

Estrutura Fisiográfica da Área de Proteção Ambiental Coqueiral – MG

Carolina Gusmão Souza¹
Lisiane Zanella¹
Rosângela Alves Tristão Bórem¹
Luis Marcelo Tavares de Carvalho¹
Katiane Ribeiro Souza²
Tatiana Grossi Chquiloff Vieira²

1 Universidade Federal de Lavras – UFLA
Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras – MG, Brasil
{carolzinhausmao, lisianezanella}@gmail.com; tristao@dbi.ufla.br;
passarinho@dcf.ufla.br

2 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Epamig
Caixa Postal 176 - 37200-000 - Lavras – MG, Brasil
tatiana@epamig.ufla.com; katianerib@hotmail.com

Abstract. This work aimed to feature the physiographic structure of the Coqueiral Environmental Protection Area, located in the City of Coqueiral, Southern of Minas Gerais, Brazil. The analysis of physical parameters of the area was obtained using Geographic Information Systems associated to Remote Sensing. These thematic maps were produced: land use and occupation, hydrography, roads, elevation and slope. The thematic maps were prepared using SPOT satellite image and different databases: the IBGE topographic maps and SRTM - NASA. The class "natural vegetation" remaining in the Protected Area is distributed in small and medium-sized fragments, covering less than 30% of the total area. On the other hand the class "pasture" was considered as the matrix, and occupied about 50% of the landscape. The extent of waterbodies was evaluated at 154.47 km and the drainage density was considered medium-high (22.59 m / ha). The road network was accounted at 81.52 km. The variation in elevation was quantified at 306 m and arithmetic average elevation was 887 m. The Protected Area showed strongly wavy relief, and the slope class that prevailed was the class "wavy", which occupied more than 50% of the area. The data from this study are highly relevant, since they serve as support for the implementation of environmental zoning and preparation of management plan for the Protected Area.

Palavras-chave: thematic maps, Remote Sensing, Geographic Information Systems, mapas temáticos, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica.

1. Introdução

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) aliado ao Sensoriamento Remoto (SR) exercem hoje um papel importante na representação e detalhamento do espaço físico territorial e são ferramentas imprescindíveis para a conservação e o gerenciamento do uso e ocupação da terra. As informações tais como hidrografia, relevo, altitude, malha viária, quando analisadas em conjunto, geram informações valiosas para o planejamento do uso da terra (Ribeiro et al., 2002).

A análise e interpretação da estrutura da paisagem possibilitam a obtenção de um conjunto de conhecimentos essenciais para o planejamento de uma área ou região, permitindo identificar os principais impactos negativos que afetam os ecossistemas do planeta, buscando, a partir de princípios do desenvolvimento sustentável, soluções compatíveis às esferas ecológica, social, cultural e econômica (Zanella, 2006).

O crescente aumento da interferência humana nas várias partes do planeta, e seus efeitos sobre o ambiente, vem causando uma rápida degradação ambiental e dos recursos naturais. A preocupação com esse efeito ocasionou um aumento no número de estudos sobre o impacto da atividade humana em ambientes terrestres e aquáticos, além da consequente implantação

de áreas de proteção, as quais, muitas das vezes, situam-se nas áreas de influência dos grandes conglomerados urbanos ou de propriedades rurais (Cuzzuol & Lima, 2003).

Áreas de Proteção Ambiental (APAs) têm ganhado notoriedade por aliar a conservação dos recursos naturais à produção sustentável de alimentos, tornando-se, assim, um importante agente na luta pela conservação ambiental. Pela adequação das atividades humanas às características do meio, com base nos estudos de potencialidades e de limitações da área nessas unidades de conservação, têm-se alcançado importantes resultados relacionados à manutenção da diversidade de ambientes, de espécies e de processos naturais (Mendes, 2005).

No planejamento de unidades de conservação, o zoneamento constitui a primeira etapa de sua organização interna, que deve culminar no estabelecimento de um plano de manejo. O zoneamento ambiental tem por fim relacionar as atividades previstas para a área de proteção (científicas, culturais, recreativas, preservacionista) aos locais mais apropriados à sua realização, conforme as características físicas e bióticas locais, a fim de compatibilizar a conservação dos recursos naturais com outros usos (Pivello, 1998). Um primeiro reconhecimento dessa necessidade é expresso legalmente pelo Decreto Federal nº 99.274, de 06/06/90, que institui um raio de proteção de dez quilômetros ao redor das unidades de conservação, onde as atividades deverão ficar subordinadas às normas editadas pelo IBAMA.

