

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

CARLA MOURÃO

**ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE
ALFENAS - MG**

ALFENAS/MG
2016

CARLA MOURÃO

**ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE
ALFENAS - MG**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Concentração: Tecnologia Ambiental.
Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Luiz Mincato (UNIFAL-MG)
Coorientador: Prof. Dr. Fernando Shinji Kawakubo (USP)

Alfenas/MG
2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Alfenas

Mourão, Carla.

Zoneamento ecológico-econômico do município de Alfenas-MG / Carla Mourão. – Alfenas - MG, 2016.

70 f.

Orientador: Ronaldo Luiz Mincato.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Alfenas, 2016.

Bibliografia.

1. Sustentabilidade. 2. Gestão Ambiental. 3. Solo – uso – Planejamento.
I. Mincato, Ronaldo Luiz. II. Título.

CDD-628



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-graduação – Ciências Ambientais
Rua Gabriel Monteiro de Silva, 714, Alfenas - MG CEP 37130-000
Fone: (35) 3259-1179 (Coordenação) / (35) 3259-1292 (Secretaria)
<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgca/>



CARLA MOURÃO

“Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Alfenas – MG”

A Banca julgadora, abaixo assinada, aprova a
Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Mestre em
Ciências Ambientais pela Universidade Federal
de Alfenas. Área de Pesquisa: Ciências
Ambientais.

Aprovado em: 10 de março de 2016.

Prof. Dr. Ronaldo Luiz Mincato

Instituição: UNIFAL - MG

Assinatura: 

Prof. Dr. Clibson Alves dos Santos

Instituição: UNIFAL - MG

Assinatura: 

Prof. Dr. Thiago Corrêa de Souza

Instituição: UNIFAL - MG

Assinatura: 

RESUMO

O Zoneamento Ecológico-Econômico foi instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente para promoção da sustentabilidade e é considerado uma estratégia para a implantação de políticas públicas de planejamento territorial. O objetivo deste estudo foi analisar a vulnerabilidade natural do Município de Alfenas, juntamente com seu potencial socioeconômico e suas legislações. Para tanto, foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas do software ArcGis® 10.2, em que foi estruturado o banco de dados e aplicada a análise de multicritério, que permitiu a investigação combinada de variáveis para gerar um mapa-síntese. No mapa de vulnerabilidade natural predominaram as classes de vulnerabilidade muito baixa e baixa, com algumas áreas de classe mediana com relevo ondulado e terrenos em preparo para o cultivo ou de solos expostos. Já o mapa de potencial socioeconômico foi elaborado conforme os potenciais: natural, humano, produtivo e institucional, pela álgebra de mapas e apresentou relativa homogeneidade entre a área rural e as urbanizadas. Da análise integrada desses produtos, foi elaborado o mapa de Zoneamento Ecológico-Econômico, que permitiu propor quatro zonas: de preservação (22,50%), de aptidão agrícola para culturas permanentes e temporárias (74,00%), de expansão urbana (2,69%) e de uso especial de caráter comercial e industrial (0,81%). Das áreas agrícolas, 0,20% apresenta restrições às práticas de baixo nível tecnológico, 71,20% com restrições às práticas de baixo nível tecnológico e aptidão regular para as práticas de nível tecnológico médio e alto e 2,60% sem restrições às práticas agrícolas. O zoneamento poderá contribuir para a elaboração e a implementação das políticas públicas e para a orientação da gestão municipal e da sociedade civil em seus programas e investimentos. Estes, ao respeitarem as características de cada zona de desenvolvimento, promoveriam a melhoria das condições ambientais, dos serviços prestados e, conseqüentemente, na qualidade de vida da população de Alfenas - MG.

Palavras Chave: Sustentabilidade, Gestão Ambiental e Parcelamento do Território.

ABSTRACT

The ecologic-economic zoning was established by the National Environmental Policy for promoting sustainability and it is considered a strategy for the implementation of public policies of territorial planning. The aim of this study was to analyze the natural vulnerability of the Alfenas Municipality, along with its socioeconomic potential and its legislation. For that purpose, the Geographic Information Systems of the software ArcGis® 10.2 were used, where the database was structured and the multi-criteria analysis was applied, allowing the combined research of variables to generate a map summary. The natural vulnerability map represented the predominance of very low and low vulnerability classes and some areas with median class with undulating relief and land in preparation for the cultivation or bare soils. Meanwhile, the socioeconomic potential map was elaborated according to the potentials: natural, human, productive and institutional, through map algebra and presented practically a homogeneity between the rural and the urbanized areas. From the integrated analysis of these products, the Ecological-Economic Zoning map was elaborated, which propose four zones: of protection (22.50%), of agricultural aptitude for permanent and temporary crops (74.00%), of urban sprawl (2.69%) and of special use of industrial and commercial character (0.81%). Of the agricultural areas, 0.20% introduces restrictions on low-level technological practices, 71.20% with restrictions on low-level technological practices and regular aptitude to medium and high level technological practices and 2.60% without restrictions on agricultural practices. Zoning may contribute to the development and the implementation of public policies and to the orientation of the municipal management and civil society in their programs and investments. These, to respect the characteristics of each development zone, would promote the improvement of environmental conditions, the services provided and, consequently, the quality of life of the population of Alfenas-MG.

