

André Coutinho Barbosa

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO
ESTUDO DA VEGETAÇÃO E DO USO E
OCUPAÇÃO DO USO DO SOLO DA REGIÃO
DA SERRA DO CARAÇA NO PERÍODO DO
1980-2002**

VIII Curso de Especialização em
Geoprocessamento
2005



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha
Belo Horizonte
cartog@igc.ufmg.br

ANDRÉ COUTINHO BARBOSA

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO ESTUDO DA VEGETAÇÃO E DO USO E
OCUPAÇÃO DO USO DO SOLO DA REGIÃO DA SERRA DO CARAÇA NO PERÍODO
DO 1980-2002**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de especialista em Geoprocessamento, Curso de Especialização em Geoprocessamento, Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof. Maria Márcia M. Machado

BELO HORIZONTE
2005

Barbosa, André Coutinho
GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO ESTUDO DA VEGETAÇÃO E
DO USO E OCUPAÇÃO DO USO DO SOLO DA REGIÃO DA
SERRA DO CARAÇA NO PERÍODO DO 1980-2002

Gomes–Belo Horizonte, 2005.

vi, 48f. il.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais.
Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia, Programa de
Especialização em Geoprocessamento 2005.

Orientador: Maria Márcia Magela Machadp

1. SIG, Uso do Solo, Serra do Caraça

1. Introdução

Distante aproximadamente 120 quilômetros Belo Horizonte, a região da Serra do Caraça faz parte do complexo do Quadrilátero Ferrífero e abriga uma das maiores montanhas de todo o estado mineiro. Estas montanhas podem atingir altitudes superiores aos 2000 metros como é o caso do Pico do Sol, 2070 metros e Pico do Inficionado, 2063 metros. É um ambiente bem rico em biodiversidade guardando resquícios de uma floresta de transição entre a Mata Atlântica e o domínio de cerrado. Em altitudes superiores aos 1400 metros e sobre o solo pedregoso podemos encontrar campos rupestres quartizíticos, um domínio de vegetação dos mais ricos do Brasil, tendo maior diversidade botânica por metro quadrado do que a floresta tropical. Além de toda a complexidade dos vários biomas encontrados na Serra do Caraça, a região é um grande manancial de água, sendo seus riachos abundantes em suas encostas íngremes, onde são tributários da bacia do rio Doce.

A região da Serra do Caraça tem uma pequena Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) administradas pelos padres Lazaristas e onde encontramos o antigo colégio do Caraça, com sua capela em estilo gótico. Mas esta reserva pode ser considerada ínfima perto da área de abrangência de todo o maciço montanhoso da Serra do Caraça. A região do entorno da serra, que abrange as cidades de Barão de Cocais, Catas Altas e Mariana, sobrevive, basicamente, de atividades de mineradoras, sofrendo ao longo de décadas com os impactos da ocupação antrópica.

Nos primórdios da ocupação humana na região existem relatos, além da presença das feições de cerrado e suas sub-classificações, da presença de uma mata exuberante, mata esta que foi intensamente explorada pelo homem à procura de madeira de lei ao longo dos anos. Trabalhos mais recentes sobre a classificação da vegetação como é o caso do Manual da Biodiversidade do estado de Minas Gerais (Fundação Biodiversitas, IEF, 2005) e a classificação feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1976) classificaram a região como sendo predominantemente de domínio de cerrado com algumas de suas sub-divisões, tais como: Campos rupestres, campos de altitude, cerrado de campo sujo e cerrado de campo limpo. Feições de mata de transição entre cerrado e Mata Atlântica também foram evidenciados em algumas regiões isoladas, mais precisamente na parte

baixa da serra em altitudes que vão dos 650 aos 850 metros. Matas ciliares e matas de galeria foram evidenciadas ao longo dos rios mais caudalosos como, por exemplo, o ribeirão Caraça nas proximidades do Colégio do Caraça.

Para estudarmos o desenvolvimento do uso e ocupação do solo de uma determinada região temos, primeiramente, que adotar parâmetros de análise, ou melhor, o que se espera observar durante o estudo proposto. No caso do presente trabalho procuraremos observar a evolução do uso do solo no entorno da Serra do Caraça, utilizando ferramentas de geoprocessamento.

As técnicas de geoprocessamento têm se tornado, ultimamente, ferramentas essenciais para o reconhecimento e acompanhamento do uso do solo ao longo dos anos, sobressaindo-se como uma ferramenta eficaz no que diz respeito à análise espacial. Uma vantagem é a facilidade de cruzar informações e a visualizar fenômenos que ocorrem na superfície terrestre. Por isso as técnicas de geoprocessamento tem sido usadas para identificar desmatamentos, queimadas, cobertura vegetal, hidrografia, distribuição populacional e qualquer fenômeno que seja espacializado.

2. Objetivo Geral

Utilizar imagens de satélite das datas de 1980 e 2002 e fazer um estudo da vegetação e do uso e ocupação do solo no entorno da Serra do Caraça, envolvendo os municípios de Barão de Cocais, Catas Altas e Mariana, visando identificar mudanças ocorridas, oriundas da influência antrópica, durante este período de vinte e dois anos.

2.1. Objetivos Específicos

Confecção de um modelo 3D do maciço da Serra do Caraça para melhor visualização das características físicas da região.

Construir mapas temáticos de uso do solo contendo as classes: matas, vegetação de cerrado, rocha aflorada, mancha urbana e solo exposto.

Construir um mapa resultado com as áreas de alterações da vegetação com as seguintes análises:

Vegetação que permaneceu intacta, áreas de vegetação que foi desmatada, área onde a vegetação foi recuperada, bem como acompanhar a evolução das manchas urbanas e áreas de solo exposto.

3. A Serra do Caraça

3.1– Localização e Características Gerais

Foi o barão de Eschwege, nos primórdios do século XIX, quem primeiramente realizou estudos na região que hoje conhecemos como Espinhaço; nome dado à cordilheira de montanhas que atravessa o centro do estado de Minas Gerais, na direção de sul a norte até o interior da Bahia. Segundo o pesquisador, elas se assemelhavam a uma coluna vertebral, ou espinha dorsal, e deu-lhes o nome com aumentativo “aço” para frizar bem a sua magnitude.

