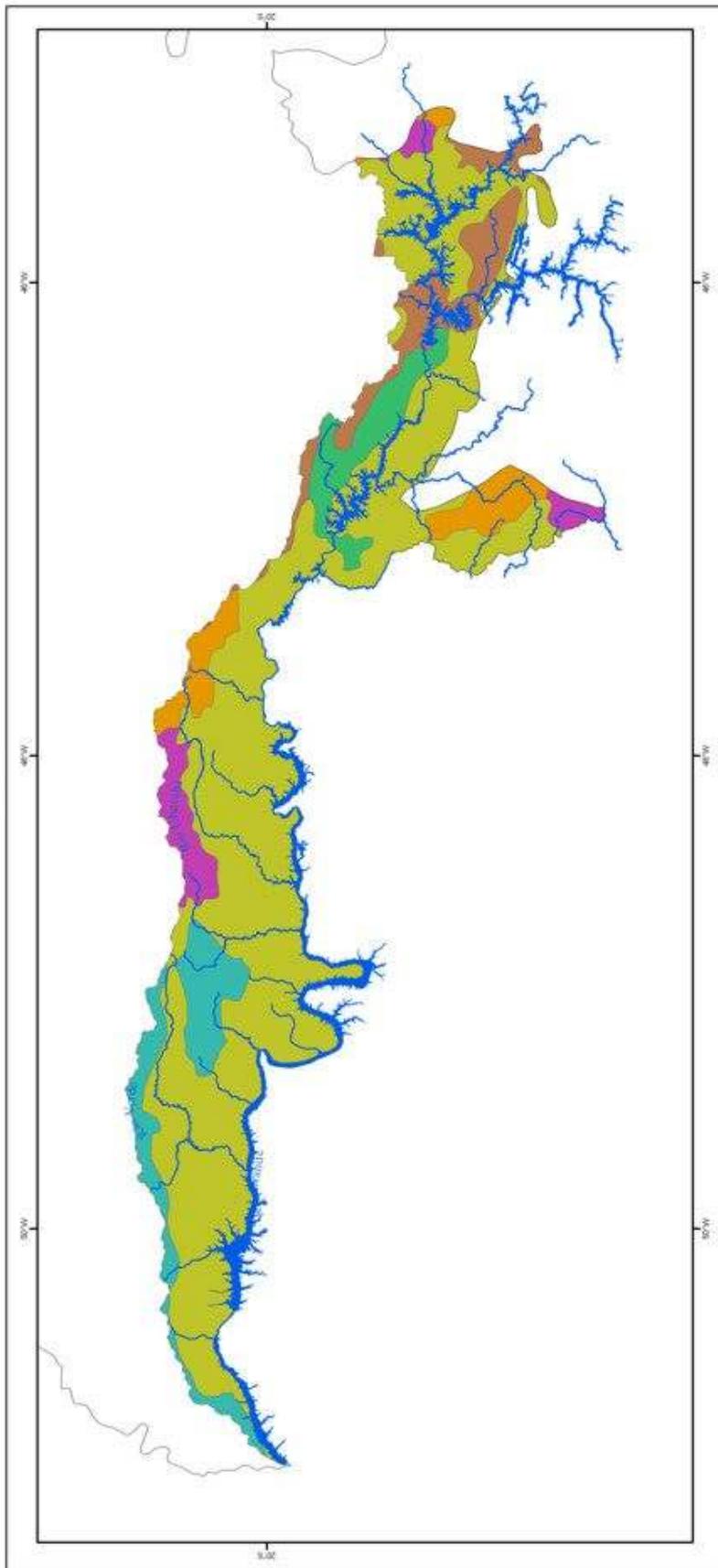
Fonte: IGAM/2006, MDE/SRTM/2002  
Autor: SILVA, M. K. A./2008



Mapa 10 - Hipsometria da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro



## Bacia do rio Grande - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Solos



- Legenda**
- Argissolo vermelho
  - Argissolo vermelho-amarelo
  - Cambissolo haplico
  - Latossolo vermelho
  - Latossolo vermelho-amarelo
  - Neossolo litólico
  - Nitossolo vermelho

- Convenções cartográficas**
- Corpos d'água
  - Limite do Bioma Cerrado

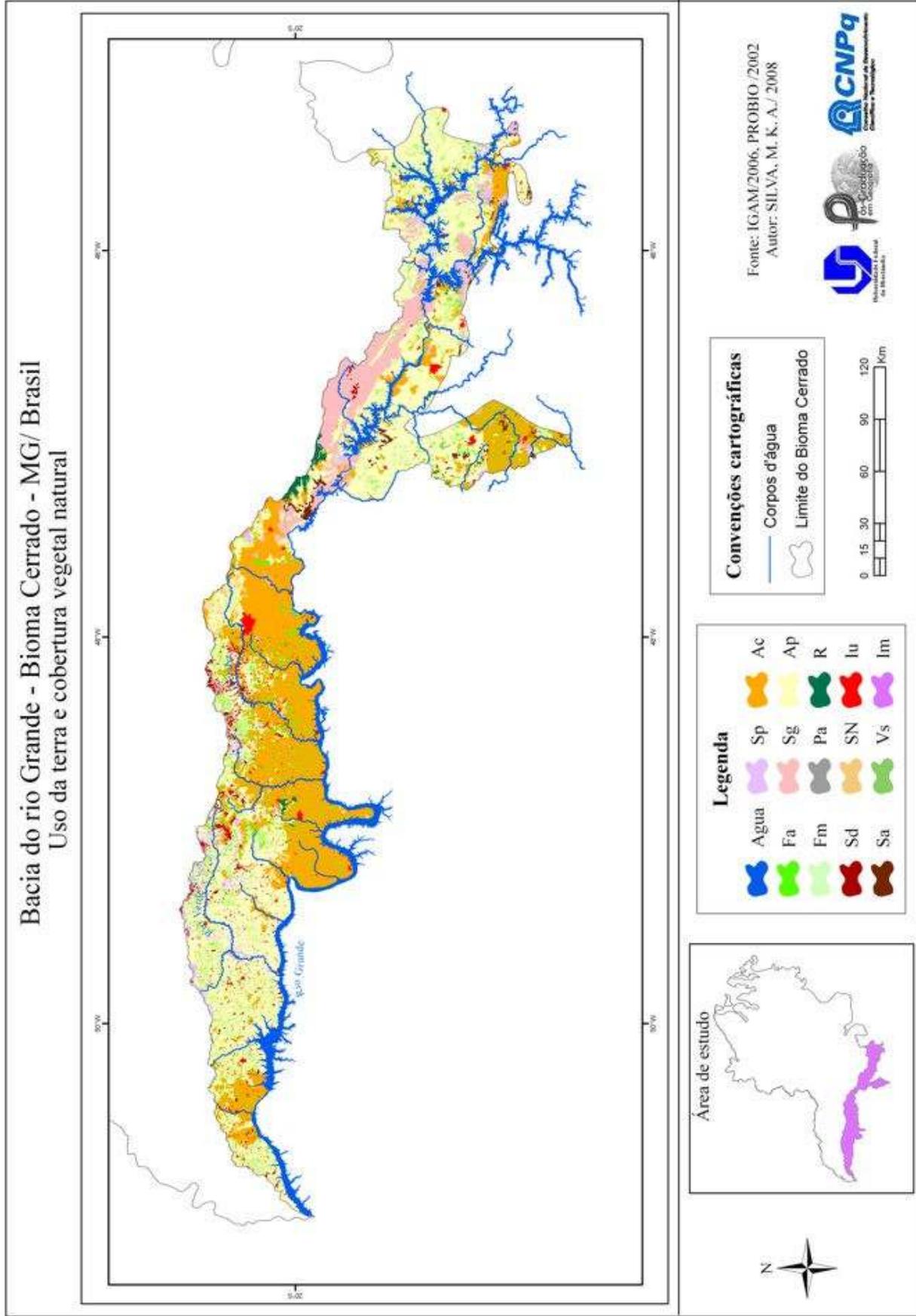


Fonte: IGAM/2006, IBGE/2005  
Autor: SILVA, M. K. A./2008



Mapa 12 - Solos da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro

Bacia do rio Grande - Bioma Cerrado - MG/ Brasil  
 Uso da terra e cobertura vegetal natural