Keywords: Sustainability, Environmental Management and Subdivision of the Territory.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Municípios da Região do Lago de Furnas..... 29

APÊNDICE

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo 46

Figura 2 – Fluxograma com as fases para elaboração do ZEE e as principais
atividades 47

Figura 3 – Mapa com as faixas altimétricas do Município de Alfenas – MG..... 52

Figura 4 – Mapa de declividade do Município de Alfenas – MG 52

Figura 5 – Mapa geológico do Município de Alfenas – MG..... 54

Figura 6 – Mapa pedológico com os tipos de solo do Município de Alfenas – MG..... 54

Figura 7 – Mapa de uso e ocupação do solo do Município de Alfenas – MG 55

Figura 8 – Mapa-síntese da vulnerabilidade natural do Município de Alfenas – MG 58

Figura 9 – Mapa-síntese do potencial social do Município de Alfenas – MG 61

Figura 10 – Mapa do Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Alfenas –
MG..... 63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações sobre os dados utilizados.....	47
Tabela 2 – Escala de valores para comparação pareada.....	49
Tabela 3 – Categorias de vulnerabilidade e suas referente escalas utilizadas na reclassificação dos <i>rasters</i>	49
Tabela 4 – Valores do potencial social de acordo com o dinamismo/restrição dos setores censitários	50
Tabela 5 – Faixas Altimétricas com seus respectivos domínios geomorfológicos do município de Alfenas – MG	53
Tabela 6 – Correlação entre classes de declive e classes de relevo.....	53
Tabela 7 – Valor da área (ha) e porcentagem dos tipos de uso e ocupação do solo.....	56
Tabela 8 – Critérios e classificação da vulnerabilidade de cada componente do ambiente	57
Tabela 9 – Área percentual de cada classe de vulnerabilidade natural	57
Tabela 10 – Avaliação das potencialidades sócioeconômicas das unidades territoriais	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	– <i>Analytical Hierarchy Process</i> - Processo Analítico Hierárquico
ALAGO	– Associação dos Municípios do Lago de Furnas
APP	– Área de Preservação Permanente
CERH	– Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETEC	– Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
COPAM	– Conselho de Política Ambiental
CPRM	– Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Embrapa	– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FACEPE	– Fundação de Apoio à Cultura, Ensino, Pesquisa e Extensão de Alfenas
I PND	– Primeiro Plano Nacional de Desenvolvimento
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEE	– Índice Ecológico-Econômico
LANDSAT	– Land Remote Sensing Satellite
LVd	– Latossolos Vermelhos Distróficos
MDE	– Modelo Digital de Elevação
MMA	– Ministério do Meio Ambiente
PAIT	– Projeto de Ação Imediata de Trânsito
PE	– Projeto Estruturador
PNMA	– Política Nacional de Meio Ambiente
PPAG	– Plano Plurianual de Ação Governamental

- PVAd38** – Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Argissolos Vermelhos Distróficos + Cambissolos Hápicos Tb Distróficos
- RADAM** – Radar na Amazônia
- SAE** – Secretaria de Assuntos Estratégicos
- SEDRU** – Secretaria Estadual de Desenvolvimento Rural e Urbano
- SIG** – Sistema de Informação Geográfica
- SIRGAS** – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
- SISNAMA** – Sistema Nacional do Meio Ambiente
- SRTM** – *Shuttle Radar Topography Mission* - Missão Topográfica Radar Shuttle
- UFRJ** – Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFV** – Universidade Federal de Viçosa
- UNIFAL-MG** – Universidade Federal de Alfenas
- UNIFENAS** – Universidade de Alfenas
- USGS** – United States Geological Survey
- UTM** – Universal Transversa de Mercator
- ZEE** – Zoneamento Ecológico-Econômico
- ZEE-MG** – Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....	13
2.2	ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO.....	15
2.3	EXPERIÊNCIAS DE APLICAÇÕES DOS ZONEAMENTOS ECOLÓGICOS - ECONÔMICOS.....	20
2.3.1	Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais	20
2.3.2	Zoneamento Ecológico-Econômico de Barão de Cotegipe, RS: potencialidade para o ordenamento do território	21
2.3.3	Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Altinópolis, SP	23
2.4	PLANO DIRETOR	24
2.4.1	Plano Diretor de Alfenas	26
2.4.2	Plano Diretor da Região do Lago de Furnas	28
2.5	GEOPROCESSAMENTO E ESTUDOS AMBIENTAIS	31
2.5.1	Sistema de Informação Geográfica e operações matemáticas	31
2.5.2	Lógica <i>Fuzzy</i>	32
2.5.3	Processo de Análise Hierárquica	33
	REFERÊNCIAS	35
	APÊNDICE	41
	ARTIGO – Zoneamento Ecológico-Econômico como Subsídio ao Planejamento Territorial: Estudo de Caso do Município de Alfenas – MG	42

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as questões ambientais são objeto de estudo de muitas pesquisas e de debates na sociedade, devido, principalmente, à realidade das transformações do ambiente pelas ações antrópicas. Com o aumento crescente do processo produtivo, a exploração dos recursos naturais fica mais intensa e danosa ao ambiente, que implicam no surgimento das preocupações concernentes ao equilíbrio ambiental e à questão da conservação e preservação dos ambientes e do seu manejo adequado.

A interferência humana no ambiente provoca consideráveis mudanças nos elementos que constituem a paisagem, conseqüentemente, alterando sua dinâmica. Diversos autores enfatizam que vários problemas ambientais são decorrentes das ações antrópicas e que quanto maior a complexidade das relações sociais, maior será a necessidade de utilização dos recursos naturais e, conseqüentemente, maiores as alterações ambientais deletérias.

Diante disso, os estudos geoambientais têm a preocupação em analisar os processos sociais e sua relação com a natureza e procuram compreender as relações advindas desses processos. Estes estudos, embora recentes, ganham espaço cada vez maior, pois apresentam como característica marcante a integração entre os aspectos que compõem o meio natural, diante das ocupações e atividades humanas, adicionando ainda reflexões acerca das vulnerabilidades procedentes desta interação e, ainda, sugerem e apontam alternativas a respeito de um melhor aproveitamento destes espaços.

De acordo com Sobreira (1995), três etapas devem ser atendidas em estudos de natureza geoambiental: 1) Planificação – análise, diagnóstico e recomendação; 2) Ordenamento – normas estabelecidas com base na etapa anterior; e 3) Manejo e Gestão – implantação, acompanhamento e controle das atividades do uso do território.