Em uma das porções do maciço do Espinhaço temos a Serra do Caraça localizada, mais precisamente, na parte nordeste do Quadrilátero Ferrífero, na porção centro sul do estado Mineiro, na altura do paralelo 20 e 40 30' de longitude oeste, tendo a área do Parque Natural do Caraça onze mil hectares. A área do parque está inserida na carta de Catas Altas, 1:50.000, do IBGE (Fig. 1).



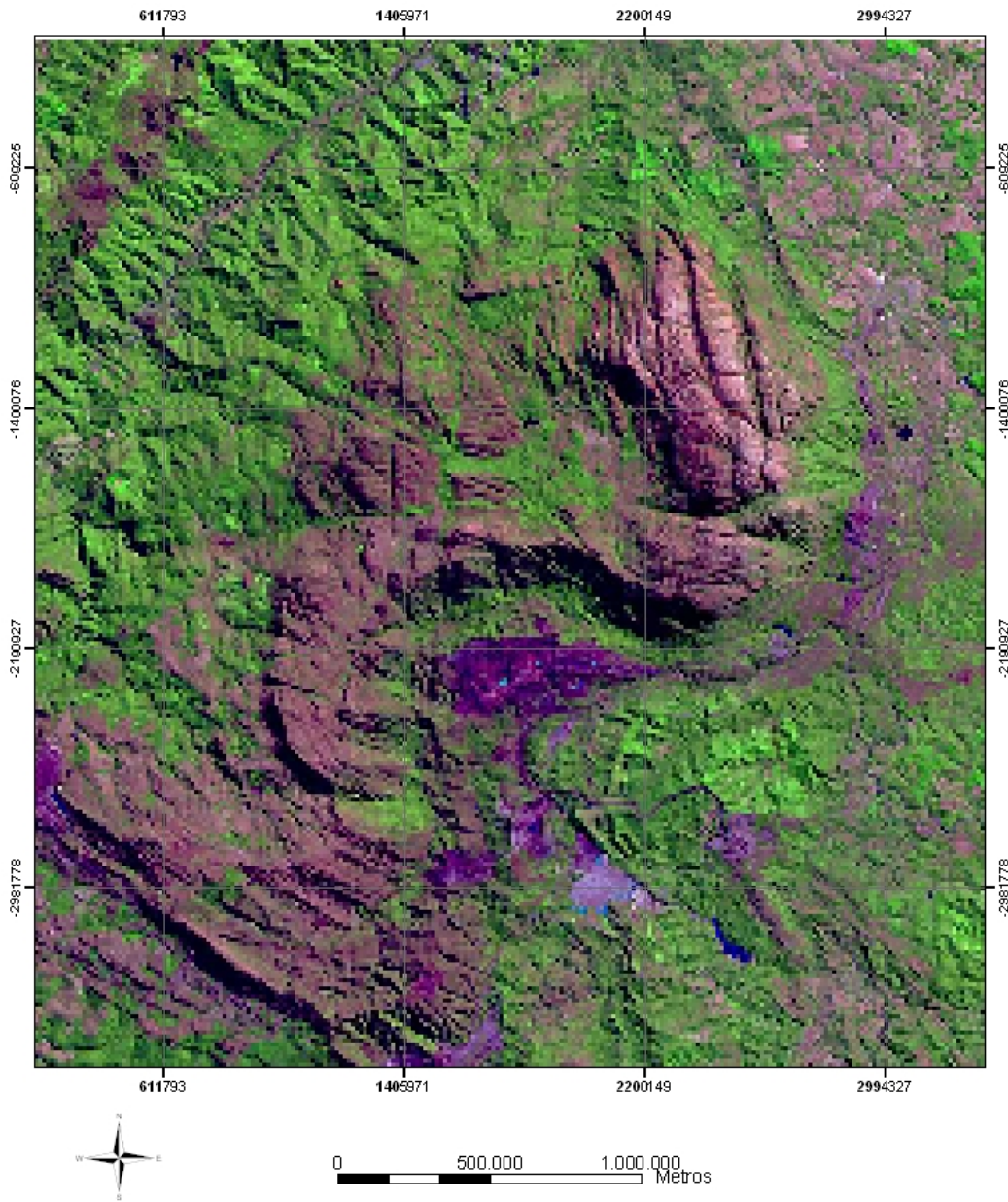
Figura 1: Localização da carta de Catas Altas, 1: 50.000, onde está inserida a Serra do Caraça. IBGE – 1975.

O acesso de Belo Horizonte até o Caraça se dá pela BR-262 até o trevo de Barão de Cocais, depois à direita na BR-365 até depois de Barão de Cocais onde, novamente à direita, tem-se direção ao Colégio do Caraça, portaria do Parque Natural do Caraça (RPPN). Ao todo, o percurso de Belo Horizonte até a serra do Caraça é de aproximadamente 120 km de distância.

O Parque Natural do Caraça é uma região bastante deformada geologicamente. Composta principalmente por quartzitos, que por sua vez possuem coloração que vai desde o cinza, laranja, amarelo, ou róseo; estas rochas evidenciam uma deposição marinha que data dos primórdios da evolução. Possui também um ambiente que apresenta uma riqueza extraordinária, abrigando dobras e falhas das mais diversas variedades e amplitudes, classificado como o Sistema de Falhas do Caraça (Chamale Jr. Et al. 1992.). Apresentando um relevo acidentado, que formam montanhas e picos como o Pico do Sol- 2070m e o Pico do Inficionado- 2064m de altitude ambos apresentando abruptas variações de altitude e com condições climáticas bem peculiares.

A região possui uma temperatura média entre 15°C e 20°C, onde as máximas poucas vezes ultrapassam 30°C; mas as mínimas, esporadicamente, alcançam valores negativos de até -2°C (EMATER-MG). O clima suave e ameno, devido à altitude elevada, favorecendo assim a saturação do ar, pode ser bastante úmido, parecido com o das terras altas da Mantiqueira, Caparaó e Itacolomí. Daí a origem dos neveiros que cobrem constantemente os cumes das suas montanhas. O Caraça inclui-se numa das zonas Mineiras com maior frequência de chuvas. Ouro Preto, que tem um dos índices pluviométricos mais altos do estado, fica relativamente perto. Talvez por apresentar este clima ameno, além de outros fatores, o Caraça abriga uma grande variedade de espécies florísticas. Abaixo uma imagem LANDSAT de 2002 da área da Serra do Caraça, em destaque todo o maciço rochoso que compõe a região.

