

SITUAÇÃO ATUAL E HISTÓRICO RECENTE DAS MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO DA SERRA DA MOEDA (MG)

Marianne Silva Oliveira

José Eustáquio Machado de Paiva

Programa de Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais

Instituto de Geociências

Universidade Federal de Minas Gerais

Eixo Temático

História Econômica e Demografia Histórica

RESUMO: A Serra da Moeda constitui uma região de terras altas localizada ao sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG), que abriga patrimônio geológico, ecológico e histórico-cultural. O estudo tem como objetivo identificar a situação atual e as mudanças de uso e cobertura da terra na região da Serra da Moeda. A identificação das mudanças foi feita a partir de imagens do satélite LANDSAT-5 TM para os anos de 1991, 2001, 2006 e 2011. Foi possível observar a expansão crescente das atividades minerárias e ocupação urbana a partir majoritariamente da perda de áreas de vegetação campestre e arbórea.

Palavras-chave: Uso da terra, Mineração, Expansão Urbana, Serra da Moeda

SITUAÇÃO ATUAL E HISTÓRICO RECENTE DAS MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO DA SERRA DA MOEDA (MG)

1. INTRODUÇÃO

O uso e cobertura da terra reflete as interações humanas com o ambiente em escalas locais, regionais até globais (GEIST; LAMBIN, 2006). Tais mudanças estão entre as mais pervasivas e importantes fontes de alterações na superfície terrestre acarretando impactos potenciais para bens e serviços ambientais, como também para o clima local e regional, assim como para a diversidade biótica, a qualidade das água e solos. Nesse sentido, a intensificação e diversificação de usos e cobertura da terra têm levado à mudanças rápidas nos ciclos biogeoquímicos, processos hidrológicos e dinâmica das paisagens, os quais, por fim, influenciam o bem estar humano (KOK, 2007); daí, a necessidade de se melhorar o entendimento sobre os processos de uso e mudanças de cobertura da terra envolvendo a interligação entre os aspectos humanos e ambientais, fundamentais para se poder atuar numa perspectiva de gestão (SHIGUNOV NETO et al, 2009).

A região da Serra da Moeda compreende um conjunto de serras e terras altas localizado ao sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG) e consiste no alinhamento montanhoso que se estende por aproximadamente 50 km no sentido Norte-Sul. A delimitação da área de estudo foi realizada a partir da cota altitudinal de 1.100 metros, compreendendo uma área de 720.000 hectares que corresponde ao ambiente altimontano do sinclinal¹ Moeda (Figura 1), que é delimitado pela Serra da Moeda (a oeste) e Serra das Serrinhas (a leste), áreas de maior elevação e que correspondem às bordas da estrutura geológica do sinclinal. Deste modo, a região altimontana de Moeda, tomada como área de estudo, abrange parte dos municípios de Brumadinho, Moeda, Belo Vale, Congonhas, Jeceaba, Ouro Preto, Rio Acima, Itabirito e Nova Lima.

Por sua vez, o Sinclinal Moeda constitui a borda oeste de uma das províncias minerais mais importantes do mundo, o “Quadrilátero Ferrífero”. Essa região possui formações geológicas do período pré-cambriano, com unidades litológicas que abrigam rochas de origem sedimentar, metamórficas e ígneas, além de sítios geocológicos que constituem exemplares importantes do ponto de vista científico e de pesquisa, pois são testemunhos da evolução geológica do relevo da terra e que devem ser protegidos em função de sua geobiodiversidade (MACHADO; RUCHKYS, 2011).