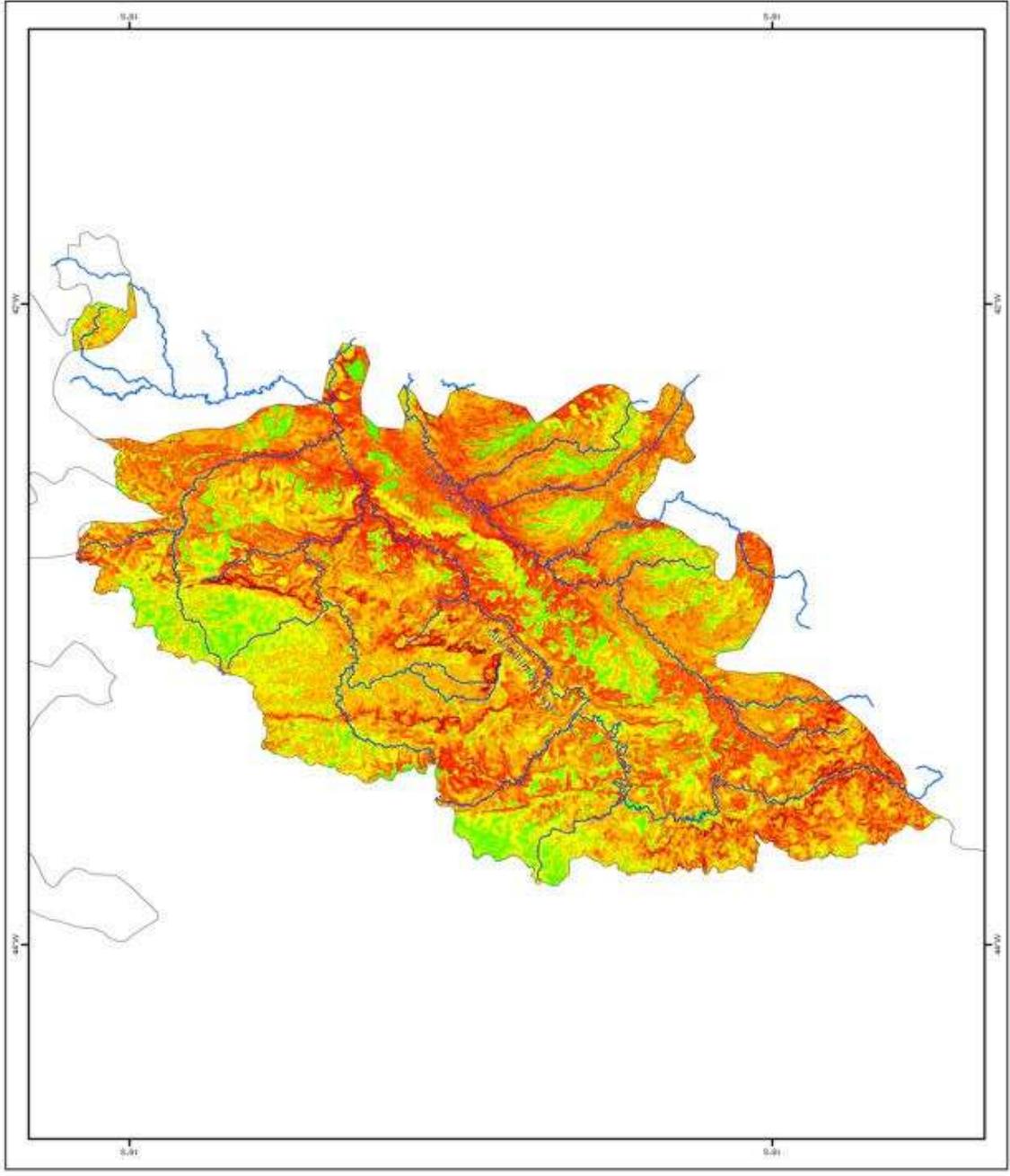


Mapa 13 - Uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Grande no Cerrado mineiro





Bacia do rio Jequitinhonha - Bioma Cerrado - MG/ Brasil  
Climografia



N

Área de estudo

**Convenções cartográficas**

— Corpos d'água

○ Limite do Bioma Cerrado

**Legenda**

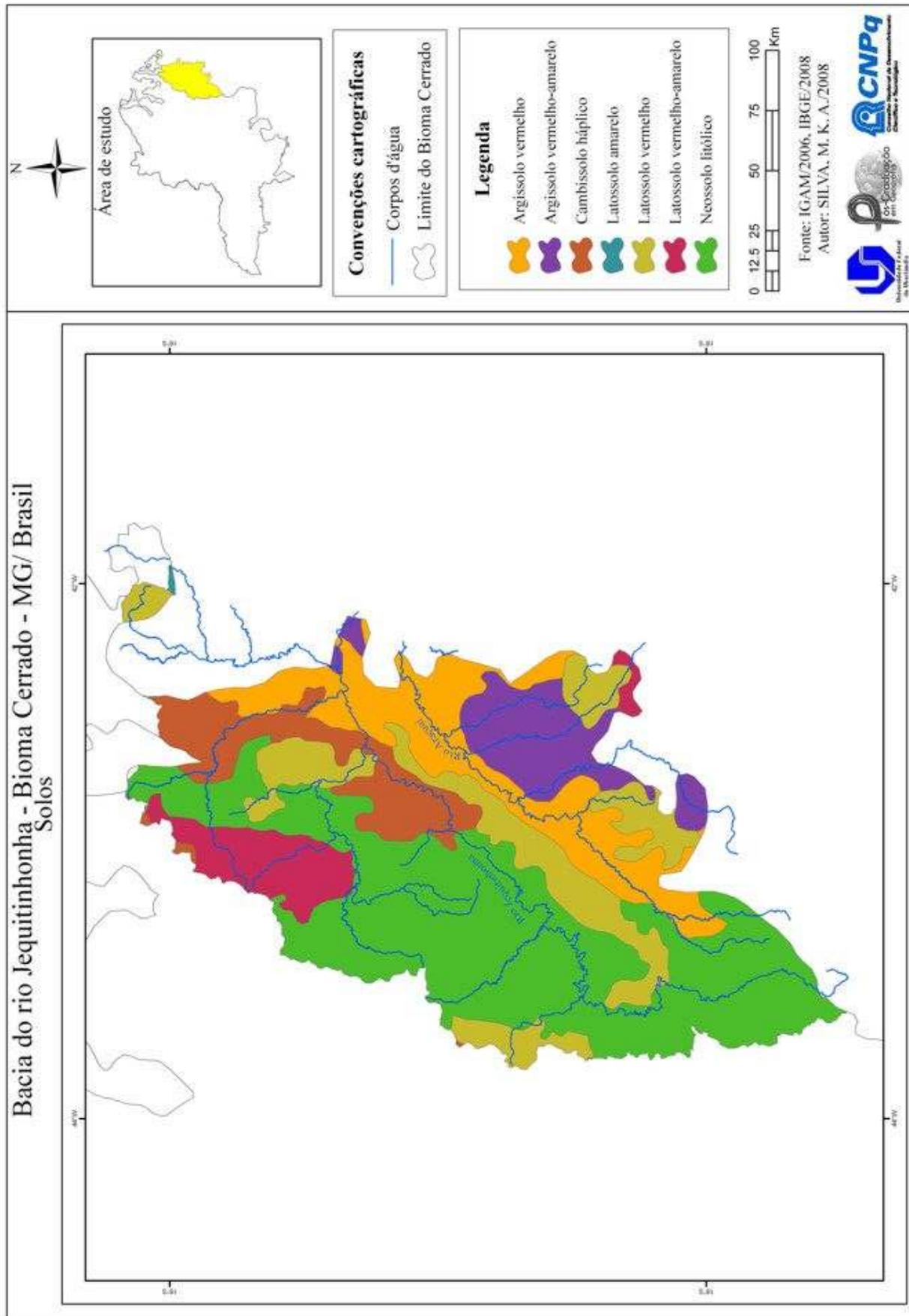
- Menor 3%
- 3 a 8%
- 8 a 20%
- 20 a 45%
- Maior 45%

