



Universidade Federal De Minas Gerais – UFMG

Instituto de Geociências

Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais

IDENTIFICAÇÃO E ESTUDO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO  
DA BIODIVERSIDADE NO SINCLINAL MOEDA (MG)  
COM BASE NOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Denise Formoso

Belo Horizonte

2014

Denise Formoso

IDENTIFICAÇÃO E ESTUDO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO  
DA BIODIVERSIDADE NO SINCLINAL MOEDA (MG)  
COM BASE NOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais.

**Orientador:** José Eustáquio Machado de Paiva

Belo Horizonte

2014

F726i  
2014

Formoso, Denise.

Identificação e estudo das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no Sinclinal Moeda (MG) com base nos serviços ecossistêmicos [manuscrito] / Denise Formoso. – 2014.

99 f., enc. : il. color.

Orientador: José Eustáquio Machado de Paiva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2014.

Bibliografia: f. 86-91.

Inclui apêndices.

1. Modelagem de dados – Aspectos ambientais – Teses. 2. Biodiversidade – Conservação – Minas Gerais – Teses. I. Paiva, José Eustáquio Machado de. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 911.2:519.6



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Identificação e Estudo das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade no Sinclinal Moeda (MG) com base nos Serviços Ecossistêmicos**

### **DENISE MARIA LOPES FORMOSO**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, área de concentração ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS

Aprovada em 01 de julho de 2013, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a) José Eustáquio Machado de Paiva - Orientador

UFMG,

Prof(a) Frederico de Paula Tofani

UFMG

Prof(a) Maria Márcia Magalhães Machado

UFMG

Belo Horizonte, 01 de julho de 2013.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao José Eustáquio de Paiva, Taquinho, que além da cuidadosa orientação faz a universidade chegar, efetivamente, às pessoas.

Ao Professor Bernardo e a Professora Ilka que abriram as portas do IGC para mim. Agradeço a todos os professores e aos funcionários do Programa de Pós Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais.

Agradeço aos meus “coorientadores” Thiago, Carol, Laís, Lauro e Alessandro pelo acolhimento e pelas contribuições tão valiosas.

Agradeço a todos os meus colegas de mestrado pelo convívio e bons momentos. E agradeço também aos meus novos amigos Junia, Mônica, Valéria, Rafael, Lili e Rachel.

Agradeço ao Silvério, a Mariana e ao Paulo Scheid que possibilitaram a realização deste trabalho. Agradeço aos meus colegas de IEF, em especial aos meus amigos: Élcio, Delma, Andrea, Thomas, Madalena, José Carlos Carvalho, Sônia, Professor Célio Valle, Mary, Adélia, Livia, Leandro, Fellipe, Alberto, Silvana Bustamante, Sandra Mara, e também a Silvana Almeida pelo auxílio nas referências bibliográficas.

Agradeço as minhas amigas Regina e Cecília, pelas preciosas revisões do meu trabalho.

Agradeço com carinho a minha família, sobretudo, aos meus pais, pelo apoio.

Por fim, agradeço aos meus bons e grandes amigos.

## RESUMO

Os ambientes montanos são fontes importantes de água, energia e diversidade biológica. Além disso, são considerados centros de biodiversidade e endemismo por apresentarem ecossistemas diversos, em função da grande variação topográfica. Neste contexto situa-se o Sinclinal Moeda, com identidade expressiva dentro do Quadrilátero Ferrífero localizado ao sul de Belo Horizonte. Essa formação geológica, com as inúmeras variações de solos, altitudes e clima, propicia a ocorrência de um mosaico de fitofisionomias vegetais que, em conjunto com uma fauna representativa, abriga um grande número de espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção e que necessitam de cuidados para a conservação. O Sinclinal também se destaca por sua importância hidrológica regional, abrigar reservas subterrâneas e áreas de grande significância para recarga de mananciais que alimentam as bacias do rio Paraopeba e Velhas e que são fundamentais para o abastecimento das populações e atividades econômicas da RMBH e municípios circunvizinhos. Entretanto, o aumento vertiginoso da atividade minerária, juntamente com a expressiva expansão urbana de Belo Horizonte justamente nesse ambiente montano vêm danificando grandemente a biodiversidade em toda a região. Em vista dessa situação, este trabalho pretende identificar e estudar as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade no Sinclinal Moeda, tendo como base os serviços ecossistêmicos. Foram, para tanto, selecionados os serviços relacionados à água, ao controle da erosão, à biodiversidade e ao turismo, que foram levantados e mapeados, gerando informações espacializadas como planos de informação que foram utilizados na análise de multicritério, com o suporte do programa de modelagem DINAMICA. A ponderação foi desenvolvida através da consulta direta a especialistas conhecedores dos fenômenos e da realidade do Sinclinal Moeda. Como resultado, foi gerado um mapa por meio da superposição e hierarquização dos serviços ambientais, com a indicação das áreas prioritárias para conservação. Os resultados apontam para a priorização de áreas de maiores altitudes, com declividades acentuadas, situadas nas cumeadas que delimitam as bordas do Sinclinal. Nessas áreas predomina a formação Cauê, que é a camada geológica na qual ocorrem os principais aquíferos e os ecossistemas sobre canga, predominantemente os campos rupestres. Já as áreas menos prioritárias para a conservação estão associadas a ocupações urbanas, áreas de mineração e aquelas com o solo exposto. Apesar da

presença de vários cursos d'água, essas áreas estão em menores altitudes, com declividades mais suaves e solos menos vulneráveis à erosão. Diante da tendência de expansão da atividade minerária e da ocupação urbana, a criação de áreas protegidas apresenta-se como uma iniciativa relevante para a conservação dos ecossistemas da região. Nesse contexto, também a manutenção dos serviços ecossistêmicos do Sinclinal Moeda representa um argumento a mais, além da conservação da fauna e da flora, para a criação de novas áreas protegidas na região.

**Palavras-chave:** Biodiversidade. Serviços ecossistêmicos. Sinclinal Moeda. Minas Gerais.

## ABSTRACT

Mountains are important sources of water, energy and biological diversity. They are also considered centres of biodiversity and endemism for exhibiting diverse ecosystems due to their large topographic variation. In this context lies the Moeda Syncline, with an expressive identity within the Quadrangle located south of Belo Horizonte. This geological formation with its numerous variations of soil, altitudes and climates gives rise to a mosaic of vegetal *phytophysionomy which, together with its characteristic fauna, harbour a large number of endemic, rare and endangered species of importance for conservation. The Syncline also stands out for its regional hydrological importance, sheltering underground reserves and significant areas for recharge of water sources.* However, the urban sprawl of Belo Horizonte toward this mountainous environment, along with the intensification of mining activities, pose threats to biodiversity and ecosystem services. Thus, this study aims to identify and study the priority areas for biodiversity conservation within the Moeda Syncline on the basis of ecosystem services. Therefore, services related to water, erosion control, biodiversity and tourism were surveyed, mapped and selected, generating spatialized information that were used in a multi-criteria analysis with the support of the modelling software DINAMICA. Weighting was elaborated through direct consultation of Moeda Syncline experts. As a result a map was generated by superposition and prioritization of environmental services with indications of priority areas for conservation. The data point to the prioritization of areas of higher elevations with steep slopes located along the ridges formed by the edges of the Syncline. In these areas the geological layer containing the main aquifers and ecosystems on *canga* known as the Cauê formation is predominant. Lower priority areas for conservation are associated with urban occupations, mining areas and other areas with exposed soil. Despite the presence of several water routes, these areas, compared to the rest of the Syncline are lower in altitude, have softer declivities and present less vulnerability to soil erosion. Given the expansion tendency of mining activities and urban occupation in an area with a rich biodiversity and fragile environments, the creation of protected areas is an important initiative for the conservation of natural ecosystems. With a view to create new protected areas, the identification and understanding of ecosystem services in the Syncline may be another factor to consider in addition to the conservation of fauna and flora.

**Keywords:** Biodiversity. Ecosystem services. Moeda Syncline. Minas Gerais.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa de Localização.....	35
FIGURA 2 - Formações geológicas .....	36
FIGURA 3 - Mapa Hipsométrico (MDE) .....	37
FIGURA 4 - Mapa de Hidrografia.....	39
FIGURA 5 - Foto Campo Rupestre .....	41
FIGURA 6 - Foto Mata Ciliar .....	43
FIGURA 7 - Mapa Unidades de Conservação – UC's.....	45
FIGURA 8 - Mapa de Mineração e Ocupação Urbana .....	54
FIGURA 9 - Mapa Serviços de Água .....	59
FIGURA 10 - Mapa de Topos de Morro .....	61
FIGURA 11 - Mapa dos Tipos de Solo.....	63
FIGURA 12 - Mapa de Declividade .....	65
FIGURA 13 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo.....	68
FIGURA 14 - Mapa de Turismo .....	70
FIGURA 15 - Mapa Áreas Prioritárias para a Conservação .....	79

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Exemplos de tipos de serviços ecossistêmicos .....	21
QUADRO 2 - Classes de uso e cobertura do solo .....	66
QUADRO 3 - Classes de prioridade de áreas para conservação da biodiversidade .....	80

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Unidades de Conservação presentes no Sinclinal Moeda .....	44
TABELA 2 - Repasse do ICMS ecológico no ano de 2012 para os municípios pertencentes ao Sinclinal Moeda .....	56
TABELA 3 - Serviços Ecosistemicos.....	73
TABELA 4 - Serviços de Controle de Erosão.....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS

APA Sul - Área de Proteção Ambiental Sul  
APE's - Áreas de Proteção Especial  
APP 30 metros – faixa de 30 metros ao longo das faixas marginais dos cursos d'água  
APP's – Áreas de Preservação Permanente  
CDB - Convenção sobre Diversidade Biológica  
CNMA – Conferência Nacional de Meio Ambiente  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
COP 7 – 7ª Conferência das Partes  
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
EEA - Estação Ecológica de Arêdes  
EEF - Estação Ecológica de Fechos  
FEAM - Fundação Estadual de Meio Ambiente  
IBAMA- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
IBRAM- Instituto Brasileiro de Mineração  
IC - Índice de Conservação  
ICMS – Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação  
IEF – Instituto Estadual de Florestas- MG  
IGAM - Instituto de Gestão das Águas de Minas Gerais  
IMA – Índice de Meio Ambiente  
IMS – Índice de Mata Seca  
ISA- Índice de Saneamento  
MA – Avaliação Ecológica do Milênio  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
MNSM - Monumento Natural da Serra da Moeda  
PESRM – Parque Estadual da Serra do Rola Moça  
PIB – Produto Interno Bruto  
PNAP – Plano Nacional das Áreas Protegidas  
PSC – Planejamento Sistemático de Conservação  
SEAP – Sistema Estadual de Áreas Protegidas – MG  
SEMAD- Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais  
SIG – Sistema de Informações Geográficas  
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação  
SRTM - Shuttle Radar Topography Mission  
TEEB – Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade  
UC's – Unidades de Conservação  
ZEE – Zoneamento Ecológico e Econômico

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 A Biodiversidade e os Serviços Ecossistêmicos.....	17
2.2 Instrumentos Legais para a Conservação da Biodiversidade .....	21
2.3 Métodos para definição de áreas prioritárias para a conservação .....	27
2.4 Análise de multicritério.....	32
3. ÁREA DE ESTUDO.....	34
3.1 Caracterização da Área de Estudo.....	34
3.2 Unidades de Conservação do Sinclinal Moeda .....	43
3.3 Principais Ameaças para Conservação da Biodiversidade.....	51
3.3.1 <i>Mineração</i> .....	51
3.3.2 <i>Expansão urbana</i> .....	52
3.4 Principais Oportunidades para Conservação da Biodiversidade .....	55
3.4.1 <i>Serviços do Sinclinal</i> .....	55
3.4.2 <i>Turismo</i> .....	55
3.4.3 <i>Instrumentos para a Conservação no Sinclinal</i> .....	56
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	57
4.1 Definição dos Serviços Ecossistêmicos.....	57
4.1.1 <i>Serviços relacionados à água</i> .....	57
4.1.2 <i>Serviços relacionados ao controle de erosão</i> .....	60
4.1.3 <i>Serviços relacionados à Biodiversidade</i> .....	66
4.2 Integração dos mapas.....	71
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	73
5.1 Serviços relacionados a água.....	74
5.2 Serviços relacionados a controle de erosão.....	75
5.3 Serviços relacionados à biodiversidade .....	76

5.4 Serviços relacionados ao Turismo .....	77
5.5 Soma Ponderada dos Serviços Ecosistêmicos.....	77
5.6 Áreas Prioritárias para a Conservação .....	78
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	84
REFERÊNCIAS .....	86
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA OS GERENTES.....	92
APÊNDICE B - RESULTADOS DAS ENTREVISTAS COM OS GERENTES DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO .....	95

## 1. INTRODUÇÃO

As montanhas são elementos marcantes da paisagem e fontes importantes de água, energia e diversidade biológica. Além disso, fornecem recursos fundamentais como minérios, produtos florestais e agrícolas. No entanto, as montanhas constituem ambientes raros e frágeis, que são vulneráveis à erosão acelerada do solo, deslizamentos de terras e rápida perda da diversidade genética e de habitat, sendo destacadas como prioridade nas iniciativas de desenvolvimento sustentável (CNMA, 1992).

Todas as montanhas (SOLÁ, 2008) possuem uma característica principal: grande variação topográfica, havendo rápidas mudanças de altitude, de solo, clima e vegetação em curtas distâncias. Essa característica é propícia à ocorrência de ecossistemas variados e grande biodiversidade, assim como uma distribuição complexa das comunidades bióticas; por isso, as montanhas são consideradas “centros de biodiversidade”, bem como de endemismos.

Além disso, as montanhas são geralmente isoladas, com poucas conexões entre as cadeias de montanhas, o que resulta no isolamento da biota. Graças a esse isolamento, surgem muitas espécies que são únicas nos ambientes montanos. Porém, essa condição de isolamento torna a biota extremamente vulnerável à extinção por distúrbios que possam afetar suas populações (SOLÁ, 2008).

No Brasil, o estado de Minas Gerais<sup>1</sup> se destaca por suas montanhas<sup>1</sup>, com presença de altitudes superiores a 1.000 metros predominante na porção centro-sul do estado, ao norte, na Serra do Espinhaço, e nas cabeceiras das principais bacias hidrográficas, como do Rio Paranaíba, a leste, e do Rio Grande, a sudeste (SOLÁ, 2008b). Vários desses ambientes únicos se encontram protegidos por unidades de conservação e por outras formas de proteção, como as Reservas Legais e as Áreas de Preservação Permanentes, que constituem instrumentos legais de conservação da biodiversidade.

Nesse contexto situa-se o Sinclinal Moeda, “... estrutura geológica do terreno de dobra com concavidade voltada para o céu” (AUGUSTIN; MOREIRA, 2008), um amplo sinclinal geomorfologicamente suspenso (BARBOSA; RODRIGUES, 1967,

---

<sup>1</sup> Segundo o Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico (GUERRA & GUERRA, 2003) montanhas são “grandes elevações de terreno com altitudes superiores a 300 metros e constituídas por um agrupamento de morros”.

*apud* CARVALHO FILHO, 2008), com identidade expressiva dentro do Quadrilátero Ferrífero. O Sinclinal Moeda corresponde à face oeste do Quadrilátero Ferrífero e encontra-se localizado na porção sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Essa formação consiste em um alinhamento montanhoso que se estende por aproximadamente 50 km no sentido norte sul, delimitado a oeste pela Serra da Moeda e a leste pela Serra das Serrinhas, que são as áreas de maior elevação e correspondem às bordas do Sinclinal.

As variações da litologia, relevo, solos, altitude e clima resultam na ocorrência de um mosaico de fitofisionomias: fragmentos de floresta estacional semidecidual e de cerrado *sensu strictu* imersos na predominante cobertura de campo cerrado, além da presença dos campos rupestres quartzíticos, graníticos e ferruginosos (JACOBI; CARMO, 2008). Esse mosaico vegetacional assume um valor ecológico muito alto para a manutenção da fauna da região, que juntamente com a flora, abrange um grande número de espécies endêmicas, raras e ameaçadas, e importantes, incluindo uma espécie de onicóforo – um raro elo na cadeia evolutiva<sup>2</sup> (OLIVEIRA; WIELOCH, 2008).

Além de abrigar ecossistemas com alta diversidade e endemismo, o ambiente montano do Sinclinal Moeda destaca-se ainda por sua importância hidrológica regional, abrigar reservas subterrâneas e áreas significativas para recarga de mananciais (AUGUSTIN; MOREIRA, 2008), onde estão localizadas inúmeras nascentes contribuintes do Rio das Velhas, a leste, e do Rio Paraopeba, a oeste, ambos afluentes do Rio São Francisco.

De acordo com o Atlas de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade em Minas Gerais, a região do Sinclinal Moeda apresenta grau de importância biológica extrema para flora, aves e invertebrados, especial para répteis e anfíbios e alta para mamíferos (DRUMMOND *et al.*, 2005).

Além da expressiva biodiversidade, a região do Sinclinal Moeda apresenta-se como uma opção de belas paisagens, com clima ameno e excelente qualidade de vida. A heterogeneidade da paisagem propicia ambientes variados para lazer, ecoturismo, entre outras práticas culturais e ambientais (Solá, 2008).

---

<sup>2</sup> Animal pertencente ao Filo *Onychophora*, de grande raridade e importância científica, conhecido popularmente como *Peripatus*, cujo primeiro registro no ecossistema de canga foi feito recentemente por pesquisadores da UFMG, e que constitui um possível elo na cadeia evolutiva entre os *Annelidae* os *Arthropodae*.



Essa riqueza dos ecossistemas promove serviços ecossistêmicos relevantes para as populações dos municípios presentes no Sinclinal. A existência de inúmeras nascentes e o potencial de recarga de mananciais contribuem para que o Sinclinal Moeda tenha o papel de fornecedor dos recursos hídricos para abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Na relação entre vegetação, solos e relevo são garantidos os serviços de ciclagem de nutrientes, estabilização de encostas, mitigação de inundações e influência nas condições climáticas. Portanto, a manutenção dos serviços ecossistêmicos está direta e proporcionalmente relacionada à conservação dos ecossistemas locais.

A população tradicional da região da Serra da Moeda se concentra em povoados e comunidades rurais, pouco adensados e que têm na produção agropecuária de pequeno porte e subsistência sua principal base econômica. A região possui um rico acervo histórico-arquitetônico que contempla o casario, os caminhos, monumentos e edificações, templos religiosos, alambiques e outras benfeitorias, como fornos, estábulos, muros de pedra, e que, em conjunto, materializam o diversificado e relevante patrimônio histórico-cultural para Minas Gerais (PAIVA *et al.*, 2008).

Entretanto, a beleza cênica e o clima ameno da região, associados à proximidade da capital, vêm motivando a expansão urbana de Belo Horizonte na direção desse ambiente montano. Nele, casas de campo, sítios e chácaras, condomínios residenciais, ocupações irregulares e loteamentos ilegais vêm se intensificando nas últimas décadas (AMARO, 2008). O eixo indutor é a rodovia federal BR-040, que liga Belo Horizonte ao Rio de Janeiro, principal eixo viário que atravessa o Sinclinal no sentido Norte-Sul, paralelamente à Serra da Moeda.

A mineração é a atividade econômica mais relevante em todo o Sinclinal, historicamente e ainda no presente. No que se refere ao minério de ferro, o Sinclinal Moeda contém 33% das reservas do Estado, 23% das reservas nacionais e 7% das reservas conhecidas no mundo (BRANDT, 2008).

Com a crescente exploração das riquezas minerais, verificam-se níveis cada vez maiores de comprometimento dos ambientes naturais, comprovados nas análises dos cenários futuros para a região. (FRANCO; PAIVA, *et al.*, 2008)

A criação de unidades de conservação e a utilização dos instrumentos legais para a proteção das áreas naturais podem ser uma ação importante para garantir a proteção de áreas relevantes frente à expansão de atividades minerárias e à

ocupação urbana, usos predominantes no Sinclinal Moeda. Além disso, como estratégia de planejamento ambiental, é necessária a realização de estudos para identificar e conhecer as áreas prioritárias para a conservação dos ecossistemas naturais.

Para a seleção dessas áreas, geralmente são considerados a presença de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção e os espaços necessários para a conservação dessas espécies. Recentemente grupos de conservacionistas e gestores ambientais vêm se interessando por outros aspectos, tais como os bens e serviços fornecidos às pessoas pela natureza, os denominados serviços ecossistêmicos (ISQUIERDO; CLARK, 2012).

Diante da tendência de expansão da atividade minerária e da ocupação urbana, a identificação e o conhecimento dos serviços ecossistêmicos no Sinclinal pode ser um argumento a mais, além da conservação da fauna e da flora, para a criação de novas áreas protegidas.

Este trabalho tem como objetivo identificar as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no Sinclinal Moeda por meio da álgebra de mapas, com base nos serviços ecossistêmicos. Para tanto, foram selecionados quatro serviços que ocorrem no Sinclinal: os serviços relacionados à água, ao controle de erosão, à biodiversidade e ao turismo.

A escolha dos serviços de água, de controle de erosão e de turismo se deu pelo fato de causarem impacto direto na população local, uma vez que seus benefícios podem ser facilmente perceptíveis para as pessoas, como por exemplo, os benefícios da produção de água, do controle da erosão e dos atrativos turísticos. Já a biodiversidade pode ser considerada como serviço de impacto direto ou um serviço global, uma vez que ela é responsável pela produção de alimentos e também pelo seqüestro de carbono. No estudo, a biodiversidade é tratada como serviço, mas também como a base dos serviços ecossistêmicos.

Na seleção dos serviços também foram observados os instrumentos legais, entendidos como uma garantia a mais de conservação das áreas naturais responsáveis por esses serviços.

Os objetivos específicos desta dissertação são os que se seguem:

- levantar, estudar e selecionar os serviços ecossistêmicos mais relevantes do Sinclinal Moeda;

- gerar mapeamento com classificação das áreas em relação aos serviços ecossistêmicos;

- avaliar a pertinência do método.

Este trabalho compreende cinco capítulos. O primeiro apresenta o referencial teórico, estando dividido em quatro partes: a primeira com estudos sobre histórico e conceitos sobre biodiversidade, que evoluem para os serviços ecossistêmicos; a segunda aborda os instrumentos legais existentes para a conservação da biodiversidade no Sinclinal Moeda; a terceira traz uma análise dos métodos utilizados para a definição de áreas prioritárias para conservação e a última está relacionada com a análise de multicritério.

O segundo capítulo discorre sobre a área de estudo, com uma caracterização do Sinclinal Moeda, suas unidades de conservação, as principais ameaças para a conservação da biodiversidade, os serviços no Sinclinal e os instrumentos legais existentes para a conservação dos ecossistemas naturais na região.

O terceiro capítulo, sobre Material e Métodos, apresenta os procedimentos para a seleção, análise e mapeamento dos serviços: a obtenção da base de dados e a utilização da Análise de Multicritério e do DINAMICA para a geração do mapa final, com as áreas prioritárias para a conservação no Sinclinal. Por fim, as considerações finais em relação às questões trabalhadas.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 A Biodiversidade e os Serviços Ecossistêmicos

O início das discussões internacionais sobre o meio ambiente remete aos anos 60 e 70 do século XX. Em 1962 foi publicado o livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, sobre os danos ambientais provocados pelo uso de agrotóxicos. Em 1968 foi realizada, em Paris, a Conferência Intergovernamental de Especialistas sobre as Bases Científicas para Uso e Conservação Racionais dos Recursos da Biosfera. Em 1972, a publicação do *Relatório Meadows*, também conhecido como *Relatório do Clube de Roma*, permitiu o tratamento das questões ambientais por cientistas, industriais e políticos que formaram o Clube de Roma com o objetivo de discutir, analisar os limites do crescimento econômico em relação o uso crescente dos recursos ambientais.