Em Minas Gerais, a busca de riquezas minerais foi o que impulsionou a descoberta do território e sua ocupação, movimentando, desde então grandemente a economia do Estado e do país. A descoberta do ouro no final do século XVII provocou o deslocamento de uma grande quantidade de pessoas interessadas na extração mineral resultando, ao longo do século XVIII, numa produção de riquezas como poucas vezes visto na história da humanidade. Um século depois, com o declínio da exploração do ouro, outros minerais começaram a ser explorados, principalmente o manganês, o ferro e a bauxita (Cunha, 2007). A mineração do ferro, por sua vez, associada à produção carvoeira propiciada pela abundância das florestas, irá formar a base dos recursos para industrialização de Minas Gerais que ainda tem sua economia fortemente plantada na exploração mineral e na siderurgia (BRITO, 2002)

¹ Dobramento do terreno com concavidade voltada para cima.

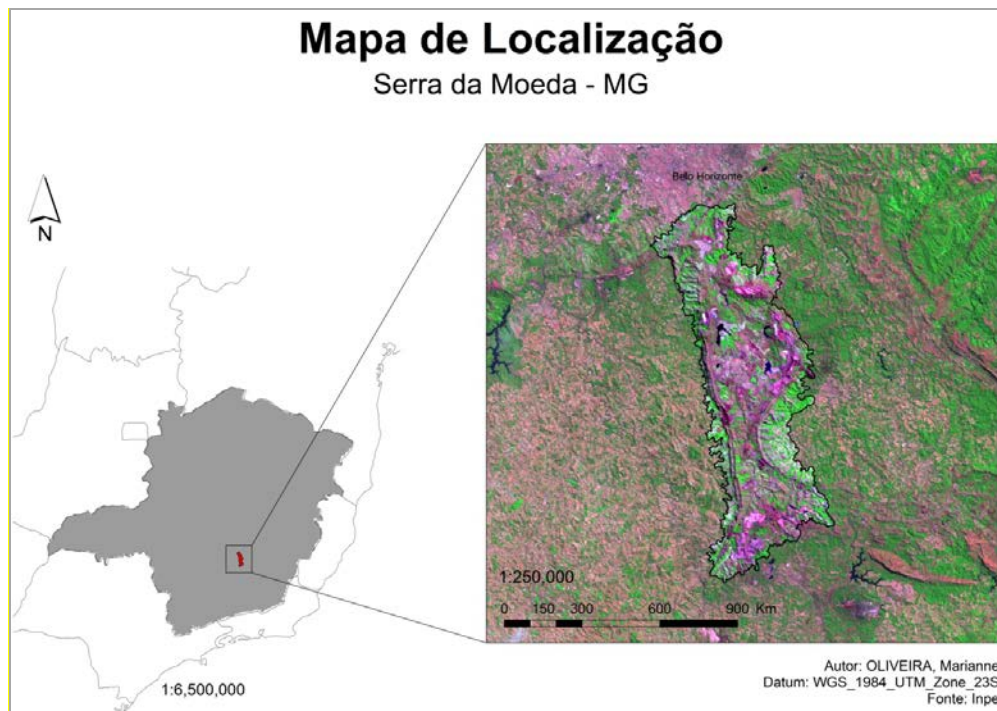


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo

A mineração é - historicamente, e ainda no presente - a atividade econômica mais relevante em toda a região da Serra da Moeda, sendo responsável atualmente pela geração de cerca de 14% do PIB do Estado de Minas Gerais. No que se refere ao minério de ferro, a região montana de Moeda contém 33% (1/3) das reservas do Estado, 23% das reservas nacionais e 7% das reservas conhecidas no mundo (BRANDT, 2008b). As minas no Sinclinal Moeda são responsáveis por 36% de todo o minério de ferro produzido no Brasil, e 46% no Estado de Minas Gerais. A extração de outras substâncias minerais tem contribuições significativas para a economia do Estado, como o manganês (52%), a água mineral (22%), o talco (20%), o serpentinito (43%), o filito (63%) e a dolomita (25%) (QUARESMA, 2008).

As variações da topografia, litologia, solos, altitude e clima resultam na ocorrência de um mosaico de fitofisionomias: floresta estacional semidecidual, matas de galeria, capões de altitude, campo cerrado, cerrado *sensu strictu*, campos rupestres quartzíticos, graníticos e ferruginosos (campos rupestres sobre canga). Esse mosaico vegetacional assume um valor ecológico muito alto para a manutenção da fauna da região que juntamente com a flora abrangem um grande número de espécies, endêmicas, raras e ameaçadas (JACOBI; CARMO, 2008).