0 12.5 25 50 75 100 Km

Fonte: IGAM/2006, MDE/SRTM/2002  
Autor: SILVA, M. K. A./2008

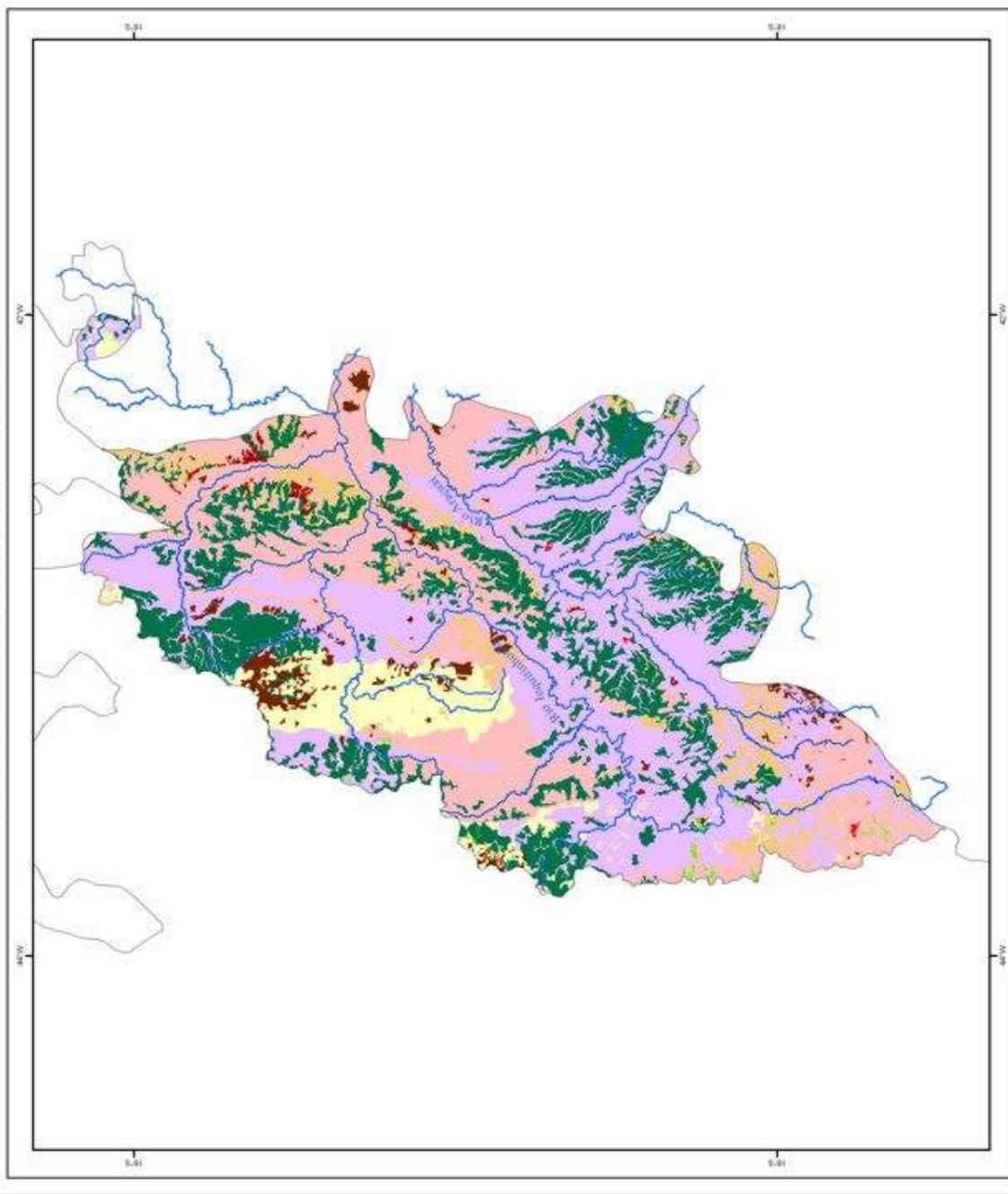
Mapa 15 - Climografia da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Bacia do rio Jequitinhonha - Bioma Cerrado - MG/ Brasil  
Solos



Mapa 16 - Solos da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro

Bacia do rio Jequitinhonha - Bioma Cerrado - MG/ Brasil  
 Uso da terra e cobertura vegetal natural



Área de estudo

**Convenções cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

**Legenda**

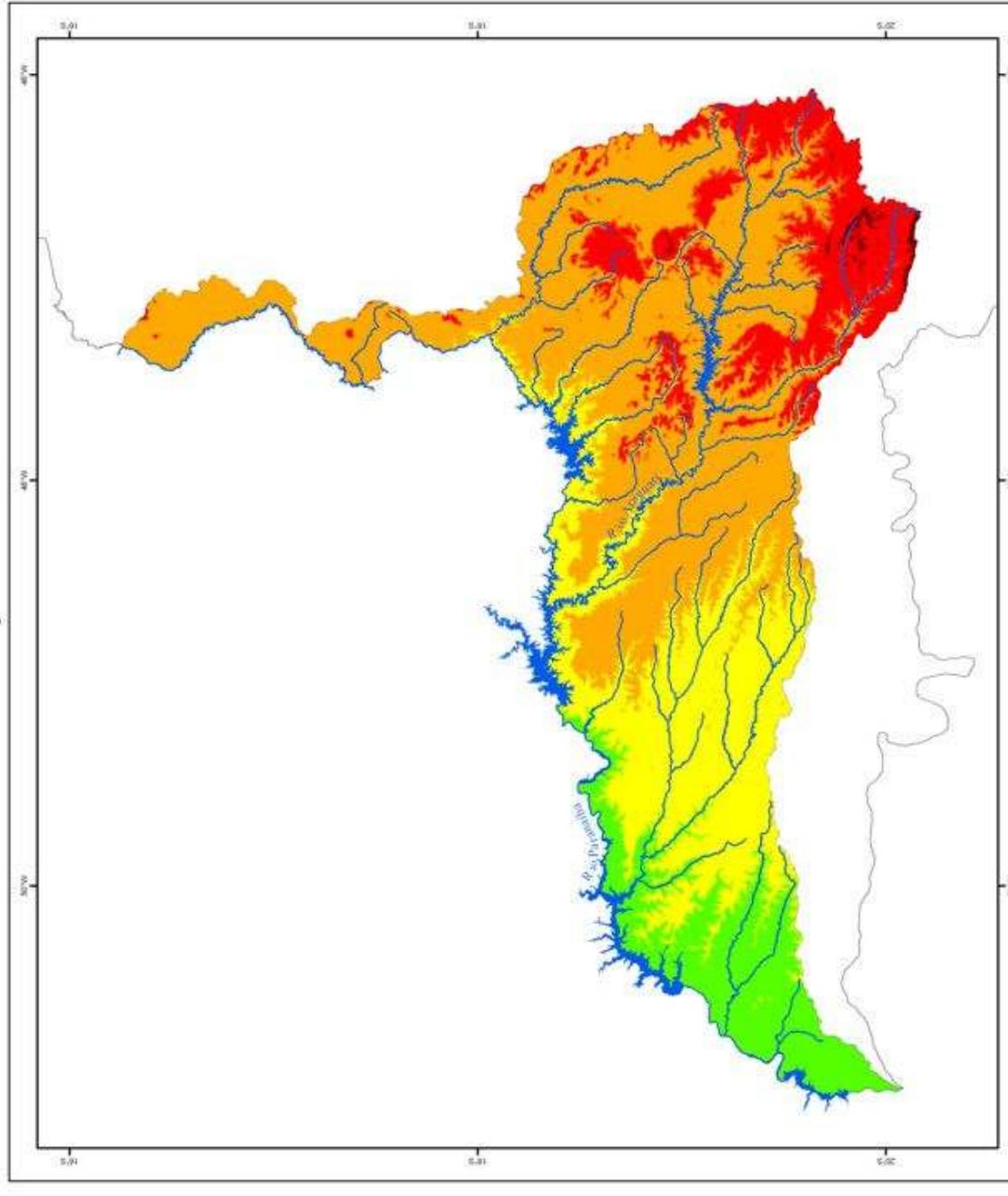
Agua	Sa	Ap
Fa	Sp	R
Cs	Sg	Iu
Cm	SN	
Sd	Ac	

Fonte: IGAM/2006, PROBIO/2002  
 Autor: SILVA, M. K. A./ 2008

Mapa 17 - Uso da terra e cobertura vegetal da bacia do rio Jequitinhonha no Cerrado mineiro