Maciço do Caraça



André Coutinho Barbosa
UFMG - Geoprocessamento 2005

Imagem LANDSAT

Figura 2: Maciço do Caraça e entorno. LANDSAT II / 2002.

A rede de drenagem da Serra do Caraça é tributária da bacia do rio Doce, sendo seu rio mais volumoso o córrego Caraça, com suas águas escuras, parecidas com a cor de um chá, devido à matéria orgânica captada ao longo do seu percurso e minerais dissolvidos pela água de suas rochas quartzíticas.

É uma área conhecida também pelos seus depósitos de ferro, ouro e manganês, o que atraiu a atenção de inúmeras minerações à medida que iam sendo descobertas. Ainda hoje, estas minerações se fazem presentes nas margens do Parque Natural do Caraça. Outro legado que remonta os tempos do Ciclo do Ouro na região, desde os séculos XVIII e XIX, é a exploração vegetal. Esta exploração resultou no intenso desmatamento de suas florestas para extração de madeira de lei e implantação de pastagens para o gado, visando suprir as necessidades de alimento e vestuário dos antigos mineradores. Além disso, o uso de queimadas para desnudar o solo e acusar mais facilmente a presença de ouro, praticamente dizimaram toda a Mata Atlântica e as florestas primitivas ali existentes, estando agora, restritas a pequenas manchas nas encostas mais íngremes e inacessíveis e nas margens dos rios sob forma de mata ciliar.

O que ainda se faz mais visível é a vegetação típica de cerrado, campos rupestres e campos de altitude onde abundam os arbustos e as plantas medicinais tais como barbatimão, camomila, carqueja, congonha e pequenos frutos como caju, mangaba, gabioba e jabuticaba. “Não se restringindo apenas a espécies tropicais, no cume das montanhas, podemos evidenciar espécies alpinas que se assemelham a flora européia...” (LIMA JÚNIOR, 1948). Árvores frutíferas de clima temperado demonstraram perfeita adaptação ao clima e ao solo do Caraça, tais como pereiras, macieiras, ameixeiras, cerejeiras, oliveiras, carvalhos, vinhas, etc. Todas estas, foram introduzidas no tempo da colonização, sendo cultivadas até hoje, nas proximidades do Colégio do Caraça.

Apesar da fauna de regiões montanhosas não ser muito exuberante, na Serra do Caraça não deixa de estar bem representada. Além de inúmeras variedades de insetos, conta com aves de espécies variadas, tais como gaviões, beija-flores e andorinhões. Apresenta mamíferos, como onças, jaguatiricas, veados, pacas, macacos variados, antas e o seu morador mais ilustre, o lobo-guará, outrora ameaçado de extinção. Como diria o padre Francisco da Silva

no início do século XIX : “...com seus penhascos vertiginosos, parece mais um lugar feito para o ninho das feras, do que para a habitação humana...” (LIMA JÚNIOR, 1948).

4. Histórico da Região

Os primeiros indícios da presença humana na região da Serra do Caraça remontam do início do século XVIII, mais precisamente em 1700, quando o padre Felipe de Siqueira e Távora recebe em suas sesmarias, os mineradores Domingos Borges, Francisco e Antônio Bueno e seus irmãos, que vêm catar ouro nas encostas da serra – “... onde encontrava-se em um dia e meio de trabalho, uma arroba e meia do precioso metal...” (CARRATO, 1963). Com a febre de fortuna rápida causada pelas minerações da época, atraídos por ouro e diamantes, os mineradores haviam formado na bacia interna do Caraça, em 1716, o pequeno arraial, que foi registrado no Auto número 19.593 – Ações Civis do Cartório do segundo ofício de notas de Mariana – Arquivo do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.

Existem muitas versões para o nome Caraça, mas a mais difundida é que quando os primeiros exploradores, os Bandeirantes, chegaram à região a procura de ouro, avistaram de longe um grupo de montanhas que se assemelha com o rosto de um gigante deitado, dando assim o nome de Caraça, ou cara enorme. O arraial do Caraça, segundo alguns historiadores, teria tido uma existência efêmera, pois assim que começava a esgotar o ouro de aluvião, os homens migravam para outros lugares à procura de lavras mais abundantes, restando apenas barracas velhas e restos de acampamentos. Mas, apesar disto, sempre ficavam alguns poucos garimpeiros, remanescentes solitários, fuscando o pouco ouro de aluvião que restava, cultivando pequenas lavouras e criando animais para sua subsistência.

Vamos desviar nossa atenção de Minas Gerais do século XVIII e nos remeter para Lisboa, onde mais ou menos quarenta anos depois da fundação do pequeno arraial do Caraça, mais precisamente em 1758, ocorre um atentado contra o rei de Portugal D. José I, acontecimento, que teve ligação direta com a futura fundação do Colégio do Caraça. D. José foi alvo de uma emboscada enquanto fazia uma pequena viagem em sua carruagem, sendo alvejado com um tiro de bacamarte no ombro. O então ministro da Guerra e de Estrangeiros, o Marquês de Pombal, usando de suas influências como ministro da corte, assumiu então a tarefa de responsável por caçar qualquer suspeito de envolvimento no crime. O Marquês de Pombal era um homem tido como temperamental, sem escrúpulos e sem moral, “que levava seu governo movido a ambição, dinheiro e desprezo pela autêntica

nobreza do reino, que sempre o tratara com desprezo...” (LIMA JÚNIOR, 1948). Sebastião José de Carvalho, ou Marquês de Pombal, usou então o seu poder de ministro para aniquilar todos os seus desafetos na corte, seguido do confisco e apropriação de todos os títulos e bens das famílias tidas como envolvidas ou culpadas. O Marquês de Pombal tinha desafetos com os padres Jesuítas e Franciscanos, entre eles José Policarpo, que seria acusado e procurado como responsável pelo tiro que atingiu D. José.

José Policarpo de Azevedo tornou-se foragido da justiça portuguesa, adotando o pseudônimo de Irmão Lourenço de Nossa Senhora, a fim de fugir da perseguição mortal que o Marquês de Pombal instalara em toda a Europa. Sabe-se que Irmão Lourenço cruzou a fronteira com a Espanha, onde teve uma secreta proteção dos padres jesuítas – fugindo pelas colônias espanholas. Não se sabe ao certo qual foi a sua rota durante a fuga de Portugal, mas alguns historiadores acham que José Policarpo sob o pseudônimo de Irmão Lourenço, tenha entrado no Brasil pelo Rio de Janeiro e que veio diretamente para Minas Gerais, caminhando pelo interior em busca de um lugar para se esconder. Acabou encontrando o padre frei Antônio de Santa Maria dos Mártires. E foi através deste padre, que o Irmão Lourenço teve permissão para usar no Brasil, o hábito de São Francisco (LIMA JÚNIOR, 1948). Irmão Lourenço então, fez a doação de tudo o que tinha à ordem terceira de São Francisco do Tijuco, com a condição de o alimentarem enquanto vivesse.