Entretanto, anteriormente ao zoneamento, é necessário uma caracterização fisiográfica da área, implementada por meio do diagnóstico ambiental. É durante o processo de diagnóstico que são identificadas as áreas de maior fragilidade e potencialidade, para serem tomadas decisões acerca daquelas mais relevantes à conservação, recuperação ou exploração direta dos recursos naturais (Cuzzuol & Lima, 2003). A caracterização fisiográfica de uma determinada região possibilita planejar de forma adequada a utilização/exploração dos seus recursos naturais (Zanella, Souza & Bórem, 2010).

Na APA Coqueiral, agricultores com uma visão econômica imediatista e, principalmente, por falta de conhecimento técnico, não planejaram o uso da terra, que deve ser baseado em um levantamento dos solos e análise da aptidão das terras. A cobertura vegetal primitiva foi reduzida a remanescentes esparsos, em sua maioria bastante perturbados pelo fogo, pela pecuária extensiva ou pela retirada seletiva de madeira. As florestas semidecíduas, em particular, foram drasticamente reduzidas, uma vez que sua ocorrência coincide com os solos mais férteis e úmidos e, portanto, mais visados pela agropecuária (Oliveira et al., 2004). O estado de degradação ambiental da área é lastimável, principalmente pela falta de cobertura vegetal do solo. Os prejuízos para a flora, a fauna e para a população local são evidentes.

Neste sentido este trabalho teve por objetivo fazer a caracterização fisiográfica da APA, com o intuito de fornecer subsídios à elaboração de um plano de manejo para área, uma vez que, se tratando de uma unidade de conservação, o plano de manejo é fundamental para que o gerenciamento sustentável da APA possa ocorrer adequadamente.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da área de estudo

A área estudada compreende a Área de Proteção Ambiental Coqueiral, situada no município de Coqueiral, ao Sul do estado de Minas Gerais, na Bacia do Rio Grande, na Microrregião de Lavras. O município possui uma área de 297.000 ha e limita-se com parte do lago formado pela Represa de Furnas, e com os municípios de Boa Esperança, Aguanil, Campo Belo e Nepomuceno, entre as coordenadas geográficas de 45° 19' 37,5" e 45° 26' 16,3" de LONG. W e 21° 03' 52,7" e 21° 09' 30,8" de LAT. S. (IBGE, 2006). Possui 6836,21 hectares tendo como principais atividades produtivas a cafeicultura, a pecuária e o cultivo de pequenas lavouras brancas.

O clima local é classificado, segundo Köppen, como Cwa de verão brando e chuvoso, com temperatura moderada, média anual de 21°C. A precipitação média anual é de 1.500 mm e a média anual de umidade relativa do ar é de 70 % (Emater, 2002).

2.2 Materiais e métodos

O trabalho teve início com um levantamento de campo para reconhecimento da área de estudo. Para o levantamento do uso e ocupação das terras foram usadas imagens do satélite SPOT produto SPOTMaps, com resolução de 2,5m. Também foram levantados e utilizados os mapas do meio físico disponíveis e as cartas topográficas do IBGE. O produto SPOTMap já é ortoretificadas e georreferenciadas, entretanto para realização de conferência de campo, coleta e checagem dos mapas a gerados utilizou-se um receptor GPSMAP Garmin 76CSx. Todas as geoinformações geradas foram incluídas em um Banco de Dados Geográficos.

O processamento digital das imagens e vetorização dos mapas temáticos foram realizados no Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING 5.1.5). O processo de interpretação visual foi realizada pela observação simultânea dos elementos de reconhecimento como tonalidade e cor, textura, forma, tamanho, padrão, sombra e associação de evidências, descritos por Marchetti & Garcia (1997). Com base nos critérios de interpretação visual o uso atual foi mapeado de acordo com classes compostas da seguinte forma: *Floresta Estacional Semidecidual*: formações florestais densas e florestas de galeria às margens dos córregos, campo sujo; *Cerrado*: formações de cerrado e cerradão; *Café*: lavouras em idade não produtiva, ou seja, até 3 anos e lavouras com idade superior a 3 anos; *Rocha exposta*: áreas com rocha em exposição; *Pastagem*: áreas de pastagens naturais e formadas; *Outras culturas*: áreas com culturas anuais em diversos estágios de desenvolvimento; *Outros usos*: áreas urbanas e benfeitorias; e *Corpos d'água*: corpos d'água, rios, córregos e represas.