O *Relatório Meadows* - denominado “*Os Limites do Crescimento*” – tratava de temas importantes para o desenvolvimento da humanidade como energia, poluição, saneamento, saúde, ambiente, tecnologia e crescimento populacional. Os resultados obtidos, por meio de modelos matemáticos, mostravam que mesmo com os avanços tecnológicos a Terra não suportaria o crescimento populacional e a poluição em função da pressão sobre os recursos naturais e energéticos.

Esse relatório obteve repercussão internacional e subsidiou o debate na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo nesse mesmo ano de 1972, com a participação de 113 países. Na Conferência de Estocolmo os debates giraram em torno do controle populacional e da necessidade de reduzir o crescimento econômico, já que o relatório apontava a pobreza como a causa da degradação ambiental e apoiava o desenvolvimento com equilíbrio, afirmando a necessidade de se preocupar com o crescimento populacional.

Em 1987, a publicação do *Relatório Brundtland* - denominado “*Nosso Futuro Comum*” - quinze anos após a Conferência de Estocolmo, trouxe à tona o conceito de desenvolvimento sustentável, abordando a questão ambiental de forma mais complexa, relacionando os aspectos econômicos e sociais que desenham o cenário mundial.

O termo “biodiversidade” tornou-se conhecido a partir de um encontro realizado nos Estados Unidos, cujos trabalhos foram publicados em 1988, em um livro organizado pelo ecólogo Edward O. Wilson, da Universidade de Harvard. O conceito de biodiversidade inicialmente formulado procurava referir e integrar toda a variedade que encontramos em organismos vivos, nos mais diferentes níveis (WILSON; PETER, 1988). Em menos de 15 anos de existência, o termo entrou no vocabulário de uso geral, sendo hoje um dos termos científicos mais conhecidos e divulgados em todo o mundo (LEWINSOHN, 2001).

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente em 1992 – conhecida como Rio-92 - foi firmada a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), documento assinado e ratificado por 118 países, reconhecendo a distribuição desigual da biodiversidade, dos conhecimentos e das tecnologias associadas a ela. Além disso, a CDB inovou no sentido de reconhecer a importância dos recursos ambientais como fonte de riqueza e desenvolvimento e reafirmar a soberania dos países com relação a sua biodiversidade, ao mesmo tempo em que define suas responsabilidades para seu uso sustentável e sua proteção (GASTAL; SARAGOUSSI, 2008).

De acordo com a CDB, o conceito de Biodiversidade ficou assim definido: “[...] Art.2º Biodiversidade é a variabilidade dos organismos vivos de todas as origens e os complexos ecológicos de que fazem parte, compreendendo ainda a diversidade dentro da espécie e de ecossistemas” (CDB, 1992).

A definição chama atenção para os diversos níveis de organização e a variedade de ambientes da vida, referindo-se também aos processos (“complexos ecológicos”) que os mantêm organizados. Tais níveis de organização da vida formam uma hierarquia: genes – espécies – ecossistemas e em cada qual é possível tratar a biodiversidade (LEWINSOHN, 2001).

A diversidade genética abrange toda a variação de indivíduos dentro de uma população, bem como entre populações distintas da mesma espécie. Já a diversidade entre as espécies corresponde à variedade de espécies existentes em algum tipo de ambiente ou em uma região. Com relação à diversidade de ecossistemas, que são essencialmente sistemas funcionais caracterizados conforme sua dinâmica, a diversidade está correlacionada tanto a seus componentes estruturais - fatores bióticos e abióticos - como a relação entre eles que resulta na

diversidade de fisionomias de vegetação, de paisagens ou de biomas (LEWINSOHN, 2001).

Em se tratando de ecossistemas, a relação entre os fatores bióticos e abióticos é mais clara, uma vez que podemos considerar que são sistemas que englobam as complexas, dinâmicas e contínuas interações entre seres vivos e não vivos em seus ambientes físicos e biológicos, nos quais o homem é parte integral (MA, 2003).

Neste sentido, os ecossistemas são caracterizados por comportamentos não-lineares, o que impossibilita fazer previsões baseadas apenas no conhecimento sobre cada componente individualmente.

As funções ecossistêmicas podem ser definidas como as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema, incluindo transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação de gás, regulação climática e do ciclo da água (DALY; FARLEY, 2004). Essas funções adquirem um novo conceito, como serviços de ecossistema, na medida em que determinada função traz implícita a idéia de valor humano. De modo geral, uma função ecossistêmica gera um determinado serviço ecossistêmico quando os processos naturais subjacentes desencadeiam uma série de benefícios direta ou indiretamente apropriáveis pelo ser humano, incorporando a noção de utilidade antropocêntrica (ANDRADE; ROMEIRO, 2009). Em outras palavras, uma função passa a ser considerada um serviço ecossistêmico quando ela apresenta potencial de ser utilizada para fins humanos (HUETING *et al.*, 1997).

De Groot e outros (2002) classificam as funções ecossistêmicas como processos naturais resultantes das interações entre os componentes bióticos e abióticos presentes nos ecossistemas que asseguram a sobrevivência das espécies do planeta e são capazes de fornecer os bens e serviços que satisfazem direta e indiretamente as necessidades humanas. Uma vez que essas funções são conhecidas e identificadas suas contribuições para a sociedade, elas passam então a ser definidas como serviços ecossistêmicos.

O termo “serviço ecossistêmico” tornou-se amplamente utilizado a partir de sua formalização com a publicação da Sociedade de Ecologia da América (1997) explicando que os serviços ecossistêmicos se referem a uma vasta gama de condições e processos através dos quais os ecossistemas naturais e as espécies componentes ajudam a sustentar a vida humana. Os termos serviços ambientais,

serviços ecológicos e serviços ecossistêmicos se referem ao mesmo conjunto de serviços (ECOSSYSTEM MARKETPLACE, 2007), mas no presente estudo será utilizado apenas o termo “serviços ecossistêmicos”.

Em 2000, as Nações Unidas lançaram a iniciativa global de Avaliação dos Ecossistemas do Milênio (MA), com o objetivo de avaliar as consequências das mudanças dos ecossistemas para o bem-estar humano, como também avaliar a base científica para as ações de conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

Conforme o relatório MA, concluído em 2005, dois terços dos serviços ecossistêmicos da Terra estão em declínio ou ameaçados. Nos últimos cinquenta anos, os ecossistemas foram modificados pelo homem mais rápida e extensivamente do que em qualquer intervalo de tempo equivalente na história da humanidade. As mudanças que ocorreram nos ecossistemas promoveram o desenvolvimento econômico com ganhos finais substanciais para o bem-estar humano. No entanto, tudo isso foi obtido com o custo crescente de danos ao patrimônio natural e com a degradação ou utilização de forma não sustentável de cerca de 60% dos serviços ecossistêmicos (MA, 2005).

Ainda de acordo com a Avaliação do Milênio, os serviços ecossistêmicos são classificados como: i) serviços de provisão (ou serviços de abastecimento); ii) serviços de regulação; iii) serviços culturais; e iv) serviços de suporte, exemplificados no Quadro 1.

Os serviços de provisão ou abastecimento compreendem os produtos gerados pelos ecossistemas, como os alimentos e fibras, água, madeiras e outras matérias, que são utilizados como fonte de energia, recursos genéticos, recursos ornamentais e produtos bioquímicos, medicinais e farmacêuticos. Os serviços de regulação são relacionados aos processos ecossistêmicos e suas características regulatórias, tais como a manutenção da qualidade do ar, regulação climática, controle de erosão, purificação de água, tratamento de resíduos, regulação de doenças humanas, regulação biológica, polinização e mitigação de danos naturais. Com relação aos serviços culturais, eles promovem a diversidade cultural, de valores religiosos e espirituais, geração de conhecimento, valores educacionais estéticos, entre outros. E os serviços de suporte são os responsáveis pela geração dos outros serviços ecossistêmicos como produção primária, produção de oxigênio atmosférico,

formação e retenção de solo, ciclagem de nutrientes e água e provisão de habitat (MA, 2005).

TIPOS DE SERVIÇOS	EXEMPLOS
DE PROVISÃO	alimentos (frutos, raízes, pescado, caça, mel); matéria-prima para a geração de energia (lenha, carvão, resíduos, óleos); fibras (madeiras, cordas, têxteis); fitofármacos; recursos genéticos e bioquímicos; plantas ornamentais e água.
DE REGULAÇÃO	purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos, desintoxicação e controle de pragas e doenças.
CULTURAIS	benefícios recreacionais, educacionais, estéticos, espirituais.
DE SUPORTE	ciclagem de nutrientes, produção primária, formação de solos, polinização e dispersão de sementes.

**QUADRO 1 - Exemplos de tipos de serviços ecossistêmicos**

Fonte: MA, 2005.

Atualmente a importância dos serviços ecossistêmicos atingiu o setor empresarial de acordo com o Estudo para o setor de negócios – TEEB – A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade (2010). A parte do documento que tem foco na comunidade de empresários defende a utilização dos valores econômicos da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos nos processos decisórios. Cada vez mais se percebe uma tendência em analisar a perda da biodiversidade em relação aos serviços ecossistêmicos que são significativos do ponto vista econômico e dependentes da diversidade e da quantidade de genes, espécies e ecossistemas encontrados na natureza (TEEB, 2010).

## 2.2 Instrumentos Legais para a Conservação da Biodiversidade

A Constituição Brasileira, no artigo 225, parágrafo 1º, inciso III, incumbe ao poder público definir, em todos os estados e municípios, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e supressão dessas áreas permitidas somente por Lei, vedada qualquer utilização que



comprometa a integridade dos atributos que justifiquem a sua proteção (LIMA, 2008).

Na sétima Conferência das Partes da Convenção sobre a Diversidade Biológica - CDB (COP-7), realizada em 2004 em Kuala Lumpur, Malásia, o Brasil teve um papel de destaque na proposição do Plano Nacional de Áreas Protegidas- PNAP que estabelece uma política intersetorial para as áreas protegidas, de forma a contribuir para a execução de ações que assegurem a conservação e o uso sustentável da biodiversidade. De acordo com esse plano, são consideradas áreas protegidas as unidades de conservação, as terras indígenas, as terras de Quilombos, e os demais espaços especialmente protegidos como as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as Reservas Legais (MMA, 2006).

Em Minas Gerais, seguindo diretrizes do PNAP como estratégia para a conservação da biodiversidade, foi elaborado como Projeto de Lei o Sistema Estadual de Áreas Protegidas – SEAP. Maciel que define as áreas protegidas:

[...] como aquelas revestidas ou não com cobertura vegetal que produzam benefícios múltiplos de interesse comum, necessários à manutenção dos processos ecológicos essenciais à vida, definidas geograficamente e sujeitas ao controle e à regulamentação estatais quanto ao seu manejo, com objetivos de conservação dos ecossistemas, compreendendo:

- a) as unidades de conservação;
- b) as áreas de preservação permanente;
- c) as reservas legais. (MACIEL, 2006, p. 15).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei 9.985/2000) estabelece critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação. De acordo com o SNUC, as unidades de conservação são definidas como:

*[...] espaços territoriais e seus recursos ambientais incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.* (BRASIL, 2000)

O SNUC classifica as Unidades de Conservação (UCs) em dois grupos: (i) UCs de proteção integral, que têm a conservação da biodiversidade como principal objetivo e permite o uso indireto de seus recursos naturais; e (ii) UCs de uso

sustentável, que têm a proteção da biodiversidade como objetivo mas permitem a compatibilização de várias formas e graus de exploração.

As UCs de proteção Integral são as Estações Ecológicas, as Reservas Biológicas, os Parques, os Monumentos Naturais e os Refúgios de Vida Silvestre. Com relação às categorias de UCs presentes no Sinclinal Moeda, segue a definição de cada uma delas de acordo com o SEAP:

A estação ecológica assim entendida como área representativa de ecossistema regional, tem como objetivo a preservação integral da biota e dos demais atributos naturais existentes em seus limites, a realização de pesquisas científicas e de educação ambiental.

O parque estadual compreende uma área representativa de ecossistema natural, de relevância ecológica, cênica, científica, educacional, recreativa, turística, e tem como objetivos básicos a realização de pesquisa científica, de educação ambiental, de recreação e do turismo ecológico em harmonia com a proteção integral e perene do patrimônio natural.

O Monumento Natural é um sítio natural ou espécime raro, singular ou de grande beleza cênica, tem por objetivo a sua preservação, mediante reconhecimento do poder público, pode ser constituído por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários. (MACIEL, 2006, p. 20)

Com relação às categorias de uso sustentável, o SNUC define as categorias: Áreas de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural. Com relação às categorias de UCs presentes no Sinclinal Moeda, segue a definição de cada uma delas de acordo com o SEAP:

A Reserva Particular do Patrimônio Natural é constituída de propriedade privada ou de parte dela destacada, por vontade de seu proprietário e gravada em caráter perpétuo com o objetivo de conservar a diversidade biológica e os demais atributos naturais, mediante reconhecimento do poder público.

A Área de Proteção Ambiental – APA é uma área extensa, com ocupação humana urbana e rural, dotada de recursos ambientais, atributos estéticos e culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar de suas populações, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica e do meio físico locais, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos ambientais. (MACIEL, 2006, p. 21)

De acordo com o SNUC, as UCs devem possuir plano de manejo, um conselho consultivo que garanta a participação dos segmentos públicos e civis na

gestão da unidade e uma zona de amortecimento com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram primeiramente estabelecidas pelo novo Código Florestal, Lei nº 12.651 de 2012 e aqui definidas pela Lei do Estado de Minas Gerais, nº 14.309, de 19 de junho de 2002 como:

[...] são aquelas protegidas nos termos da lei, revestidas ou não com cobertura vegetal, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo e de assegurar o bem estar das populações. (MINAS GERAIS, 2002)

São consideradas APPs os topos de morro, as matas ciliares, as áreas ao redor das nascentes, áreas com declividade igual ou superior a cem por cento (45°), entre outras áreas cujos parâmetros são definidos pelo Código Florestal de 2012.

A Reserva Legal (RL) estabelecida pelo Código Florestal é definida no artigo 12 dessa Lei Federal como:

[...] a área localizada no interior de uma propriedade, ressalvada a de preservação permanente, representativa do ambiente natural da região e necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção da fauna e flora nativas, equivalente no mínimo, 20% (vinte por cento) da área total da propriedade. (BRASIL, 2012)

Tanto as APPs como as RLs juntamente com as diferentes categorias de UCs podem ser fundamentais no planejamento do uso do solo e na definição de áreas prioritárias para a conservação, auxiliando na conectividade entre os fragmentos de vegetação e garantindo a manutenção de serviços ecossistêmicos (GASTAL; SARAGOUSSI, 2008).

Dentre os instrumentos legais para a conservação da biodiversidade do Estado de Minas Gerais podem ser destacados os seguintes: o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços Ecológico (ICMS Ecológico), o Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE-MG) e a Lei Estadual de Recursos Hídricos.

O ICMS é uma das principais fontes de receita tributária de estados e municípios, sendo gerado nas operações relativas à circulação de mercadorias, à prestação de energia e às comunicações. O repasse dos recursos arrecadados é regulamentado pelo artigo 158 da Constituição Federal (BRASIL, 1988)

determinando que 25% do total arrecadado seja destinado aos municípios e que, desse total, no mínimo 75% sejam distribuídos segundo o valor adicionado fiscal<sup>3</sup>. Os 25% restantes devem ser distribuídos segundo critérios regulamentados pela legislação estadual.

No Estado de Minas Gerais, a “Lei Robin Hood”, Lei nº 12.040 de 1995, redefiniu os critérios de distribuição do ICMS, incluindo parâmetros relacionados à saúde, educação, produção de alimentos, patrimônio histórico, população e meio ambiente. De acordo com a Lei Estadual n.º 18.030/2009 (MINAS GERAIS, 2009), o critério Meio Ambiente deve corresponder a 1% do total do ICMS destinado aos municípios, sendo a distribuição deste montante realizada em função do Índice de Meio Ambiente (IMA), que consiste no somatório de 3 subcritérios ponderados pelos respectivos pesos: o Índice de Conservação (IC) - 45,45%, referente às unidades de conservação e outras áreas protegidas; o Índice de Saneamento Ambiental (ISA) - 45,45%, referente a aterros sanitários, estações de tratamento de esgotos e usinas de compostagem e, por fim, o Índice de Mata Seca (IMS) - 9,1%, referente à presença e proporção em área da fitofisionomia Mata Seca.

Com relação ao ZEE estabelecido pelo Decreto Federal nº 4.297 de 10 de julho de 2002, que regulamenta a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, constitui uma ferramenta de planejamento socioeconômico e ambiental que identifica as potencialidades e as vulnerabilidades do território, bem como as alternativas de uso dos recursos naturais para subsidiar o poder público no ordenamento do território, no incentivo de atividades econômicas e no respeito aos processos ecológicos e a capacidade de regeneração dos ecossistemas naturais (SCOLFORO *et al.*, 2008). O ordenamento do território ocorre por meio da implementação de várias medidas e políticas públicas, entre elas, a concessão de incentivos fiscais a determinadas atividades agrícolas, a criação de unidades de conservação e a implementação de estrutura viária e serviços (LIMA, 2008).

O objetivo do geral do ZEE é organizar de forma vinculada as decisões dos agentes públicos e da sociedade civil organizada com relação aos planos, programas, projetos e atividades que utilizem direta ou indiretamente os recursos

---

<sup>3</sup> *Valor Adicionado Fiscal* mede a produção econômica do município trazida pela diferença entre o somatório das notas fiscais de venda e o somatório das notas fiscais de compra.

naturais, assegurando a manutenção do capital e dos serviços ecossistêmicos (SCOLFORO *et al.*, 2008).

Para o planejamento da distribuição espacial das atividades econômicas, esta ferramenta, o ZEE, leva em consideração a importância ecológica, as limitações e fragilidade dos ecossistemas e permite o estabelecimento de restrições e alternativas para a exploração do território (SCOLFORO *et al.*, 2008).

Os resultados do ZEE em Minas Gerais apontam riscos ambientais muito altos para o Sinclinal Moeda. A região possui uma vulnerabilidade natural com solos susceptíveis a contaminação e a processos erosivos. O ZEE/MG também considera como prioridade muito alta de recuperação a área central do Sinclinal (BRANT, 2008).

Até 1970 a gestão dos recursos hídricos no Brasil era pautada em modelo econômico financeiro sem considerar as necessidades de conservação das águas e da biodiversidade. Atualmente o modelo de gerenciamento das águas evoluiu para uma forma de gestão integrada e organizada espacialmente por bacias e seus Comitês de Bacia, em acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Plano Nacional de Recursos Hídricos, que segue as recomendações Metas de Desenvolvimento do Milênio relativo à água (CDB4).

Em Minas Gerais, a Lei Estadual de Recursos Hídricos Lei 13.199/ 99 sobre a gestão dos recursos hídricos para conservação da biodiversidade estabelece os seguintes princípios básicos:

- a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento;
  - garantia de usos múltiplos dos recursos hídricos;
  - reconhecimento da água como bem finito e vulnerável;
  - reconhecimento do valor econômico da água; e
  - estímulo a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos.
- (MINAS GERAIS, 1999)

A criação dos comitês de bacia hidrográfica, que são órgãos colegiados com presença da sociedade civil local e o poder público, permite a participação das comunidades na determinação dos usos e na política de conservação dos recursos hídricos (LIMA, 2008).

### 2.3 Métodos para definição de áreas prioritárias para a conservação

Em todo o mundo, unidades de conservação da natureza e áreas de proteção têm sido historicamente criadas, na maioria das vezes, com base em valores como belezas naturais, potencial para recreação e turismo, proteção de mananciais, proteção de valores históricos, ou até mesmo interesses políticos, fatores estes geralmente combinados com baixo valor da terra (PRESSEY, 1994). Naturalmente, essa forma de seleção deixa muito a desejar quanto à eficácia das áreas protegidas em realmente representar e proteger amostras de toda a diversidade dos ecossistemas naturais, levando à constituição de um sistema de áreas protegidas com baixa eficiência e com pouca representatividade dos padrões e da biodiversidade regional, pois supervaloriza alguns componentes em detrimento a, por exemplo, espécies, habitats, paisagens e processos ecológicos (SCARAMUZZA *et al.*, 2008). Assim, torna-se cada vez mais necessária a adoção de critérios objetivos que favoreçam a priorização mais coerente de áreas e/ou espécies a serem preservadas.

Para seleção de áreas protegidas, os métodos mais utilizados no mundo são: métodos de pontuação, análise de lacunas e métodos iterativos (MORSELLO, 2001). Os métodos de pontuação, muito usados até a década de 90 nos Estados Unidos, na Grã-Bretanha, na Holanda e na Austrália, consistem em selecionar áreas individuais com base em seu valor de conservação. Dentro da concepção de redes de áreas protegidas um método muito utilizado é o de análise de lacunas (*gap analysis*), que consiste na identificação de lacunas biológicas ou fitogeográficas em uma rede de unidades de conservação com base em Sistemas de Informação Geográfica – SIG aplicados a dados bióticos e abióticos. Os métodos iterativos utilizam técnicas computacionais para selecionar um conjunto de áreas que possuem a maior diversidade na menor área com custo mínimo de conservação (MORSELLO, 2001).

Groves e colaboradores (2002) propõem a utilização de diferentes métodos e fontes de informação na seleção de áreas prioritárias para a conservação. Nessa linha, destaca-se a metodologia de Planejamento Sistemático da Conservação (PSC), que surgiu na Austrália no final da década de 90 e se apresenta como uma

importante ferramenta na identificação de áreas de relevância biológica. Permite estabelecer prioridades de conservação da biodiversidade, mensurar níveis de proteção já existentes através de métodos explícitos e quantitativos, sendo um modelo de abordagem para organizações e agências de conservação no mundo (MORSELLO, 2001).

O PSC utiliza uma combinação entre modelos de lacuna e os métodos iterativos que permite selecionar redes de áreas protegidas que contenham maior diversidade, menor área e um custo de conservação mínimo. A metodologia tem como princípio básico a “instituíbilidat” do inglês “*irreplaceability*”, refere-se à medida designada a uma área de modo a refletir sua contribuição para a consecução de uma determinada meta de conservação, dada a importância de seus atributos ecológicos e o efeito da sua indisponibilidade em relação às demais áreas (MARGULES; PRESSEY, 2000).

Além da “instituíbilidat”, o PSC utiliza os seguintes princípios norteadores: (i) representatividade: as áreas selecionadas devem conter amostras representativas da biodiversidade da região; (ii) complementariedade: novas áreas devem ser incorporadas visando maximizar o número de alvos e metas de conservação atingidos; (iii) eficiência e flexibilidade: áreas selecionadas devem propiciar o máximo de proteção da biodiversidade em uma menor extensão espacial entre as diversas opções, determinada pela relação custo–proteção; e (iv) vulnerabilidade: as áreas devem ser escolhidas priorizando as ações de conservação da biodiversidade com maior probabilidade ou iminência de erradicação dos alvos de conservação (MARGULES; PRESSEY, 2000).

Esses princípios, de forma individual ou em conjunto, têm como finalidade obter o melhor resultado com o mínimo de subjetividade isto é, a otimização das áreas protegidas, estabelecendo prioridades para fins de conservação da biodiversidade.

As abordagens de planejamento sistemático e os princípios para priorização de áreas mencionadas foram incorporados nas recomendações da *Sétima Conferência das Partes* (COP7) da CDB, em 2004, através do “Programa de Trabalho com Áreas Protegidas” com recomendações explícitas para que os países signatários da CDB realizassem uma análise de lacunas e priorização de regiões para o desenvolvimento de ações de conservação da biodiversidade (CDB 4).