Além de abrigar ecossistemas com alta diversidade e endemismo, o ambiente montano da Serra da Moeda destaca-se ainda por sua importância hidrológica regional, ao abrigar reservas subterrâneas e área significativa para recarga de mananciais (AUGUSTIN; MOREIRA, 2008) onde estão localizadas inúmeras nascentes do Rio das Velhas (a leste) e do Rio Paraopeba (a oeste), ambos afluentes do Rio São Francisco e dois dos seus maiores tributários.

Com relação ao patrimônio cultural, toda a região possui um rico acervo histórico, arquitetônico e urbanístico que, complementarmente aos sítios arqueológicos, compõem um acervo singular de grande importância para a história de Minas Gerais e do Brasil (PAIVA, 2008). Os registros da presença humana na região em foco remontam à pré-história (SOLÁ, 2008). A chegada do europeu ocorreu em fins do século XVII em

busca do ouro abundante dos aluviões; a Bandeira liderada por Fernão Dias Paes Leme, partindo de São Paulo em 1674, adentrou o território do atual Estado de Minas Gerais marcando o início efetivo de sua ocupação, através da chegada de paulistas, degredados e uma gama de aventureiros de diferentes origens e condições na busca pelo ouro. Parte do trajeto da Bandeira de Fernão Dias deu-se junto à Serra da Moeda, acompanhando o Rio Paraopeba, tendo ali deixado importantes marcas ainda em muito presentes na região (GUIMARÃES et al, 2008).

No contexto da colonização portuguesa das Minas Gerais, os lucros da Coroa advinham, inicialmente, da cobrança de impostos daqueles que descobriam e exploravam os minerais preciosos. É nesse contexto de rigor tributário e de constituição de uma "cultura da sonegação" que foi criada a "Casa de Moeda Falsa do Paraopeba". Também chamada de "Fábrica do Paraopeba", essa fundição clandestina de moedas estava localizada nos contrafortes da Serra do Paraopeba que passou, depois de delatado o crime, a ser designada por Serra da Moeda.

O grande fluxo populacional atraído pela descoberta do ouro foi o principal fator para o adensamento populacional (BRITO, 2002). Nas proximidades e arredores da Serra da Moeda deu-se a fundação de inúmeros povoados e arraiais. Apesar da mineração ter sido o que se convencionou chamar de "atividade nuclear", a economia da sociedade mineira colonial foi pautada pela diversidade na medida em que a própria mineração exigia o respaldo da agricultura, da pecuária e de um grande número de outras atividades que eram sustentadas pela mão-de-obra escrava: construção civil, comércio, artesanato entre outros.

Com o exaurimento das minas de ouro já a partir da segunda metade do século XVIII, outras atividades econômicas passaram a ocupar espaços cada vez maiores na dinâmica da economia, destacando-se a agropecuária e a indústria. É nesse contexto que a extração e o processamento do ferro passou a ser uma nova fonte de riquezas (VILLALTA; REZENDE, 2007).

A partir do século XX, após a mudança da capital para Belo Horizonte e a constituição de uma nova rede viária estadual, a região da Serra da Moeda sofre novo impacto, com consolidação de novos pólos junto às rodovias, povoações entram em decadência com migração da população para centros urbanos mais dinâmicos na região metropolitana de Belo Horizonte, com intensificação da atividade industrial (BRITO, 2002).