Foi criada no SIG, uma categoria do modelo IMAGEM para as cenas de cada imagem utilizada e outra categoria do modelo TEMÁTICO, denominada Uso da Terra, com as classes discriminadas acima, onde foram vetorizados o plano de informação sobre a imagem.

Os índices de acerto da interpretação visual foram obtidos por meio de um conjunto de pontos coletados no campo para esta finalidade. A acurácia foi avaliada pelos índices Global e Kappa. As matrizes de confusão foram calculadas por tabulação cruzada entre os planos de informação matriciais de uso da terra derivados da referida imagem e dados amostrados em campo segundo metodologia descrita por Moreira et al. (2003).

A hidrografia e a malha viária foram obtidas a partir das cartas planialtimétricas do IBGE (1973), escala 1:50.000. A carta utilizada foi SF-23-V-D-III-1.

Para a elaboração dos mapas de declividade e altitude foram utilizados os dados de elevação da missão SRTM da NASA de acordo com metodologia de Valeriano (2007), para gerar o Modelo Numérico de Terreno (MNT), ou seja, modelar e mostrar o terreno numa forma tridimensional, sendo gerados por intermédio de grades retangulares. Utilizou-se do fatiamento das grades para geração dos mapas temáticos. Para obtenção do mapa de altitude foram usadas classes fatiadas a partir de altitude 800m a 1000 metros, intercaladas de 50 em 50 metros. Para obtenção do mapa de declive foram divididas as classes de relevo em *plano*: 0-3% de declividade; *suave ondulado*: 3-8%; *ondulado*: 8-20%; *forte ondulado*: 20-45%; *montanhoso*: 45-75%; *escarpado*: >75% (Embrapa, 1999).

3. Resultados e discussão

3.1 Uso e ocupação da terra

Através da interpretação da imagem de satélite, foi possível classificar a área em nove tipos de uso da terra (Figura 1).

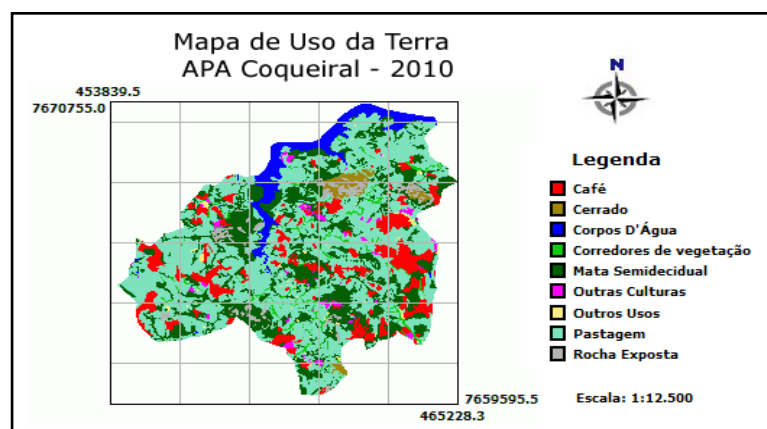


Figura 1: Mapa de Uso e Ocupação da Terra da APA Coqueiral, município de Coqueiral - MG

Detectou-se que cerca de 49,19% da paisagem é coberta por pastagem, 28,95% por vegetação nativa (mata semidecidual, corredores de vegetação e cerrado), 11,35% por cultura de café, 1,5% por outras culturas, em um total de 6836,21 ha de área (Figura 2).