No Brasil, no final da década de 90 foram realizados *workshops* para todos os biomas brasileiros visando à indicação de áreas prioritárias para conservação, utilizando Sistemas de Informações Geográficas e consulta aos especialistas de diferentes áreas de conhecimento. Ao longo de 2002, o Ministério do Meio Ambiente - MMA e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA coordenaram a revisão das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade nos biomas brasileiros. A abordagem utilizada considerou não somente as espécies ameaçadas, mas também espécies endêmicas (espécies que possuem a distribuição restrita a uma determinada porção do país), centros de endemismo (regiões com grande concentração de espécies endêmicas), diferentes ecossistemas nativos e processos hidrológicos (áreas de nascentes, áreas inundáveis e áreas de recarga de aquíferos) (BRASIL, 2002).

Seguindo os princípios do planejamento sistemático foi feito o mapeamento da ocorrência de todos esses objetos de conservação, sendo que para cada um deles foi estabelecida uma meta de conservação. A meta de conservação representa o cenário de proteção ideal para os objetos considerados, pois expressa qual seria a área ou o número de ocorrências de espécies que deveriam estar protegidos pelo conjunto de unidades de conservação (UCs). Aquilo que não estiver sendo contemplado pelas UCs existentes é apontado como uma área insubstituível (classificada em diferentes graus de 'insubstituibilidade') e, dessa forma, importante para a manutenção da biodiversidade. Além do mapeamento das áreas importantes para a biodiversidade, o estudo conduzido pelo MMA e IBAMA, que contou com a participação de um grande número de pesquisadores e técnicos de universidades, centros de pesquisa e organizações não governamentais, foram identificadas as ações necessárias para assegurar que tais áreas não sejam descaracterizadas, suprimidas ou impactadas pelas ações antrópicas. As recomendações abrangem o ordenamento territorial, recuperação de áreas degradadas, inventários biológicos, aumento da proteção ambiental, educação ambiental, desenvolvimento do uso sustentável dos recursos naturais e estabelecimento de corredores ecológicos (BRASIL, 2002).

A abordagem do planejamento sistemático foi utilizada por Silva e colaboradores (2008) na identificação de áreas insubstituíveis para conservação da cadeia do Espinhaço em Minas Gerais e na Bahia - Brasil. O trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho das unidades de conservação existentes na proteção



da biodiversidade e identificar áreas complementares necessárias para a criação de um sistema representativo para a conservação da biota regional.

Para a análise da “instituíbilidade” foi indicado um conjunto de alvos ou objetos de conservação definidos como todo e qualquer elemento que se deseja conservar em determinada região, incluindo espécies, populações, comunidades, ecossistemas, fitofisionomias, serviços ecossistêmicos, processos ecológicos, entre outros, desde que representado de forma espacial. A esses alvos são estabelecidas metas de conservação e pesos para cada um dos objetos. Dessa forma admite-se a indicação de áreas de grande diversidade e heterogeneidade paisagística necessárias para atingir a proteção da biodiversidade e a viabilidade ecológica em um longo prazo. O resultado do processo é a elaboração de um mapa de “instituíbilidade” ou um mapa de importância biológica. Os alvos definidos no estudo foram as espécies, os ecossistemas e os serviços ecossistêmicos. Como serviços ecossistêmicos, foram consideradas as nascentes representadas pelo mapeamento das cabeceiras dos rios no mapa de hidrografia da região. (SILVA *et al.*, 2008).

Um outro estudo sobre análise espacial das prioridades de conservação com base nos serviços ecossistêmicos desenvolvido em uma região de Mata Atlântica de Misiones, Argentina, utilizou uma ferramenta de apoio a decisão geoespacial, o Marxan para identificar as prioridades de conservação dos ecossistemas e um conjunto de serviços associados a conservação desses ambientes naturais. (IZQUIERDO; CLARK, 2012).

Tradicionalmente, os parâmetros observados para conservação de áreas naturais concentra-se em habitat de espécies considerando a distribuição de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção. Recentemente grupos de conservacionistas e gestores ambientais vêm se interessando por outros aspectos além da conservação da biodiversidade, bens e serviços que beneficiam as pessoas e são fornecidos pela natureza (IZQUIERDO; CLARK, 2012).

No estudo em Misiones foram selecionados três serviços ecossistêmicos encontrados na Avaliação do Milênio: o armazenamento de carbono, a produção de água e a retenção de solo. Os serviços foram considerados como os ecossistemas para o benefício humano e em separado foram conceituados os habitats naturais para apoiar a biodiversidade não necessariamente utilizada pelo homem, mas que de forma indireta proporciona bem-estar humano. O armazenamento de carbono é

considerado um serviço dos ecossistemas globais e a produção e armazenamento de água constituem serviços locais com alto valor para a população local (IZQUIERDO; CLARK, 2012).

Existem dois caminhos para o mesmo objetivo que é a conservação dos ambientes naturais, o primeiro tem como alvos de conservação espécies endêmicas e ameaçadas de extinção e os espaços necessários para a conservação dessas espécies, e o segundo é a seleção de áreas para a conservação com base nos serviços ecossistêmicos e a biodiversidade é considerada como um serviço. Apesar de serem distintos, esses caminhos são complementares e dependentes, pois a garantia dos serviços só existe com a conservação dos ecossistemas (IZQUIERDO; CLARK, 2012).

De acordo com Izquierdo e Clark (2012), a utilização dos serviços ecossistêmicos para reforçar as áreas prioritárias para conservação com base nas espécies e nos seus ecossistemas é um ponto a mais nas políticas ambientais e de tomada de decisão. Uma situação ideal seria a priorização da conservação da biodiversidade com um argumento complementar, que são os serviços ecossistêmicos.

Os resultados desse estudo mostraram que ocorre uma tendência de sobreposição de áreas selecionadas com as áreas já protegidas da região, mas ocorrem outras áreas importantes para serviços que não têm proteção legal. Mostrou também regiões com alta sobreposição dos serviços em áreas de uso do solo restrito ou sustentável, o que comprova a necessidade de regulamentação de uso dessas áreas. O trabalho apresenta informações importantes para o planejamento de políticas em uma região com enorme potencial de conservação dos ambientes naturais.

O estudo também indica a possibilidade de sobreposição de áreas prioritárias para conservação com áreas que abrigam os serviços como as nascentes, a proteção do solo e os atrativos turísticos. A quantificação espacial dos serviços proporciona uma base para o planejamento conjunto e pode reforçar a necessidade de definição de um sistema de áreas protegidas e possibilita também um debate sobre as prioridades e necessidades de conservação. No entanto nas políticas de planejamento para a seleção das áreas prioritárias para conservação nem sempre tem se observado a conservação da biodiversidade através do estudo de espécies

endêmicas ou ameaçadas de extinção e sim no baixo preço da terra e conveniência política. (IZQUIERDO; CLARK, 2012).

## 2.4 Análise de multicritério

A análise de multicritérios é muito utilizada em geoprocessamento, pois se baseia justamente na lógica básica da construção de um Sistema de Informações Geográficas (SIGs), envolvendo procedimentos como: seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno, promoção da combinação das camadas de variáveis integradas na forma de um sistema que traduza a complexidade da realidade e a possibilidade de validação e calibração do sistema mediante a identificação e correção das relações construídas entre as variáveis mapeadas (MOURA, 2007).

Essa metodologia tem como base a seleção das principais variáveis características de um fenômeno, por meio de um recorte metodológico que simplifica a complexidade espacial. A realidade é representada por diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação integradas na forma de um sistema. Os cruzamentos dos planos de informação em formato matricial através de softwares permitem procedimentos diagnósticos para análise do fenômeno a ser estudado. A espacialização das informações, o cálculo de sua extensão no território, permite identificar as alterações no tempo e as combinações das variáveis características de um fenômeno espacial (MOURA, 2007).

Na análise de multicritério, a partir do mapeamento das variáveis por plano de informação e do grau de pertinência de cada plano e de seus componentes obtém-se um resultado final baseado na média ponderada. A utilização da média ponderada possibilita um espaço classificatório ordinal ou mesmo uma escala nominal em que os eventos têm que ser hierarquizados com atribuição de valores.

A ponderação pode ser determinada por métodos baseados no conhecimento de especialistas sobre o fenômeno e as variáveis investigadas (*knowledge-driven evaluation*) ou por métodos estatísticos com base em dados (*data-driven evaluation*). As variáveis ou critérios ponderados pelos pesos serão combinados para a construção do resultado final (MOURA, 2007).

Uma forma de ponderação muito utilizada é o método Delphi, que consiste na consulta direta a especialistas conhecedores dos fenômenos e da realidade espacial da situação de análise (MOURA, 2007). Esse método de obtenção de pesos e notas consiste na escolha de uma equipe multidisciplinar de especialistas que vai hierarquizar ou colocar os planos de informação em ordem de importância para a ocorrência do fenômeno. A participação dos especialistas será um componente importante para a pesquisa ambiental, uma vez que a tendência nesse tipo de estudo é que ocorra uma demanda constante por equipe multidisciplinar (KOSCHKE *et al.*, 2010).

Giordano e SettiRiedelb (2007) utilizaram a análise de multicritério para propor a criação de parques lineares, a partir das faixas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água no município de Rio Claro, São Paulo - Brasil. Após a análise de mapas temáticos e a consulta aos especialistas para a atribuição de pesos, foi elaborado um mapa de aptidão com inclusão de áreas apropriadas para lazer e ecologicamente importantes, tendo como resultado a formação de pequeno corredor de áreas para conservação.

Koschke e colaboradores (2010) utilizam a análise de multicritério para identificar o potencial qualitativo da região em oferecer serviços ecossistêmicos como apoio ao planejamento do desenvolvimento regional. O ponto interessante do método utilizado foi a participação dos atores locais como especialistas nas etapas do processo. Por serem da região, eles escolheram e hierarquizaram os serviços e ainda foram capazes de estimar o potencial regional em fornecer os serviços. Houve discussão dos pontos fortes e fracos no sentido de adequar e facilitar a integração do conceito de serviços no planejamento regional a partir das experiências e *feedback* dos atores. Houve consenso na escolha do conjunto de 13 (treze) serviços ecossistêmicos. Foram considerados serviços como a biodiversidade para a garantia da integridade ecológica; serviços culturais, como o ecoturismo e a recreação; serviços de provisão, como produção de água e ar limpos e os serviços de regulação, como controle de erosão. Além dos serviços previstos pela Avaliação do Milênio (MA, 2005), por sugestão dos atores regionais, foram incorporados mais dois serviços relacionados à economia regional, como, por exemplo, o serviço Lucro, que é o retorno que a terra dá em termos de produção.

Os autores consideraram que, apesar de o conceito de serviços não ser muito utilizado no planejamento da paisagem, a consideração desse parâmetro pode tornar

possível a previsão do ordenamento territorial de forma a atender as demandas sociais. E diante da redução da qualidade dos ecossistemas, o conceito de serviços tornou-se uma questão fundamental para o planejamento da conservação e na avaliação do impacto ambiental sobre os ecossistemas (KOSCHKE *et al.*, 2010).

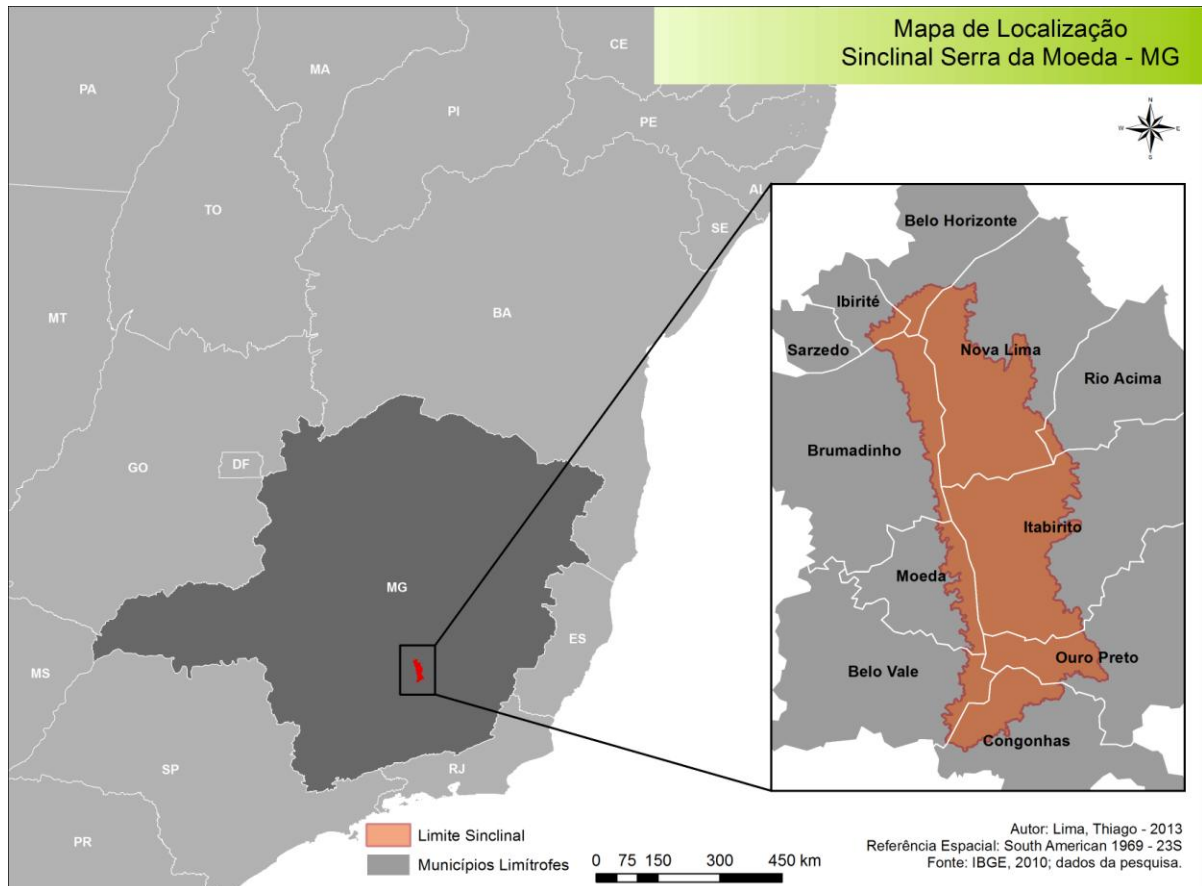
### **3. ÁREA DE ESTUDO**

#### **3.1 Caracterização da Área de Estudo**

O Quadrilátero Ferrífero se destaca no cenário geológico mundial por suas reservas minerais de ferro, ouro, alumínio, manganês, entre outros minerais. Além de abrigar sítios geoecológicos 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).

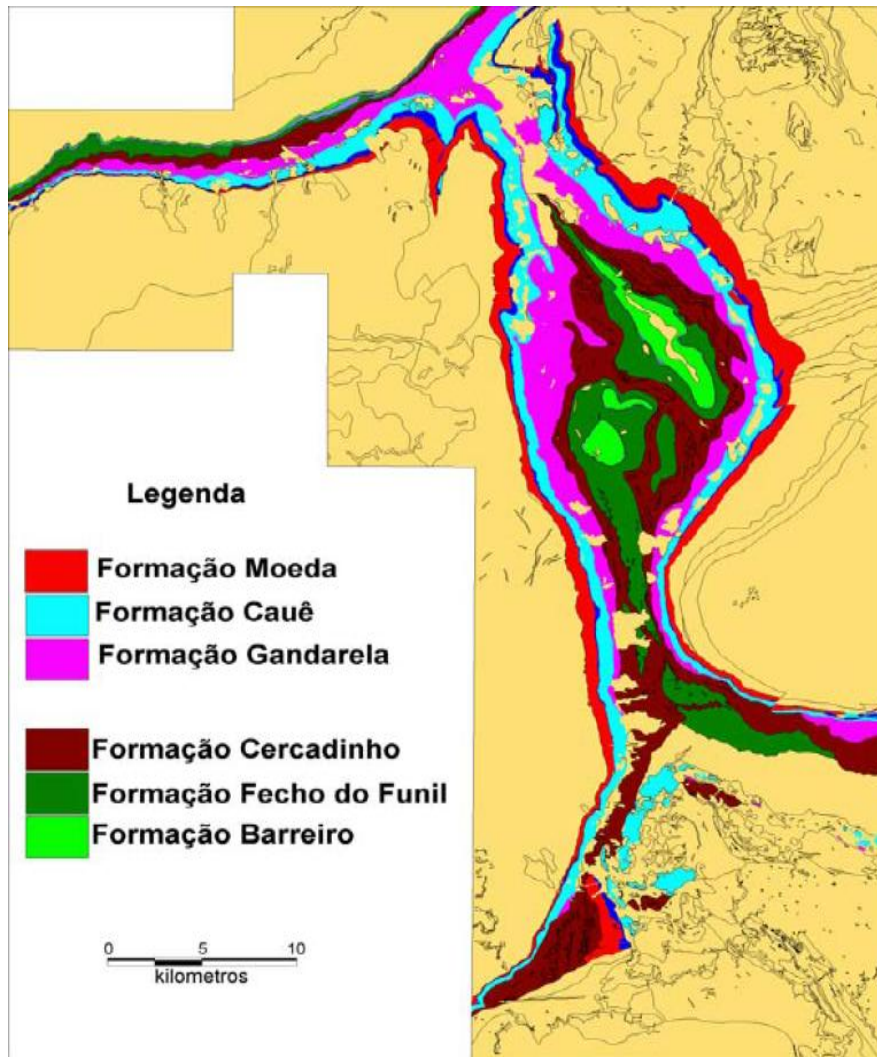
Na porção oeste do Quadrilátero Ferrífero encontra-se o Sinclinal Moeda ao sul do município de Belo Horizonte, no Estado de Minas Gerais. Ele consiste no alinhamento montanhoso que se estende por aproximadamente 50 km no sentido Norte-Sul. A delimitação da área de estudo foi realizada a partir da cota altitudinal de 1.100 metros, compreendendo uma área de 70.000 hectares (FIGURA 1 – Mapa de Localização), que corresponde ao ambiente altimontano do Sinclinal Moeda, que é delimitado pela Serra da Moeda (a oeste) e Serra das Serrinhas (a leste), áreas de maior elevação que correspondem às bordas da estrutura geológica do Sinclinal. Deste modo, a região do Sinclinal Moeda tomada como área de estudo abrange parte dos municípios de Brumadinho, Moeda, Belo Vale, Congonhas, Ouro Preto, Rio Acima, Itabirito e Nova Lima.

De acordo com Oliveira (2012), para definição dos limites do Sinclinal foi utilizada a cota de 1100 metros, uma vez que esta é a menor cota de altitude próxima ao limite geológico.



**FIGURA 1 - Mapa de Localização**  
**Fonte: IBGE, 2010**

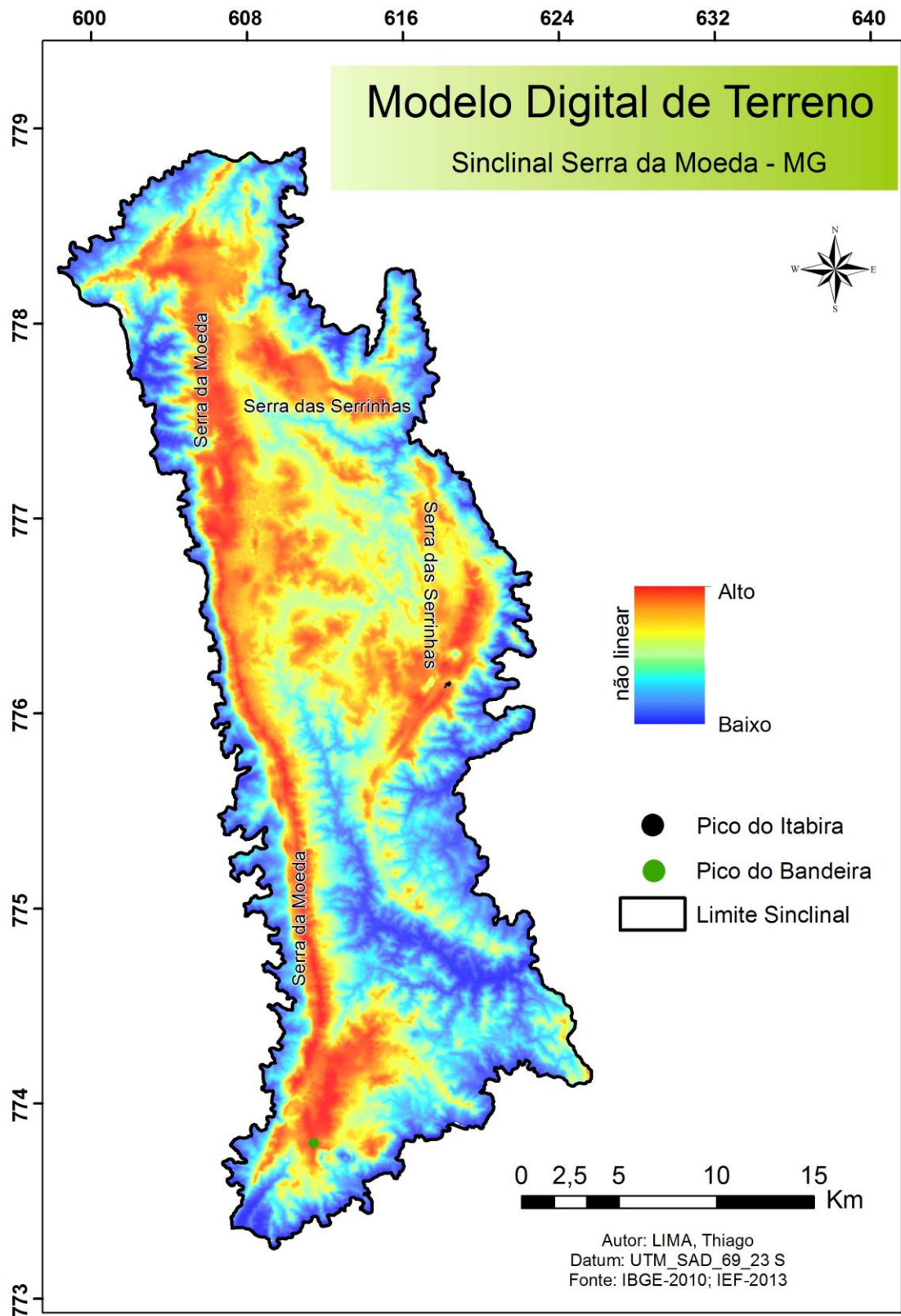
Conforme a Figura 2, as regiões da Serra da Moeda (oeste) e a da Serra das Serrinhas (leste) são constituídas predominantemente pelas formações Moeda, Cauê e Gandarela que correspondem às áreas mais elevadas do Sinclinal. A partir da superposição das cotas de altitude e dos mapas geológicos verificou-se que a formação Cauê, seguida da formação Moeda, estão presentes em altitudes superiores a 1400 metros enquanto a formação Gandarela está presente em altitudes inferiores a 1400m. (BRANDT, 2008).



**FIGURA 2 - Formações geológicas**  
**Fonte: BRANDT, 2008**

Quanto ao relevo, é possível distinguir dois compartimentos distintos em altimetria: as áreas de cristas e cumeadas das bordas do Sinclinal, correspondentes às maiores altitudes, e a área central do Sinclinal, correspondente ao compartimento do relevo com menores altitudes relativas e menores declividades. (OLIVEIRA, 2012).