Por sua vez, a beleza cênica e o clima ameno, somados à proximidade da capital, durante décadas, têm motivado a expansão urbana das classes de maior renda da capital mineira em direção aos ambientes montanos do entorno, seja como vilas de casas de campo, sítios e chácaras, seja como expansão urbana dos condomínios, com início na década de 1970 e que vem se intensificando nos últimos anos, acompanhada da expansão de bairros e núcleos urbanos, inclusive com a presença de invasões e loteamentos ilegais. A expansão urbana de Belo Horizonte em direção ao eixo sul tem como eixo indutor a rodovia federal BR-040 que liga Belo Horizonte ao Rio de Janeiro, principal eixo viário que atravessa a região altimontana da Serra da Moeda (AMARO, 2008).

Diante da potencialidade de recursos minerais e ambientais abrangidos pela região, as mudanças de uso e cobertura, principalmente aquelas relacionadas a expansão da atividade mineraria e expansão metropolitana de Belo Horizonte, podem representar potenciais conflitos para a conservação do patrimônio ambiental e histórico-cultural abrigado pela região (BRANDT, 2008). Nesse contexto, este estudo tem como objetivo identificar a situação atual e as mudanças de uso e cobertura da terra na região da Serra da Moeda, ao longo do recente histórico de 20 anos. Neste sentido, ressalta-se a

importância do estudo das mudanças de uso e cobertura da terra através da identificação de tendências com objetivo de fornecer subsídios para o planejamento de uso e ocupação de toda essa importante região.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Em termos de investigação do uso da terra, o foco inicial envolve questões como a dinâmica de mudanças no espaço e no tempo e a integração entre a paisagem e os sistemas sócio-econômicos e ecológicos. Mas esses, por sua vez, requerem abordagens adicionais envolvendo o gerenciamento e a tomada de decisões, além da interpretação e comunicação do conhecimento científico para o manejo adaptativo das mudanças nos sistemas de uso da terra (ASPINALL, 2008).

De acordo com Lambin; Geist (2006), a detecção das mudanças de uso e cobertura da terra e o reconhecimento da atuação das forças dirigentes das mudanças constituem passos fundamentais nos estudos de dinâmica de paisagem. Por sua vez, a detecção das mudanças de cobertura através de técnicas de sensoriamento remoto tem sido facilitada pelos avanços dos últimos anos na aquisição, processamento e interpretação de imagens de satélite, o que permite não só a identificação de mudanças como também a quantificação dos padrões espaciais.

2.2 Série Temporal de Imagens de Satélite

A identificação das mudanças de cobertura da terra foi feita a partir de uma série temporal de imagens do satélite LANDSAT-5 sensor *Thematic Mapper*, resolução 30 metros, para os anos de 1991, 2001, 2006 e 2011, datas que possibilitam intervalos de tempo de 5, 10, 15 e 20 anos para análise de mudanças de uso e cobertura da terra. As imagens do satélite foram obtidas a partir do catálogo de imagens disponibilizado gratuitamente pela Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DGI/INPE). As imagens foram co-registradas, isto é, o georreferenciamento foi realizado a partir de pontos comuns às imagens. Em seguida, a etapa de pré-processamento digital envolveu a montagem de composições coloridas RGB-347 seguida da aplicação do realce.

Para a classificação das imagens foi utilizado o método por regiões, a partir da segmentação com limiar de 25 e área mínima de 30 pixels, seguida do treinamento supervisionado para escolha das amostras, com o uso do classificador *Distância de Battacharya* para 99,9% de acurácia. Nas etapas de registro, pré-processamento e classificação foi utilizado o software SPRING- *Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas versão 5.1.8* (CÂMARA et al., 1996).