Para retratar e investigar a distribuição espacial dos fenômenos naturais e culturais, suas relações e mudanças através do tempo, é buscada na cartografia, a representação geográfica da dinâmica do meio ambiente. Pois, representa graficamente as complexas relações existentes entre o meio abiótico e biótico, onde está incluído o homem, dando origem às cartas ambientais que servem de base para verificação e reflexão das questões do ambiente, onde está presente a sociedade (SOUSA, 2009). A análise dos diferentes elementos ou dados geográficos apresentados pela Cartografia Ambiental está inserida, de acordo com Martinelli e Pedrotti (2001), na proposta de Cartografia Crítica, no qual se tornam evidentes os processos desencadeadores da dinâmica da sociedade e natureza de uma determinada

realidade espaço-temporal. Para tanto, foram desenvolvidos diversos instrumentos de pesquisas para análise dos componentes sociais e ambientais de maneira integrada.

Na legislação urbana brasileira, o Estatuto da Cidade, Lei 10.257/2001 (BRASIL, 2001) e a Agenda 21 (MMA, 2005) se destacam pela promoção do conceito de desenvolvimento sustentável, abordando as questões urbanas e ambientais. A Agenda 21, ao incentivar o desenvolvimento sustentável, constitui um desafio que requer dos agentes sociais a pactuação de premissas e princípios capazes de orientar a definição de estratégias e ações, que de forma progressiva estabelecerão a ponte entre os atuais padrões de desenvolvimento e o cenário futuro desejável (BATISTELA, 2007). Já, o Estatuto da Cidade inovou no gerenciamento de todo território municipal, dando importância também ao gerenciamento da área rural, numa perspectiva de desenvolvimento integrado.

Segundo Santos e Silveira (2011), as áreas rurais eram o lugar da resistência à mudança e revelam, hoje, uma enorme capacidade de transformação, pelo grau de integração ao mercado como resultado das atividades agropastoris, tornando fundamental o acesso à análise das transformações no uso da terra nos dias atuais.

Em 2012, foi aprovado o Decreto de Lei nº. 7.830 (BRASIL, 2012) que dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural. Diante disso, as expectativas são para uma maior adesão não somente pelos produtores rurais para a adequação das suas propriedades, mas por toda a sociedade. A redução da cobertura vegetal e a forma inadequada do uso dos solos resultam na intensificação dos processos erosivos, consequentemente restringindo a fertilidade dos solos agrícolas e promovendo o assoreamento dos cursos d'água. Esses, são causadores de impactos negativos, pois contribuem para a redução da produtividade das lavouras e grande perda de biodiversidade (ATTANASIO et al., 2006).

O grande desafio é preservar, e/ou até mesmo, restaurar e/ou recuperar e/ou reabilitar o ambiente em paisagens intensamente ocupadas e cultivadas que têm como principal fator limitante o processo de degradação de fragmentos florestais. A análise deste contexto é fundamental para identificar as estratégias conservacionistas e as prioridades de pesquisa para o melhor planejamento ambiental dos municípios.

Dentre estas estratégias está a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE). Este é um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/81 (BRASIL, 1981), e significa um marco na institucionalização da gestão ambiental no Brasil. É uma ferramenta de planejamento que orienta o uso do território e ações políticas nos níveis federal, estadual e municipal. A discussão sobre essa ferramenta ficou mais evidente e necessária no final do Século XX, pois os municípios precisavam de um

instrumento de orientação no planejamento e na execução de políticas públicas. Assim, em 2004, o Ministério da Integração Nacional decidiu elaborar uma proposta para consolidar uma ação coordenada de Estado na ordenação e na promoção do desenvolvimento local e/ou regional (MINISTÉRIO DA INTERAÇÃO NACIONAL, 2006).

Para ocupação do território em bases ambientalmente sustentáveis, Montañó et al. (2007) afirmam que o ZEE é o instrumento mais adequado para a obtenção de respostas objetivas, tanto em relação aos fatores ambientais, como também na delimitação das áreas de influência e/ou de identificação de conflitos.

Esse instrumento expressa o resultado dos processos naturais, compreendidos como os parâmetros geobiofísicos que compõem o ambiente, e dos processos sociais, que dizem respeito à dinâmica socioeconômica e aos objetivos políticos (CAMPAGNANI; SANTOS, 1998).

Não obstante a maioria dos municípios não aplicar tal instrumento, o ZEE possibilita a orientação de estudos de impacto ambiental, assim como propõe alternativas locais aos novos empreendimentos que possam alterar os padrões de qualidade do meio ambiente.

Mediante à proposta de expandir, produzir e desenvolver causando o menor impacto aos recursos naturais, o ZEE do Município de Alfenas - MG visou caracterizar o uso e ocupação do território, apresentando um diagnóstico ambiental do município, na busca de um prognóstico fundamentado, capaz de orientar investimentos públicos e privados, indicando diretrizes adequadas de uso, com objetivo de lastrear planos diretores, de manejo e/ou programas de desenvolvimento e meio ambiente, em nível local.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura realizada nesta pesquisa fundamentou-se na consulta a artigos publicados em periódicos e eventos científicos, a bancos eletrônicos de publicações, teses e dissertações, livros, relatórios nacionais, documentos encontrados, além de sites oficiais de órgãos ambientais e governamentais. Estas consultas permitiram obter um maior embasamento teórico sobre o zoneamento como instrumento da PNMA, às atividades detalhadas, além de identificar outras considerações já realizadas sobre o objeto de estudo.

2.1 PLANEJAMENTO AMBIENTAL

O planejamento do território no Brasil é algo relativamente novo e ainda hoje, bastante relacionado à execução dos planos diretores. Entre 1940 e 1990, o planejamento urbano brasileiro, considerando a ideia de plano diretor, não atingiu minimamente os objetivos a que se propunha (VILLAÇA, 2004).