Todos os parentes e supostos amigos de José Policarpo de Azevedo foram presos e submetidos a torturas para que entregassem o paradeiro do condenado, mas nenhuma informação consistente foi obtida.

“Desaparecido do arraial do Tijuco desde 1770, permaneceu escondido até 1774. Nesta época, segundo os seus próprios relatos, começou a erguer uma ermida em um local de difícil acesso ... metido no âmago de serranias alcantiladas, com caminhos disfarçados entre precipícios, enfim, um esconderijo bem distante e seguro, que foi denominado Caraça” (LIMA JÚNIOR, 1948). Assim, entre as montanhas do Caraça, o Irmão Lourenço encontrou abrigo e sossegou da sua vida de fugitivo mais procurado de Portugal. E com a ajuda de esmolas, donativos e, provavelmente, com o contrabando de ouro e diamantes da região de Catas Altas e Mariana, Irmão Lourenço começou a erguer a ermida Nossa

Senhora Mãe dos Homens e de São Francisco de Chagas, na atual região do Colégio do Caraça.

Deste modo, escondida entre as serras, surge a confraria Nossa Senhora Mãe dos Homens; que ora se expandia com muitos fiéis, ora ficava reduzida. Pagadores de penitências, eremitas e noviços ficavam sob os olhos de Irmão Lourenço, o seu fundador e líder espiritual. Mas, o que nunca cessava, era a vontade dos que ali freqüentavam de criar um centro de fervor religioso nas terras de Minas Gerais. Ali onde viveu Irmão Lourenço até os noventa e cinco anos de idade, vindo a falecer no dia 27 de outubro de 1819, sendo sepultado em sua igreja, no atual Colégio do Caraça.

Após a sua morte, o santuário do Caraça passou a pertencer à coroa portuguesa, que o entregou aos padres Lazaristas para que ali abrissem uma instituição de ensino. Esta instituição foi fundada em 1821 e funcionou até 1968, quando um incêndio destruiu as antigas instalações do colégio, levando ao seu fechamento.

Durante o período de existência do Colégio do Caraça, vários nomes da vida pública brasileira tiveram formação básica e superior em suas instalações. Entre eles destacam-se os presidentes da república Arthur Bernardes e Afonso Pena, juntamente com governador Melo Viana. Hoje em dia, o colégio do Caraça é tombado pelo patrimônio histórico cultural brasileiro e faz do turismo a sua maior fonte de renda. “Em 1982 foi criado o Parque Natural do Caraça, através do convênio entre a congregação da missão e o IBDF. O convênio foi desfeito em 1986 em função de discordâncias da forma de administrá-lo...” (Rodrigues, O Contexto Geológico Estrutural do Caraça, 1996, p.:6). Atualmente, os padres Lazaristas continuam a administrar a área da reserva, lutando para preservar e conseguir ter o controle de acesso dos visitantes aos seus limites.

5. Procedimentos Metodológicos

Para o estudo da evolução do uso do solo e disposição da cobertura vegetal da Serra do Caraça, dividimos o trabalho em cinco etapas básicas sendo: Aquisição dos dados, tratamento dos dados, montagem do modelo digital de elevação, produção de mapas temáticos, e, finalmente, a análise dos resultados obtidos. A seguir nos concentraremos nos procedimentos metodológicos que envolvem a aquisição, tratamento e representação dos dados de uso do solo e cobertura vegetal da Serra do Caraça, em um intervalo de tempo de 22 anos: 1980 a 2002. Já a análise dos resultados obtida através dos mapas temáticos, é apresentada no capítulo 6.

5.1. Aquisição das Imagens LANDSAT e Bases Topográficas Digitais

As imagens LANDSAT-II 1980 e 1992 foram adquiridas através do site do INPE (www.dgi.inpe.br), sendo compostas pelas bandas 3, 4 e 5. A base GEOMINAS - 1997 (www.geominas.mg.gov.br) de curvas de nível foi utilizada para a elaboração do Modelo Digital de Terreno, resultante da digitalização de mapas do IBGE para o estado.

5.2. O Tratamento das Imagens

As imagens LANDSAT-II foram tratadas, primeiramente, no *software* IMPIMA onde foram ajustadas as bandas e os parâmetros de amostragem. Em seguida, os arquivos foram convertidos do tipo (*tif*), para o (*grb*), para serem trabalhados no *software* SPRING 4.1.

O passo seguinte foi associar as bandas 3, 4 e 5 da imagem LANDSAT com as cores verde, vermelho e azul no *software* SPRING 4.1. A composição de cores visa a obtenção das melhores respostas espectrais dos fenômenos a serem estudados na superfície do relevo. Com este processo de tratamento da imagem obtivemos uma transformação do arquivo original, mas apenas no que diz respeito à melhoria de qualidade de visualização da imagem.

Após obter as imagens tratadas satisfatoriamente para o estudo, é realizado o processo de georreferenciamento, pois as imagens vêm sem referência espacial. As imagens precisam ser inseridas em um grid de coordenadas para assim se obter parâmetros de análise

espacial. As imagens foram georeferenciadas no SPRING 4.1, que possui ferramentas simples e eficientes para desempenhar tal tarefa. O sistema de projeção e coordenadas adotado foi projeção UTM, Datum SAD69, zona 23 S, faixa correspondente à região central do estado que abrange a Serra do Caraça.

5.3. Montagem do Modelo Digital de Elevação (MDT)

Foi utilizada a base digital GEOMINAS - 1997 (www.geominas.mg.gov.br) de curvas de nível baseadas nas cartas de números 2573 e 2574, de escala 1:50.000.

O primeiro passo foi transformar os arquivos digitais (*tab*) MAPINFO para a extensão do ArcView, *shp* ou *shapefile*. Uma vez no ArcView, foram unidas as curvas de nível de mesmas cotas altimétricas, objetivando a junção dos dois mapas para possibilitar a elaboração do Modelo Digital de Terreno.