As classes de cobertura da terra identificadas foram as seguintes: água, mineração, urbano, vegetação arbórea, vegetação campestre e outros. A classe de vegetação arbórea corresponde aos fragmentos de Mata Atlântica Estacional e vegetação campestre repune num mesmo grupo as fitofisionomias de Cerrados, Campos e Campos Rupestres. As classes de vegetação foram diferenciadas apenas entre arbórea e campestre, visto a impossibilidade de distinção de outras fitofisionomias na resolução adotada. A classe “outros” inclui usos diversos, como agropecuária, industrial, comercial entre outros usos que ocupam áreas minoritárias na região. A área total em hectares ocupada pelas classes de uso da terra foi quantificada para cada ano. Para o armazenamento de dados alfanuméricos, gráficos e tabelas foi utilizado o aplicativo *Microsoft Excel* versão 2007.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo da série temporal das imagens classificadas para uso e cobertura da terra (Figura 2) é possível observar a expansão crescente das classes mineração e urbano. A expansão da mineração se dá majoritariamente pelo aumento das manchas já existentes, enquanto o surgimento de núcleos urbanos ocorre na porção centro norte da área de estudo, próximas a BR-040. Na porção sul, junto ao Ribeirão do Eixo, existe outra área com ocupação semiurbana significativa. Neste caso não se trata de condomínios ou loteamentos, mas de ocupação espontânea que vem se expandindo ao longo dos anos devido ao crescimento de populações tradicionais e trabalhadores em estabelecimentos agropecuários e empresas mineradoras.

A mineração com área inicial de 2.500 hectares em 1991 passa a ocupar quase 7 mil hectares no ano de 2011, proporção que corresponde a aproximadamente 10% da área total do Sinclinal Moeda. A ocupação urbana com apenas 580 hectares no ano de 1991 quadruplicou sua área de ocupação ao longo dos 20 anos, o que revela uma maior taxa de crescimento da ocupação urbana em relação à mineração, embora a ocupação urbana totalize uma área pelo menos três vezes menor em relação à área ocupada pela mineração (Figura 3).

A expansão da classe de mineração e ocupação urbana se dá majoritariamente a partir da perda de área das classes arbórea e campestre. A vegetação arbórea apresentou perda de quase 1 mil hectares, o que representa 0,5% do total da cobertura arbórea. A vegetação campestre é predominante no Sinclinal Moeda totalizando mais de 40 mil hectares, aproximadamente e a perda ao longo de 20 anos totaliza quase 7 mil hectares (Figura 5).