Não é tarefa fácil construir um significado do que seja um plano diretor, uma vez que tem sido alvo de diversas definições e conceituações, e suas características têm variado de município para município. Percebendo isso, Villaça (1999) enfatiza a falta de uma conceituação amplamente aceita para o que seja plano diretor, argumentando que não existe um consenso entre os atores envolvidos na sua elaboração e utilização – engenheiros, urbanistas, empreendedores imobiliários, proprietários fundiários, etc. – quanto ao que seja exatamente esse instrumento.

Seria um plano que, a partir de um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região, apresentaria um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infraestrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, para a cidade e para o município, propostas estas definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal (VILLAÇA, 1999, p.238).

De caráter essencialmente agrário até os anos de 1950, o Brasil passaria por um surto de urbanização e industrialização, decorrentes da expansão da indústria fordista no mundo inteiro e essa industrialização teria sido a alternativa proposta para a aceleração do desenvolvimento. Neste contexto, caberia ao Estado, a implantação de infraestrutura e legislação que viabilizasse a industrialização, substituindo um modelo agroexportador por um

modelo industrial em associação com o capital estrangeiro (ARAUJO; GATTAMORTA; SILVA, 2011).

Em dezembro de 1971, foi apresentado o I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND), cujas estratégias envolviam a destinação de maior capital físico para o centro sul do país, tanto ao setor primário quanto ao secundário, com o objetivo de consolidar o crescimento destas regiões e, também, a conquista de mercados externos e a ampliação do mercado nacional restrito a áreas definidas no território.

Na busca pelo desenvolvimento e de estruturação do espaço nacional, as cidades brasileiras foram se tornando cada vez mais urbanas e desprovidas de disciplinamento do uso e ocupação do solo, sem procurar solucionar problemas de habitação, de loteamentos clandestinos, de saneamento e de transportes, entre outros. Até a década de 1930, planejar as cidades se resumia ao seu embelezamento e abertura de avenidas, a partir da década de 1960, os problemas urbanos se agravaram por conta do crescimento demográfico. A partir daí centenas de planos diretores começaram a ser elaborados no Brasil, só que, na maioria esmagadora das vezes, eram engavetados.

E assim ocorre até a promulgação da Constituição de 1988 (BRASIL, 1988), que explicita a obrigatoriedade do plano diretor para as cidades com mais de vinte mil habitantes. Poderiam ser considerados apenas mais planos para serem engavetados, contudo, o início do século XXI traria novidades: a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (BRASIL, 2001), conhecida como o “Estatuto da Cidade” e o decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002 (BRASIL, 2002), que estabelece critérios para o ZEE do Brasil.

O Estatuto da Cidade regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, que tratam da política urbana e traz consigo o plano diretor como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, definindo conteúdo mínimo para o plano que, por sua vez, deveria abranger todo território do município (ARAUJO; GATTAMORTA; SILVA, 2011).

Em seu capítulo II, constitui instrumentos de política urbana: (i) planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social; (ii) planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões; (iii) planejamento municipal, em especial: plano diretor, disciplinamento do parcelamento, do uso e da ocupação do solo, zoneamento ambiental, entre outros. Com eles, a inserção do meio ambiente enquanto parâmetro para planejamento é concretizada.

O planejamento ambiental, nova denominação na esfera do planejamento, é resultado da crescente preocupação ambiental que, desde a Conferência de Estocolmo, em 1972, vinha

tomando forma e espaço nos discursos sobre planejamento e ordenamento territorial. Ele deve ser um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações, sendo possível decidir as alternativas para o melhor aproveitamento dos recursos naturais, com a finalidade de garantir o futuro da sociedade. Portanto, foi consolidado como uma das ferramentas do planejamento a elaboração dos zoneamentos para a avaliação do território, com a possibilidade de integrar as diferentes informações ambientais disponíveis e a serem estudadas (SILVA; SANTOS, 2004).

A PNMA define os conceitos básicos sobre meio ambiente, tais como o de degradação e de poluição; determina os objetivos, as diretrizes, os instrumentos e a teoria da responsabilidade; e estabelece toda a sistemática das políticas públicas brasileiras voltadas para o planejamento ambiental (MILARÉ, 2011). Segundo esta lei, de nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981), fundamentada pelo art. 225 da Constituição Federal, especialmente no § 1º e seus incisos, foram definidos treze instrumentos, dentre os quais destacam-se, a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento, o estabelecimento dos padrões de qualidade ambiental e o zoneamento ambiental.

Estes instrumentos proporcionam estratégias e perspectivas para contribuir com a sustentabilidade, uma vez que o poder público não é capaz de desenvolver de maneira isolada os mecanismos para identificar e dar suporte às exigências ambientais necessárias às políticas públicas. Os órgãos que se responsabilizam pelas expedições de licenças, geralmente, não conseguem fornecer as diretrizes aos empreendedores por falta de informações precisas e de qualidade. Desta forma, caso os processos de licenciamento fossem adequadamente conduzidos com auxílio desses instrumentos, possivelmente, seriam tomadas decisões mais precisas em relação à temática ambiental no país (GLASSON; THERRIVEL; CHADWICK, 2001).

2.2 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO

Diante de uma realidade territorial cada vez mais complexa e dinâmica, tenta-se superar o atraso de seus instrumentos tradicionais de atuação, pela adoção de mecanismos administrativos e de instrumentos mais ágeis e tecnicamente especializados que se encontra em pleno processo de aperfeiçoamento, consolidação e ampliação nesse início de século.