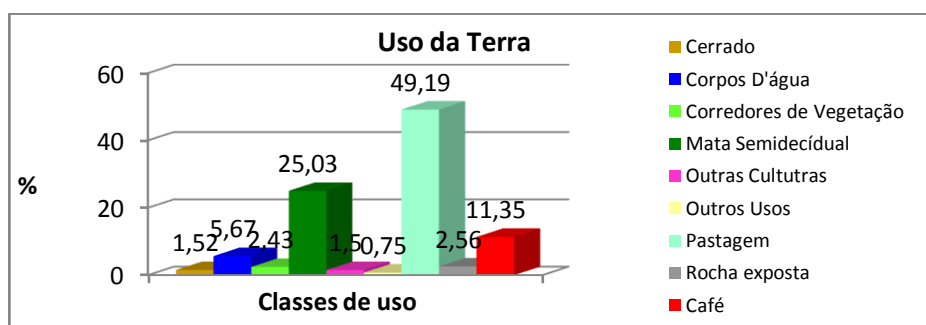


Figura 2: Classes de Uso e Ocupação da Terra em Porcentagem da APA Coqueiral, município De Coqueiral – MG.

As áreas de vegetação nativa estão distribuídas em toda área da APA na forma de pequenos e médios fragmentos. Sendo assim, Metzger (1999) afirma que quanto mais fragmentado o habitat maior o risco de extinção das espécies. Tabarelli e Gascon (2005) mostram que essa fragmentação também diminui a biodiversidade. As áreas com pastagem cobrem a maior parte da APA, o que corrobora que a pecuária é a principal atividade econômica do município, enquanto outras culturas apresentam uma porcentagem praticamente insignificante de área.

Outra fonte econômica importante no município é a cafeicultura aliada ao cultivo de outras culturas menos expressivas que caracterizam uma agricultura familiar, o que leva um grande número de pessoas a dependerem destas para a subsistência, justificando a área encontrada para esses usos, que somam juntos 12,85% da área da APA.

As áreas destinadas ao cultivo agrícola encontram-se, em grande parte, em más condições de conservação, devido ao manejo inadequado e, na maioria das vezes, não planejado, o que pode acarretar um sério problema para as populações que dependem destas atividades para obter sua renda. Essa dependência pode justificar também, a pequena porcentagem encontrada para as classes Floresta Estacional Semidecidual, Corredores de Vegetação e Cerrado, uma vez que, para o aumento da produção utilizam-se, muitas vezes, áreas destinadas à Preservação Permanente.

Uma pequena parcela da APA corresponde aos corpos d'água, totalizando cerca de 5,67%, sendo que deste total, quase 5% corresponde a parte do lago de Furnas que pertence aos limites da APA.

3.1 Hidrografia

A APA Coqueiral é rica em nascentes e cursos d'água. É drenada por importantes bacias, e a sua rede hidrográfica é composta por um total de 154,47 km de cursos d'água.

A densidade de drenagem foi calculada em 22,59 m/ha. De acordo com DNAEE-EESC (1980) este índice pode variar de 5 m/ha para bacias hidrográficas com drenagem pobre a 35 ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas. Este dado aplicado a bacias hidrográficas pode ser extrapolado para a área em estudo, por esta compreender em seus limites uma ou mais do que uma bacia hidrográfica. Assim, o resultado obtido indica que a APA apresenta uma capacidade de drenagem classificada como média-alta. Dados semelhantes foram encontrados por Costa (2000), em um estudo realizado no Acre, no qual a drenagem foi de 11,60 m/ha, sendo considerada como mediana.

A ação humana, como o desmatamento nas matas ciliares provoca impactos de grandes consequências nos recursos hídricos, tais como: a erosão e o assoreamento dos rios. O mapa da rede hidrográfica da área de estudo pode ser observado abaixo (Figura 3).

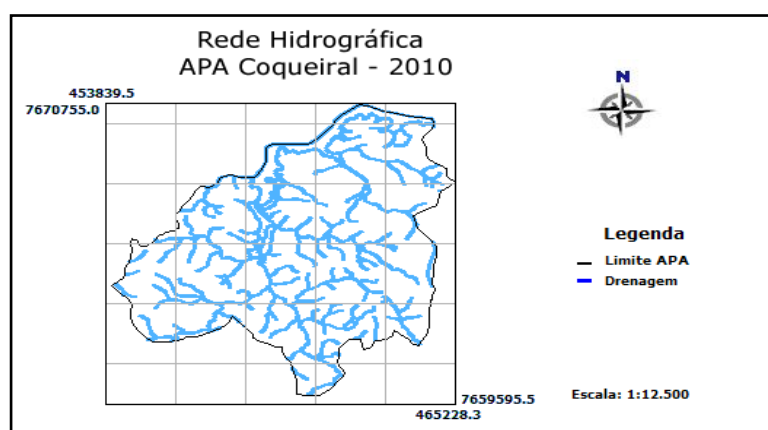


Figura 3: Mapa da Rede de Drenagem da Apa Coqueiral, 2010.