Foi gerado o modelo digital de elevação em formato (*tin*) utilizando a extensão 3D Analyst do ArcView. O formato (*tin*) é um arquivo de grade irregular de triângulos, que permite observar o efeito tridimensional do relevo. A partir deste arquivo foi gerado o mapa Hipsométrico da área (Figura 3).

5.4. Classificação das Imagens e Produção de Mapas Temáticos

Para o estudo da cobertura vegetal e uso do solo da região do maciço da Serra do Caraça dividimos as feições encontradas em cinco temas, que foram classificados digitalmente através do *software* SPRING 4.1. Os fenômenos ou temas analisados, tanto em 1980 (Figura 4), como em 2002 (Figura 5), na área foram:

- Mancha Urbana
- Solo Exposto
- Afloramento Rochoso
- Mata
- Cerrado

Estes fenômenos foram classificados com supervisão através do *software* SPRING 4.1 por semelhança e agrupamento dos pixels. O procedimento que se baseia na captura de pixels na imagem e seleção de conjunto de pixels com tonalidades semelhantes (resolução espectral). Esta seleção e agrupamento de pixels resultou em um mapa temático com a distribuição de uso do solo na área e a porcentagem de ocorrência de tais usos na imagem como um todo. Após fazer esta seleção por agrupamento de pixels é necessário corrigir manualmente algum eventual erro de agrupamento cometido pelo programa. Esta etapa de correção manual é importante, pois torna o mapa mais preciso em sua representação, portanto mais fiel à realidade observada em campo.

Por último foi produzido um mapa temático também no SPRING, das transformações ocorridas com relação à cobertura vegetal entre 1980 e 2002 na área da Serra do Caraça (Figura 6).

Serra do Caraça - MG / Hipsométrico

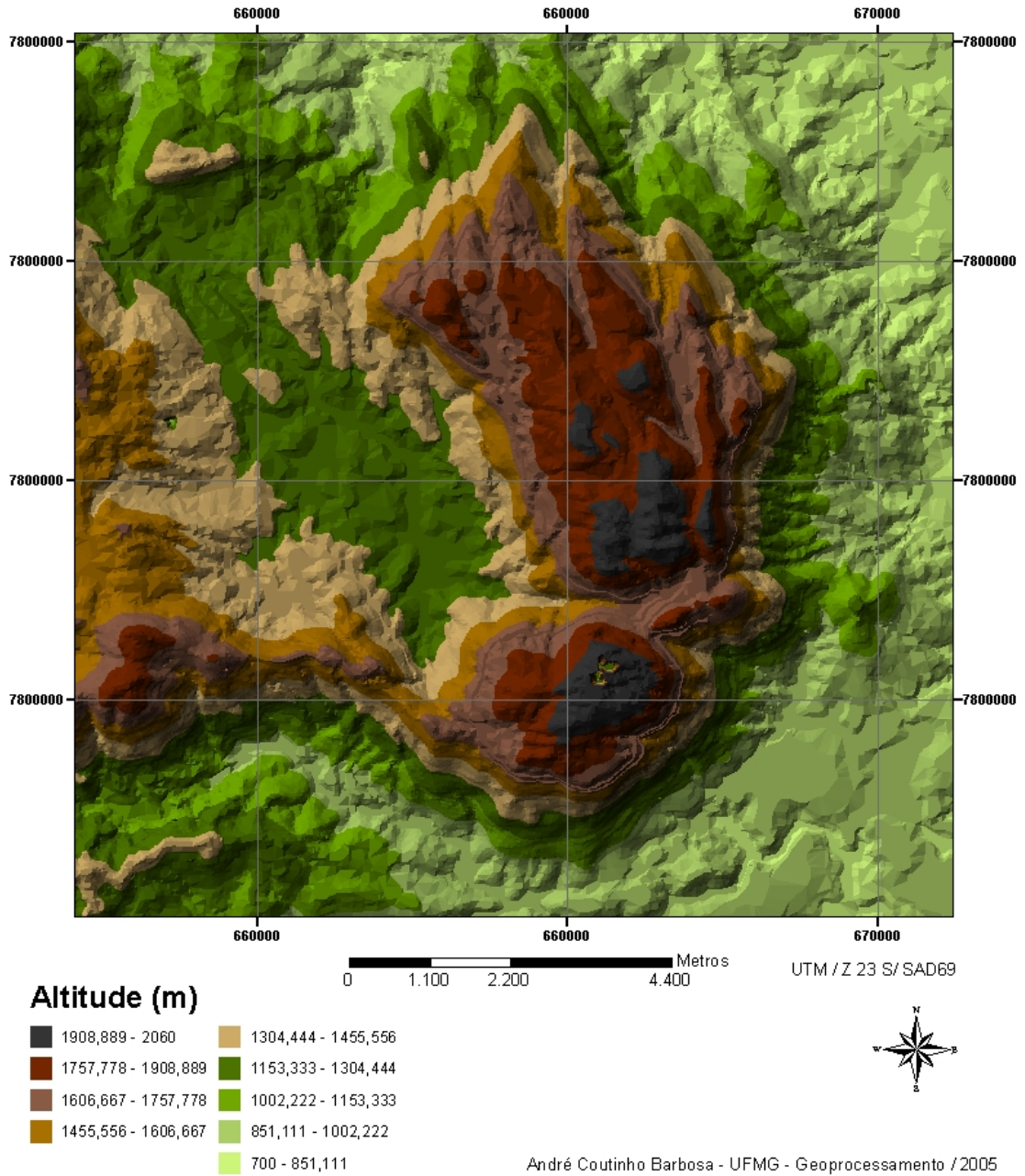
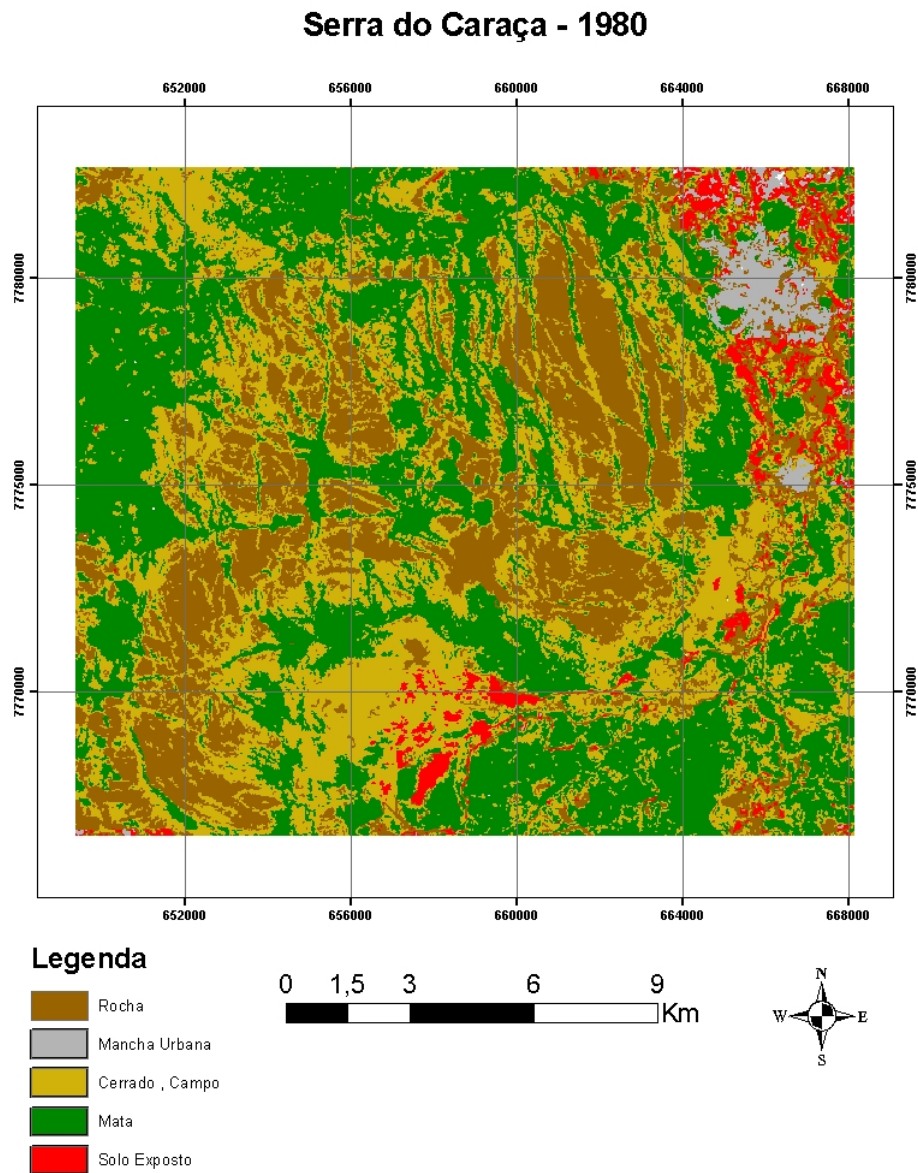