O conceito de zoneamento está ligado, pelo menos, a duas tradições. A primeira envolve o planejamento agrícola por zoneamentos agroecológicos ou agrícolas, onde fazem um estudo da aptidão dos solos e do clima de uma dada área para diversos tipos de cultura,

ou, ao contrário, procura-se identificar as áreas mais adequadas para uma determinada cultura. Neste caso, é um instrumento técnico, de caráter indicativo, que subsidia o agricultor em suas decisões de investimento, ou o setor público no que pertence à concessão de créditos para a agricultura (NITSCH, 1998; SAE/PR, 2000; MILLIKAN; PRETTE, 2000 apud MONTAÑO et al., 2007). Outra tradição, mais fortalecida pela prática, está ligada à regulação do uso do solo urbano, que geralmente se consolida em instrumentos legais e normativos – o que fica evidente nas palavras de Paulo Afonso Leme Machado, quando diz que "(...) o zoneamento consiste em dividir o território em parcelas nas quais se autorizam determinadas atividades ou se interdita, de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras atividades" (MACHADO, 2014).

O Zoneamento ainda é definido na área de Direito Ambiental Constitucional como:

O zoneamento é instrumento jurídico de ordenação do uso e ocupação do solo. Em um primeiro sentido o zoneamento consiste na repartição do território municipal à vista da destinação da terra e do uso do solo, definindo, no primeiro caso, a qualificação do solo em urbano, de expansão urbana, urbanizável e rural; e no segundo dividindo o território do Município em zonas de uso. Foi sempre considerado, nesta segunda acepção, como um dos principais instrumentos do planejamento urbanístico municipal, configurando um Plano Urbanístico Espacial (SILVA, 2007).

O Decreto 4.297, de 10 de julho de 2002 (BRASIL, 2002), que dispõe da regulamentação do zoneamento ambiental, evolui o termo utilizado, fazendo valer a denominação consagrada de Zoneamento Ecológico-Econômico e decreta em seu artigo 2º, que “o ZEE, como instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida população”.

De acordo com o pacto federativo e com o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), o ZEE é executado de forma compartilhada entre a União, os Estados e os Municípios. De fato, a lei complementar nº 140/2011 lei (BRASIL, 2011), que fixa normas para a cooperação entre os entes da federação no exercício da competência comum relativa ao meio ambiente, prevista no artigo 23 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), constitui ação administrativa da União a elaboração do ZEE de âmbito nacional e regional, cabendo aos Estados a elaboração em âmbito estadual, em conformidade com os zoneamentos de âmbito nacional e regional, e aos Municípios a elaboração do plano diretor, observando os

ZEEs existentes (MMA, 2014). Portanto, esse é um instrumento de fundamental importância dentro dos planos diretores das cidades. Sua implantação prevê um controle por parte dos gestores municipais, em relação às atividades econômicas, sociais, turísticas, de lazer, enfim, no desenvolvimento do município e na redução das desigualdades sociais e econômicas.

Segundo Montañó et al. (2007), a elaboração de um zoneamento considerando o meio ambiente como fator prioritário, parte de uma questão básica: ela deve ser feita a partir de uma política de desenvolvimento que se tenha o desejo de implementar em um determinado território. Se bem empregado, segue o autor, o zoneamento constitui-se no melhor instrumento de auxílio aos gestores desta política e a todas as demais partes envolvidas: investidores, empresários, trabalhadores, mercados, poder público, etc. Traz, portanto, a preocupação da busca pelo meio ambiente ecologicamente equilibrado, a fim de garantir a proteção do meio natural, já que, sua preservação está diretamente ligada à qualidade de vida da população. Logo, o planejamento do ordenamento territorial resulta o pleno desenvolvimento social de uma cidade, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas, o atendimento das necessidades da população e, por consequência, o equilíbrio do meio ambiente.

Dessa forma,

A cidade cumpre sua função ambiental quando garante a todos o direito ao meio ambiente urbano ecologicamente equilibrado, *v.g.*, na existência de áreas verdes e equipamentos públicos, espaços de lazer e cultura, transportes públicos, esgotamento sanitário, serviços de água, luz, pavimentação de vias públicas (ROCHA, 1999).

Inicialmente, o ZEE foi elaborado em escalas menores, em nível nacional e regional. Com o Decreto nº 6.288/2007 (BRASIL, 2007) foram determinadas diferentes escalas para cada tratamento de zoneamento. Conforme é aumentada a riqueza de detalhes, a escala fica maior. Por exemplo: o ZEE nacional na escala 1:1.000.000; e ZEE local nas escalas de 1:100.000 ou maiores.

No Brasil, os primeiros estudos de zoneamento foram realizados pelo projeto RADAM BRASIL, na década de 1970. Posteriormente, foram realizados estudos na escala do milionésimo, principalmente na região Amazônica, devido às altas taxas de desmatamentos que ocorreram nas décadas de 1980 e 1990. Tais estudos foram financiados pela União Europeia e outras agências internacionais (MMA; SAE, 1997).

Em Minas Gerais, em 2003, no Plano Plurianual de Ação Governamental 2004 - 2007 (PPAG 2004 - 2007) o governo do estado, propôs 31 “Projetos Estruturadores” (projetos prioritários), dentre os quais, o Projeto Estruturador nº 17 (PE 17) – Gestão Ambiental no

Século XXI. Dentre as diversas ações colocadas em curso por esse projeto destaca-se a Ação P322, em que são estabelecidos os termos para a realização do ZEE-MG (MINAS GERAIS, 2005). Os objetivos do ZEE-MG são “subsidiar o planejamento e orientação das políticas públicas e das ações em meio ambiente nas regiões, por meio de um macrodiagnóstico do estado, viabilizando a gestão territorial, estimulando a participação dos Conselhos Plurais, COPAM (Conselho de Política Ambiental), CERH (Conselho Estadual de Recursos Hídricos) e Comitês de Bacia, com vistas à sua gestão, segundo critérios de sustentabilidade econômica, social, ecológica e ambiental”.