3.2 Malha Viária

Como a APA se localiza integralmente na zona rural do município, as estradas existentes não se encontram pavimentadas, caracterizando-se como “estradas de chão”. Estas estradas totalizam 81,52 km de extensão (Figura 4), e incluem também os acessos às propriedades rurais. A malha viária foi digitalizada a partir da imagem de satélite.

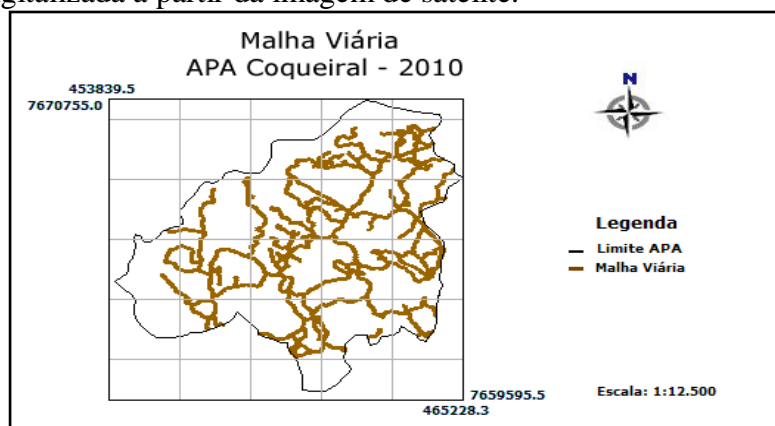


Figura 4: Mapa da Malha Viária da APA Coqueiral, 2010.

Tomando por base a densidade de drenagem, avaliou-se que a densidade de estradas na área é baixa correspondendo a 11,92 m/ha. Resultados distintos foram indicados por Zanella et al. (2010) na região de Carmo de Minas (MG), onde a malha viária correspondeu a

33,78m/ha. A quantificação das estradas em relação à área ocupada pela APA permite diagnosticar a densidade de estradas, que contribui positivamente quanto à acessibilidade às propriedades, porém, em contrapartida expõe as áreas naturais à presença humana (facilita o acesso), comprometendo a sua preservação, tanto sob o aspecto do favorecimento à entrada de substâncias tóxicas como da facilidade à coleta de plantas e a captura ou atropelamento de animais silvestres (Zanella, 2006).

3.3 Hipsometria

A superfície da APA foi classificada em seis diferentes classes altimétricas, agrupadas de 50 em 50 m, com uma variação de 306 m distribuídas entre as altitudes 734 e 1040 m acima do nível do mar (Tabela 1).

TABELA 1 - Distribuição das altitudes em hectares e percentagem da APA Coqueiral, 2010.

Classes Hipsométricas	Área em hectares	Área (%)
<800 metros	1876,95	27,3
800-850	2198,61	32
850-900	1407,42	20,5
900-950	1033,03	15
950-1000	334,35	4,8
>1000	26,46	0,4

É possível observar que a maior parte da superfície da APA (mais que 79,8 %), encontra-se entre uma altitude de 734 a 900 m acima do nível do mar. As outras três classes referem-se às áreas de maior altitude, correspondendo, respectivamente a 15%, 4,8% e 0,4 % da área. A altitude máxima da área é de 1030 m e mínima 734m. Tem como altitude média aritmética 887m.

A partir dos resultados, observa-se que a área possui relevo movimentado e de acordo com o mapa altimétrico (Figura 5), verifica-se que as classes que contém as altitudes mais elevadas encontram-se à sudeste da APA, sendo que as classes altimétricas diminuem, a medida que aproximam-se da represa de Furnas.