Figura 3: Mapa Hipsométrico da Serra do Caraça em Modelo Digital de Elevação

6. Resultados

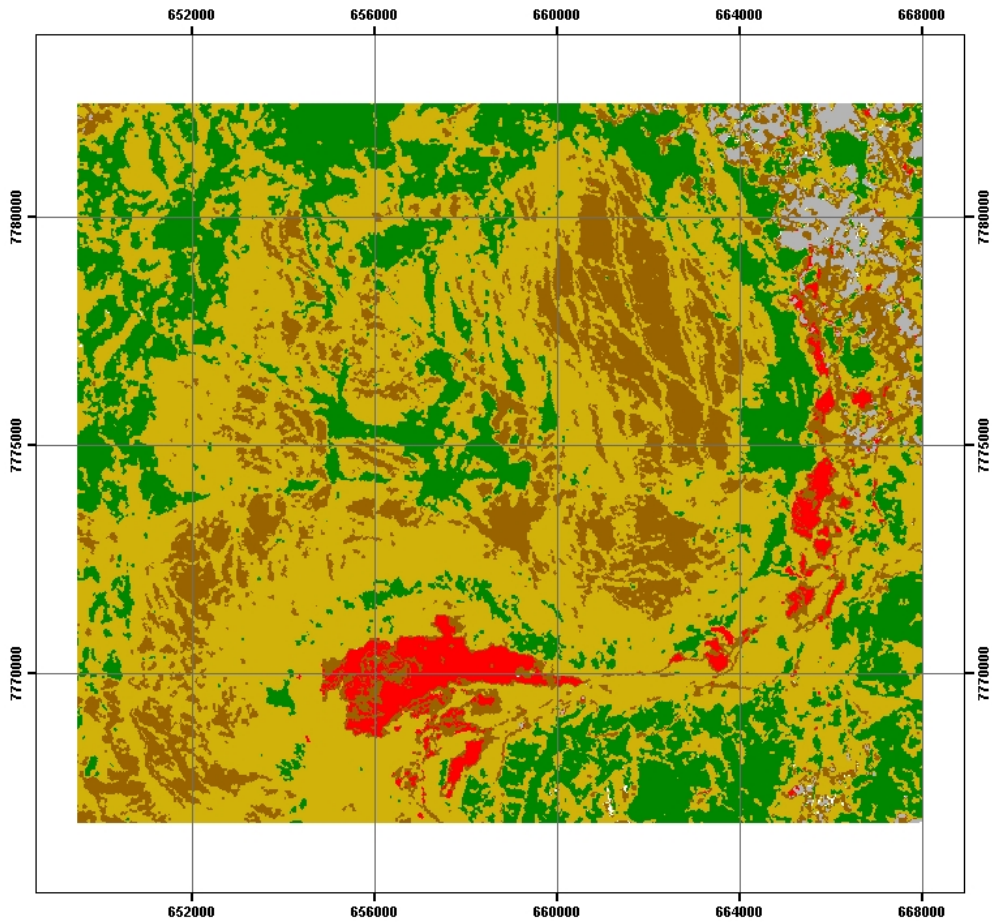
6.1. Mapas Temáticos



André Coutinho Barbosa – UFMG – Geoprocessamento 2005 / Projeção: UTM / Z 23S / SAD 69

Figura 4: Uso do solo na Serra do Caraça e entorno, 1980.
LANDSAT II. ETM / Resolução: 70 metros.