Segundo Veiga (2001), o ZEE destaca-se dentre os instrumentos de gestão territorial existente, como umas das principais alavancas do desenvolvimento territorial, pois representa muito mais do que um estudo das condições físicas e socioeconômicas dos municípios, regiões, estados ou nações e também é uma forma de negociação e de ajuste entre as diversas visões sobre desenvolvimento.

O ZEE não é um plano nem uma política, ele representa um instrumento indicativo e dinâmico para tomada de decisões e formulação de políticas. O caráter indicativo do ZEE se expressa pela identificação da vulnerabilidade e da potencialidade das diferentes porções do território.

Enquanto o caráter dinâmico refere-se à necessidade de que o ZEE seja permanentemente revisto e atualizado. Dessa forma, o ZEE pode ser compreendido como um instrumento de gestão social e de gestão pública, uma vez que seus dados e informações tenham uma revisão periódica e adaptação à realidade ecológica e econômica de cada momento, implicando uma ação permanente de apoio a decisões quanto à política de desenvolvimento do território (STEINBERGER; ROMERO, 2000).

O Decreto 4.297, de 10 de julho de 2002 (BRASIL, 2002), em seu artigo 3º, estabelece que “o ZEE, na distribuição espacial das atividades econômicas, levará em conta a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, inclusive a realocação de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais” (CARVALHO; MONTAÑO, 2011).

Dessa forma, Kawakubo et al. (2005) mostram que o mapa de fragilidade ambiental constitui uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental. A incapacidade de uma unidade espacial resistir e/ou recuperar-se, após sofrer impactos decorrentes de atividades antrópicas consideradas normais pode ser definida como a vulnerabilidade natural que um ambiente apresenta em função de

suas características físicas como a declividade e o tipo de solo, já a fragilidade ambiental considera, além das características físicas, os graus de proteção que os diferentes tipos de uso e cobertura vegetal exercem sobre o ambiente.

Em relação à metodologia, o ZEE não utiliza uma preestabelecida, mas é construída a partir de um patamar metodológico, que pressupõe uma abordagem transdisciplinar que observe a dinâmica dos sistemas ambientais e das formações socioeconômicas e culturais por meio de hierarquias de escalas espaciais e temporais, estabelecendo sempre interações entre seus componentes (STEINBERGER; ROMERO, 2000).

A possibilidade de encontrar dificuldades metodológicas na busca de indicadores que expressem a associação apropriada entre variáveis sociais e geofisiográficas, devido à complexidade das dinâmicas socioterritoriais é salientada por Acselrad (2000).

A metodologia adequada requer um cuidado especial, considerando o produto a ser produzido e sua utilidade enquanto instrumento de suporte à decisão, tanto em escala regional, como também na escala municipal ou mesmo territorial. Selecionada a metodologia que dialogue com a diversidade social em seus diferentes níveis de articulação e configuração, o próximo passo do ZEE, consiste em um processo de classificação do espaço geográfico em subunidades territoriais, que deverão ser agrupadas conformes os níveis de aptidão para determinados tipos de ocupação. A determinação das diferentes aptidões de cada trecho do espaço territorial analisado deve ser baseada em critérios científicos (OLIVEIRA, 2004).

Montaño et al. (2007) afirmam que a combinação de fatores como relevo, solos, formações geológicas, recursos hídricos, entre outros, determinam a capacidade do meio em suportar certas atividades humanas de forma que seus impactos não ultrapassem os níveis aceitos pela sociedade e/ou impostos pela legislação. Além disso, fatores como infraestrutura de transporte ou presença de aglomerados urbanos potencializam ou restringem a aptidão natural do meio para tais atividades.

Não é possível ignorar que a participação democrática é fundamental nos processos de ZEE, pois deve contribuir para o exercício da gestão social do espaço, com base em processos democráticos de negociação, envolvendo órgãos públicos, sociedade civil e setor privado. As opiniões e críticas da sociedade precisam ser consideradas pelo poder público ao selecionar as alternativas oferecidas pelo ZEE para a implementação de políticas, planos e programas que configurarão o ordenamento territorial (MILLIKAN, 1999; BENATTI, 2003 apud CRIVELENT, 2015).

Assim, o ZEE se insere, dentre as diferentes perspectivas analíticas, naquela que trata o território como categoria de análise de intervenção por meio de políticas públicas.

Considerar a dimensão de território aliada à de comunidade, forma uma categoria analítica denominada de “infraestrutura social”. Dessa forma, território é considerado como uma “perspectiva que dirige o olhar para as condições da infraestrutura urbana e de bens e serviços nas diversas partes da cidade e também considera a dimensão das relações sociais que configuram o tipo de organização social existente” (BRONZO, 2007, p. 98).

O zoneamento é um instrumento com respostas essencialmente ambientais ao território, portanto são dinâmicas, e que deve ir sendo atualizado e complementado, principalmente pelo fator de uso e ocupação do solo.

Não é possível deixar de ressaltar, a extrema importância para o procedimento de planejamento a elaboração e efetiva aplicação do instrumento de zoneamento pelo plano diretor de cada município, cujo principal, e, senão maior objetivo é a divisão territorial delimitando áreas e definindo o uso do solo em longo prazo, observando as características e necessidades de cada lugar visando garantir o pleno desenvolvimento econômico, social e ambiental.

2.3 EXPERIÊNCIAS DE APLICAÇÕES DOS ZONEAMENTOS ECOLÓGICO-ECONÔMICOS

Vários exemplos de Zoneamento Ecológico-Econômico foram levantados durante o estudo, a modo de buscar embasamento em suas metodologias e aplicações. Dentre todos, três foram escolhidos para serem apresentados como experiências de implantação desse instrumento. Um em âmbito Estadual, como projeto de governo do Estado de Minas Gerais. Já o segundo, obtido em periódico publicado em meio eletrônico, apesar de utilizar a mesma metodologia do primeiro caso, tem como área de estudo um município. Por fim, o terceiro e último exemplo, que foi tema de dissertação de mestrado, mesmo sendo de âmbito municipal, sua metodologia se diferencia dos anteriores por dar importância principal à questões ambientais e a parte social considerar somente a infraestrutura de transporte e aglomerados urbanos.