### Bacia do rio Paranaíba - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Hipsometria



Área de estudo

**Convenções cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

**Legenda**

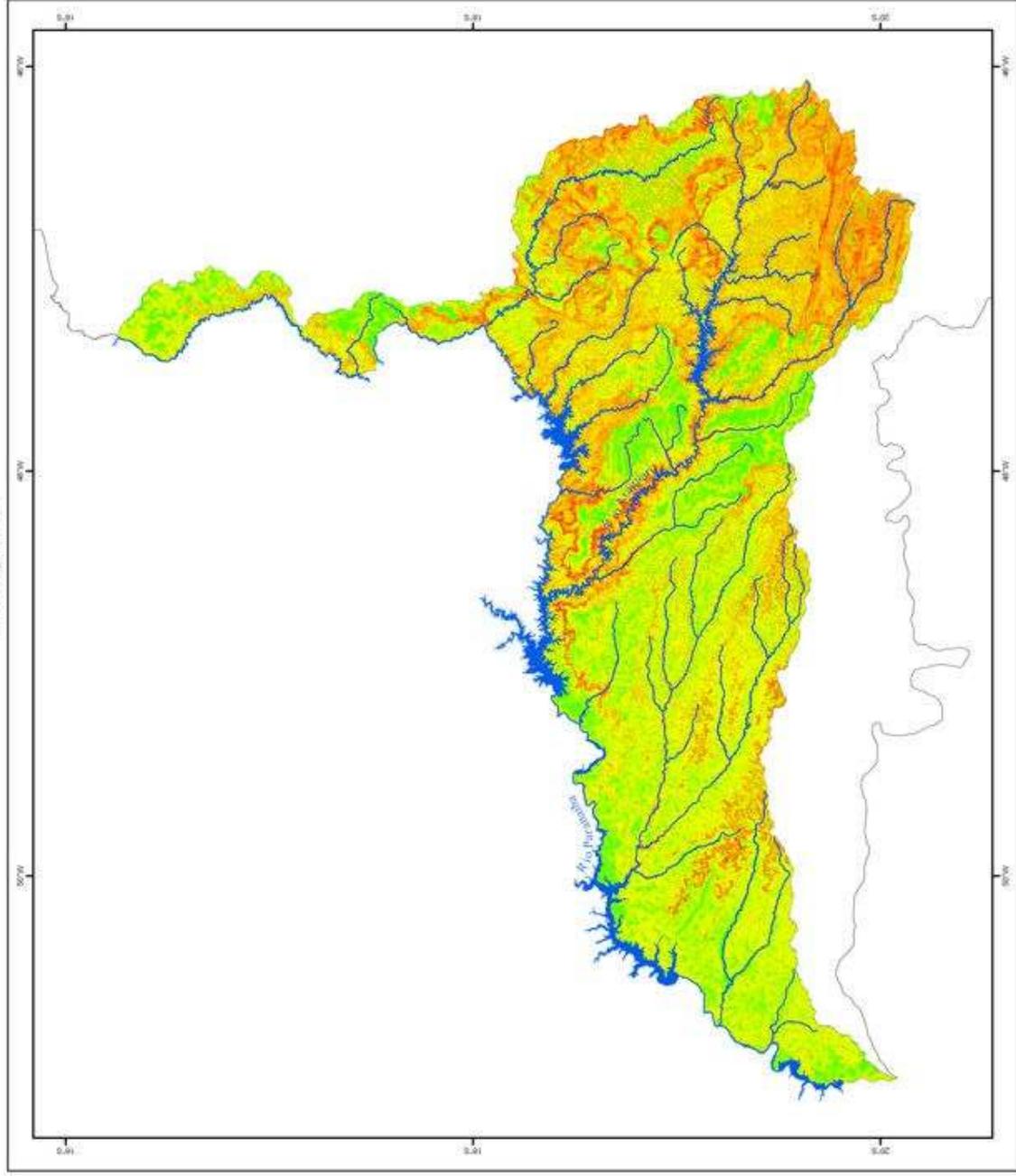
- Menor 500m
- 500 a 750m
- 750 a 1000m
- 1000 a 1250m
- Maior 1250m