Serra do Caraça - 2002



Legenda

-  Rocha
-  Mancha Urbana
-  Cerrado, Campo
-  Mata
-  Solo Exposto

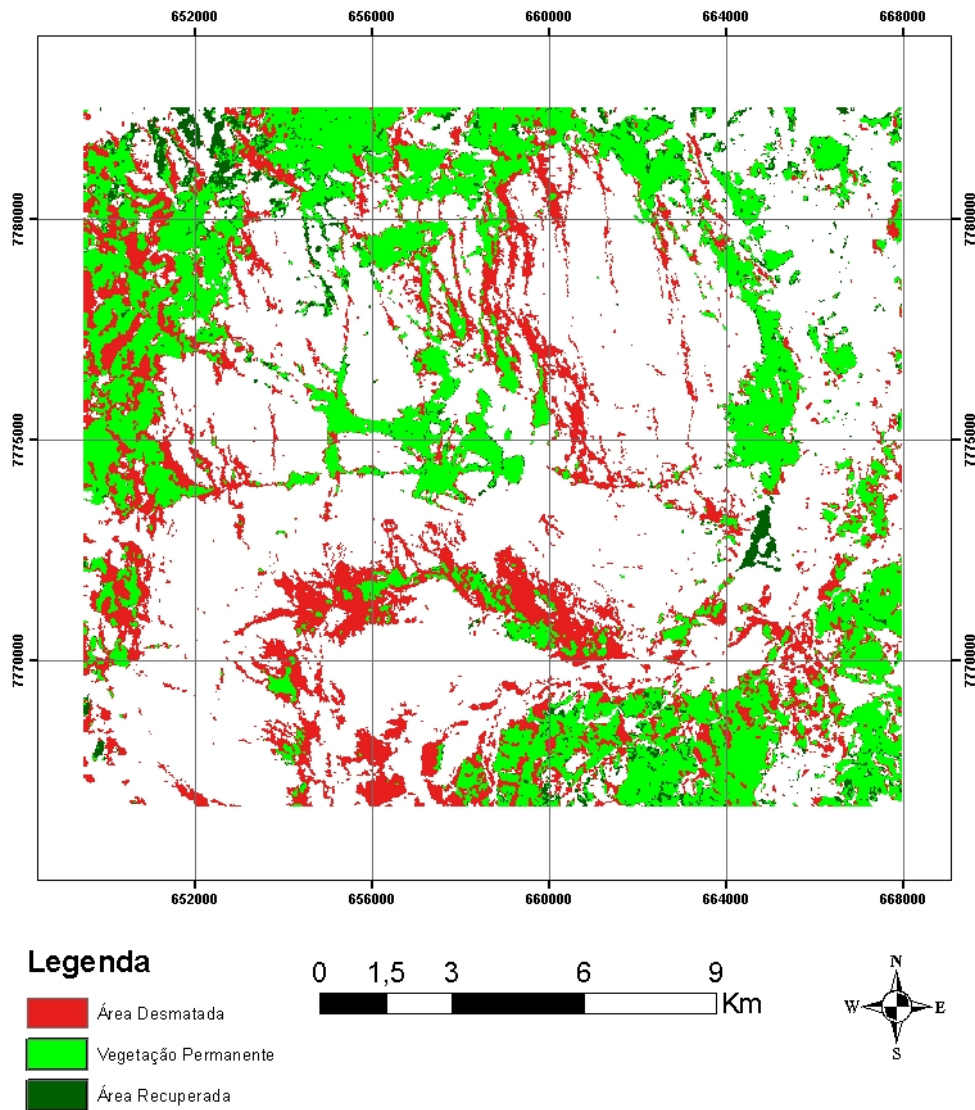
0 1,5 3 6 9 Km



André Coutinho Barbosa – UFMG – Geoprocessamento 2005 / Projeção: UTM / Z 23S / SAD 69

Figura 5: Uso do solo na Serra do Caraça e entorno 2002.
LANDSAT II. ETM / Resolução: 15 metros.

Serra do Caraça - Análise 1980 - 2002



André Coutinho Barbosa – UFMG – Geoprocessamento 2005 / Projeção: UTM / Z 23S / SAD 69

Figura 6: Alteração da cobertura vegetal na Serra do Caraça e entorno entre 1980 - 2002. Classificação MAXVER/ SPRING.

7. Análise

Através da observação das imagens LANDSAT tratadas, o que chamou a atenção primeiramente foi perceber nitidamente a diferença entre as áreas recobertas por matas em 1980 (Figura 4) e em 2002 (Figura 5). As áreas de florestas, que são uma transição da Mata Atlântica para o Cerrado, diminuíram consideravelmente. O que evidencia o passado extrativista de Madeira de Leis, descritos na história de ocupação da área. Este desmatamento foi evidenciado nas últimas décadas onde, praticamente, foram dizimadas as matas de grande porte, encontradas agora apenas em fundos de vales, encostas de difícil acesso, em forma de matas de galeria e matas ciliares ao longo dos rios mais caudalosos, como é o caso do Ribeirão Caraça.

O crescimento da mancha urbana de Catas Altas se torna mais visível, apesar de uma pequena confusão ocorrida com a agregação de pixels semelhantes de mancha urbana e solo exposto. Isso se deve às diferenças de resolução espacial das duas imagens, de 1980 com 70 metros/ pixel, e a de 2002, com sensor ETM de 15 metros/ pixel. As minerações concentradas na parte sul da serra aumentaram consideravelmente suas cavas de exploração de minério de ferro, onde nota-se também um aumento do desmatamento de cerrado e mata nas redondezas das cavas. Como as indústrias siderúrgicas ou de beneficiamento de minério de ferro ou ferro bruto sustentam boa parte da economia das cidades vizinhas, está aí a explicação para a intensa exploração mineral na região junto com o notável desmatamento, onde a produção de madeira para virar carvão para alimentar incessantemente os altos fornos das siderúrgicas se torna algo imprescindível.

Nos mapas temáticos produzidos podemos observar, além do que já foi dito, alguns outros fenômenos na região. Entre 1980 e 2002 houve aumento de áreas de cobertura de cerrado em decorrência do desaparecimento dos domínios que outrora eram de matas. O crescimento de estradas secundárias também foi detectado, podendo ser mais evidenciado em campo devido a confusão no agregamento de pixels e discordância de resolução espacial das imagens. Um motivo para o aparecimento destas estradas, pode ser a necessidade de escoamento de madeira ou extração mineral.