2.3.1 Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais

O Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais (ZEE-MG) é coordenado pela da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável,

com a participação de todas as Secretarias de Estado de Minas Gerais e de outras entidades e da sociedade civil.

O produto consiste em um diagnóstico do meio geo-biofísico, resultando a carta de vulnerabilidade natural, e integrado a essa, o diagnóstico sócio-econômico-jurídico-institucional, gerando a carta de potencialidade social. Quando sobrepostas, concebem áreas com características próprias, determinando o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado. Em um sistema de informações georreferenciadas, esses diagnósticos mostram a variação espacial das condições naturais e sociais, fornecendo suporte para o planejamento e gestão territorial.

O ZEE-MG visa apoiar a gestão territorial na elaboração das políticas públicas e das ações em meio ambiente fornecendo subsídios técnicos à definição de áreas prioritárias para a proteção e conservação da biodiversidade e para o desenvolvimento, orientando o governo e a sociedade civil em seus investimentos, segundo critérios de sustentabilidade econômica, social, ecológica e ambiental, promovendo melhor qualidade dos serviços prestados e de vida de toda a população de Minas Gerais.

O ZEE-MG foi elaborado a partir das diretrizes metodológicas propostas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), em conformidade às diretrizes da Política e Legislação Ambiental do Estado de Minas Gerais.

O Índice Ecológico-Econômico (IEE) é o resultado da combinação lógica-intuitiva dos vários níveis vulnerabilidade natural com os de potencialidade social de municípios e microrregiões do Estado de Minas Gerais. As possíveis combinações permitiram agrupar áreas semelhantes quanto à severidade dos problemas ambientais e dos potenciais sociais nelas encontrados, e assim, foram estabelecidas seis zonas de desenvolvimento. De forma complementar, foram consideradas também, cinco zonas temáticas, que são formadas por regiões que possuem restrições legais, áreas urbanas e as áreas registradas com potencial para mineração, independentemente de estarem em locais onde nunca serão viabilizadas por questões legais.

2.3.2 Zoneamento Ecológico-Econômico de Barão de Cotegipe, RS: Potencialidade para o Ordenamento do Território

Com o desenvolvimento acelerado do processo produtivo no município, localizado no norte do Rio Grande do Sul, a exploração dos recursos naturais foi intensificada, e em decorrência, vieram preocupações referentes ao equilíbrio ambiental, da conservação e

preservação dos ambientes, além do seu manejo adequado (ROVANI; SARTORI; CASSOL, 2013)

Dessa forma, o projeto visou identificar e diagnosticar as potencialidades e fragilidades do Município de Barão de Cotegipe, RS, que foram representadas no mapa de vulnerabilidade natural à perda do solo e no mapa de potencial social e integradas no mapa de zoneamento ecológico-econômico.

A representação da vulnerabilidade natural, baseada no conceito de ecodinâmica, fundamentadas na relação morfogênese e pedogênese, e da potencialidade para estudos integrados, das imagens de satélite *Landsat*, possibilitou definir unidades consideradas estáveis, com predomínio dos processos formadores do solo e unidades moderadamente vulneráveis, em que prevalecem os processos erosivos.

Em relação à análise dos aspectos sociais, a integração dos dados dos potenciais: natural, humano, institucional e produtivo, resultou no mapa de potencial social que visou principalmente identificar os fatores impulsionadores do desenvolvimento no município, como também os que apresentam restrições. A síntese dos quatro potenciais apresentou um equilíbrio entre o dinamismo e a restrição, ou seja, não foram identificadas unidades de potencial alto e nem baixo.

Da integração dessas informações, foi obtido o mapa do zoneamento ecológico-econômico do município, com quatro unidades principais: as unidades críticas de conservação ou recuperação e as unidades produtivas de expansão ou consolidação.

As unidades críticas de conservação representaram 40,21% e possibilitam o uso racional e sustentável dos recursos naturais visando manter a harmonia entre o homem e o meio. As unidades críticas de recuperação, 0,66% da área e está relacionada ao resgate das condições de solo e ambiente, visando à obtenção da estabilidade do meio e na melhoria da qualidade do ambiente e da vida das pessoas.

Já as unidades produtivas de consolidação foram bastante pontuais, com somente 0,05% da área municipal. Indicam o fortalecimento do desenvolvimento humano, sobretudo pela baixa vulnerabilidade natural e alta potencialidade social, sendo consideradas as ideais. Por fim, as unidades produtivas de expansão, que totalizaram 59,08%, possibilitam a expansão do potencial produtivo de maneira sustentável e dinâmica.

Por fim, destaca-se que a importância do trabalho, pois apontou o cenário atual do município e evidenciou as unidades que necessitam de maior intervenção e ordenamento espacial, principalmente pelo poder público.

2.3.3 Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Altinópolis, SP

O município, que está situado próximo à divisa dos Estados de São Paulo e Minas Gerais, apresenta importância estratégica para o setor agropecuário, devido a suas condições naturais de relevo e solos e a considerável extensão territorial, que o colocam como importante produtor de café, cana-de-açúcar e eucalipto e outras culturas.

A área apresenta importantes fragmentos florestais de vegetação nativa em meio à paisagem agrícola, assim foi justificado o desenvolvimento do projeto de zoneamento ecológico-econômico para garantir a sustentabilidade do município com a conservação desses remanescentes de vegetação nativa, em atendimento à legislação ambiental.