0 20 40 80 120 160 Km

Fonte: IGAM/2006, MDE/SRTM/2002  
Autor: SILVA, M. K. A./2008

Mapa 18 - Hipsometria da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

### Bacia do rio Paranaíba - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Clinografia



**Convenções cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

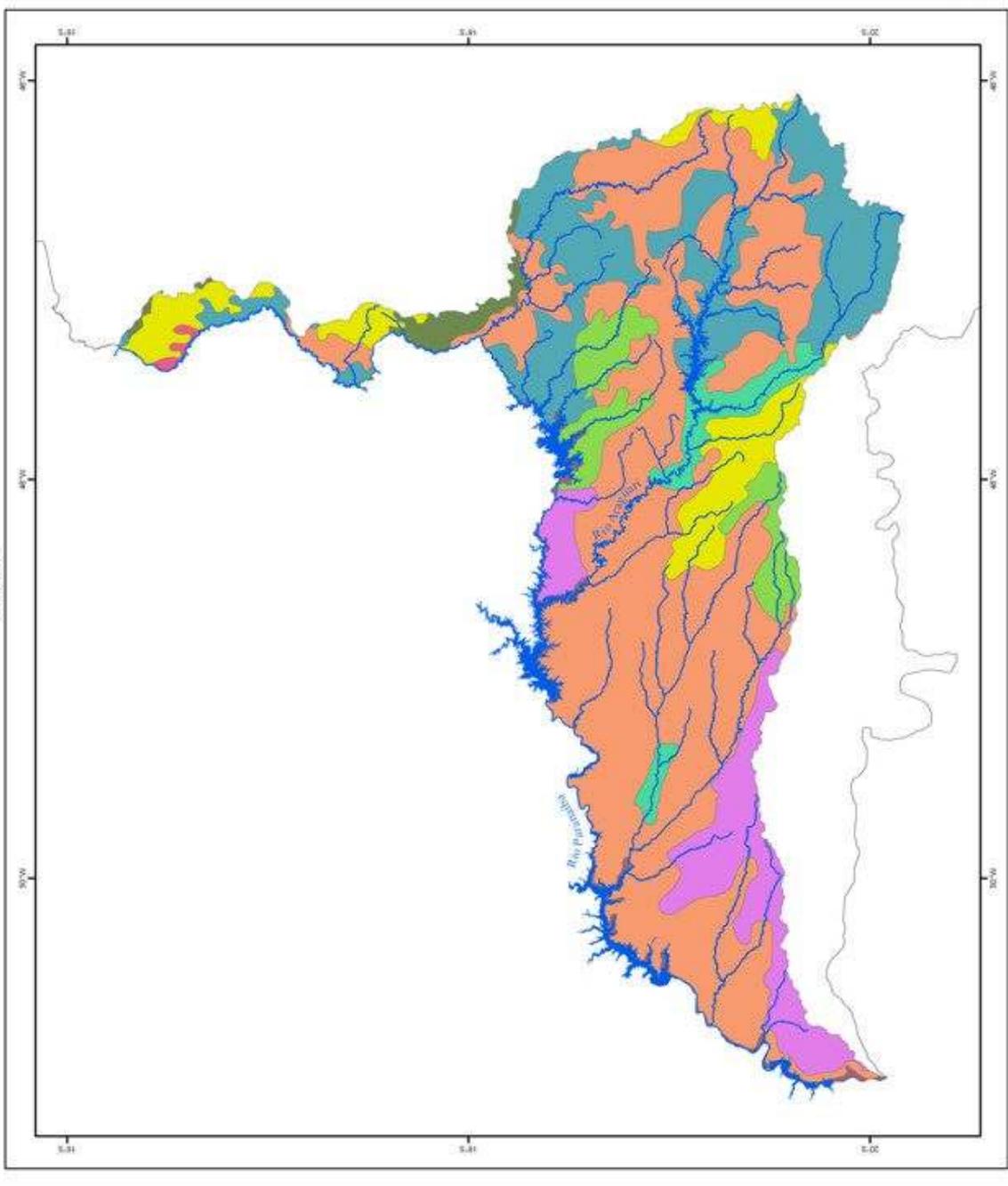


Fonte: IGAM/2006, MDE/SRTM/2002  
Autor: SILVA, M. K. A./2008



Mapa 19 - Clinografia da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

Bacia do rio Paranaíba - Bioma Cerrado - MG/ Brasil  
Solos



Mapa 20 - Solos da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro

**Convenções cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

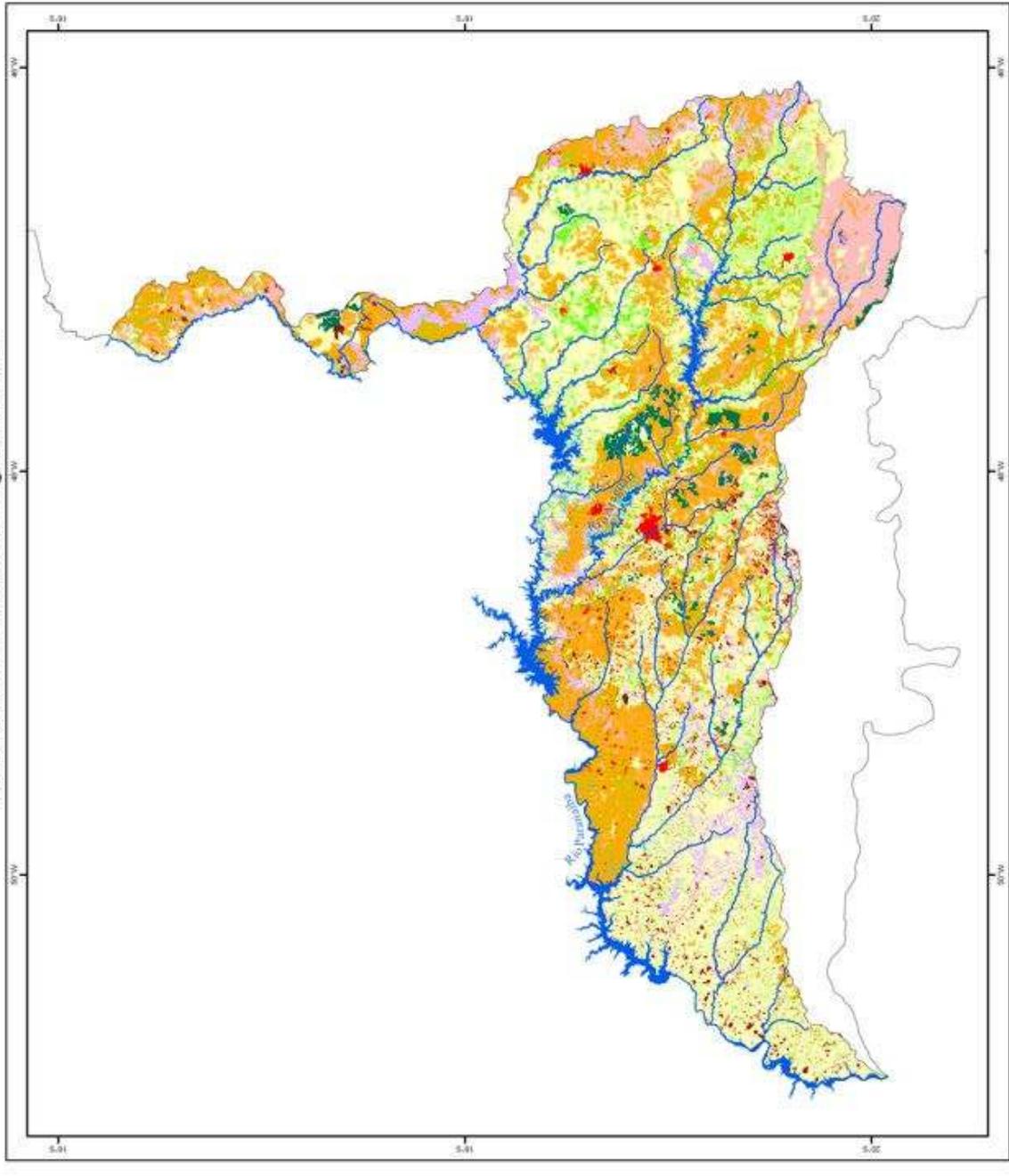
**Legenda**

- Argissolo vermelho
- Argissolo vermelho-amarelo
- Cambissolo háplico
- Latossolo vermelho
- Latossolo vermelho-amarelo