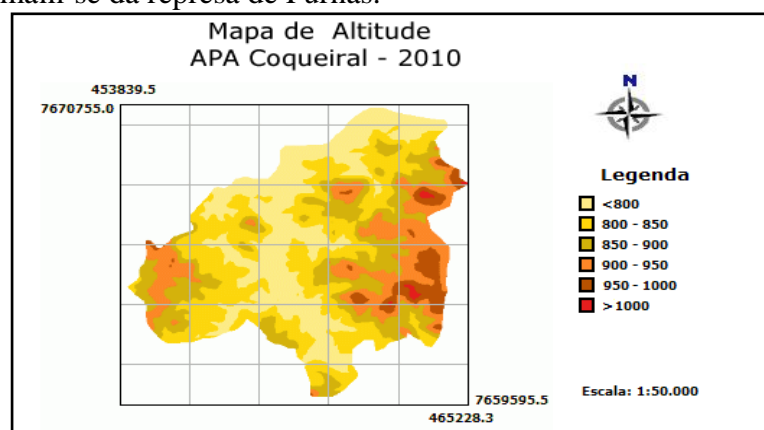


Figura 5: Mapa da hipsometria da APA Coqueiral.

3.4 Clinografia

Baseando-se no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), as classes de declive foram divididas em: plano (0-3%); suave ondulado (3-8%); ondulado (8-20%); forte ondulado (20-45%); montanhoso (45-75%); escarpado (maior que 75%). A declividade do terreno pode ser observado em seguida (Figura 6 e 7).

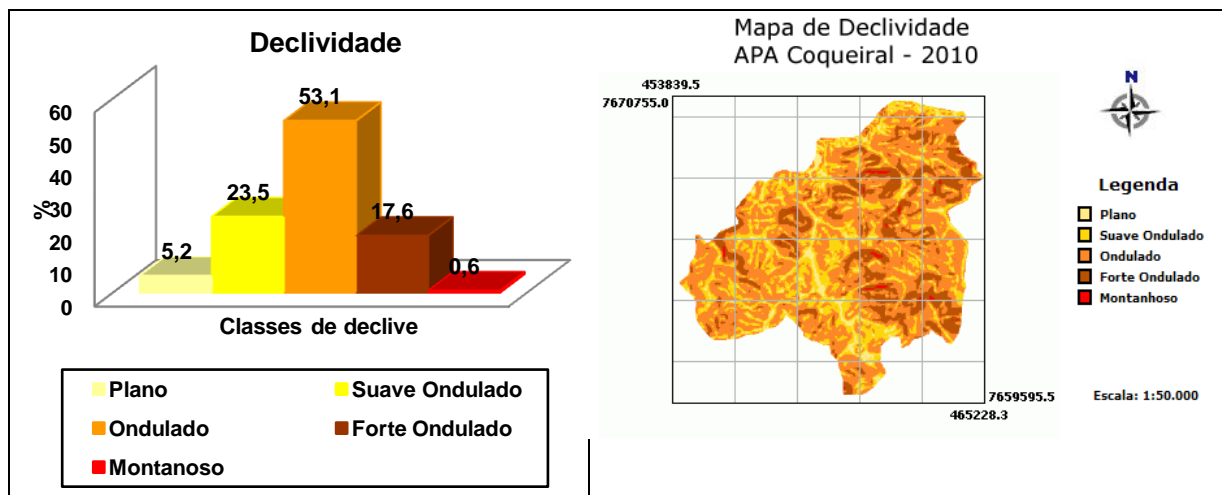


Figura 6: Variação clinográfica em percentagem, para a APA Coqueiral.

Figura 7: Mapa da clinografia da APA Coqueiral.

Observa-se que mais de 50% do relevo corresponde a classe ondulado. Nesta classe, o uso para a agricultura é bastante restrito, pela alta suscetibilidade à erosão apresentada, sendo indicado, nestes casos, o estabelecimento de culturas permanentes como cafeicultura, fruticultura e silvicultura. As declividades menos acentuadas (0-20%) representam 28,7% da área da APA e são consideradas próprias para agricultura, desde que sejam empregadas práticas simples de controle à erosão. As áreas com declividade mais acentuada (45-75%), onde o relevo é classificado como montanhoso, ocorrem em menos de 1% da APA e não podem ser consideradas aptas ao desenvolvimento de agricultura, pois o grau de suscetibilidade à erosão neste tipo de relevo é alto, portanto a implantação de culturas está condicionada à implementação de técnicas intensivas de conservação do solo. A APA não possui áreas com declives superiores a 75%, consideradas como escarpadas.