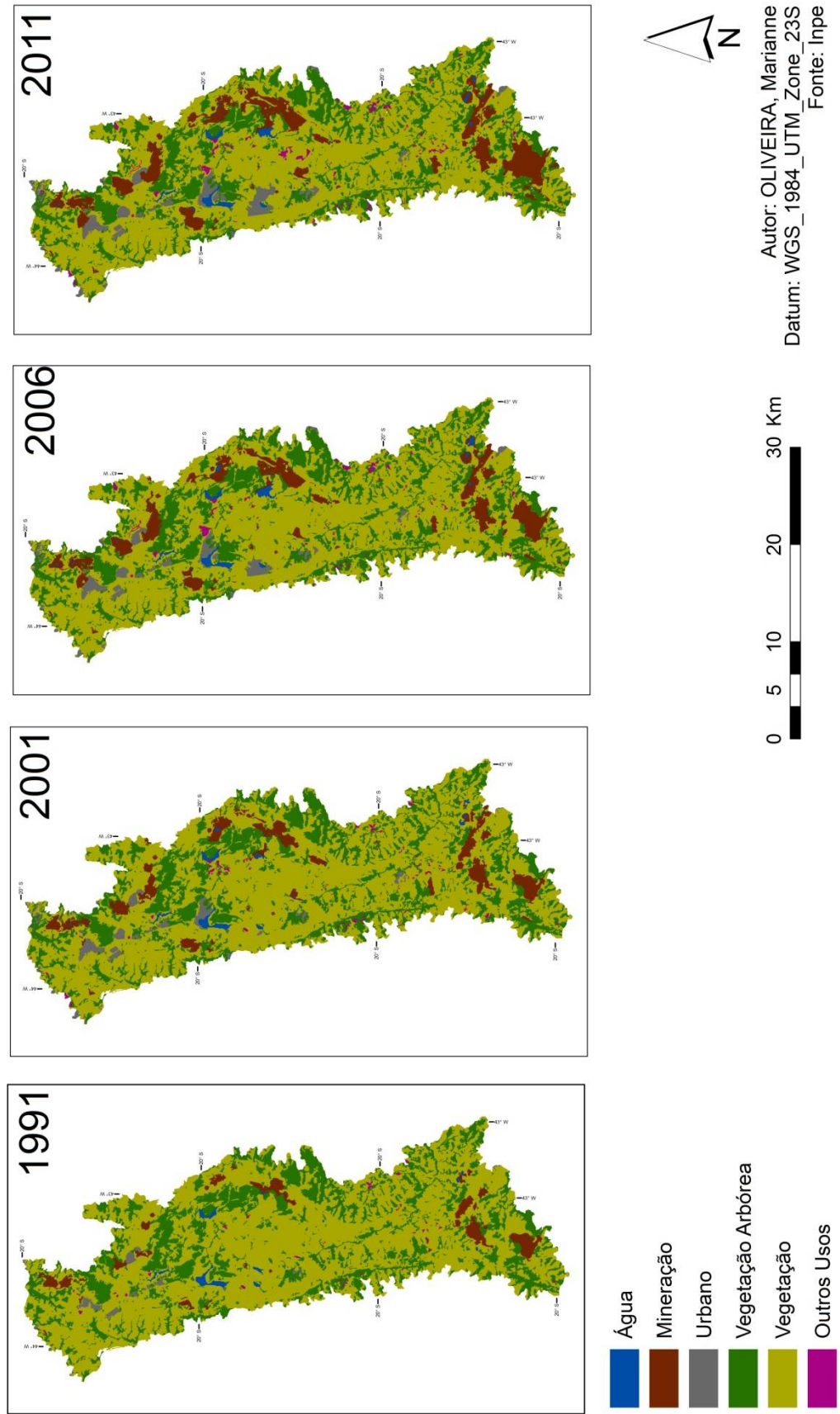
Com relação a área total de mudanças estimadas em perdas e ganhos, a vegetação campestre responde por 85% das perdas enquanto a arbórea 15%. A menor perda de vegetação arbórea pode estar relacionada à localização dos fragmentos de Floresta Atlântica Estacional em fundos de vales e vertentes íngremes, locais que além caracterizam restrições de uso além de serem alvos de proteção legal na condição de Áreas de Preservação Permanente (APPs).

A vegetação campestre engloba as fitofisionomias de campo rupestre ferruginoso que são as áreas alvos da mineração, além das áreas do entorno onde são construídas as áreas de apoio e infra-estrutura. A mineração corresponde a 71% da área de mudanças, sendo a ocupação urbana complementar com 29%. Menos de 800 hectares em área de mudança são destinados para a categoria “outros usos”, o que constata a ocorrência minoritária destas atividades no histórico recente de mudanças de uso e cobertura da terra na região de estudo.