- Água
- Neossolo litólico
- Nitossolo vermelho
- Plintossolo pétrico

0 20 40 80 120 160 Km

Fonte: IGAM/2006, IBGE/2005  
Autor: SILVA, M. K. A./2008

Bacia do rio Paranaíba - Bioma Cerrado - MG/ Brasil  
 Uso da terra e cobertura vegetal natural



N

Área de estudo

**Convenções cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

**Legenda**

Agua	Sp	Ap
Fa	Sg	R
Fs	Pa	lu
Fm	SN	Im
Sd	Vs	
Sa	Ac	

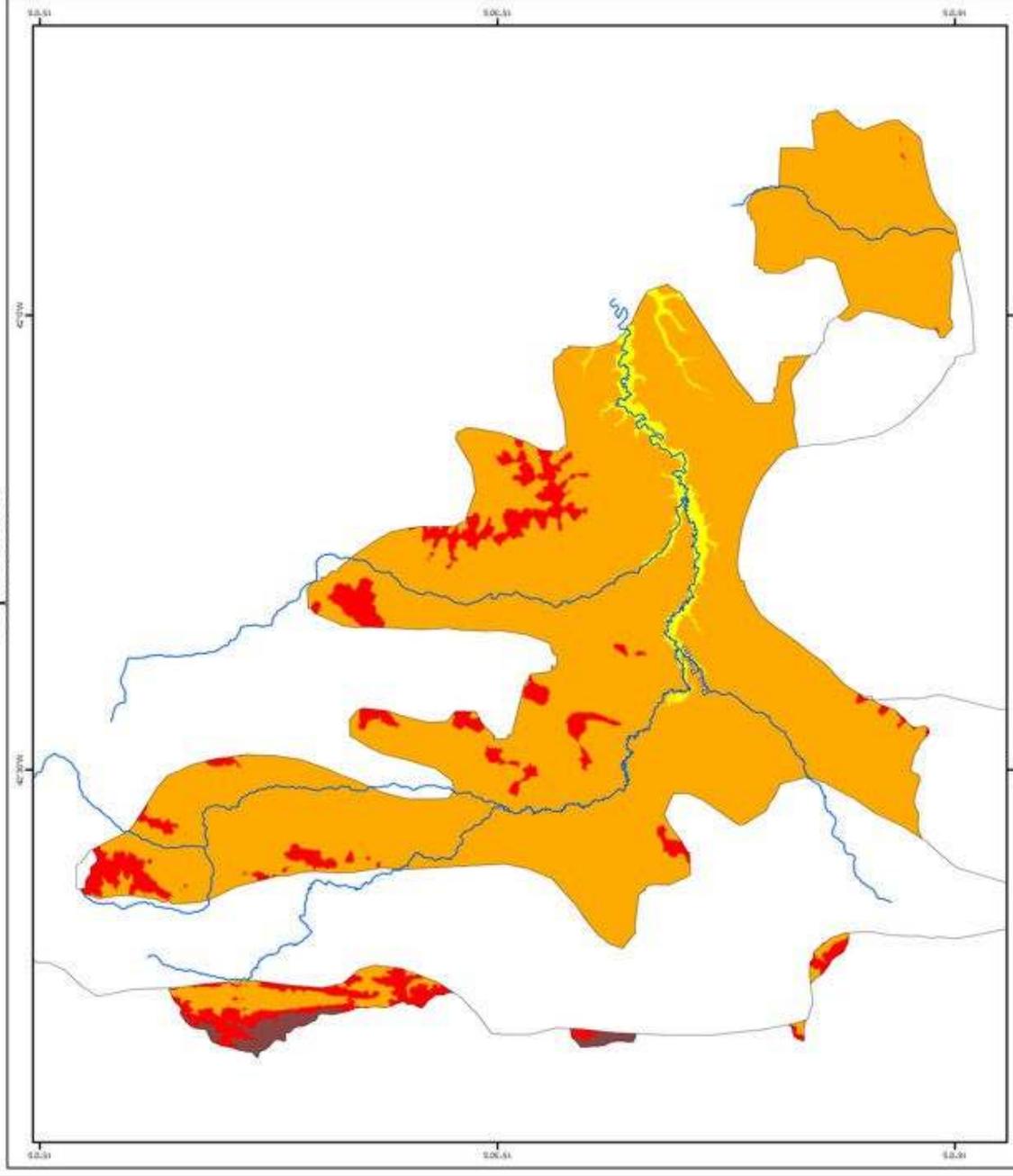
0 20 40 80 120 160 Km

Fonte: IGAM/2006, PROBIO/2002  
 Autor: SILVA, M. K. A./2008

Mapa 21 - Uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro



### Bacia do rio Pardo - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Hipsometria



**Area de estudo**

**Convenções cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

**Legenda**

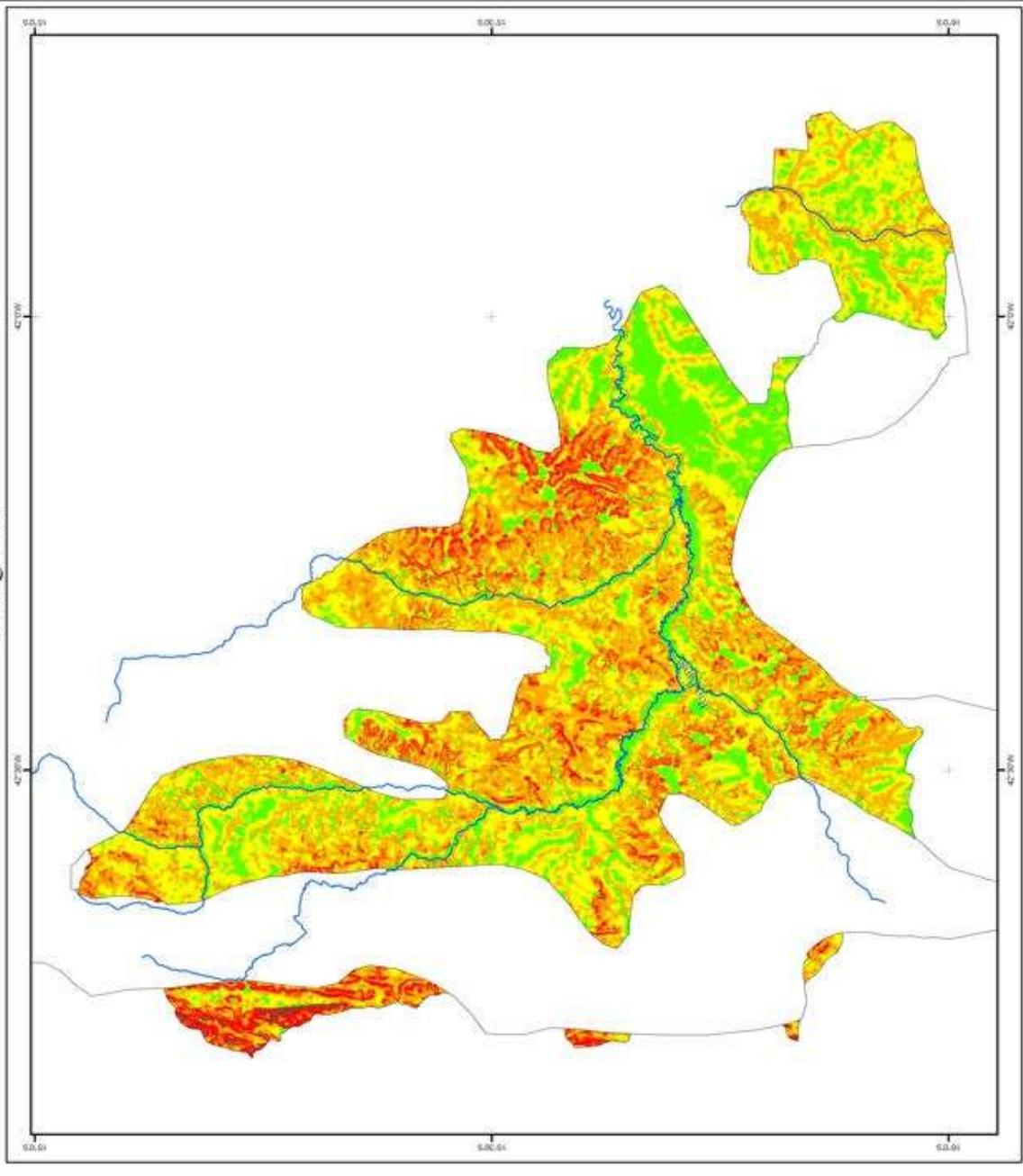
- 500 a 750m
- 750 a 1000m
- 1000 a 1250m
- Maior 1250m