Com a classificação MAXVER do SPRING, que resultou no mapa de análise de alteração de cobertura vegetal (Figura 6), observamos também regiões onde ainda permaneceram os domínios de florestas e cerrado, sinal de pouca influência antrópica. Estas áreas coincidem com lugares que são reservas, a RPPN do Caraça e outras das próprias mineradoras. As áreas de nascentes de mananciais de água que abastecem as cidades vizinhas e não podem ser explorada, também se mantiveram intactas. Nas áreas onde as minerações adotaram medidas compensatórias de impacto ambiental é possível observar a recuperação de matas e cerrado, antes destruídos, o que aparece, precisamente, na porção sudeste e noroeste do mapa.

As minerações atrás da Serra do Caraça, na porção sul, voltada para o município de Mariana, aumentaram consideravelmente suas cavas de exploração nos últimos 20 anos. Apesar de ter ocorrido novamente uma confusão no agregamento de pixels, desta vez envolvendo área desmatada e rocha, pudemos constatar em campo que a área desmatada detectada na classificação e apresentada nos mapas é real. As minerações concentram-se, basicamente, ao longo da estrada de ferro da Vale do Rio Doce que passa por Barão de Cocais, Catas Altas, Morro da água Quente e Mariana. A estrada de ferro localiza-se atrás da serra, no lado oposto da RPPN- Parque Natural do Caraça, e transporta minério de ferro dia e noite para os auto fornos das siderúrgicas nos arredores. Constata-se que a região sul da serra é a região mais impactada através do mapa gerado.

8. Conclusões

A Serra do Caraça é uma região que abriga as mais variadas espécies de flora e fauna, sendo uma faixa de transição da Mata Atlântica para o Cerrado e suas diversas sub divisões florísticas e de porte. A mata que outrora era abundante já foi intensamente explorada em busca de madeira de lei e agora se restringe a pequenas manchas isoladas em lugares de difícil acesso ou poucas reservas protegidas da exploração. A exploração de madeira para produção de carvão para alimentar fornos de siderúrgicas também ajudou a disseminar a floresta que outrora existia.

Podemos observar, com a ajuda dos mapas temáticos de vegetação, que agora o domínio de cerrado encontra-se abundante na região. Este domínio pode ser dividido em vários sub-domínios, tais como campo de altitude, campos rupestres, cerrado ralo, cerrado denso, etc. Não tivemos como preocupação neste trabalho esta diferenciação de vários tipos de cerrado, mas sim uma caracterização geral das formações vegetais encontradas no entorno da serra do Caraça, bem como as mudanças na vegetação nas cidades vizinhas à reserva no período de vinte e dois anos (1980-2002). É importante frisar a necessidade de se preservar o que ainda resta de vegetação (original ou não) da serra do Caraça, principalmente áreas de matas e campos rupestres. As matas são poucas e cobrem menos extensões de terras, mas os campos rupestres ainda são abundantes na região e guardam grande variedade de espécies vegetais frágeis, raras e muitas vezes únicas e endêmicas da serra.

Como o *software* empregado trabalha por agregação de pixels semelhantes, podemos evidenciar algumas falhas na representação. Confusões de agregamento de pixels de solo exposto com rocha, ou mancha urbana com solo exposto geraram alguns erros. Daí a importância de um trabalho de campo para a conferência dos dados e calibração da classificação.

O crescimento da mancha urbana, áreas de solo exposto, estradas secundárias e minerações, embora pouco visíveis na classificação feita através do *software* SPRING, foram evidenciados no trabalho de campo. Estes crescimentos podem ser inter-relacionados, pois todos são frutos diretos da ação antrópica. E com a ajuda desta inter-relação podemos entender melhor tais fenômenos.

Finalizando, podemos concluir que a Serra do Caraça vem sofrendo ao longo dos anos uma influência antrópica considerável, que remonta do seu passado extrativista mineral do século XVIII, e que até hoje predomina em seu entorno. Grandes áreas de florestas já foram devastadas para darem origem ao carvão que alimenta os altos fornos das siderúrgicas. Áreas de cerrado também foram devastadas quando a madeira das florestas era abundante, mas já começou a acabar. Poucas áreas de florestas originais permaneceram, e menos ainda áreas que foram devastadas recuperaram seu porte de mata. O que resta mais abundante na região é o domínio de cerrado e suas várias feições e classificações de porte e diversidade. Os campos rupestres são abundantes ainda na faixa acima dos 1400 metros de altitude e sobre as rochas quartzíticas, mas precisam de proteção e vigilância para que sua biodiversidade seja perpetuada e sua fragilidade não seja exposta.

Uma sugestão seria uma vigilância das mineradoras por parte dos órgãos públicos de monitoramento e controle do meio ambiente, para que estas mineradoras adotem e cumpram medidas compensatórias mais eficientes. A educação ambiental da população das cidades vizinhas tem que acontecer desde a pré-escola e incentivar as pessoas a saberem mais a respeito da sua cidade e das leis ambientais. O incentivo ao turismo ecológico controlado pode ser um bom aliado também no que diz respeito a conscientização da população, geração de renda e respeito pela sua cidade e meio ambiente que o cerca.

8. Bibliografia

- CARRATO, José Ferreira. As Minas Gerais e os Primórdios do Caraça. ED. Nacional / São Paulo, 1963.
- LIMA JÚNIOR, Augusto de. O Fundador do Caraça. ED. do autor. Rio de Janeiro, 1948.
- RAPOSO, Frederico Ozanam. Formações ferríferas e Metas Sedimentos Químicos de Áreas Seleccionadas do Quadrilátero Ferrífero. B.H, 1996.
- RODRIGUES, Luiz Cláudio. Contexto Geológico-Estrutural do Parque do Caraça e Adjacências, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. UNB, 1992.
- MALLARD, P. Mapeamento Fitogeográfico do Peruaçu Usando Dados do Sensor ETM de LANDSAT: Uma Abordagem Multiespectral e Textural. Belo Horizonte, 2003
- VELOSO, HP. et.al. Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal. Et.al, Rio de Janeiro, FIBGE, 1991.
- IEF. Instituto Estadual de Florestas. Mapa da Cobertura Vegetal e do Uso do Solo de Minas Gerais. Belo Horizonte, IEF, 1994.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa Topográfico 1:50.000, Carta de Catas Altas. 1976.
- GEOMINAS, Base Digital de Mapas de Minas Gerais. Home Page: (www.geominas.mg.gov.br).
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagens LANDSAT 2. Home Page: (www.dgi.inpe.br).
- Atlas da Biodiversidade de Minas Gerais. Fundação Biodiversitas, IEF, Belo Horizonte, 2005.