4. Considerações Finais

A partir dos dados obtidos constatou-se que a APA Coqueiral é bem drenada por cursos d'água e possui poucas estradas, o que se constitui como um fator positivo por manter um baixo acesso às áreas naturais da reserva.

A APA, por ser uma unidade de conservação de uso sustentável, permite o desenvolvimento de atividades agropastoris, no entanto, devido ao relevo da área ser movimentado, apresentando altas declividades, a agricultura deve ser estabelecida com critério, utilizando um plano de manejo adequado.

Os dados obtidos a partir deste trabalho possuem grande relevância, pois servem como subsídio para a realização do zoneamento ambiental e da elaboração do plano de manejo da APA, importantes ferramentas de gerenciamento de unidades de conservação.

5. Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer o laboratório de Geoprocessamento da Epamig (GeoSolos), pelo apoio na realização dos trabalhos. A Universidade Federal de Lavras e o Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada. À FAPEMIG pelo financiamento do projeto na APA Coqueiral e a CAPES/CNPQ pelas bolsas concedidas.

5. Referências

BRASIL, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Superintendência de Cartografia. Carta Coqueiral (MG): SF-23-V-D-III-1. 1973. In: _____. **Carta do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1973. Escala 1:50.000. Projeção Universal Transversa de Mercator.

Consultative Group for International Agriculture Research - Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI). SRTM 90m Digital Elevation Data. Disponível em: <<http://srtm.csi.cgiar.org/>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

Costa, S.S.M.C. **Caracterização Ambiental da Reserva Extrativista Chico Mendes (Acre-Brasil): subsídios ao plano de manejo**. 2000. 165p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2000.

Cuzzuol, M. G. T.; Lima, R. N. **Análise da sensibilidade física da Área de Proteção Ambiental do Goiapaba-Açu (Fundão-ES): subsídios ao zoneamento ambiental**. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/Revista_Online_Cuzzuol.pdf> Acesso em: 11 de out. de 2010.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA – Produção de Informação, 412p. 1999.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS - EMATER. Área de proteção ambiental do Município de Coqueiral. Belo Horizonte, Unidade de Consultoria e Projetos, 2002.

Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. Bacia experimental rio Jacaré-Guaçu – **Convênio DNAEE-EESC**. São Carlos:DNAEE/USP, 112p. 1980.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default.shtm>> Acesso 26 de out. de 2010.

Marchetti, D. A. B.; Garcia, G. J. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo: Nobel, 1996. 264p.

Metzger, J. P. Editorial Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, v142, n. 21, p. 1138–1140, 2009.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: INPE. 307p. 2003.

Oliveira, G.C.; Dias Junior, M.S.; Curi, N. & Resck, D.V.S. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após 20 anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v28, p. 335-344, 2004.

Pivello, V.R. Proposta de Zoneamento Ecológico para Reserva de Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro. **Brasilian Journal Ecology** V. 2, p. 108-118, 1988.

Ribeiro, S.R.A.; Bähr, H.P.; Jorge, S.C. Integração de Imagens de Satélite e Dados Complementares para a Delimitação de Unidades de Paisagem Usando uma Abordagem Baseada em Regiões. **Boletim Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 8, n. 1, p.47-57, 2002.

Tabarelli, M.; Gascon, C. Lições da Pesquisa sobre fragmentação aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 103-112, 2005.

Valeriano, M. M. Visualização de imagens topográficas. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, SC. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos, SP : INPE, v. 1. p. 1-8. 2007.

Zanella, L. **Distribuição Geográfica dos Usos da Terra e Estrutura da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Lajeado Tunas**. 2006. 78p. Monografia (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – URI - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Frederico Westphalen. 2006.

Zanella, L.; Souza, C.G.; Borém, R.A.T. Caracterização Fisiográfica do município de Carmo de Minas, MG. **Anais da Amostra Nacional de Pós-graduandos do Brasil – ANPG**. F. Ecologia C.5.1. Ecologia Aplicada. 2010. Disponível em: <http://www.anpg.org.br/userfiles/file/Anais%20Congresso/Lisiane%20Zanella.pdf>