0 5 10 20 30 40 Km

Fonte: IGAM/2006, MDE/SRTM/2002  
Autor: SILVA, M. K. A./2008

Mapa 22 - Hipsometria da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

Bacia do rio Pardo - Bioma Cerrado - MG/ Brasil  
Clinografia



Área de estudo

Convenções cartográficas

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

Legenda

- Menor 3%
- 3 a 8%
- 8 a 20%
- 20 a 45%
- Maior 45%

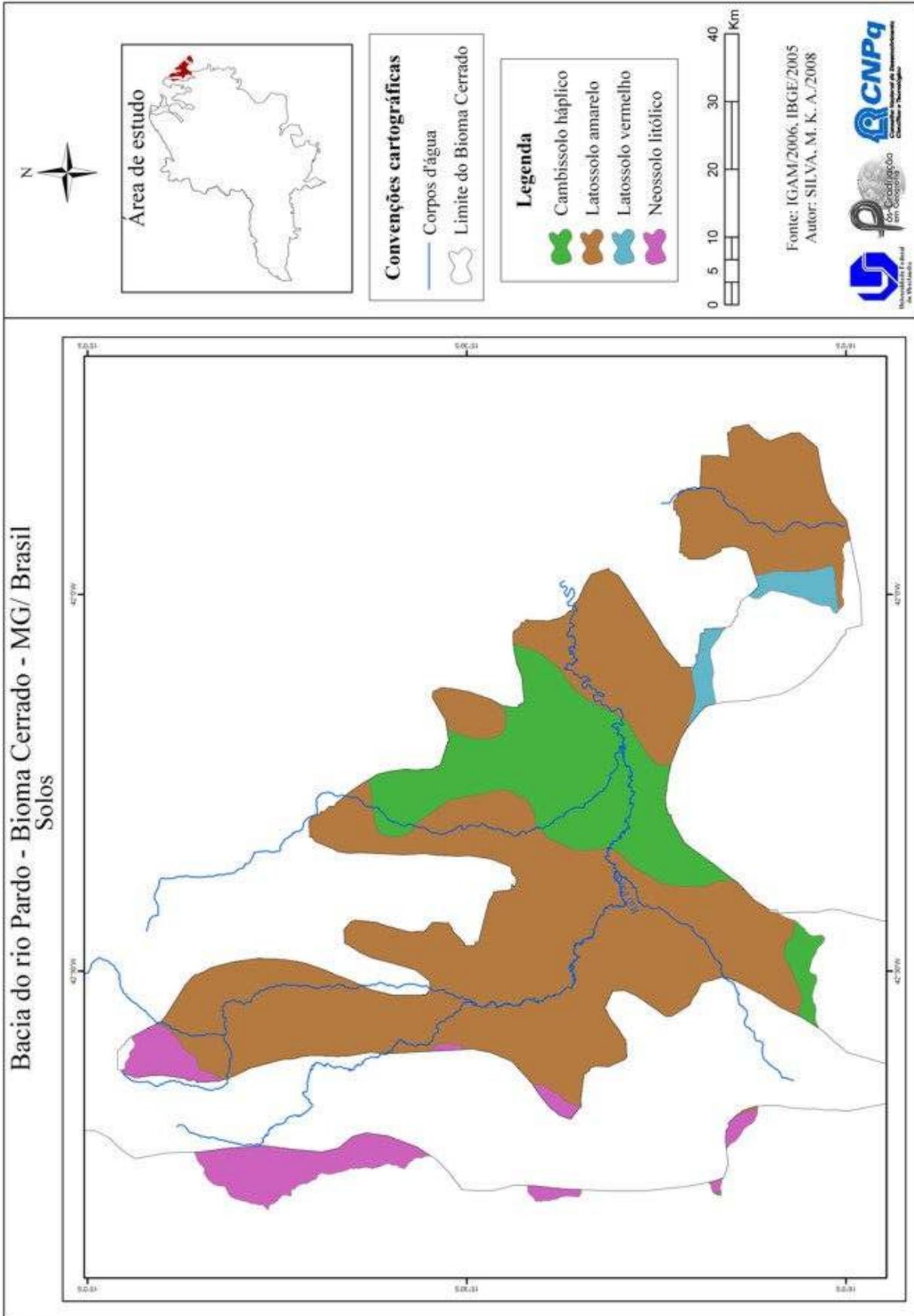


Fonte: IGAM/2006, MDE/SRTM/2002  
Autor: SILVA, M. K. A./2008

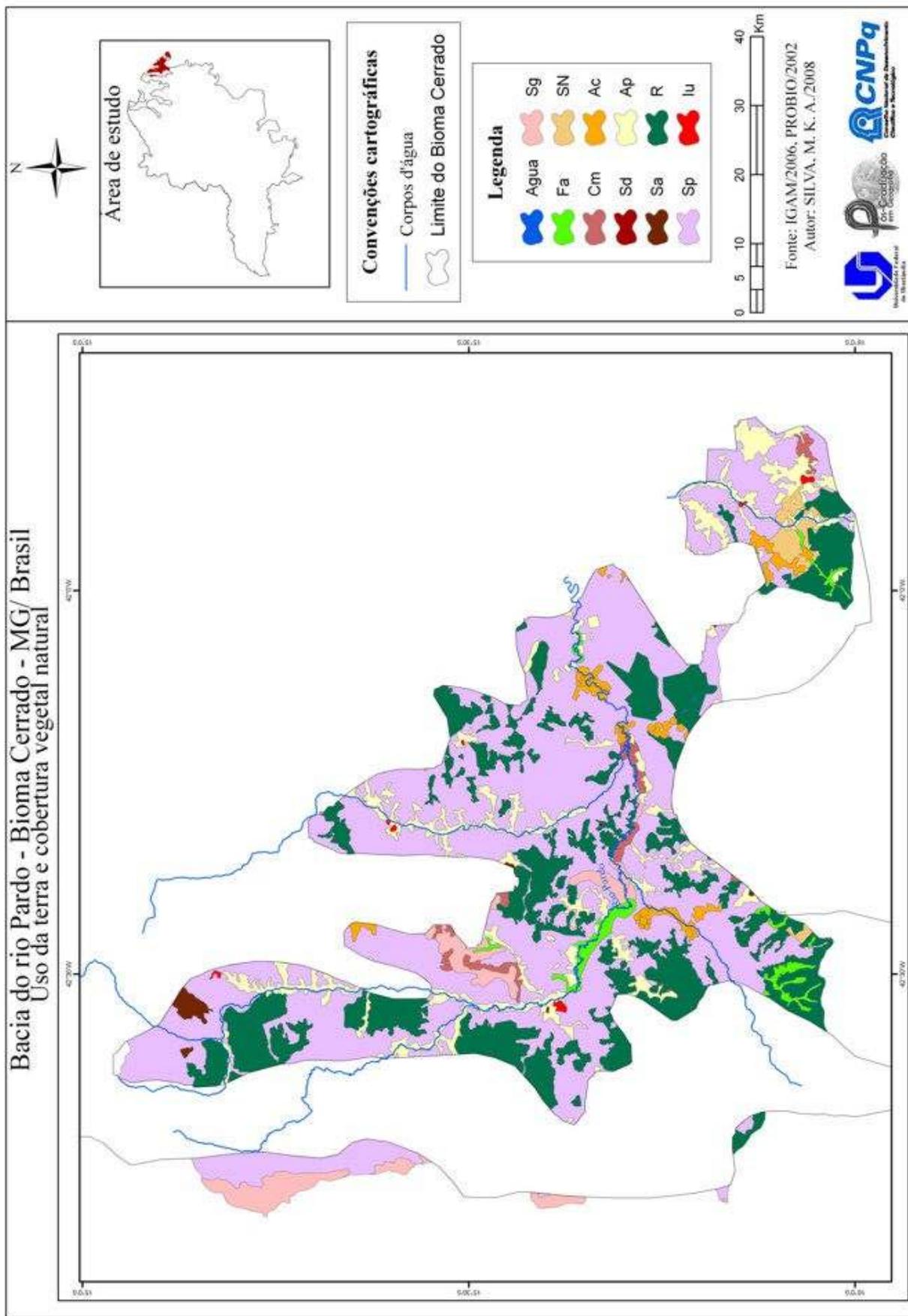


Mapa 23 - Clinografia da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro

### Bacia do rio Pardo - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Solos

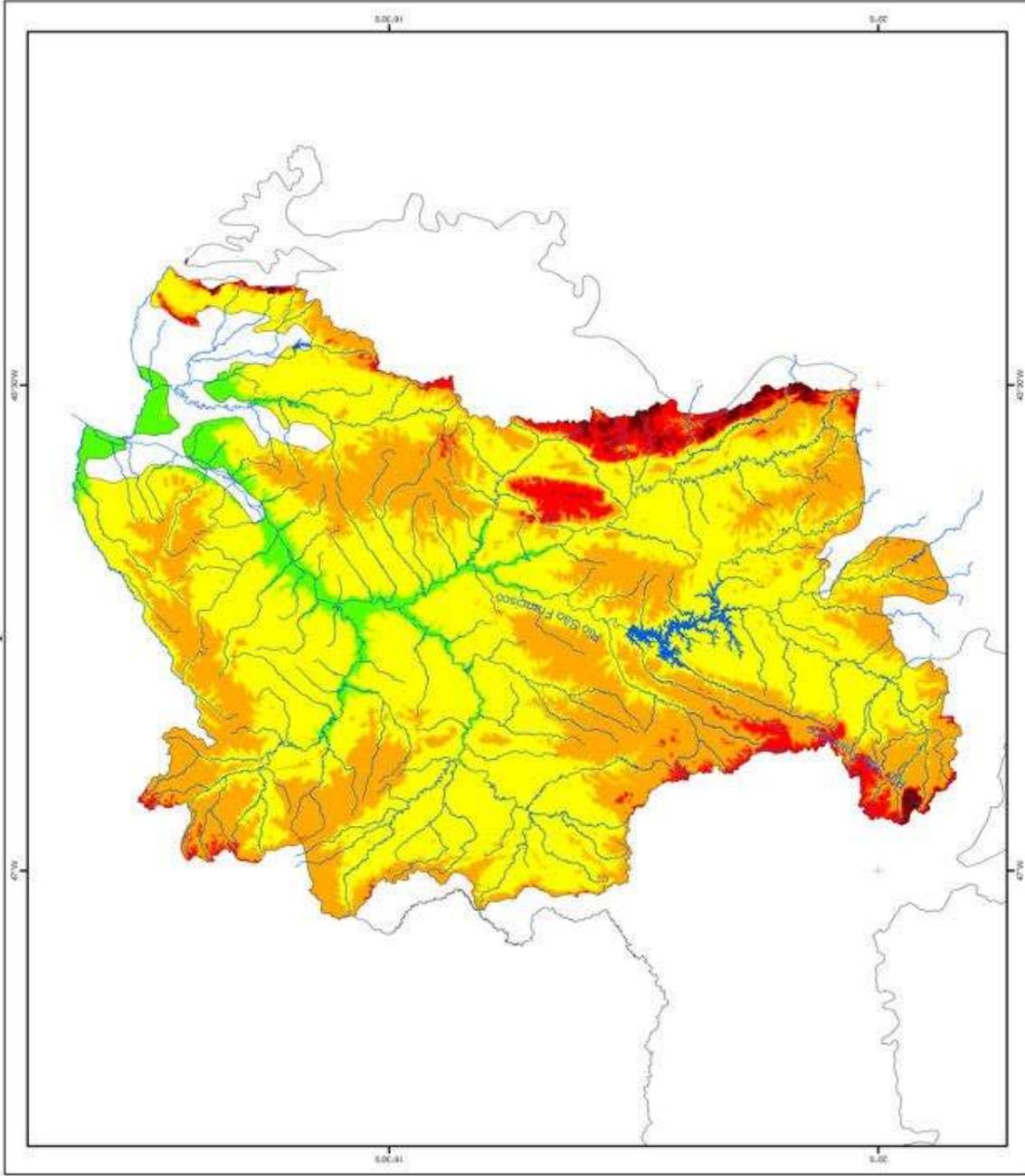


Mapa 24 - Solos da bacia do rio Pardo no Cerrado mineiro





### Bacia do rio São Francisco - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Hipsometria

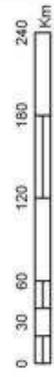


#### Convenções cartográficas

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

#### Legenda

- Menor 500m
- 500 - 750m
- 750 - 1000m
- 1000 - 1250m
- Maior 1250m

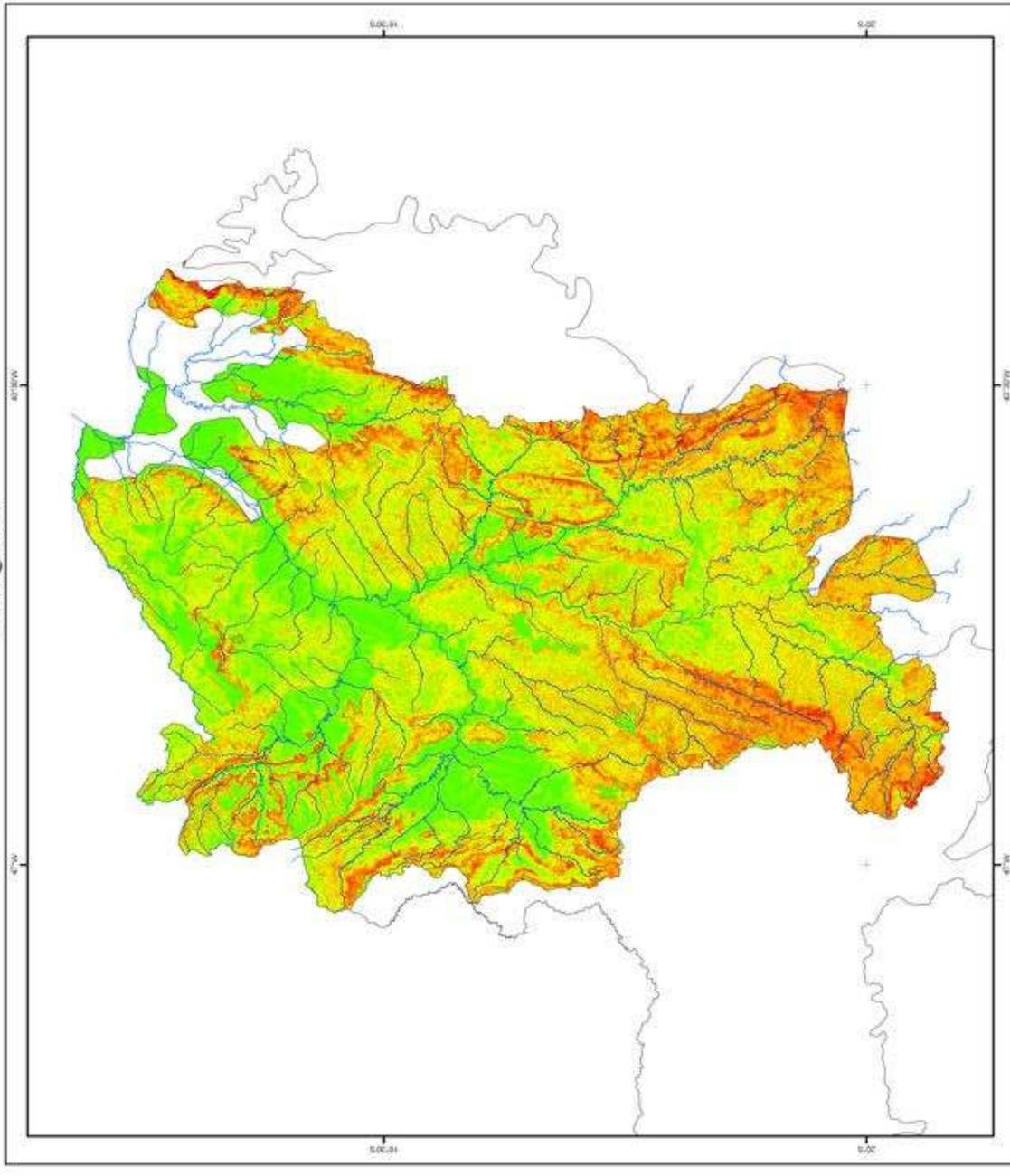


Fonte: IGAM/2006, MDE/SRTM/2002  
Autor: SILVA, M. K. A./2008



Mapa 26 - Hipsometria da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