As maiores elevações do Sinclinal Moeda estão na Serra da Moeda (FIGURA 3 – Mapa Digital de Terreno), mas é na Serra das Serrinhas, na face leste, que se encontra o Pico do Itabira com 1.578 metros tombados pela Constituição do Estado de Minas Gerais. Na região sul está o Pico da Bandeira, com 1.628 metros, localizado na área da cava da Mina Casa de Pedra-CSN (Companhia Siderúrgica Nacional) (SOLÁ, 2008).



**FIGURA 3 - Mapa Hipsométrico (MDE)**  
Fonte: IBGE, 2010



Os solos do Sinclinal são representados pelos cambissolos, neossolos e latossolos. Os cambissolos e os neossoloslitólicos (solos litólicos) são solos jovens pouco profundos, possuem materiais primários e altos teores de silte. Esses fatores fazem com que estes solos tenham baixa permeabilidade. Os cambissolos de conformação cascalhenta e pedregosa, ao contrário dos neossoloslitólicos, apresentam um horizonte B incipiente e tendem a ser um pouco menos rasos (CARVALHO FILHO, 2008).

Já os latossolos são mais profundos e permeáveis em relação aos cambissolos e neossolos. Na região do Sinclinal são classificados como latossolos vermelhos de constituição férrica e são resistentes a erosão. (CARVALHO FILHO, 2008).

De acordo com a Figura 4 – Mapa de Hidrografia, o Sinclinal Moeda situa-se na região das nascentes dos rios das Velhas (leste) e Paraopeba (oeste), ambos afluentes da margem direita do Rio São Francisco. A Serra da Moeda é o divisor de águas entre as bacias do Rio das Velhas e do Rio Paraopeba. O enorme semicírculo na aba oriental abriga inúmeras nascentes da bacia do Velhas como os ribeirões Mata Porcos, Saboeiro, da Prata, do Silva e dos córregos Carioca, do Braço, Quebra-Pau, Capão, Bocaiúva, das Almas, entre outros. No lado ocidental, na borda externa do Sinclinal estão várias nascentes que constituem a rede hidrográfica do Rio Paraopeba, como as do ribeirão Casa Branca, da Catarina, Piedade, de Aranha, Três Barras, dos Martins, dos Marinhos, Contendas, Cordeira os e vários córregos e que drenam os municípios de Brumadinho, Moeda e Belo Vale.

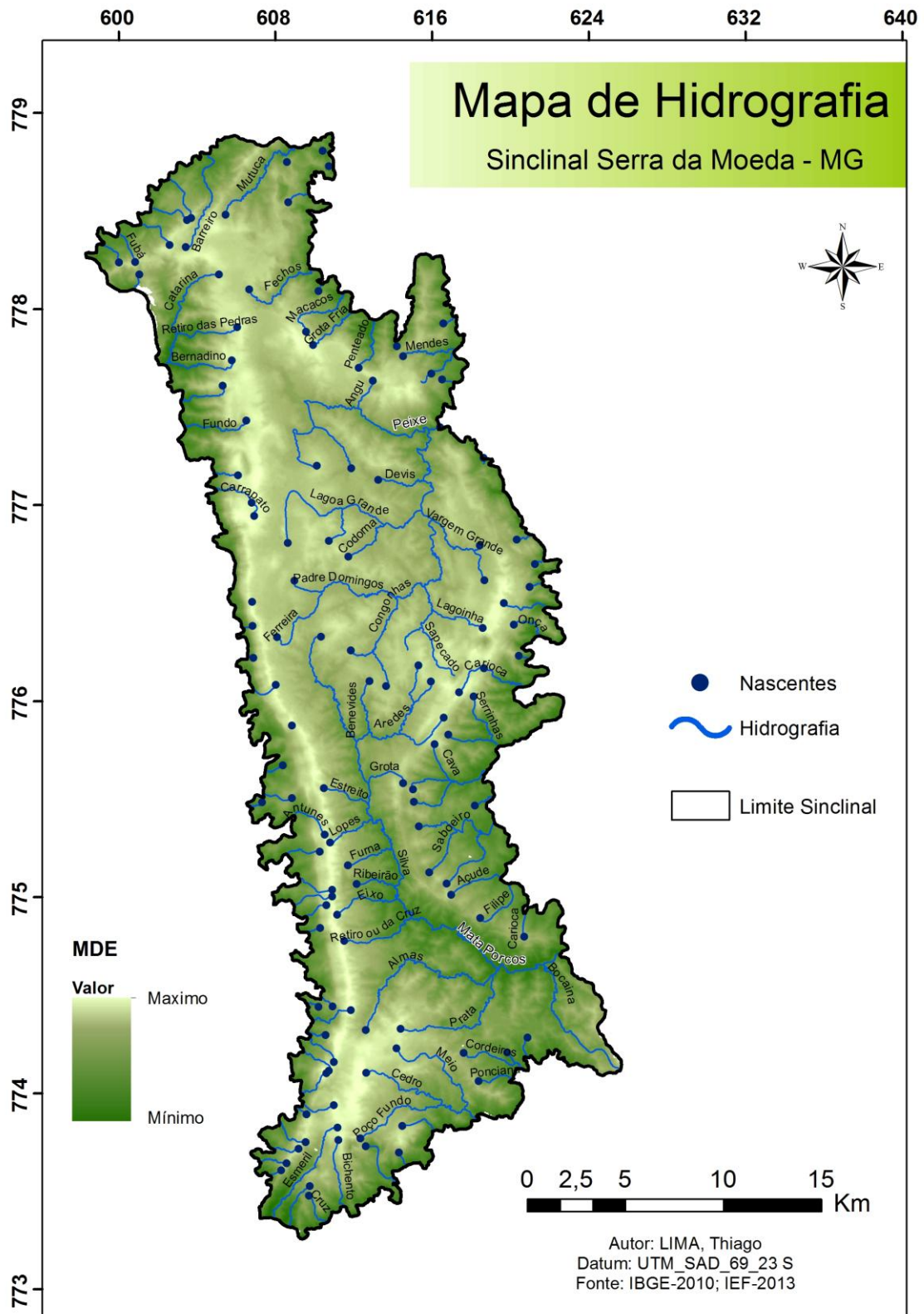


FIGURA 4 - Mapa de Hidrografia  
Fonte: IBGE, 2010

A drenagem está dividida em dois compartimentos: o primeiro relaciona-se com as águas drenando o interior do Sinclinal que vertem em direção a dois rios principais, o Rio do Peixe (norte) e o Ribeirão Mata-Porcos (sul), que atravessam a borda do Sinclinal e desaguam no Rio das Velhas e no seu afluente, o Rio Itabira. O segundo compartimento é referente às águas drenando a partir das suas bordas para o exterior do Sinclinal que apresentam orientação para leste, oeste e sul. Nesse sentido, tanto as drenagens externas como as drenagens internas dependem das bordas do Sinclinal (SOLÁ, 2008).

Nas áreas das maiores elevações, que correspondem às Formações Moeda, Batatal e Cauê, estão 50,7 % das cabeceiras de drenagem. Considerando as menores áreas ocupadas pelos topos em relação ao interior do Sinclinal, a contribuição dos topos é relativamente superior (SOLÁ, 2008).

De acordo com IBRAM (2003), o Sinclinal compreende três sistemas de aquíferos: granular, fraturado e misto. Nos aquíferos granulares estão as cangas, nos granulares, as formações Cauê e as unidades litológicas restantes correspondem aos aquíferos fraturados. Os depósitos de canga atuam como um aquífero superficial ligado diretamente com aquíferos subjacentes. (LAZARIM *apud* IBRAM, 2003). Já os aquíferos da Formação Cauê são importantes áreas de recarga, com um alto potencial hidrogeológico. Nesse sentido, o ambiente de topo de montanha que compreende as Serras da Moeda e a Serra das Serrinhas constitui um importante patrimônio hidrológico.

A vegetação do Sinclinal Moeda está na transição dos biomas Mata Atlântica e Cerrado (IBGE, 2004). É possível observar a ocorrência predominante de fitofisionomias campestres, como campos e campos rupestres, com presença de fragmentos de floresta estacional semidecidualmontana.

Além da presença das formações florestais, a vegetação campestre predomina nas altitudes acima de 1.000 metros associada a solos litólicos e afloramentos de rochas. O cerrado encontra-se associado a solos profundos e localizado nas bordas das florestas de fundo de vale, permeando a vegetação campestre (VIANNA, 2008).

Quanto à distribuição das fitofisionomias e relação com gradientes altitudinais, é possível identificar três padrões de vegetação na paisagem do Sinclinal Moeda: (i) os ambientes florestais localizados nos fundos de vale, nas baixas encostas e em fragmentos isolados nos topos de morro; (ii) as formações savânicas, representadas

pelos cerrados e campos cerrados em menores altitudes; e (iii) os campos de gramíneas e rupestres nos topos de morro e encostas com maior altitude e solos rasos. (VIANNA, 2008).

Os campos rupestres (FIGURA 5) e demais campos, todos associados a altitudes superiores a 1.000 m são ecossistemas que apresentam alto índice de endemismo, elevada diversidade, com plantas ricas em adaptações morfológicas que permitem tolerância em solos com baixa fertilidade, temperaturas extremas e baixa disponibilidade de água (VIANNA; LOMBARDI, 2007). Os campos rupestres geralmente ocorrem em rochas quartzíticas e, quando ocorrem em rochas hematíticas, são denominados campos ferruginosos. A predominância de rochas hematíticas na região da Serra da Moeda propiciou que os campos ferruginosos sejam um dos ambientes relevantes para a conservação da biodiversidade na área de estudo. Essa vegetação com distribuição restrita está relacionada com importantes depósitos de minério de ferro, a vegetação sobre Canga, que é considerado um dos ecossistemas mais ameaçados e poucos investigados em Minas Gerais (JACOBI *et al.*, 2007).



**FIGURA 5 - Foto Campo Rupestre**  
**Fonte: BRANDT, 2008**

As cangas são afloramentos de rochas ferruginosas formadas há milhões de anos, provenientes da ação do vento, das chuvas e do calor. Essas formações apresentam-se como ilhas de “capas couraças”, em que predominam as formações ferríferas bandadas com até 90% de óxidos de ferro e outros minerais. Tais formações em conjunto com sua base rica em ferro formam um geossistema singular, que constitui um registro geológico da evolução da Terra. (JACOBI *et al.*, 2007). A região do Sinclinal Moeda é uma das poucas regiões do Brasil de ocorrência desta formação.

Apesar de as cangas serem formadas por solos rasos de pouca fertilidade, com temperaturas que podem atingir até 70°C na superfície, são ambientes que abrigam comunidades de plantas e invertebrados raros e com altas taxas de endemismo. (JACOBI *et al.*, 2007). A conservação desse ecossistema não só beneficia a biodiversidade, como também a sociedade humana, garantindo a manutenção dos serviços ecossistêmicos. (JACOBI *et al.*, 2007).

Os poros, fendas, fissuras, canais e cavidades presentes nas cangas funcionam como esponjas que transferem as águas das chuvas para o interior das montanhas. No Sinclinal Moeda essas formações são importantes áreas de recarga hídrica e possuem várias nascentes que abastecem a região metropolitana de Belo Horizonte (JACOBI *et al.*, 2007).

De acordo com Viana (2008), as formações florestais da região Serra da Moeda, pertencentes ao bioma da Mata Atlântica, são caracterizadas por fisionomias que variam das formas estacionais a ombrófilas. Apresentam-se ao longo dos talwegues, nas encostas e como capões isolados em meio às formações campestres.

Tomando a cumeada da Serra Moeda como referência e a BR 040 como uma barreira física, as principais formações florestais localizam-se na bacia do Rio Paraopeba. Ocorrem algumas formações remanescentes no sopé da Serra na vertente leste e em algumas drenagens na vertente oeste (VIANA, 2008).

A Floresta Estacional Semidecidual (FIGURA 6) possui uma rica composição florística, com estratificação definida e subosque pouco denso e, frequentemente, com presença de plantas epífitas, como bromélias, orquídeas e samambaias (VIANA; LOMBARDI, 2007).



**FIGURA 6 - Foto Mata Ciliar**  
Fonte: BRANDT, 2008

A vegetação de cerrado na região do Sinclinal, constituída pelo cerrado e pelo campo cerrado, encontra-se na base da Serra da Moeda, é mais predominante na vertente oeste mas também ocorre na vertente leste. As ocorrências de campos se apresentam de modo mais contínuo e pouco fragmentado em relação aos cerrados e florestas (VIANA, 2008).

O nível de diversidade vegetal na região do Sinclinal Moeda é tão grande, que é possível encontrar, em menos de 2Km<sup>2</sup>, floresta estacional semidecidual, matas de galeria, capões de altitude, brejos, campo cerrado, cerrado *sensu strictu*, campos rupestres quartzítico, e ferruginosos (JACOBI; CARMO, 2008).

### **3.2 Unidades de Conservação do Sinclinal Moeda**

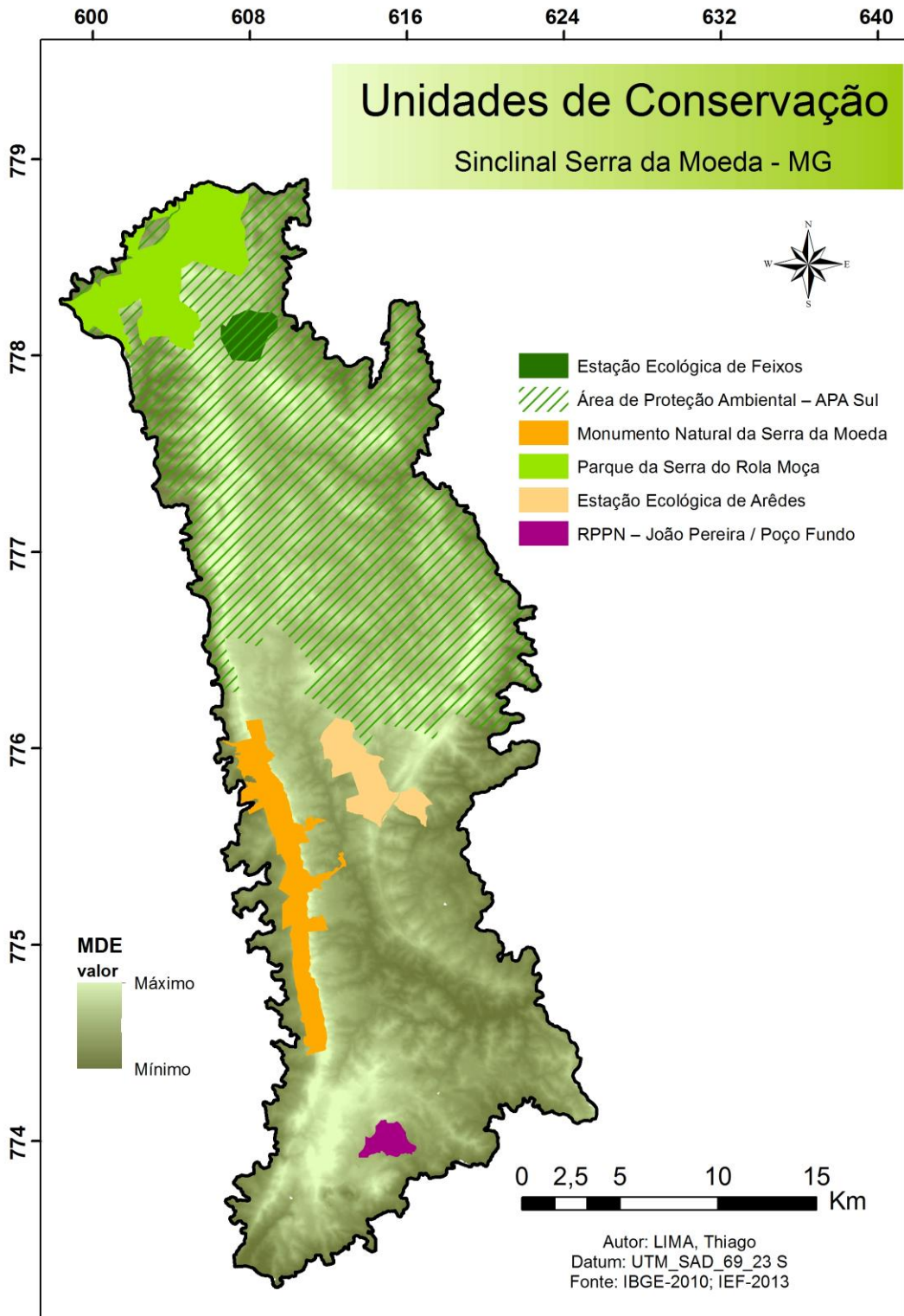
De acordo com a Figura 7 – Mapa Unidades de Conservação, na área do Sinclinal Moeda estão presentes as seguintes Unidades de Conservação de Proteção Integral: Parque Estadual da Serra do Rola Moça (PESRM), ao lado da Estação Ecológica de Fechos (EEF), o Monumento Natural da Serra da Moeda (MNSM), próximo à Estação Ecológica de Arêdes (EEA). As unidades de uso sustentável presentes na área de estudo APAsul – Área de Proteção Ambiental da

Região Metropolitana de Belo Horizonte e uma RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural denominada Fazenda João Pereira / Poço Fundo . As unidades de conservação presentes no Sinclinal Moeda estão descritas na Tabela 1, que apresenta a área em hectares, a categoria e a esfera administrativa para cada uma delas. Com relação à área em hectares, as unidades de proteção integral juntamente com a RPPN correspondem a aproximadamente 12% do total da área de estudo. (BRANDT, 2008). Vale salientar, que as RPPNs, de um modo geral, apesar de serem de uso sustentável, têm se mostrado eficientes na proteção dos seus ecossistemas.

UC	Nome	Categoria	Hectares	Administração
EEA	Aredes	PROTEÇÃO INTEGRAL	1.158,41	Estadual
EEF	Fechos	PROTEÇÃO INTEGRAL	549,29	Estadual
PESRM	Serra do Rola Moça	PROTEÇÃO INTEGRAL	3.928,66	Estadual
MNSM	Serra da Moeda	PROTEÇÃO INTEGRAL	2.356,46	Estadual
APA	SUL RMBH	USO SUSTENTÁVEL	163.316,15	Estadual
RPPN	Fazenda João Pereira / Poço Fundo	USO SUSTENTÁVEL	336,88	Federal

**TABELA 1 - Unidades de Conservação presentes no Sinclinal Moeda**

Fonte: IEFMG, 2014.



**FIGURA 7 - Mapa Unidades de Conservação – UC's**  
Fonte: IBGE, 2010.



O Parque Estadual Serra do Rola Moça (PESRM), com área de 3.928ha, é a maior unidade de proteção integral do Sinclinal Moeda. Criado pelo Decreto Estadual nº36.071 de 27 de setembro de 1994, tem com objetivo proteger seis importantes mananciais para o abastecimento de água da região metropolitana de Belo Horizonte. Desde 1982, as áreas de mananciais foram declaradas como Áreas de Proteção Especial (APEs), categoria de unidade de conservação existente apenas em Minas Gerais, com objetivo específico de conservação dos mananciais. Em termos de proteção da biodiversidade, as APEs não foram significativas e a criação do PESRM teve o objetivo de preencher as lacunas de conservação, sobrepondo-se às áreas das APEs.

A criação da unidade se deve à própria existência dos mananciais que continuam sendo utilizados para a captação de água para os municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Pelo decreto de criação, a empresa COPASA, concessionária estadual de abastecimento de água de Minas Gerais, tem o papel de co-gestora do Parque, juntamente com o Instituto Estadual de Florestas (IEF), em função das atividades de captação de água nos mananciais. Com relação à infraestrutura, o PESRM possui sede administrativa com escritório, auditório, centro de visitantes e alojamentos institucionais. Abriga também o Centro Integrado de Combate a Incêndios Florestais do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais. A unidade possui plano de manejo e conselho consultivo em conjunto com a Estação Ecológica de Fechos.

A Estação Ecológica de Fechos (EEF) foi criada pelo Decreto Estadual 36.073 de 27 de setembro de 1994 (MINAS GERAIS, 1994), compreende uma área de 554 hectares e está localizada no município de Nova Lima. A gestão é feita conjuntamente pela COPASA e pelo Instituto Estadual de Florestas. A vegetação predominante é floresta estacional semidecidual.

A EEF abriga várias nascentes formadoras do córrego Tamanduá, assim como o córrego dos Fechos, que alimentam o ribeirão Macacos, que, por sua vez, contribui para o rio das Velhas, um dos grandes formadores da Bacia do Rio São Francisco, que depende da conservação das microbacias que compõem sua rede hidrográfica para sua revitalização. As águas dos mananciais são classificadas como de Classe Especial pelo IGAM - Instituto Mineiro de Preservação das Águas.

A administração de Fechos é feita de forma conjunta com o Parque do Rola Moça. Porém, as unidades constituem realidades claramente distintas, uma vez que

estão localizadas em lados opostos da BR-040, com presença de um bairro de grande porte (Jardim Canadá) entre elas, além do fato de que o entorno da EEF tem presença dominante de ocupação urbana e da mineração. Diante deste contexto, é possível antever algumas especificidades da gestão da EEF.

Conforme o Plano de Manejo, entre os critérios adotados para o estabelecimento da Zona de Amortecimento consta a inclusão de áreas de mineração e áreas com ocupação urbana e ainda áreas em potencial para expansão da atividade minerária e/ou ocupação urbana. Levando-se em consideração os aspectos restritivos de uso que envolvem a categoria de Estação Ecológica, de acordo com o artigo nono da Lei SNUC, a inclusão de áreas de mineração e ocupação urbana nas zonas de amortecimento constitui uma situação conflitante, na medida em que pode proporcionar impactos para os ecossistemas presentes na EEF, unidade de proteção integral.

A Estação Ecológica de Arêdes (EEA) foi criada pelo Decreto 45.397 de Junho de 2010 e abriga um importante complexo histórico arqueológico que é constituído por uma extensa área na qual foram desenvolvidas atividades relacionadas à mineração do ouro, à agropecuária e ao comércio. A EEA está situada próxima à antiga mina de Cata Branca e ao Pico do Itabira, elemento da paisagem que serviu de referência geográfica aos antigos bandeirantes no final do século XVII.

Por estar inserido em uma área que sofreu grandes intervenções antrópicas que resultaram em severas modificações da paisagem, o espaço torna-se adequado para o entendimento dos processos de recuperação de áreas degradadas e restauração ambiental.

Segundo informações da gerência da unidade, a estação foi criada como forma de compensação ambiental da atividade minerária do entorno, por meio de acordo judicial entre o Instituto Estadual de Florestas – IEF, o Ministério Público e as empresas de mineração. A criação da unidade não acarretou nenhum ônus para o IEF, uma vez que 95% da área da UC pertence ao Estado de Minas Gerais e o acordo previu que a implantação da EEA ficasse sob a responsabilidade da empresa de mineração.

De acordo com informações do IEF, em 2012 foi firmado um acordo entre o IEF e uma empresa de mineração para desafetação de parte da área da unidade

para abertura de estrada. A contrapartida da empresa foi a cessão de área que será uma nova RPPN, denominada Córrego Seco, com área em fase de criação.

O Monumento Natural da Serra da Moeda (MNSM), criado pelo Decreto Estadual nº. 45.472 de 21 de Setembro de 2010, possui área de 2.372 ha. A criação da unidade se deu em função do cumprimento do Termo de Ajustamento de Conduta firmado entre IEF, Ministério Público e a empresa de mineração proprietária das terras da região. A unidade foi criada em sobreposição a área de duas Reservas Biológicas Municipais: Campos Rupestres de Moeda Norte (82,8 ha) e de Moeda Sul (749,7ha), criadas em 2008. É importante ressaltar que, em termos de conservação da biodiversidade, as reservas biológicas são mais eficazes e adequadas, por serem mais restritivas em relações a possíveis interferências de uso.

Pelo decreto de criação do MNSM, a unidade é considerada integrante de um sistema de áreas protegidas do vetor sul da região metropolitana de BH – SAP Vetor Sul, o que evidencia as diretrizes para o tratamento conjunto e uma gestão integrada do grupo de unidades presentes no Sinclinal Moeda.

O artigo 4º do Decreto de criação do MNSM apresenta os aspectos essenciais para os objetivos de conservação da unidade, que são:

- I - o patrimônio espeleológico;
- II - a conectividade biológica e hidrológica;
- III - as nascentes e ressurgências; e
- IV - a conformação de um corredor ecológico entre o Monumento Natural da Serra da Moeda e Estação Ecológica de Aredes.

As unidades EEA e MNSM se encontram, portanto, em fase de implantação. Algumas atividades de educação ambiental e ações referentes à proteção das unidades estão sendo desenvolvidas, como também a criação do conselho consultivo no caso do MNSM em conjunto com EE Aredes.

De acordo com o SNUC, o Conselho Consultivo de uma unidade de conservação consiste no grupo de representantes do poder público e da sociedade civil que participam da gestão da unidade. Com base neste conceito, é possível esperar a melhoria das condições de gestão das UCs a partir da criação e da efetiva atuação do Conselho Consultivo.

A Área de Proteção Ambiental Sul – APA Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte foi criada pelo Decreto Estadual nº 35.624, de 8 de Junho de 1994 e compreende uma área de mais de 163 mil hectares situada nos municípios de Belo

Horizonte, Barão de Cocais, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Ibirité, Itabirito, Mário Campos, Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Santa Bárbara e Sarzedo.

A região apresenta grande potencial hídrico e biodiversidade de ecossistemas além de aspectos sócio-culturais e econômicos profundamente ligados a uma tradição minerária, responsável pelo surgimento de núcleos populacionais desde o século XVIII, com o advento do ciclo do ouro e, posteriormente, com a mineração de ferro.

A região da APA sul vem sendo alvo de forte pressão da expansão urbana de parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, principalmente em direção aos municípios de Nova Lima e Brumadinho (região do Sinclinal Moeda), com riscos de comprometimento da potencialidade ambiental local. Também têm sido crescentes os casos de conflitos entre as mineradoras e os diversos setores da sociedade (empresas de saneamento, ONG's, agricultores, etc) em razão do rebaixamento do nível d'água provocado pela mineração, bem como a necessidade de se consolidar em mecanismos de gestão que garantam o uso múltiplo da água tem gerado intensas discussões sobre o tema (GALAVOTTI, 2005).

Inicialmente a gestão da APA Sul era de responsabilidade da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD), o que dificultava a integração da gestão com as outras unidades estaduais gerenciadas pelo IEF. Com a transferência da gerência para o IEF e com o estabelecimento da sede da APA sul no Parque Estadual do Rola Moça, as condições de gestão foram facilitadas, o que permitiu a intensificação de ações de proteção na região do Sinclinal Moeda.

Porém, a efetividade da proteção de uso sustentável tem sido questionada no caso das APAs, onde o uso e ocupação muitas vezes não atende aos zoneamentos e restrições existentes, pouco diferindo de qualquer local onde se respeite a legislação pertinente em vigor (EUCLYDES; MAGALHÃES, 2006). No caso da APA Sul é possível observar a presença da atividade minerária e a expansão da ocupação urbana. Outro aspecto que contribui para dificuldades na gestão da área é o tamanho exorbitante da unidade, uma das maiores no estado, com mais de 163 mil ha abrigados em nove municípios, entre eles a própria capital do Estado.

Outro problema relacionado às APAs: a sobreposição de áreas de diferentes categorias de UCs. Nesses casos, a área das APAs contabiliza duplamente a área de UCs existentes no seu interior, como Parques, RPPNs, entre outras, o que resulta

na superestimativa das estatísticas referentes às áreas protegidas de uso sustentável.

De acordo com informações da Gerência de Criação e Implantação de Áreas Protegidas do IEF, a área do Sinclinal deveria ter mais três RPPN's de propriedade da Empresa Vale que seriam criadas como condicionantes, compensação ambiental, termos de compromisso e até compensação florestal de processos de licenciamento. O processo de criação dessas unidades possui pendências relacionadas a questões cartoriais, divergência nas matrículas e na titularidade dos imóveis. Essas RPPN's serão descritas abaixo.

Em 2005, a Vale S.A. abriu o processo para criação da RPPN dos Trovões com área de 306,87ha de acordo com o primeiro memorial descritivo, e de 144,04 conforme o último memorial descritivo. A RPPN Trovões era obrigação da MBR como resultado do Termo de Compromisso entre o IEF e essa empresa para exploração da Mina de Aboboras e Mina de Andaime – Cava 2, e também como condicionante na emissão de licença previa em 2001 e 2011. Com relação às pendências deste processo constam transferência do imóvel para a atual proprietária e não existem informações se as áreas de reserva legal não estão dentro da área da RPPN, que é uma condicionante do processo.

Ainda em 2005, a mineradora abriu processo para a criação da RPPN Rio de Peixe com área inicialmente de 84 ha e pedido de alteração para 114 ha, sem contar as áreas de preservação permanente e Reserva Legal. O motivo da criação da RPPN é uma medida de compensação ambiental do licenciamento da Mina do Gama. Entre as pendências constam a ausência de cópia do Imposto Territorial Rural - ITR e a definição da matrícula onde será criada a RPPN.

Em janeiro de 2008 foi publicada no Diário Oficial do Estado de Minas Gerais a criação da RPPN Capitão do Mato com área de 810 ha, no município de Nova Lima. O motivo da criação da UC foi um termo de compromisso celebrado entre o IEF e a mineradora como medida compensatória para licenciamento do Complexo Tamanduá. A mineradora não fez a averbação da área da unidade. Em 2010 e 2012 a empresa solicitou a ampliação da RPPN Capitão do Mato. De acordo com os dados encaminhados pela empresa ao IEF foi constatado que as áreas de ampliação já estavam inseridas na proposta inicial.

### 3.3 Principais Ameaças para Conservação da Biodiversidade

#### 3.3.1 Mineração

A região da Serra da Moeda é um bem importante para seus moradores. Os modos de vida e seus valores seculares encontram-se de certa forma preservados e estabelecidos em uma paisagem de grande beleza cênica que dia após dia vem sofrendo pressões relacionadas, principalmente, à atividade minerária e à expansão urbana.

A mineração no Brasil é considerada uma atividade de utilidade pública. De acordo com a resolução CONAMA 396/2006, em seu artigo segundo, inciso I, alínea C, que considera como de utilidade pública “as atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais”. O IBRAM confirma essa resolução com a seguinte publicação:

[...] a Mineração sendo uma das responsáveis por aumentar o nível de competitividade da indústria brasileira, pela melhoria da qualidade de vida da população, que usufrui de seus bens e produtos e essas razões justificam ser a atividade oficialmente reconhecida como de Utilidade Pública. (IBRAM, 2000)

De acordo com a legislação mineral vigente a extração do minério de ferro gera impactos ambientais diretos, de alta magnitude e irreversíveis. A forma de extração do minério resulta na destruição completa da paisagem na região onde a jazida é explorada. Existem jazidas que podem ter a extensão (perímetro linear) de 30Km e a profundidade pode chegar a 0,5Km e, em geral alcança o lençol freático. As cangas que recobrem as jazidas são descartadas com uso de toneladas de explosivo (BRANDT, 2008).

Por ser considerada de utilidade pública a atividade minerária não possui restrições de uso em áreas de preservação permanente de acordo com o artigo 3º inciso VIII da Resolução Conama, 396/2006.

A degradação de áreas naturais é a principal causa de extinção de espécies. De acordo com estudos recentes essa degradação pode causar o colapso das funções, dos serviços ecossistêmicos e dos processos ecológicos mesmo antes da extinção das espécies existentes.

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 (BRANDT, 2008).

As minas situadas na região da Serra da 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%), água mineral (22%), talco (20%), serpentinito (43%), filito (63%) e dolomita (25%) (QUARESMA, 2008). A atividade minerária envolve, além da extração mineral, uma grande infraestrutura de ferrovias, minerodutos, gasodutos, rodovias e suporte urbano que possibilita a ligação direta com os principais portos exportadores do sudeste (BRANDT, 2008).

Ao mesmo tempo em que as montanhas da região do Sinclinal são fonte de importantes recursos minerais, elas são receptáculo de águas subterrâneas com ambientes raros e frágeis. Deve existir um equilíbrio entre o uso dos recursos naturais e a conservação desses ambientes. (BRANDT, 2008).

No momento as principais empresas de mineração são proprietárias de aproximadamente 63% das terras do Sinclinal. Destes 63%, cerca de 50 % encontram-se sem uso e apenas 1.721 há, o equivalente a 3,6% da área do Sinclinal, foram destinados por essas empresas à conservação da biodiversidade através da criação de RPPN's e averbações de Reserva Legal. (BRANDT, 2008).

### **3.3.2 Expansão urbana**

A porção sul do RMBH é caracterizada por áreas mais restritivas em relação a fatores condicionantes físicos da urbanização. No entanto, a presença de um clima ameno e agradável associado a uma bela paisagem montana fez com que parte da expansão de Belo de Horizonte fosse direcionada para o vetor sul (AMARO, 2008).

[...] Essa expansão foi principalmente decorrente da implantação da BR – 040 rodovia federal que atravessa o Sinclinal de norte a sul e na década de 50 favoreceu o estabelecimento de casas de campo, sítios e segundas residências para a população de alta renda. (OLIVEIRA, 2012, p. 16).

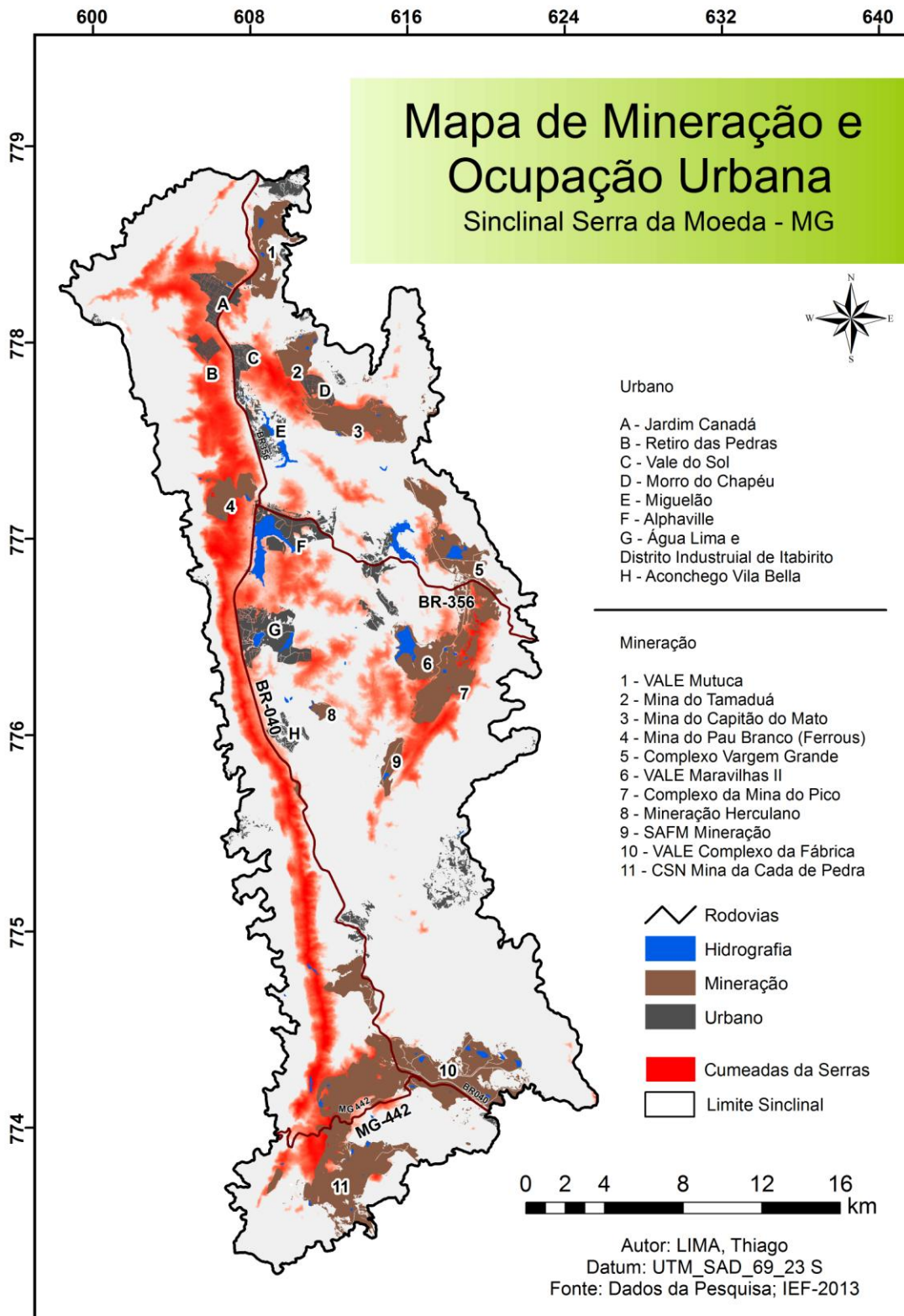
A partir dos anos 70 essa parcela de maior renda começou a se estabelecer em condomínios fechados caracterizados por serem residenciais e de acesso

restrito. O número desses condomínios aumentou a partir do início dos anos 90, com a construção e implantação de empreendimentos de grande porte (Souza; Brito, 2006).

Esse tipo de ocupação atraiu uma população prestadora de serviços de suporte e conseqüentemente houve a oferta de lotes irregulares, a ocupação de áreas naturais importantes e o adensamento desordenado de áreas no entorno dos condomínios. Vieram também várias iniciativas empresariais para atender o consumo dessa população. (AMARO, 2008).

De acordo com Amaro (2008), a região da Serra da Moeda tem possibilidade de se tornar um testemunho de carência de medidas disciplinadoras do uso e ocupação do solo urbano e rural, refletindo a nossa cultura precária cultural e urbanística. A Figura 8 – Mapa de Mineração e Ocupação Urbana mostra os empreendimentos minerários e as áreas urbanas na região do Sinclinal.





**FIGURA 8 - Mapa de Mineração e Ocupação Urbana**  
Fonte: IBGE, 2010.

### **3.4 Principais Oportunidades para Conservação da Biodiversidade**

#### **3.4.1 Serviços do Sinclinal**

Tendo em vista a riqueza dos seus ambientes naturais, apesar da forte pressão demográfica, os ecossistemas naturais da Serra da Moeda contribuem de forma significativa com vários serviços ecossistêmicos. (JACOBI; CARMO, 2008).

Desde o início da ocupação da região, o potencial hídrico do Sinclinal Moeda é conhecido pela abundância e qualidade das águas.

A presença da vegetação (JACOBI; CARMO, 2008) em uma paisagem diversa como a Serra da Moeda possibilita os processos de ciclagem de nutrientes, estabilização de encostas, mitigação de inundações e moderação das condições climáticas da região. Esses ambientes naturais auxiliam como filtros de partículas poluentes do ar e a presença de vegetação permite que as raízes e os solos retenham a umidade de modo a filtrar e purificar a água existente. A rica biodiversidade é responsável por manter refúgios de fauna e flora com destaque para as populações endêmicas da região, que estariam ameaçadas com intervenções drásticas em seus habitats. As áreas naturais também garantem outros serviços ecossistêmicos, como a polinização e a dispersão de sementes, contribuindo com a oferta de alimentos para região.

#### **3.4.2 Turismo**

O clima ameno associado a beleza da paisagem faz desse espaço uma opção de entretenimento e lazer para turistas, esportistas e moradores da região. A região permite aos seus usuários o contato com a História de Minas, principalmente por meio das especificidades da cultura local originadas de seu processo histórico. (BRANDT, 2008)

A região é famosa por oferecer aspectos estruturais condicionantes para a prática do ecoturismo na medida em que permite ao indivíduo uma integração com a natureza por meio das cachoeiras, trilhas, mirantes e na prática dos esportes de aventura. (BRANDT, 2008)

### 3.4.3 Instrumentos para a Conservação no Sinclinal

Além dos instrumentos legais para conservação dos ecossistemas naturais, como o SNUC e o Código Florestal, a região do Sinclinal apresenta incentivos legais para a conservação, tais como o ZEE, ICMS ecológico e a gestão participativa dos recursos hídricos.

A iniciativa de elaboração do Relatório Brandt teve como objetivo efetuar estudos e análises da área do Sinclinal tendo em vista a proposição do zoneamento Ecológico Econômico – ZEE para a região da Serra da Moeda (BRANDT, 2008).

Com relação ao ICMS ecológico, a Tabela 2 mostra o repasse deste recurso no ano de 2012 para os municípios pertencentes ao Sinclinal, referente ao critério meio ambiente e subcritério unidades de conservação. Isto é, se o município possuir unidades de conservação em seus limites inseridas no Cadastro Estadual de Unidades de Conservação ele recebe o repasse do ICMS ecológico.

MUNICÍPIOS DO SINCLINAL	VALOR DO REPASSE - (R\$) 2012
Moeda	60.840,00
Brumadinho	78.187,00
Congonhas	33.954,00
Nova Lima	139.550,00
Itabirito	23.250,00
Ouro Preto	76.586,00
Rio Acima	45.256,00
<b>TOTAL</b>	<b>457.623,00</b>

**TABELA 2 - Repasse do ICMS ecológico no ano de 2012 para os municípios pertencentes ao Sinclinal Moeda**

Fonte: Fundação João Pinheiro, 2012.

O município de Belo Vale não possui unidades de conservação, ele recebe o repasse de ICMS ecológico somente pelo subcritério saneamento. A região do Sinclinal possui o Comitê de Bacia do Rio Paraopeba com atuação na vertente leste e o Comitê da bacia do Rio das Velhas na porção oeste. Esses comitês têm participação efetiva na elaboração e implantação dos planos diretores dessas bacias e atualmente o Plano diretor da bacia do Rio das Velhas encontra-se em fase de revisão.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Definição dos Serviços Ecosistêmicos

De acordo com as definições da Avaliação de Ecossistemas do Milênio foram considerados no presente estudo os seguintes serviços ecossistêmicos:

- a) serviços relacionados à água
- b) serviços relacionados ao controle de erosão
- c) serviços relacionados à biodiversidade
- d) serviços relacionados ao turismo

A escolha dos serviços de água, de controle de erosão e de turismo se deu em razão do impacto direto que causam na população local, uma vez que seus benefícios podem ser facilmente perceptíveis pelas pessoas, em seu cotidiano. Já a biodiversidade pode ser considerada como serviço de impacto direto ou um serviço global, uma vez que ela é responsável pela produção de alimentos e também pelo seqüestro de carbono. Na seleção dos serviços, também foram observados os instrumentos legais, entendidos como uma garantia a mais de conservação das áreas naturais responsáveis por esses serviços.

#### 4.1.1 *Serviços relacionados à água*

Para os serviços da água, foram selecionados os fatores relacionados à produção, armazenamento e regulação do fluxo. O serviço de produção de água foi representado utilizando-se: i) mapa de hidrografia<sup>4</sup>, com a identificação dos principais cursos d'água a partir de um filtro nas cartas topográficas de hidrografia digitalizadas, do IBGE; ii) mapa com a delimitação de topos de morro<sup>5</sup>; e iii) mapa das áreas em volta de nascentes (*buffer* de 50 m), que correspondem às áreas de preservação permanente, presentes no Código Florestal, artigo 4º, inciso IV (BRASIL, 2012).

O serviço de regulação do fluxo d'água foi representado por um mapa das faixas marginais dos principais cursos d'água da área de estudo, utilizando-se um

---

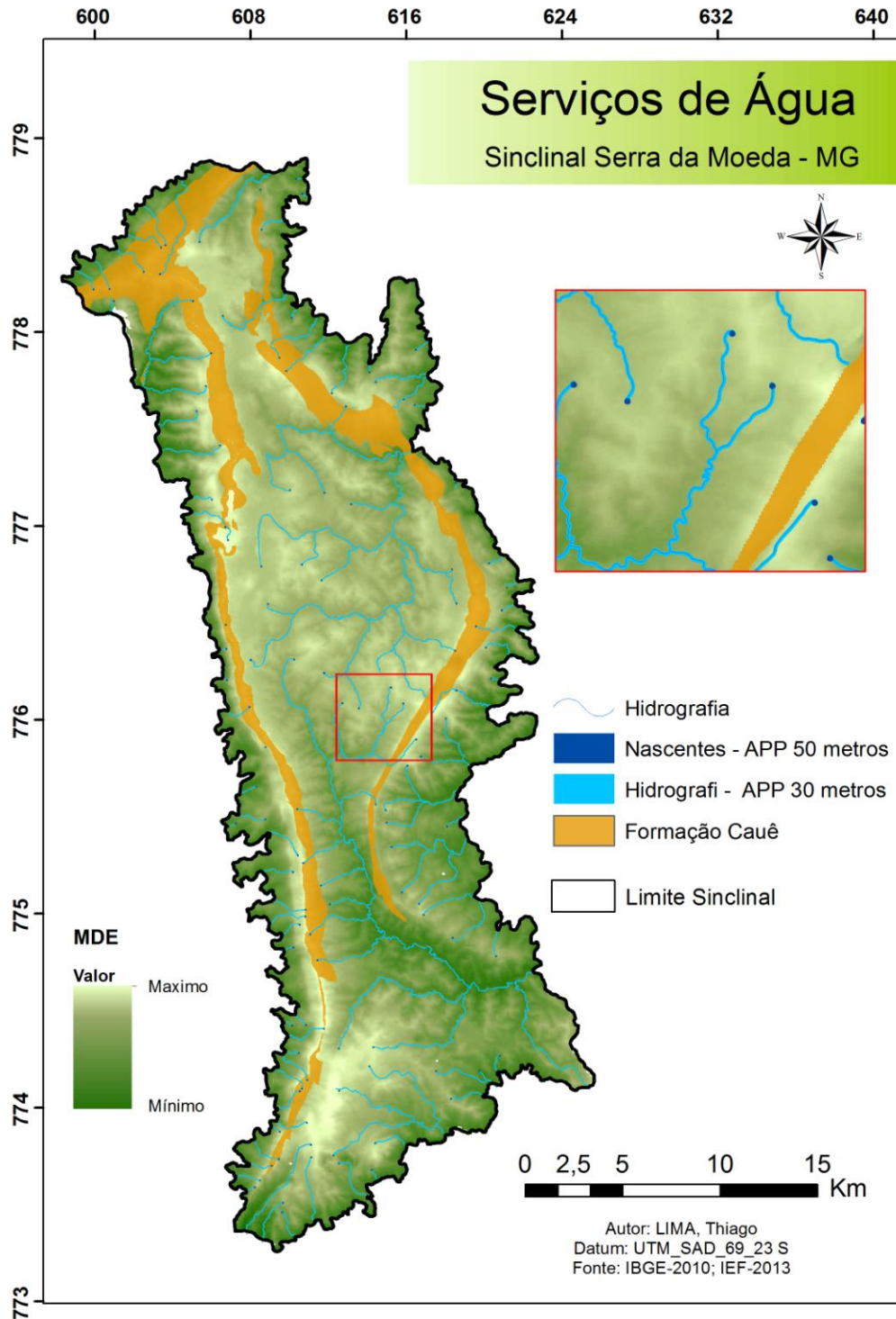
<sup>4</sup> Elaborado pelo NÚCLEO DE GEOPROCESSAMENTO DA FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE.

<sup>5</sup> Elaborado pelo NÚCLEO DE GEOPROCESSAMENTO DA FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE.

*buffer* de 30 metros, que corresponde também às áreas de preservação permanente, conforme o artigo 4º, inciso I, alínea a, do Código Florestal (BRASIL, 2012).

O serviço ecossistêmico de armazenamento de água foi identificado a partir da formação geológica Cauê presente na região, que é um indicador sobre o potencial de recarga e armazenamento hídrico dessas áreas.

O produto final dos serviços relacionados à água (FIGURA 9 – Mapa Serviços de Água) foi gerado pela soma dos mapas que representam esses três serviços: produção de água, regulação do fluxo e armazenamento de água, ponderados pelos seus respectivos pesos.



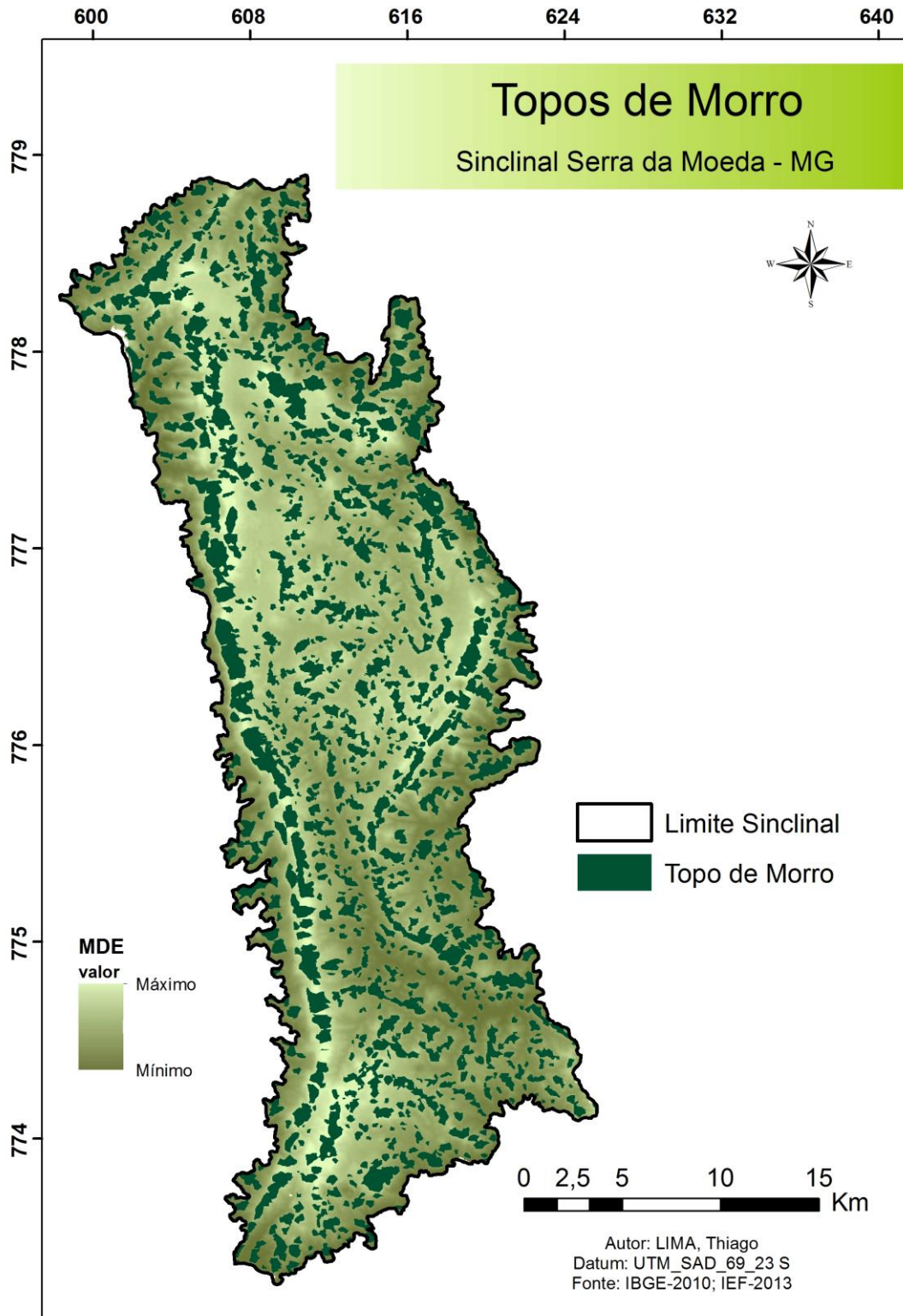
**FIGURA 9 - Mapa Serviços de Água**  
Fonte: IBGE, 2010.

#### **4.1.2 Serviços relacionados ao controle de erosão**

Para os serviços ecossistêmicos relacionados ao controle de erosão, foram observados os topos de morro, os tipos de solo e as declividades do Sinclinal Moeda. “Os topos de morro” (FIGURA 10 – Mapa Topos de Morro)<sup>6</sup> com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior ou igual a 25° nas áreas delimitadas a partir da curva de nível, correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima de elevação em relação a base são consideradas áreas de preservação permanente, conforme artigo 4º, inciso IX, do Código Florestal (BRASIL, 2012).

---

<sup>6</sup> Elaborado pelo NÚCLEO DE GEOPROCESSAMENTO DA FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE.



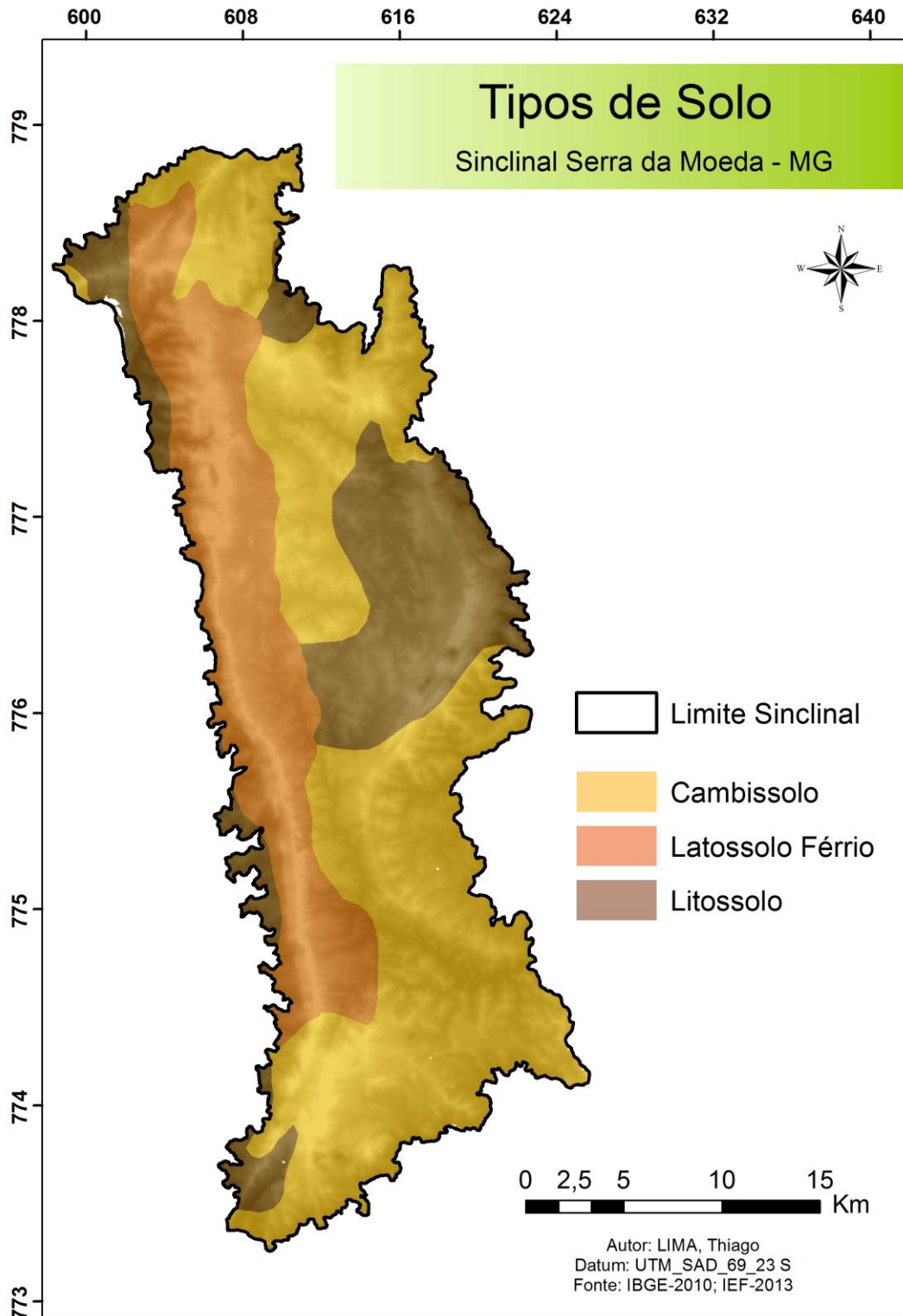
**FIGURA 10 - Mapa de Topos de Morro**  
Fonte: IBGE, 2010.



Conforme levantamento dos solos para o Estado de Minas Gerais<sup>7</sup>, os solos presentes no Sinclinal são os neossolos, os cambissolos e os latossolos (FIGURA 11 – Mapa Tipos de Solo). Como essa base de dados é a única disponível, elaborada para todo o Estado de Minas Gerais, o nível de detalhamento é mínimo para este estudo, que demanda uma escala local. Por essa razão, não devem ter sido consideradas manchas de solo entremeadas entre os grupos de solo. Essa caracterização mostra dois grupos de solo com grande vulnerabilidade à erosão: os neossolos e os cambissolos. Os latossolos, por sua vez, apresentam mais estabilidade e proteção contra erosão.

---

<sup>7</sup> Elaborado pelo NÚCLEO DE GEOPROCESSAMENTO DA FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE.



**FIGURA 11 - Mapa dos Tipos de Solo**  
Fonte: IBGE, 2010.

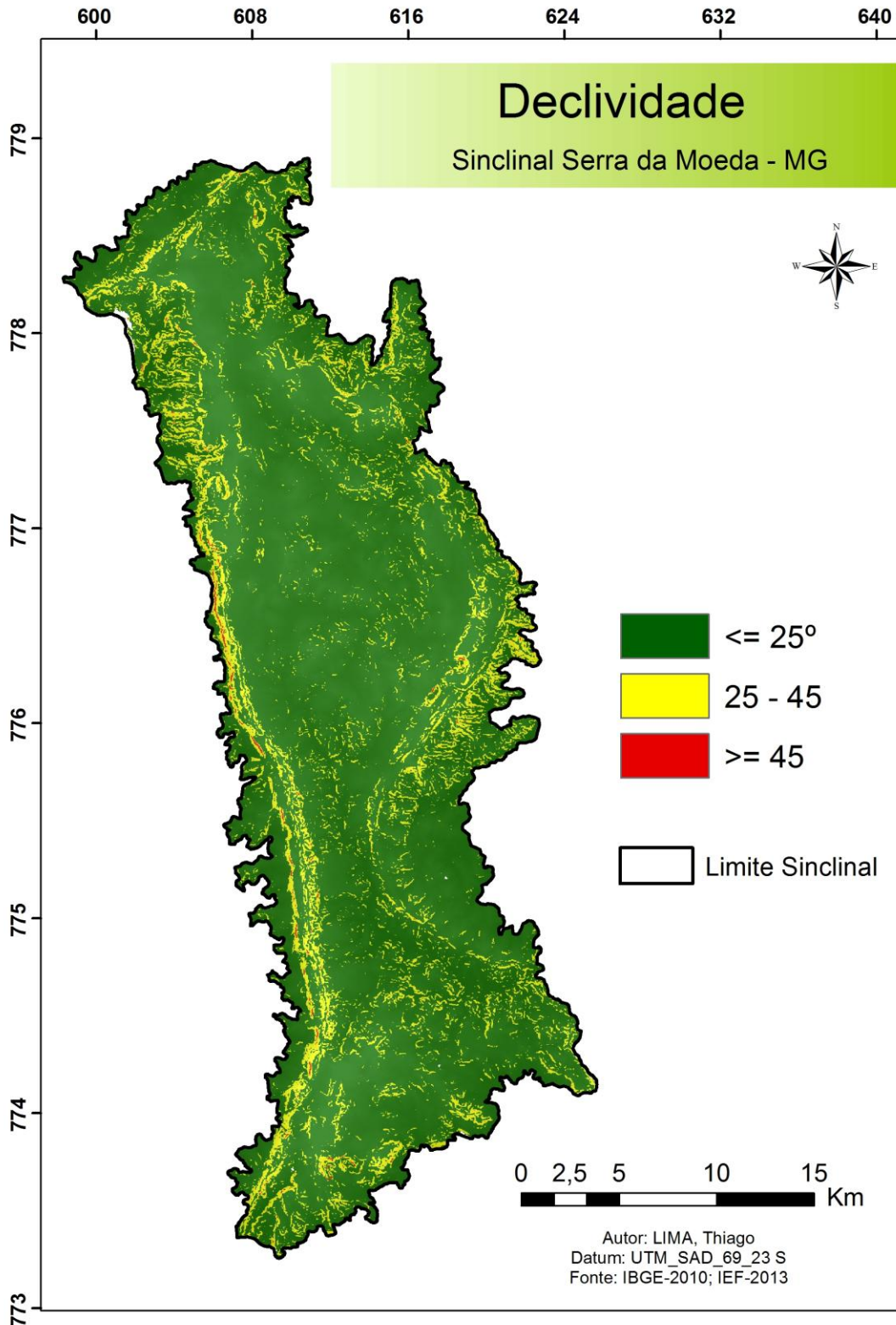
O mapa de declividade foi gerado a partir da base topográfica SRTM ([Shuttle Radar Topography Mission](#)), resolução 90 metros (MIRANDA, 2005). A declividade foi dividida nas seguintes classes: maior ou igual a 45°, entre 25° e 45°, e menor e igual a 25°, (FIGURA 12 – Mapa de Declividade)<sup>8</sup>. Essa divisão foi feita de forma proposital, uma vez que o antigo Código florestal, em seu artigo 11, estabelece que:

Em áreas de inclinação entre 25° e 45° serão permitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agronômicas, sendo vedada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social. (CÓDIGO FLORESTAL, 2012)

Essa restrição de uso confere às áreas de declividade entre 25° e 45° um certo grau de proteção legal que favorece a sua conservação.

---

<sup>8</sup> Elaborado pelo NÚCLEO DE GEOPROCESSAMENTO DA FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE.



**FIGURA 12 - Mapa de Declividade**  
Fonte: IBGE, 2010.

O mapa dos serviços de controle de erosão foi gerado a partir da soma dos mapas de topos de morro, tipos de solo e declividade que representam esse serviço, e seus respectivos pesos.

#### 4.1.3 Serviços relacionados à Biodiversidade

Esses serviços foram representados pela presença de vegetação natural, arbórea e campestre. O uso da cobertura vegetal (FIGURA 13 – Mapa Uso do Solo) se justifica pelo fato de a vegetação natural ser o habitat para um tipo de fauna e é a base para ocorrência de um ecossistema próprio. As classes de cobertura do solo presentes nesse mapa foram os atributos considerados para sua soma ponderada.

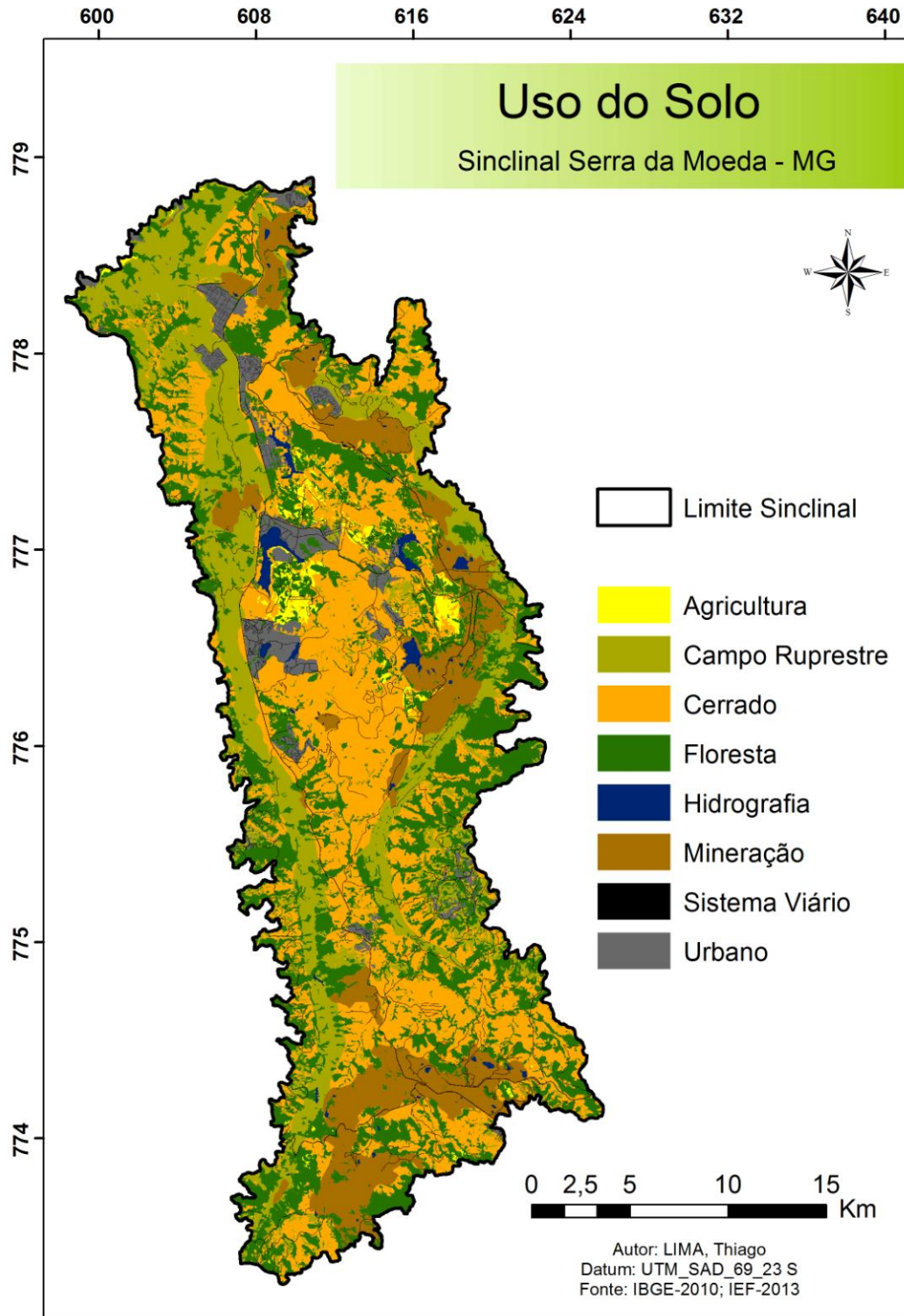
As classes de uso e cobertura do solo, mapeadas para o Sinclinal Moeda utilizadas neste estudo, estão descritas abaixo, no Quadro 2.

CLASSE	DESCRIÇÃO
ARBÓREA	Vegetação arbórea. Fitofisionomias: Floresta estacional semidecidual, e capoeiras (formações secundárias)
CERRADO	Vegetação arbórea arbustiva. Fitofisionomias: Cerrados <i>sensu strictu</i> e campos cerrados
CAMPO RUPESTRE	Vegetação predominantemente arbustiva e/ou gramíneo-lenhosa. Fitofisionomias: campos naturais e campos rupestres
AGRICULTURA	Atividades agrosilvopastoris
MINERAÇÃO	Áreas de atividade minerária: cavas, infra-estrutura, áreas do entorno com solo exposto
URBANO	Áreas de ocupação urbana: aglomerados urbanos, bairros e condomínios
SISTEMA VIÁRIO	BR 040, BR 356 e MG 442
ÁGUA	Cursos d'água, lagos naturais e artificiais
OUTROS USOS	Usos que ocupam áreas minoritárias na região: agropecuária, industrial, comercial, entre outros

**QUADRO 2 - Classes de uso e cobertura do solo**

Fonte: UNESP, 2011.

As classes de água e outros usos foram definidos nesse serviço com valor nulo. O interesse aqui é a vegetação natural, representando a biodiversidade e a localização das ameaças significativas a esse serviço: a ocupação urbana e a mineração.

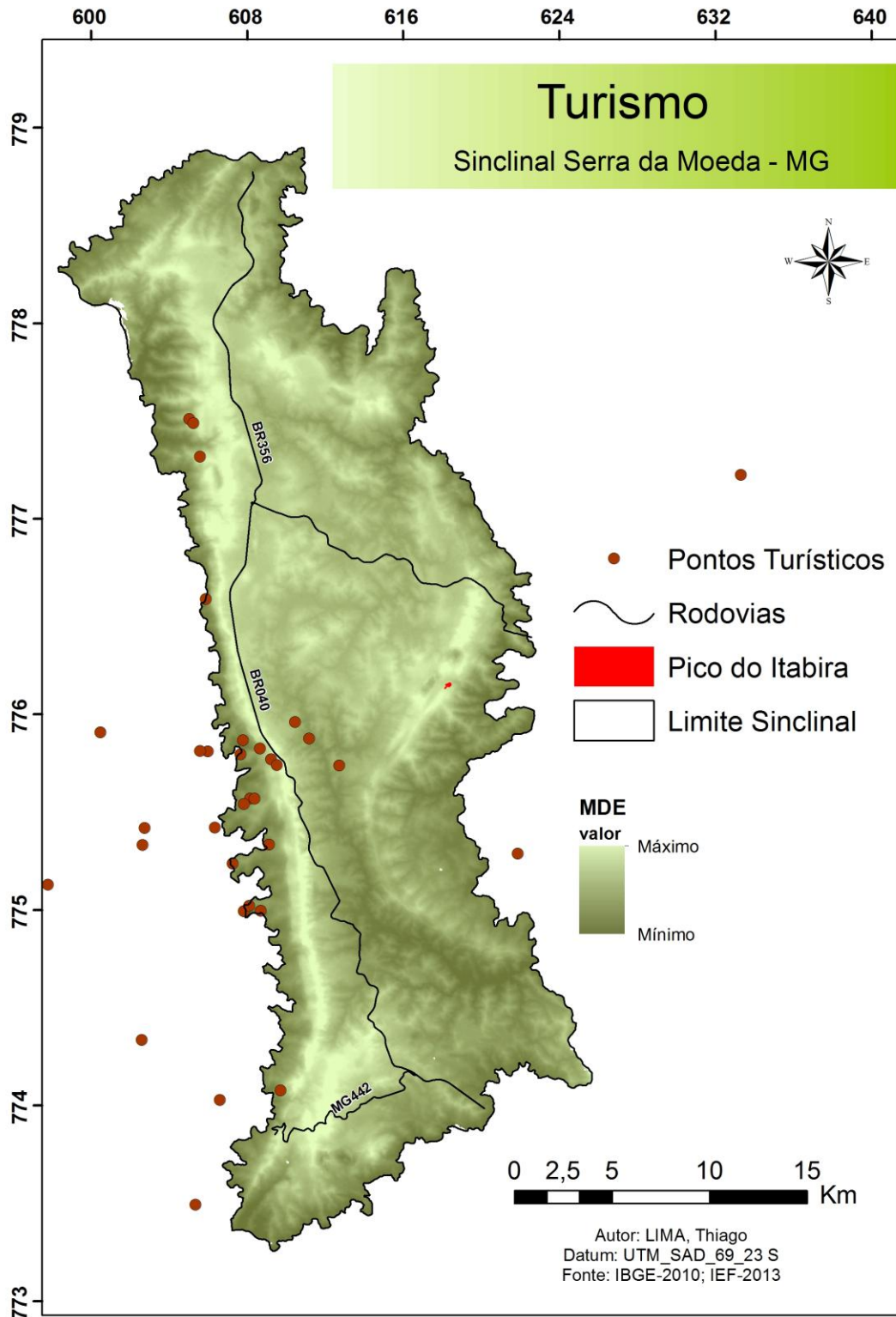


**FIGURA 13 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo**  
Fonte: UNESP, 2011.

#### **4.1.4 Serviços relacionados ao Turismo**

Por fim, os serviços relacionados ao turismo (BRANDT, 2008) foram identificados pelas áreas que proporcionam a prática de atividades de turismo, lazer, e esportes, podendo abrigar paisagens relevantes para as comunidades tradicionais, além de benfeitorias e edificações que compõe o patrimônio histórico-cultural da região. Os atrativos turísticos foram georreferenciados a partir do aplicativo *Google Earth*. Devido aos serviços aparecerem no mapa como pequenos pontos, eles foram contornados com um *buffer* de 50m, que funciona como uma zona tampão para a proteção desses atrativos (FIGURA 14 – Mapa Turismo).





**FIGURA 14 - Mapa de Turismo**  
Fonte: IBGE, 2010.

## 4.2 Integração dos mapas

Para a ponderação dos mapas, foi utilizado o método Delphi, que consiste na consulta direta a especialistas. Foram escolhidos 10 (dez) gerentes de unidades de conservação, com experiência na gestão de áreas protegidas e com conhecimento de áreas prioritárias para conservação fora das UC's. Esses profissionais formam uma equipe multidisciplinar, com conhecimento sobre as questões ambientais e com experiência na gestão de conflitos sociais e econômicos. Todos os gerentes das UC's de proteção integral presentes na área de estudo participaram do processo.

As entrevistas foram feitas na forma de questionário fechado (APÊNDICE A), com atribuição de notas e pesos. Foram apresentados um mapa com os três serviços de água, representados pelas nascentes, APP de 30m e formação Cauê; três mapas com os serviços de topo de morro, tipos de solo e declividade, para os serviços de controle da erosão; um mapa de uso e ocupação do solo do Sinclinal Moeda, para o serviço de biodiversidade; e um mapa com os pontos turísticos.

As entrevistas duraram aproximadamente uma hora cada, com tempo suficiente para os especialistas fazerem seus comentários pertinentes. A cada mapa apresentado aos gerentes com a pergunta padrão, eles fizeram a análise da situação e atribuíram as notas aos serviços, variando de 1 a 5: muito alta (nota 5), alta (nota 4), média (nota 3), baixa (nota 2), muito baixa (nota 1).

As notas, valores conferidos (atribuídos) a cada componente da legenda dos mapas temáticos, foram definidas pelo grau de pertinência da variável/ ocorrência para o objetivo do estudo.

De acordo com a análise de multicritério, a etapa seguinte foi a atribuição de pesos que representam a importância relativa de cada variável para a realização da análise, isto é, a relevância de cada uma em um conjunto de 100%. Por exemplo, entre os quatro serviços analisados, os serviços relacionados a água e biodiversidade, com as maiores médias, foram considerados mais importantes em relação aos serviços relacionados ao controle de erosão e turismo.

De acordo com a avaliação dos especialistas, foram efetuadas as médias ponderadas das notas com os devidos pesos. Os mapas de entrada citados foram então convertidos em mapas *raster*, onde cada *pixel* vale à nota do atributo. Por fim os quatro serviços tiveram a soma dos mapas, ponderadas pelos seus respectivos pesos.

Foram as seguintes equações usadas para gerar os mapas finais:

**a) Serviços de água**

= (peso dos serviços de produção de água = nascentes) \* (mapa de nascentes) + (peso do serviço de regulação do fluxo d'água = APP 30m) \* (mapa de APP 30m) + (peso do serviço de armazenamento d'água = formação Cauê) \* (mapa de formação Cauê)

**b) Serviços de controle de erosão**

= (peso do atributo topo de morro) \* (mapa de topos de morros) + (peso do atributo tipo de solo) \* (mapa de tipos de solo) + (peso do atributo declividade) \* (mapa de declividade)

**c) Serviços de Biodiversidade**

= (peso dos serviços de biodiversidade) \* (mapa de serviços de biodiversidade= mapa de uso e ocupação do solo)

**d) Serviços de Turismo**

= (peso dos serviços de turismo) \* (mapa dos serviços de turismo = mapa de atrativos turísticos)

**e) Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação**

= (peso dos serviços de água) \* (mapa dos serviços de água) + (peso dos serviços de controle de erosão) \* (mapa dos serviços de controle de erosão) + (peso dos serviços de biodiversidade) \* (mapa dos serviços de biodiversidade) + (peso dos serviços de turismo) \* (mapa dos serviços de turismo)

O modelo espacial foi construído utilizando a plataforma DINAMICA EGO. Este *software* foi elaborado pela equipe do Centro de Sensoriamento Remoto da UFMG e está disponível gratuitamente para download no site <http://www.csr.ufmg.br/dinamicaego/>. Ele oferece uma interface gráfica que representa o modelo em estrutura de fluxo de dados, onde operadores são articulados e parametrizados pelo usuário. Os operadores variam de álgebra de mapas a algoritmos especificamente desenvolvidos para calibração e validação de modelos, e podem ser organizados de forma a proporcionar *feedbacks* e operações aninhadas em interações (RODRIGUES *et al.*, 2007).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das entrevistas com os gerentes de unidades de conservação, conforme Apêndice B, serão apresentados nas tabelas a seguir, bem como os respectivos comentários, notas e médias descritas abaixo.

CRITÉRIO/ VARIÁVEL	PESO (100%)	COMPONENTE DE LEGENDA	NOTA
Serviços água	30%	Nascentes	5
		APP (30 metros)	4 nota serviço:5
		Formação cauê	5
Serviços erosão	20%	Controle de erosão**	nota serviço:4
Serviços biodiversidade	30%	Floresta	5
		Cerrado	5
		Campo Rupestre	5
		Agricultura	2 nota serviço:5
		Mineração	1
		Urbano	1
		Água	0
Serviços Turismo	20%	Atrativos turísticos	nota serviço:4
TOTAL	100%		OBS: As notas são as médias das notas de 10 entrevistas.

**TABELA 3 - Serviços Ecosistêmicos**  
Fonte: Elaborado pela autora.

CRITÉRIO/ VARIÁVEL	PESO (100%)	COMPONENTE DE LEGENDA	NOTA
Topos de morro	33%	Presença de topos de morro	5
		Ausência de topos de morro	3
Tipos de solo	33%	Litossolo	5
		Cambissolo	4
		latossolo	3

Declividade	34%	Maior igual 45°	5
		Entre 25° e 45°	4
		Menor igual 25°	3
TOTAL	100%		OBS: As notas são as médias das notas de 10 entrevistas.

**TABELA 4 - Serviços de Controle de Erosão**  
**Fonte: Elaborado pela autora.**

### 5.1 Serviços relacionados a água

#### a) Nascentes

De acordo com os resultados das entrevistas obtidos com relação aos serviços de água – nascentes, oitenta por cento (80%) dos gerentes de unidades de conservação consideraram as nascentes com importância extremamente alta para priorizar as áreas para conservação. Os comentários foram relacionados à garantia legal que a nascente tem para sua conservação e a importância da água como bem natural. Houve comentários que a área que corresponde ao raio de 50 m em torno da nascente seria insuficiente para a efetiva proteção e que as áreas de recarga deveriam ser totalmente protegidas para a “produção” de água. A média final obtida para esse serviço foi 5 (cinco).

#### b) Faixas marginais de 30m ao longo dos cursos d'água – APP 30 m.

Com relação às faixas marginais de 30 metros, localizadas ao longo dos principais córregos, mais uma vez foi observada a importância da água e a garantia legal que contribui para a conservação dessas áreas, o que ficou demonstrado nas respostas de 40% dos entrevistados, que consideraram essas áreas de alta importância para conservação. No entanto, foi questionado o efetivo cumprimento dessa norma, uma vez que a realidade demonstra que ocorrem muitas intervenções nas faixas de áreas de preservação permanente (APPs) de 30 metros. Trinta por cento (30%) dos entrevistados apontaram para a necessidade de recuperação dessas áreas para conservação. Mesmo os gerentes que deram notas mais baixas

consideraram essas áreas importantes e, portanto, elas deveriam estar associadas à quantidade e qualidade da cobertura vegetal. A média final desse serviço é 4 (quatro).

### **c) Formação Cauê**

A Formação Cauê ganhou enorme relevância para conservação no Sinclinal Moeda. Setenta por cento (70%) dos gerentes classificaram as áreas com a Formação Cauê com importância extremamente alta para a conservação. Foi observado nas entrevistas, que essa formação geológica, apesar de não ter garantia legal para a conservação, aparece como mais uma oportunidade e um argumento para identificar áreas para proteção da biodiversidade. A associação dessas áreas à atividade da mineração e à presença dos ecossistemas de canga aumenta significativamente a sua importância. A média final obtida desse serviço foi 5 (cinco).

## **5.2 Serviços relacionados a controle de erosão**

### **a) Topos de morro**

Nos serviços de controle de erosão foram considerados três mapas: os mapas de topos de morro, os mapas de uso do solo e o mapa de declividade. Os topos de morro também têm proteção legal e 50% dos gerentes consideraram essas áreas com importância extremamente alta para conservação em relação às áreas que não são de topo de morro. Alguns gerentes observaram a importância e a fragilidade de áreas que não são topos de morro e citaram como exemplo os 2/3 (dois terços) da porção inferior dos morros, que não são protegidos por lei.

A média obtida dos mapas com topos de morro foi 4 (quatro) e o mapa de áreas que não são topos de morro obteve a média 3 (três).

### **b) Tipos de solo**

Com relação aos tipos de solo relacionados com o controle de erosão, os neossolos ou litossolos foram considerados por 90% dos entrevistados como importância extremamente alta para conservação e a média obtida foi 5 (cinco). Os

cambissolos foram considerados de importância alta e a média obtida foi 4 (quatro). Os latossolos mais profundos e mais resistentes a erosão foram considerados como importância média e média igual a 3 (três).

### **c) Declividade**

Os resultados da declividade em relação à erosão mostraram que 90% dos gerentes classificaram áreas com declividade maior ou igual a 45°, já protegidas pelo Código Florestal, como de importância extremamente alta para conservação e a média obtida foi 5 (cinco). Já as áreas localizadas no intervalo de 25° a 45° foram consideradas por apenas 30% dos entrevistados como de importância extremamente alta para conservação e por 70% deles como de importância alta, e a média obtida foi 4 (quatro). As áreas de declividade menor ou igual a 25° foram classificadas como média importância de conservação e a média obtida foi 3 (três).

### **d) Topos de morro, tipos de solo e declividade**

Os resultados dos serviços de controle de erosão foram obtidos através da soma dos mapas de topos de morro, dos mapas de tipos de solo e dos mapas com as faixas de declividade. Todos esses serviços obtiveram média 4 (quatro), isso significa que os gerentes consideraram esses serviços como de alta importância para priorizar áreas para conservação

Diante desse resultado, para a definição dos pesos, o critério declividade recebeu maior atributo (34%) em relação aos critérios topos de morro e tipo de solo, com peso de 33% cada. A justificativa para esse procedimento é que tanto os topos de morro quanto as áreas com declividade acentuada são protegidas por lei, e, além disso, o fator declividade também está relacionado com os topos de morro.

## **5.3 Serviços relacionados à biodiversidade**

A base dos serviços da biodiversidade foi o mapa de uso e ocupação do solo do Sinclinal Moeda. Os diferentes usos foram classificados em vegetação arbórea, vegetação campestre, áreas urbanas e mineração. Oitenta por cento dos gerentes

(80%) classificaram as áreas com vegetação arbórea como de importância extremamente alta, e todos os entrevistados classificaram as áreas com vegetação de cerrado e campestre como de importância extremamente alta para conservação. Segundo declarações dos gerentes, no contexto do Sinclinal, a proteção da vegetação campestre garante a proteção da vegetação arbórea. Houve também uma associação da vegetação campestre com os ecossistemas sobre cangas, significativo na região do Sinclinal Moeda. Com relação às atividades agrícolas, foram consideradas, além da agricultura, as práticas de silvicultura. A média dois para esse uso foi em razão da cobertura do solo que essa atividade permite para a realização dos serviços relacionados a água e ao controle de erosão. Como era de se esperar, as áreas urbanas e de mineração foram consideradas como de importância muito baixa para a conservação, com média igual a 1 (um). O atributo água e os outros usos não foram considerados neste estudo.

#### **5.4 Serviços relacionados ao Turismo**

As áreas com serviços de turismo, isto é, os locais onde estão localizados os atrativos turísticos, foram classificadas pelos entrevistados como importância alta para a conservação (nota média = 4). Houve comentários sobre o potencial dos serviços turísticos e o seu impacto positivo local e direto para as comunidades. As observações foram no sentido da apropriação pela população local dos serviços de turismo, das oportunidades e da necessidade de trabalhos de educação cultural e ambiental.

#### **5.5 Soma Ponderada dos Serviços Ecossistêmicos**

Por fim realizou-se uma comparação entre os serviços de água, de controle de erosão, de biodiversidade e de turismo. Os serviços relacionados à água e à biodiversidade foram considerados de extrema importância para priorizar áreas para conservação, com médias igual a 5 (cinco). Com relação aos serviços de controle da erosão e os serviços do turismo, ambos foram considerados como importância alta para priorizar áreas para conservação com média igual a 4 (quatro).

Para a atribuição dos pesos, a opção lógica, de acordo com as notas dos especialistas, foi atribuir aos serviços de água e de biodiversidade o peso de 30%

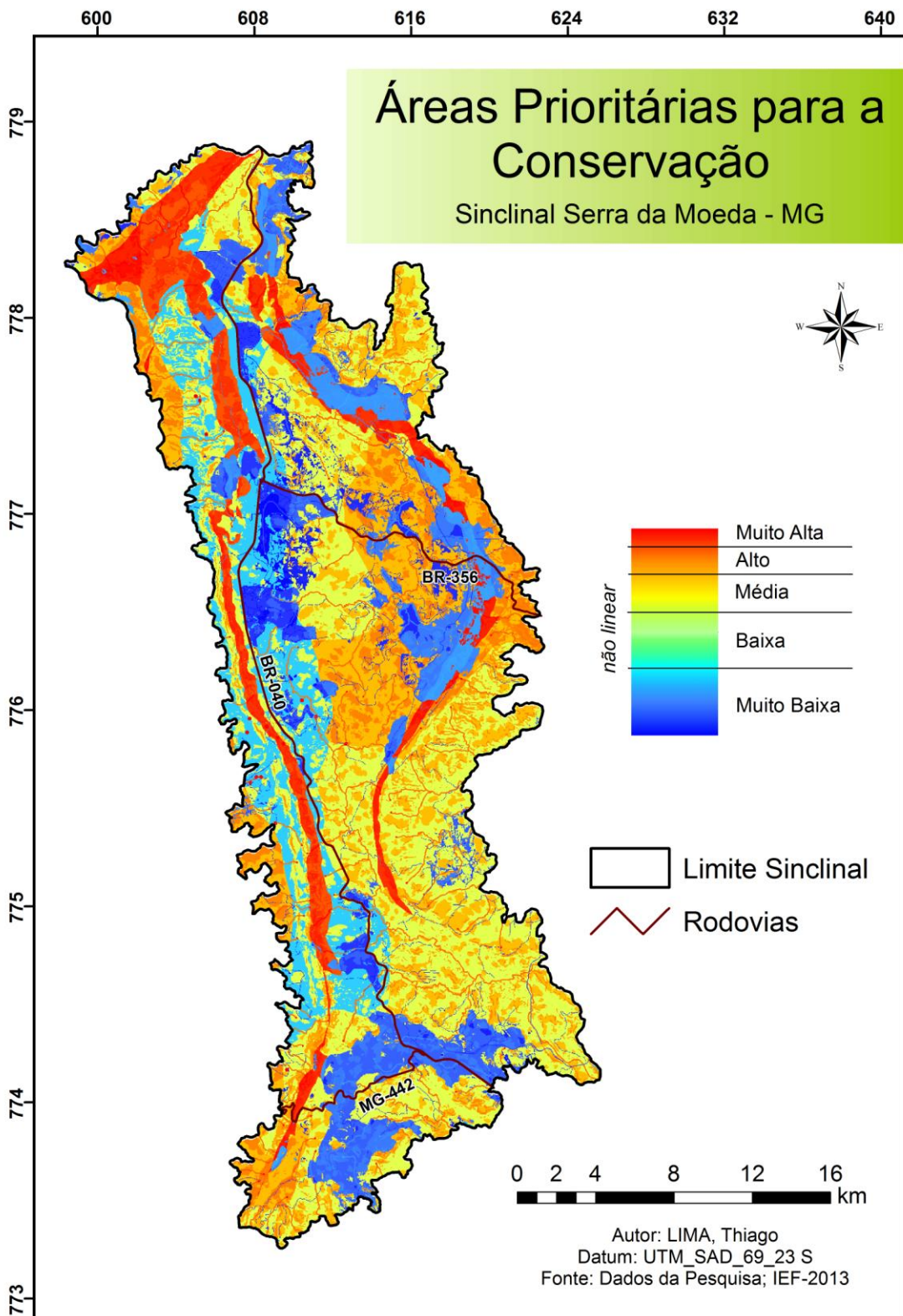


cada um e para os serviços de controle de erosão e turismo o peso de 20% respectivamente.

## **5.6 Áreas Prioritárias para a Conservação**

Os resultados do mapa final (FIGURA 15 – Mapa Áreas Prioritárias para a Conservação) apontam para a priorização de áreas de maiores altitudes, com declividades acentuadas, situadas nas cumeadas que delimitam as bordas do Sinclinal. Nessas áreas predomina a formação Cauê, que é a camada geológica na qual ocorrem os principais aquíferos e os ecossistemas sobre canga. É também nessas partes do Sinclinal que se encontram muitas das áreas com prioridade muito baixa para conservação (Classe 05) e que correspondem às áreas já altamente impactadas pela atividade mineradora.

As áreas menos prioritárias para a conservação estão associadas a ocupações urbanas, áreas de mineração e outras regiões com solo exposto. Apesar da presença de vários cursos d'água, essas áreas estão em menores altitudes no Sinclinal, com declividades mais suaves e solos menos vulneráveis à erosão.



**FIGURA 15 - Mapa Áreas Prioritárias para a Conservação**  
Fonte: IBGE, 2010.

Fazendo uma relação entre a importância dos serviços analisados para priorizar as áreas para conservação da biodiversidade com as classes presentes no mapa, tem-se:

Classes		Identificação
01	Muito alta	áreas com importância extremamente alta dos serviços para priorizar as áreas para conservação da biodiversidade.
02	Alta	áreas de importância alta dos serviços para priorizar as áreas para conservação da biodiversidade.
03	Média	áreas de importância média dos serviços para priorizar as áreas para conservação da biodiversidade.
04	Baixa	áreas de importância baixa dos serviços para priorizar as áreas para conservação da biodiversidade.
05	Muito baixa	áreas de importância média dos serviços para priorizar as áreas para conservação da biodiversidade.

**QUADRO 3 - Classes de prioridade de áreas para conservação da biodiversidade**

Fonte: Elaborada pela autora

**a) Classe 1 - áreas com importância extremamente alta dos serviços para priorizar as áreas para conservação.**

Essas áreas correspondem às cumeadas da Serra da Moeda e parte da Serra das Serrinhas, que delimitam as bordas do Sinclinal, com a presença da vegetação campestre – campos rupestres, formação Cauê, nascentes, declividade acentuada (entre 25° e 45° e maior que 45°), apesar da presença dos latossolos, que são mais resistentes a erosão.

Essa classe inclui todo o Parque Estadual do Rola Moça, o Monumento Natural da Serra da Moeda, uma área significativa da Estação Ecológica de Fechos e parte da Estação Ecológica de Arêdes.

Era de se esperar que a cumeadas da Serra das Serrinhas estivesse nessa classe, o que demonstra a expansão da mineração na região com a presença dos Complexos Minerários das Minas do Pico e Vargem Grande (FIGURA 8 – Mapa de Mineração e Ocupação Urbana).

**b) Classe 2 - áreas de importância alta dos serviços para priorizar as áreas para conservação da biodiversidade.**

Uma grande mancha dessa classe, localizada, em sua maior parte, na região centro leste do Sinclinal Moeda, corresponde às áreas com predominância de vegetação de cerrado e campestre, sem ocupação urbana e com a presença da mineração. Parece ser uma região de propriedade das mineradoras, a RPPN Capitão do Mato com portaria de criação, mas sem averbação, encontra-se nessa região.

Ocorre uma faixa dessa classe no limite noroeste do Sinclinal, próximo ao Parque Estadual do Rola Moça, e mais duas pequenas faixas: uma no limite sudoeste e outra no extremo sul.

Observam-se manchas mais escuras dispersas, o que pode indicar a presença de topos de morro, áreas de APPs (30 metros na faixa ao longo dos cursos d'água), algumas nascentes e declividades entre 25° a 45°. Esta classe coincide com as manchas dos neossoloslitólicos, o tipo de solo mais vulnerável à erosão.

Essas áreas podem ser propostas para futuras RPPN's e demais áreas protegidas.

**c) Classe 3 - áreas de importância média dos serviços para priorizar as áreas para conservação da biodiversidade.**

Essa classe aparentemente ocupa a maior área do Sinclinal, em que os serviços ecossistêmicos têm média importância para priorizar as áreas de conservação. Esta classe está caracterizada pela presença de declividades menores de 25°.

Como em todas as classes, foram observadas pequenas manchas mais escuras dispersas, que correspondem aos topos de morro, APPs (30 metros na faixa ao longo dos cursos d'água) e nascentes. Nesse sentido, essas áreas também devem receber atenção como proposição de futuras RPPN's e demais áreas protegidas.

Boa parte da Estação Ecológica de Arêdes está presente nessa classe, o que indica que ela tem importância média como área prioritária para conservação, com

base nos serviços ambientais. Isso pode ser explicado pela proximidade da unidade com empreendimentos minerários – SAFM e Mineração Herculano.

**d) Classe 4 - áreas de baixa importância dos serviços para priorizar as áreas para conservação da biodiversidade.**

As áreas próximas à borda leste do Sinclinal correspondem à mineração e atividades afins. A classe quatro pode indicar que, apesar da importância dos serviços existentes, esses locais estão relacionados às atividades minerárias.

Essa classe está distribuída em áreas ao longo da BR- 040, o que pode indicar a interferência das atividades minerárias, das ocupações urbanas e demais atividades antrópicas nesses locais. As baixas faixas de declividade (menores que 25°) e a presença de latossolos caracterizam essas áreas.

**e) Classe 5 - áreas de extremamente baixa importância dos serviços para priorizar as áreas para conservação da biodiversidade.**

As áreas da classe cinco estão relacionadas ao solo exposto, caracterizadas pela mineração, ocupação urbana e demais atividades que são predominantes ao longo da BR 040.

Essa classe, em área próxima ao Parque Estadual da Serra do Rola Moça, norte do Sinclinal inclui atividades minerárias, ocupações urbanas, como o Jardim Canadá e Água Limpa, e os vários condomínios, de acordo com a Figura 8 – Mapa de Mineração e Ocupação Urbana.

Como já foi mencionado, a mineração predomina na borda leste do Sinclinal, com a presença de empreendimentos minerários que começam ao norte como: VALE-Águas Claras, Mutuca e Tamanduá e no centro sul da Serras das Serrinhas, com os complexos de Vargem Grande e Maravilhas. Entre eles ocorre a presença do Condomínio Morro do Chapéu, o primeiro condomínio fechado que se estabeleceu na região na década de 70. (Amaro, 2008)

O Alphaville, condomínio de grande porte, as ocupações urbanas de suporte, outros condomínios, além do Distrito Industrial de Itabirito, onde será instalada a fábrica da Coca-Cola ocupam a porção oeste, ao longo da BR 040 e próximo à

cumeeira da Serra da Moeda, que é a borda oeste do Sinclinal. Ao sul a classe cinco está representada pela presença da Mina Casa de Pedra – CSN e pelo complexo da Fábrica-VALE de acordo com a Figura 8 – Mapa de Mineração e Ocupação Urbana.

Os núcleos urbanos, em azul escuro, possuem lagoas que não foram incluídas nas análises. Isso se explica uma vez que o atributo água que consta no mapa de uso e ocupação do solo teve peso nulo neste estudo.

Tanto no padrão azul claro como no azul escuro, que são áreas de baixa e extremamente baixas importância para a conservação, ocorrem faixas na cor laranja que representam as nascentes e as áreas de APP 30 m, o que caracteriza a importância desses ambientes para a conservação.

A presença da APA Sul, que ocupa a metade da área do Sinclinal (FIGURA 7 - Mapa Unidades de Conservação – UC's) não tem demonstrado relevância no sentido de promover a criação de áreas protegidas no local. A utilização dos serviços ecossistêmicos pode auxiliar na efetivação de APP's e Reservas Legais existentes na região da Serra da Moeda.

Com relação aos resultados das entrevistas com os especialistas, não foram observadas respostas tendenciosas e as médias obtidas revelaram uma oportunidade de utilização dos instrumentos legais, juntamente com os serviços ecossistêmicos para a conservação de áreas no Sinclinal.

Os comentários dos gerentes enriqueceram o estudo e não houve qualquer questionamento a respeito dos serviços e atributos, apesar de o resultado final demonstrar a necessidade de incluir as áreas das lagoas e reservatórios no estudo, com o objetivo de se obter mais áreas protegidas legalmente para conservação no Sinclinal Moeda.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além da expressiva biodiversidade e da sua importância hidrológica o Sinclinal Moeda oferece inúmeros serviços ecossistêmicos ameaçados pela crescente expansão urbana, pela ampliação atividade minerária e, mais recentemente, pela atividade industrial, com a instalação do distrito industrial de Itabirito. As mineradoras detêm mais de 60% da área do Sinclinal Moeda (BRANDT, 2008). Esta situação revela como as ações de conservação estão atreladas à atuação das empresas mineradoras na região da Serra da Moeda.

O Sinclinal produz minério da mais alta qualidade, e a extração desse minério é considerada uma atividade de utilidade pública, mas também produz água, atrativos turísticos, bem estar da população e todos os serviços relacionados à biodiversidade e ao controle da erosão na região. A garantia desses serviços está condicionada a proteção dos ambientes naturais existentes no Sinclinal.

A participação do poder público, ONG's e comunidades locais, por meio dos conselhos consultivos, na gestão das unidades de conservação presentes no Sinclinal, tem um papel fundamental para manutenção dos serviços ecossistêmicos. Esses conselhos podem atuar em conjunto, na formação de um mosaico de UC's, com objetivo de estabelecer a gestão integrada e o planejamento de ações conservacionistas para a região da Serra da Moeda.

Outra forma de garantir os serviços do Sinclinal é a realização de estudos e pesquisas para a criação de unidades de conservação, tendo em vista a elaboração de um programa de incentivo para a criação de RPPN's com objetivo de formar corredores ecológicos.

Diante deste contexto, a utilização dos serviços ecossistêmicos para identificar áreas para conservação é uma iniciativa relevante na conservação desses ecossistemas frágeis ricos em biodiversidade

O estudo e a identificação de áreas para a conservação da biodiversidade com base nos serviços ecossistêmicos pode ser uma opção a mais, além dos aspectos biológicos, para a conservação dos ecossistemas naturais. A utilização dos instrumentos legais existentes, juntamente com os serviços ecossistêmicos, pode representar uma oportunidade de se mostrar a importância desses ambientes para as pessoas.

Este trabalho apresenta um método simples de fácil visualização, que possibilita o conhecimento de relevantes serviços do Sinclinal Moeda, além da geração de um mapeamento com a classificação das áreas prioritárias para a conservação em relação a esses serviços.

Espera-se que a utilização desse trabalho possa contribuir, de forma complementar aos aspectos biológicos, para o planejamento e a indicação de áreas protegidas em Minas Gerais e no Brasil.



## REFERÊNCIAS

AMARO, J. J. V. Serra da Moeda: a natureza da economia de uma rede urbana em expansão. In: SOLÁ, M. E. C.; GUIMARÃES, C. M.; PAIVA, J. E. M. (Orgs.). **Patrimônio natural-cultural e zoneamento ecológico- econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. Belo Horizonte: Brandt Meio Ambiente, SindiExtra/ FIEMG. 2008. p. 157-348. v. 1.

ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem estar humano. **Textos para Discussão**, Campinas, IE/UNICAMP, n.155,43 p. fev.2009.

AUGUSTIN, C. H. R. R e MOREIRA, S. O Sinclinal de Moeda: um patrimônio geológico e geomorfológico. In: SOLÁ, M. E. C.; GUIMARÃES, C. M.; PAIVA, J. E. M. (Orgs.). **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. Belo Horizonte: BRANDT Meio Ambiente, SindiExtra, FIEMG. 2008.

BISHOP J. et.al. **A economia dos ecossistemas e da Biodiversidade- TEEB para o Setor de Negócios**: sumário executivo . Trad. de Confederação Nacional da Indústria – CNI, 2010. 23 p.

BRANDT, Wilfred. Importância da mineração no Sinclinal e na Serra da Moeda. In: SOLÁ, M. E. C.; GUIMARÃES, C. M.; PAIVA, J. E. M. (Orgs.). **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. Belo Horizonte: BRANDT Meio Ambiente SindiExtra, FIEMG. 2008.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, a implantação e a gestão das unidades de conservação. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Jul. 2000. Disponível em: <://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 11 de julho de 2012

BRASIL\_. Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012. (Novo Código Florestal).Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 20 de janeiro de 2012

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção Sobre Diversidade Biológica- CDB**. (Rio de Janeiro, 1992) Brasília: MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2000. (Biodiversidade, 3) Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/arquivos/cdbport\\_72.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/arquivos/cdbport_72.pdf)>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira.** Brasília: MMA,/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2002.

BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Áreas Protegidas-PNAP.** Brasília: MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006. 89 p.

CARVALHO FILHO, A. **Solos e ambientes do Quadrilátero Ferrífero (MG) e aptidão silvicultural dos tabuleiros costeiros.** 2008,245f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2008.

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre meio Ambiente e Desenvolvimento. **Agenda 21 Global.** (Rio de Janeiro, 1992.). Disponível em <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: 02 jun. 2012.

DALY, H.E., FARLEY, J. **Ecological economics: principles and applications.** Washington: Island Press, 2004.

DeGROOT,R.S., WILSON,M.A.;BOUMANS, R.M.J., A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, p.393–408. 2002.

DIAS, C.F.S. MANCIN, R.C.PIOLI. M.S. (Orgs.) **Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história.** Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração- IBRAM, 2013. 168 p

DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A., ANTONINI, Y. (Orgs.). **Biodiversidade em Minas Gerais - um atlas para sua conservação.** 2. ed. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas. 2005, 222 p.

ECOSYSTEM-MARKETPLACE;The Katoomba Group. **Conservation Economy Backgrounder.** Washington, DC: Forest Trends. 2007. Disponível em: <http://www.katoombagroup.org/documents/publications/ConservationEconomyBackgrounder.pdf> Acesso em: 30 jun. 2012

EUCLYDES; A.C. P MAGALHÃES, S.R. A. A Área de Proteção Ambiental (APA) e o ICMS Ecológico em Minas Gerais. **Geografias**, Belo Horizonte, IGC/UFMG, v.2, n.2, p.39-56 2006.

FRANÇA, Júnia Lessa; VASCONCELOS, Ana Cristina. **Manual para normalização de publicações técnicos-científicas.**8. ed. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2008.255p.

GALAVOTTI, G. D. M. **Diagnóstico do uso do solo e cobertura vegetal em Áreas de Preservação Permanente ao longo dos cursos d'água na APA SUL RMBH.** Monografia (Especialização em Geoprocessamento). Instituto de Geociências, Universidade Federal da UFMG, Belo Horizonte, 2005.

GASTAL, M.L.; SARAGOUSSI, M. Os instrumentos para a conservação da Biodiversidade. In: BENSUSAN, N. (Org.). **Seria melhor mandar ladrilhar?** Biodiversidade – como, para que e por quê? Brasília: Universidade de Brasília, 2008.

GIORDANO, L.C.; SETTIRIEDEL, P. Multicriteria spatial analysis for demarcation of greenway: a case study of the city of Rio Claro, São Paulo, Brazil. **Landscape and Urban Planning**. v.84, p. 301-311. 2008.

GROVES, C. R. *et al.* Planning for biodiversity conservation: putting conservation science into practice. **BioScience**, Washington, D.C., v. 52, n. 6, p. 499-512, 2002.

GUERRA, A.T. e GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 3ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.2003, 652 p.

HUETING, R., REIJNDERS, L., de BOER, B., LAMBOOY, J., JANSEN, H., The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, v. 25, n.1, p.31-35. 1998,

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO—IBRAM. **Contribuição do IBRAM para o zoneamento ecológico-econômico e o Planejamento Ambiental de municípios integrantes da APA Sul – RMBH: Memorial Descritivo**. Brasília, v. 1, março de 2003. 244p. (CD-ROOM)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Mapa de biomas do Brasil**. Brasília: MMA; IBAMA, 2004. Escala 1: 5.000.000.

IZQUIERDO, A,E.; CLARK, M.L. Spatial analysis of conservation priorities based on ecosystem services in the Atlantic forest region of Misiones, Argentina. **Forests**, v. 3, n.3, p.764-786. 2012.

JACOBI, C.M; CARMO, F. F. Patrimônio ecológico: biodiversidade, espécies endêmicas e ameaçadas. In: SOLÁ, M. E. C.; GUIMARÃES, C. M.; PAIVA, J. E. M (Orgs.). **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. Belo Horizonte: BRANDT Meio Ambiente. SindiExtra, FIEMG. 2008

JACOBI C.M., CARMO F.F., VINCENT R.C., STEHMANN J.R. Plant communities on ironstone outcrops – a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**. v. 16, p. 2185-2200. 2007

KOSCHKE, L.; FÜRST, C., FRANK, S.; MAKESCHIN, F. A multicriteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning **Landscape and Urban Planning** , v.94, p. 20–30. 2010.

LEWINSOHN, T.M. A evolução do conceito de biodiversidade. **ComCiência**. 2001. Disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens/biodiversidade/bio09.htm>> Acesso em: 02 jun. 2012.

LIMA, A. Instrumentos para a conservação da diversidade biológica. In: BENSUSAN, N. (Org.). **Seria melhor mandar ladrilhar?** Biodiversidade – como, para que e por quê? 2.ed. Brasília,DF: Editora Universidade de Brasília, 2008. 428p.

MARGULES, C; PRESSEY, R. L. Systematic Conservation Planning. **Nature**, London, v. 405, p. 243-253, 2000.

MINAS GERAIS. Lei n.13.803, de 27 de dezembro de 2000. Dispõe sobre a apuração e distribuição da parcela proveniente da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 28. dez. 2000.

MINAS GERAIS. Decreto n. 36.073 de 27 de setembro de 1994. Cria a Estação Ecológica de Fechos. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 28 set. 1994.

MIRANDA, E.E.de. (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 22 mar. 2012.

MORSELLO, C. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2001. 344 p.

MOURA, A.C.M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseado em análise de multicritérios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. , 2007, Florianópolis. **Anais...** São Jose dos Campos: INPE, 2007. p. 2899-2906.

MA -MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: 122current state and trends**. edited by R. Hassan, R. Scholes & N. Ash. Washington, DC: Island Press. 2005. (Série: Millennium Ecosystem Assessment, 1)

MACIEL, R.N. **Sistema Estadual de Áreas Protegidas-SEAP: análise jurídica e elaboração de Anteprojeto de Lei que trata dos espaços territoriais a serem protegidos no Estado de Minas Gerais**. 2006, 44. p. Monografia(Especialização em Direito Ambiental) Rio de Janeiro, Centro de Atualização em Direito – Universidade Gama Filho,2006.

OLIVEIRA, M. S. **Deteção de mudanças de uso e cobertura da terra no Sinclinal Moeda (MG) no período de 1991 a 2011 e previsões de mudanças futuras através de modelo espacial de simulação**. 2012,56f. Dissertação (Mestrado em Análises e Modelagem de Sistemas Ambientais) - Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

OLIVEIRA, I.S., WIELOCH, A.H. Primeiro registro de Onychophora em campo ferruginoso – Serra da Moeda In: SOLÁ, M. E. C.; GUIMARÃES, C. M.; PAIVA, J. E. M. (Orgs.). **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda: uma contribuição para sua conservação**. Belo Horizonte: BRANDT Meio Ambiente SindiExtra FIEMG. 2008.

PAIVA, J.E.M. et al. Patrimônio Histórico-Arquitetônico: vilas e povoados. In: SOLÁ, M. E. C.; GUIMARÃES, C. M.; PAIVA, J. E. M. (Orgs.). **Patrimônio Natural e**

**Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda:** uma contribuição para sua conservação. SindiExtra, FIEMG. Belo Horizonte, 2008.

PRESSEY, R. L. *Ad hoc* reservations: forward or backward steps in developing representative reserve systems? **Conservation Biology**, Cambridge, v. 8, n. 3, p. 662-668, 1994.

QUARESMA, L. F. Diagnóstico da economia mineral no Sinclinal de Moeda. In: SOLÁ, M. E. C.; GUIMARÃES, C. M.; PAIVA, J. E. M. (Orgs.). **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda:** uma contribuição para sua conservação. Belo Horizonte: BRANDT Meio Ambiente. SindiExtra, FIEMG. 2008.

RUCHKYS, U.A. MACHADO, M.M.; NOCE, C.M. Meta-Komatiitos do Morro do Onça, um importante sítio geológico do Quadrilátero Ferrífero/MG. **Geonomos, Revista de Geociências**, v.19, n.2, p.100-106,2011. Disponível em: [www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/20112/Ruchkys-et-al.pdf](http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/20112/Ruchkys-et-al.pdf)

SCARAMUZZA, C. A. de M.; MACHADO, R. B.; RODRIGUES, S. T.; RAMOS NETO, M. B.; PINAGÉ, E. R.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade em Goiás. In: FERREIRA Jr., L. G. (Org.). **A encruzilhada socioambiental:** biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado. Goiânia: Editora da UFG, 2008.p.13-66.

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D; CARVALHO, L.M.T. (Eds.) **Zoneamento ecológico-econômico de Minas Gerais:** componente sócio econômico Lavras: UFLA, 2008.

SILVA, J. A; MACHADO, R. B. AZEVEDO, A.A. DRUMOND, G.M. FONSECA, R.L. GOULART, M.F.MORAES JÚNIOR, E.L A. MARTINS, C. S. RAMOS NETO M. B Identificação de áreas insubstituíveis para conservação da Cadeia do Espinhaço, estados de Minas Gerais e Bahia, Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte; v. 4, n.1/ 2. p. 248-270,2008.

SOLÁ, M.E. Cristas, cumes e picos: um frágil patrimônio ecológico, geológico e paisagístico. In: SOLÁ, M. E. C.; GUIMARÃES, C. M.; PAIVA, J. E. M. (Orgs.). **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda:** uma contribuição para sua conservação. Belo Horizonte: BRANDT Meio Ambiente. SindiExtra, FIEMG., 2008 (a)

SOLÁ, M.E. Ambientes montanos em Minas Gerais. In: SOLÁ, M. E. C; GUIMARÃES, C. M.; PAIVA, J. E. M. (Orgs.). **Patrimônio Natural e Cultural – Zoneamento Ecológico Econômico da Serra da Moeda:** uma contribuição para sua conservação. Belo Horizonte, BRANDT Meio Ambiente. SindiExtra, FIEMG. 2008 (b).

SOUZA, J. ; BRITO F. **A expansão urbana de Belo Horizonte e da RMBH:** a mobilidade residencial e o processo de periferização nos anos 80 e 90. Disponível em [gestaocompartilhada.pbh.gov.br/sites/.../a\\_expansao\\_urbana\\_em\\_bh.pdf](http://gestaocompartilhada.pbh.gov.br/sites/.../a_expansao_urbana_em_bh.pdf)

VALENTE, R.O.A. **Definição de áreas prioritárias para conservação e preservação florestal por meio da abordagem multicriterial em ambiente SIG.** 2005.121 f. Tese (Doutorado em Conservação de Ecossistemas Florestais). ESALQ/USP. Piracicaba, 2005.

VIANNA, P.L.; Lombardi, J.A. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n.1, p. 159-177 2007.

VIANNA, P.L. A flora dos campos rupestres sobre canga no quadrilátero ferrífero. In: SIMPÓSIO AFLORAMENTOS FERRUGINOSOS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: Biodiversidade, Conservação e Perspectivas de Sustentabilidade, 1., 2008, Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte: UFMG/ ICB, 2008.

WILSON, E.O.; PETER, F.M. **Biodiversity**. Washington D.C: National Academic Press. 1988.

ZYNGIER, C. M. **Paisagens possíveis**: geoprocessamento na análise da ação de agentes modeladores das paisagens urbanas dos Bairros Santa Lúcia e Vale do Sereno. 2012. 296 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - EA- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA OS GERENTES

**SERVIÇO: ÁGUA** – produção, armazenamento e regulação do fluxo de água.

Qual o grau de importância das nascentes (áreas de proteção – 50m) para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

Qual o grau de importância das faixas marginais (30m) ao longo dos cursos d'água para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

Qual o grau de importância da Formação Cauê (armazenamento de água) para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

### **SERVIÇO: CONTROLE DE EROSIÃO**

- **Mapa com os topos de morro:** Presença de vegetação no topo de morro para controle de erosão:

Áreas de topo de morro:

Áreas que não são topo de morro:

- **Mapa de tipos de solos:** tipos de solo (áreas com os solos mais vulneráveis a erosão) –

Cambissolos:

Neossolo:

Latossolo:

**- Mapa de Declividade: faixas de declividade**

Áreas com declividade superior a 45°:

Áreas com declividade entre 25° e 45°:

Áreas com declividade menor que 25°:

Qual o grau de importância dos topos de morro para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

Qual o grau de importância do tipo de solo em relação a vulnerabilidade a erosão para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

Qual o grau de importância da declividade para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

**SERVIÇO – BIODIVERSIDADE**

**Mapa de uso e ocupação do solo**

Classificação do uso do solo

- Áreas com presença de floresta: nota
- Áreas com presença de campo rupestre: nota
- Áreas com presença de cerrado
- Áreas urbanas: nota
- Áreas com Agricultura: nota
- Áreas com Mineração : nota



**SERVIÇO – TURISMO**

Qual o grau de importância dos serviços relacionados aos atrativos turísticos para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

**SERVIÇOS**

Qual é o grau de importância dos serviços relacionados a água para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

Qual o grau de importância dos serviços relacionados ao controle de erosão para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

Qual o grau de importância dos serviços relacionados a biodiversidade para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

Qual o grau de importância do turismo para priorizar áreas para conservação?

- 1- Muito baixa
- 2- Baixa
- 3- Média
- 4- Alta
- 5- Extremamente alta

## APÊNDICE B - RESULTADOS DAS ENTREVISTAS COM OS GERENTES DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

### *Serviços relacionados a água*

#### a) Nascentes

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5

**TABELA 1 - Notas da consulta aos especialistas para nascentes**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 5**

#### b) Faixas marginais de 30m ao longo dos cursos d'água – APP 30 m.

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	3	5	5	5	4	5	3	2	2	4

**TABELA 2 - Notas da consulta aos especialistas para faixas marginais de 30m ao longo dos cursos d'água.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 4**

#### c) Formação Cauê

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	4	4	5	5	3	5	5	5

**TABELA 3 - Notas da consulta aos especialistas para Formação Cauê.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 5**

### **Serviços relacionados a controle de erosão**

#### a) Topos de morro

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	4	5	5	5	5	4	3	3	3	5

**TABELA 4 - Notas da consulta aos especialistas para áreas de topos de morro.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 4**

Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	3	4	4	3	3	3	3	5	4	3

**TABELA 5 - Notas da consulta aos especialistas para áreas que não são topos de morro.**  
Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 3**

**b) Tipos de solo**

Q Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5

**TABELA 6 - Notas da consulta aos especialistas para áreas com neossolos.**  
Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 5**

Q Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	4	5	4	4	3	4	4	3	4	5

**TABELA 7 - Notas da consulta aos especialistas para áreas com cambissolos.**  
Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 4**

Q Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	3	4	3	3	3	4	3	2	3	4

**TABELA 8 - Notas da consulta aos especialistas para áreas com latossolos.**  
Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 3**

**c) Declividade**

Q Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5

**TABELA 9 - Notas da consulta aos especialistas para áreas com declividade igual ou superior a 45°**  
Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 5**

Q Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5

**TABELA 10 - Notas da consulta aos especialistas para áreas com declividade entre 25° e 45°**  
Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 4**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	3	4	3	3	3	3	3	2	2	4

**TABELA 11 - Notas da consulta aos especialistas para áreas com declividade menor ou igual a 25°**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 3**

**d) Topos de morro, tipos de solo e declividade**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	5	5	5	4	4	3	3	5

**TABELA 12 - Notas da consulta aos especialistas para a importância dos topos dos morros para priorizar as áreas para conservação.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 4**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	4	5	4	3	4	5	4	5	4	5

**TABELA 13 - Notas da consulta aos especialistas para a importância dos tipos de solo para priorizar as áreas para conservação.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 4**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	4	3	4	5	4	5	4	5

**TABELA 14 - Notas da consulta aos especialistas para a importância da declividade para priorizar as áreas para conservação.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 4**

**Serviços relacionados à biodiversidade**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5

**TABELA 15 - Notas da consulta aos especialistas para as áreas com vegetação arbórea.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 5**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**TABELA 16 - Notas da consulta aos especialistas para as áreas com cerrado**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 5**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**TABELA 17 - Notas da consulta aos especialistas para as áreas com vegetação campestre**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 5**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	2	1	2	2	2	3	2	1	2	2

**TABELA 18 - Notas da consulta aos especialistas para as áreas com agricultura**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 2**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1

**TABELA 19 - Notas da consulta aos especialistas para as áreas urbanas.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 1**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	1	1	1	1	1	2	1	3	1	2

**TABELA 20 - Notas da consulta aos especialistas para as áreas de mineração.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 1**

### **Serviços relacionados ao Turismo**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	4	4	3	4	5	4	4	5	3	3

**TABELA 21 - Notas da consulta aos especialistas para a importância dos serviços de turismo para priorizar as áreas para conservação.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 4**

### Soma Ponderada dos Serviços Ecossistêmicos

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5

**TABELA 22 - Notas da consulta aos especialistas para a importância dos serviços relacionados a água para priorizar as áreas para conservação.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 5**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	4	5	3	3	4	4	4	4	3	5

**TABELA 23 - Notas da consulta aos especialistas para a importância dos serviços relacionados ao controle de erosão para priorizar as áreas para conservação.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 4**

Q N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**TABELA 24 - Notas da consulta aos especialistas para a importância dos serviços relacionados a biodiversidade para priorizar áreas para conservação.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 5**

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTAS	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3

**TABELA 25 - Notas da consulta aos especialistas para a importância dos serviços relacionados ao turismo para priorizar áreas para conservação.**

Fonte: Elaborada pela autora

**MÉDIA: 4**