Série de Imagens Classificadas

Serra da Moeda - MG

Figura 2: Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Sinclinal Moeda



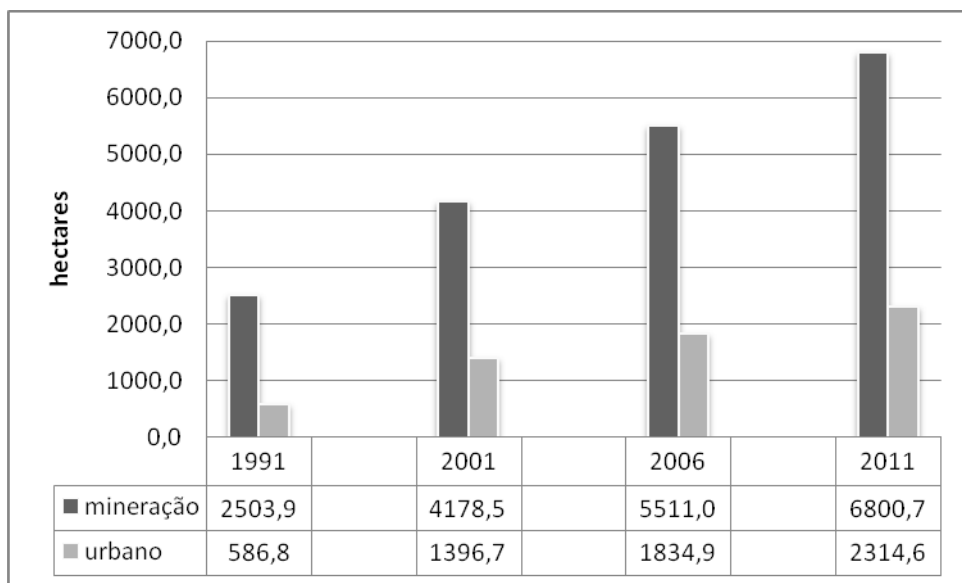


Figura 3: Área em hectares ocupada pelas classes Mineração e Urbano.

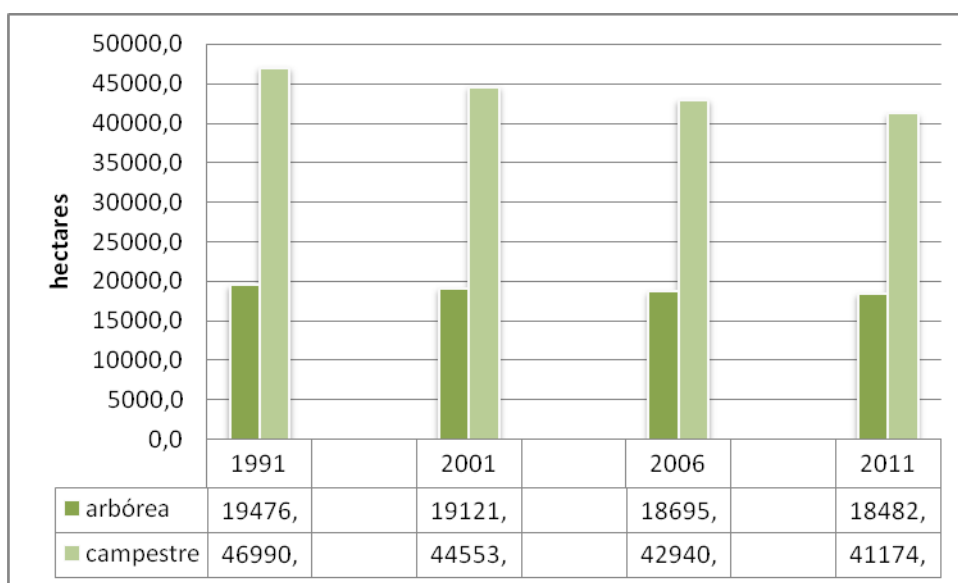


Figura 4: Área em hectares ocupada pelas classes de Vegetação Arbórea e Campestre.