### Bacia do rio São Francisco - Bioma Cerrado - MG/ Brasil Clinografia



N

Area de estudo

**Convenções cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

**Legenda**

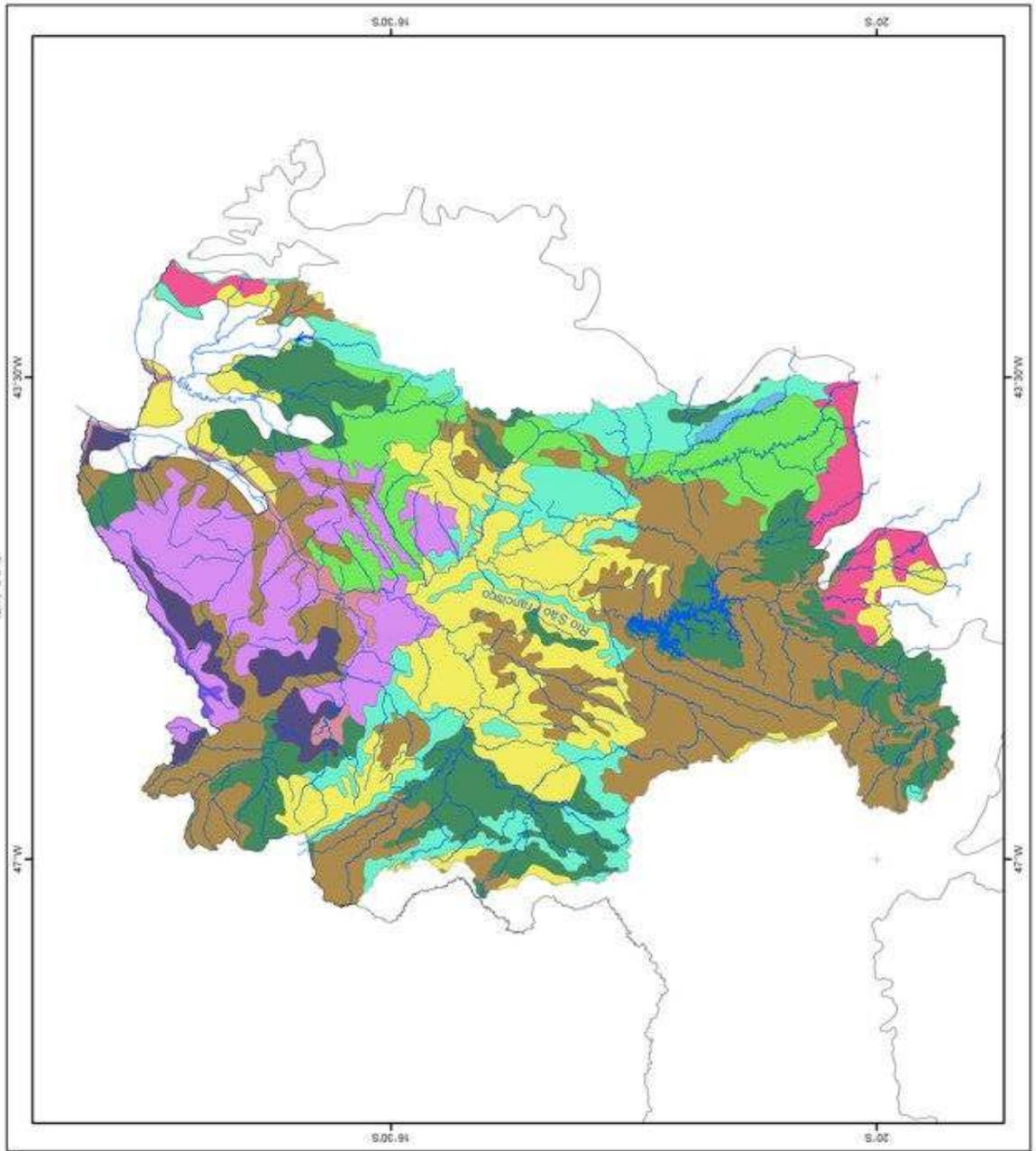
- Menor 3%
- 3 - 8%
- 8 - 20%
- 20 - 45%
- Maior 45%

0 30 60 120 180 240 Km

Fonte: IGAM/2006, MDE/SRTM/2002  
Autor: SILVA, M. K. A./2008

Mapa 27 - Clinografia da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Bacia do rio São Francisco - Bioma Cerrado - MG/ Brasil  
Solos



N

Area de estudo

**Convenções Cartográficas**

- Corpos d'água
- Limite do Bioma Cerrado

**Legenda**

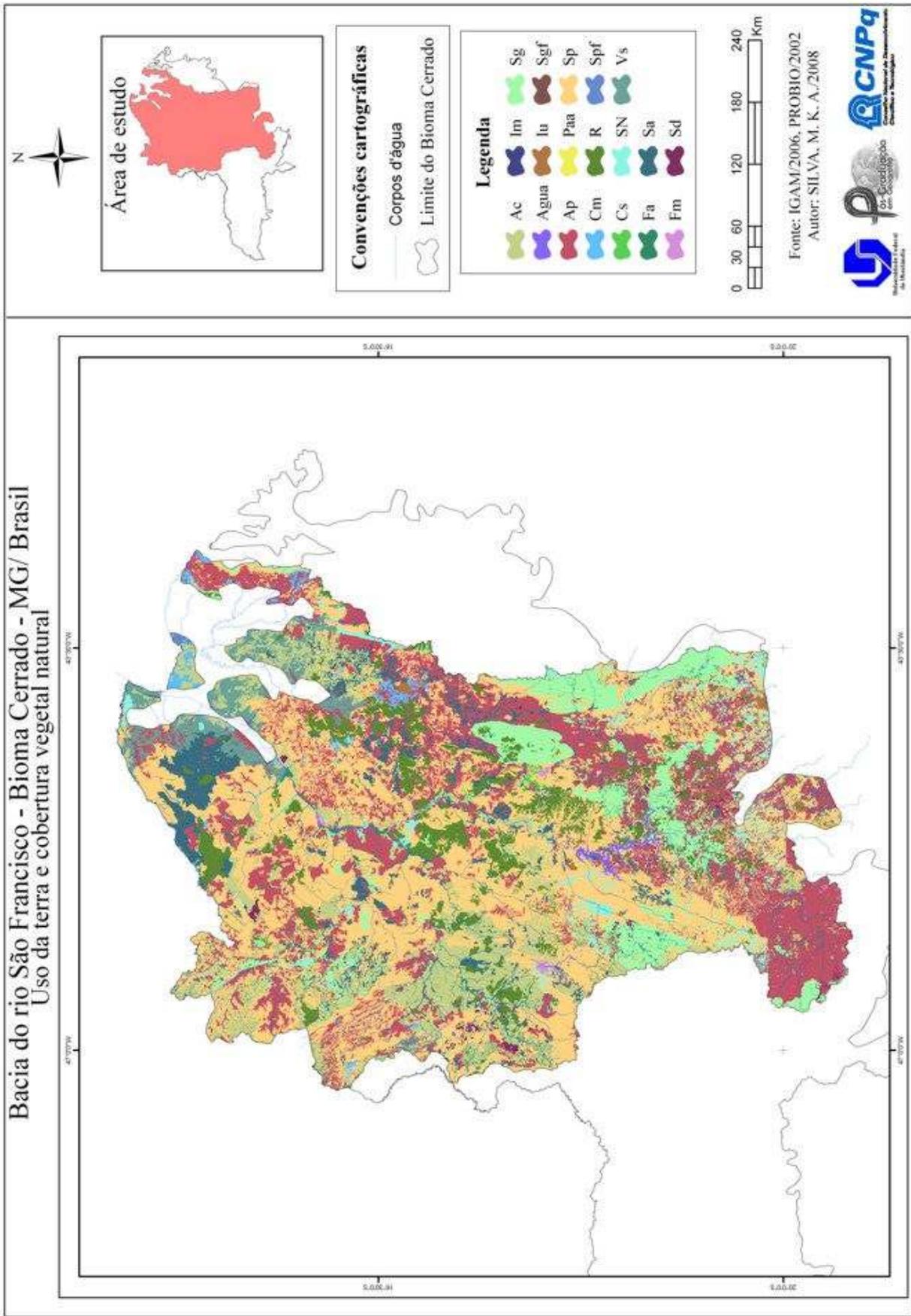
- Afloramento de Rocha
- Argissolo vermelho
- Argissolo vermelho-amarelo
- Cambissolo háplico
- Gleissolo háplico
- Latossolo amarelo
- Latossolo vermelho
- Latossolo vermelho-amarelo
- Neossolo Quartzarênico
- Neossolo flúvico
- Neossolo litólico
- Plintossolo pétrico

0 30 60 120 180 240 Km

Fonte: IGAM/2006, IBGE/2005  
Autor: SILVA, M. K. A./2008

Mapa 28 - Solos da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Bacia do rio São Francisco - Bioma Cerrado - MG/ Brasil  
 Uso da terra e cobertura vegetal natural



Mapa 29 - Uso da terra e cobertura vegetal da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro