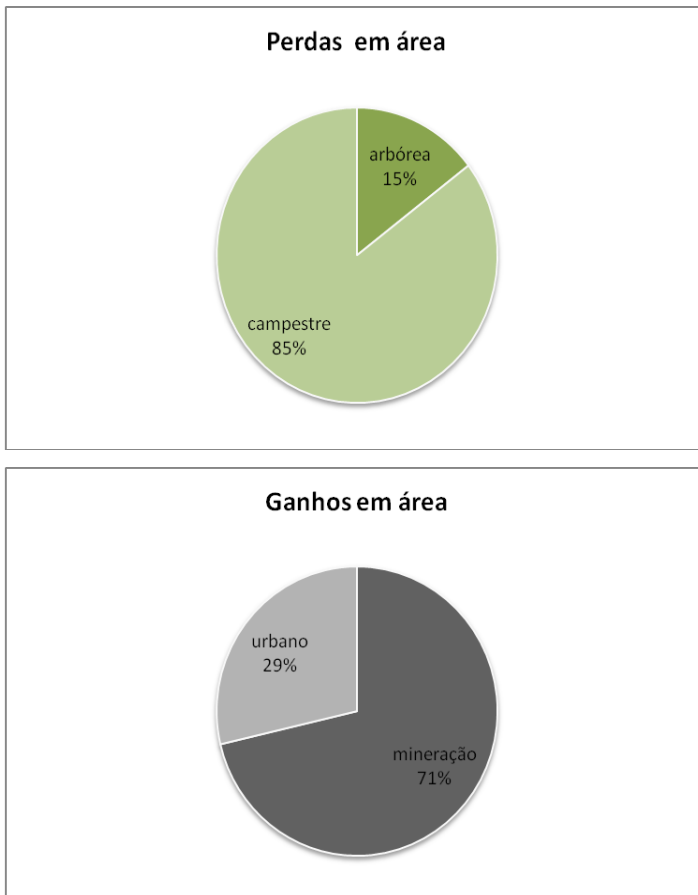


Figura 5 : Proporção em área de mudanças relativas a perdas e ganhos entre classes.

5. REFERÊNCIAS

AMARO, J. J. V. Serra da Moeda: a natureza da economia de uma rede urbana em expansão. In: BRANDT Meio Ambiente. **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. SindiExtra, Fiemg. Belo Horizonte, 2008

ASPINALL, R.J; HILL, M.J. **Land use change: science, policy, and management**. Taylor and Francis Group. USA, 2008.

ASPINALL, R.J. **Modelling land use change with generalized linear models: a multi-model analysis of change between 1860 and 2000 in Gallatin Valley, Montana**. J. Environ.Manage.72,91-103, 2004.

AUGUSTIN, C. H. R. R e MOREIRA, S. O Sinclinal de Moeda: Um patrimônio Geológico e Geomorfológico. In: BRANDT Meio Ambiente. **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. SindiExtra, Fiemg. Belo Horizonte, 2008.

BRANDT Meio Ambiente. **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. SindiExtra, Fiemg. Belo Horizonte, 2008.

BRANDT, Wilfred. Importância da Mineração no Sinclinal e na Serra da Moeda. In: BRANDT Meio Ambiente. **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. SindiExtra, Fiemg. Belo Horizonte, 2008 (b).

BRITO, F. Minas Gerais, uma nova região de Atração Populacional. In: João Antônio de Paula (Org.) **20 anos de Seminário de Economia Mineira**. Belo Horizonte, BDMG, 2002, v3, pp75-91

CÂMARA, G., SOUZA, R.C.M., FREITAS U.M., GARRIDO, J. *SPRING*: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**. 20 (3): 395-403. 1996

GEIST, H.J., LAMBIN, E.F. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. **Bioscience** 52: 143– 150, 2002.

GUIMARÃES, C. M. et al. Origens Históricas da Ocupação da Serra da Moeda. In: BRANDT Meio Ambiente. **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. SindiExtra, Fiemg. Belo Horizonte, 2008.

JACOBI, C.M e CARMO, F. F. Patrimônio Ecológico: Biodiversidade, Espécies Endêmicas e Ameaçadas. In: BRANDT Meio Ambiente. **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. SindiExtra, Fiemg. Belo Horizonte, 2008.

KOK, K., VERBURG, P.H., VELDKAMP, T.A. Integrated Assessment of the land system: The future of land use. **Land Use Policy** 24. 517–520, 2007.

MACHADO, M. M. M.; RUCHKYS, U. A. **Quadrilátero Ferrífero: Do desbravamento ao Geopark**. Centro de Referência em Patrimônio Geológico-MHNJB-UFMG. 2011.

QUARESMA, L. F. Diagnóstico da Economia Mineral no Sinclinal de Moeda. In: BRANDT Meio Ambiente. **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. SindiExtra, Fiemg. Belo Horizonte, 2008.

VILLALTA, Luiz Carlos; RESENDE, Maria Efigênia Lage de. **História de Minas Gerais: As Minas setecentistas**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

SHIGUNOV NETO, A. ET al. **Fundamentos da Gestão Ambiental**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.