O trabalho avaliou diferentes variáveis do relevo em associação com informações de solos, geologia e vegetação para estabelecer o ZEE do município, com a proposição de diferentes unidades de planejamento e uso e ocupação do solo. Assim, foram definidas zonas de interesse e proteção ambiental, zonas de interesse e recuperação ambiental, zonas de potencial agrossilvipastoris, zonas de recarga de aquíferos, zona de uso especial e zona urbana para apontar as diretrizes para poder público e estabelecer estratégias para o reordenamento do território de acordo com o zoneamento proposto.

A metodologia utilizada foi baseada em Crepani et al. (2001), em que é realizada a reinterpretação das informações de geologia, geomorfologia, pedologia, cobertura vegetal e uso da terra e intensidade pluviométrica para elaborar cartas de vulnerabilidade natural à perda de solo.

A combinação desses fatores, com a presença ou ausência de infraestrutura de transporte ou presença de aglomerados urbanos potencializam ou restringem a aptidão natural do meio para tais atividades (CRIVELENTI, 2015)

O processo de formação do banco de dados, diagnósticos e definição do zoneamento ecológico-econômico foi executado com ferramentas auxiliares de geoprocessamento, como o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas pelo programa ArcGis 10.2[®].

Foram apresentados diagnósticos da geologia e pedologia, sobre a hidrogeologia, apontando o potencial para recarga de aquífero, referente à vegetação e ao uso e ocupação do solo evidenciou sobre os fragmentos remanescentes na área, a pressão que eles sofrem pelas atividades antrópicas e propôs o planejamento e ações preventivas a fim de evitar esses fatores de degradação, sobre o diagnóstico da geomorfologia local apresentou o modelo digital de elevação e o mapa de declividades, já o diagnóstico dos recursos hídricos, o autor comparou o mapeamento das nascentes e dos corpos d'água de 1968 com as atuais e as

relacionou com a influência dos processos erosivos, assoreamentos e conseqüentemente às perdas desta rede de drenagem superficial.

Na carta de ZEE de Altinópolis foram indicadas as zonas de proteção e recuperação ambiental, as de potencial agrossilvipastoris, as de uso especial, que correspondem às rodovias, ferrovias e estradas rurais e a zona urbana.

Crivelenti (2015) concluiu que o ZEE é uma poderosa ferramenta para o planejamento e ordenamento territorial quando realizado tanto em escalas pequenas, quanto em escalas grandes. Porém, a deficiência de base cartográfica em escala adequada, associada à falta de atualização de dados, permite, muitas vezes, apenas uma aproximação do planejamento, desta forma, para sua correta implantação e implementação pelos governos públicos, existe a necessidade de averiguação detalhada de todos os dados em campo. Também apresenta alguns desafios de executar o ZEE em todo país, pois este instrumento de planejamento territorial carece de articulação com outros de mesma função e também de políticas públicas, além da compatibilização metodológica entre as diversas iniciativas e escalas de ZEE existentes e da necessidade em termos agentes públicos e provados capacitados para sua implementação.

2.4 PLANO DIRETOR

O Plano Diretor é o instrumento básico da política municipal de desenvolvimento e expansão urbana, que objetiva ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. É basicamente um instrumento definidor das diretrizes de planejamento e gestão territorial urbana, ou seja, do controle do uso, ocupação, parcelamento e expansão do solo urbano, saneamento, sistema viário, transportes urbanos, preservação e recuperação de ambientes (BRAGA, 2001).

A vigência do plano diretor, em associação ao planejamento urbano, nas agendas de debate público e governamental, é o resultado da imposição de sua obrigatoriedade aos municípios com mais de 20 mil habitantes pela Constituição Federal de 1988. Esta, ao incorporar pela primeira vez um capítulo específico sobre política urbana (capítulo II, título VII), estabeleceu como competência do poder público municipal a responsabilidade pela execução da política de desenvolvimento urbano.

Na década de 1990, várias prefeituras iniciaram o processo da política de desenvolvimento urbano e de elaboração do plano diretor, com base nos preceitos constitucionais de 1988, resgatando o planejamento urbano em novas bases.

Com a aprovação do Estatuto da Cidade, Lei 10.257/2001 (BRASIL, 2001), que regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabeleceu as diretrizes gerais da política urbana, foram definidas as bases para a elaboração do Plano Diretor e regulamentação dos principais institutos jurídicos e políticos de intervenção urbana.

Os princípios básicos estabelecidos pela Constituição Federal são reafirmados pelo Estatuto, que preserva o caráter municipalista, a centralidade do plano diretor como instrumento básico da política urbana e a ênfase na gestão democrática. Retoma, assim, a centralidade da função do poder público na regulação das relações sociais em matéria urbana. Os institutos jurídicos e urbanísticos regulamentados são as condições institucionais necessárias oferecidas ao poder público municipal para a produção de bens públicos e o cumprimento de funções sociais (CARVALHO, 2001).

Deverá estar prevista a forma de monitoramento do plano diretor, exigência do art. 42, inc. III, do Estatuto da Cidade. O monitoramento compreende avaliações, atualizações e ajustes sistemáticos, que devem estar definidos na lei do plano diretor. Também é importante definir as instâncias de discussão e decisão do monitoramento, como o conselho da cidade, sua composição e atribuições. Segundo orientação do Ministério das Cidades, é recomendável que o próprio Plano Diretor determine os meios e a sistemática para sua revisão, seguindo o que é estabelecido pelo Estatuto da Cidade, que esse deverá ser revisto pelo menos a cada 10 anos.

A revisão e os ajustes deverão ser discutidos e acordados de forma integrada com os demais fóruns de discussão do município, consolidados em conferências municipais e articulados com as demais ações implementadas pelos diferentes níveis de governo (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014).

O Estatuto da Cidade, que em seu art. 40, § 4º, afirma que deverão ser garantidos no processo de elaboração do plano diretor e de fiscalização de sua implementação, a promoção de audiências públicas e debates com a participação da população e de associações representativas dos segmentos da comunidade, além da publicidade quanto aos documentos e informações produzidos. Portanto, a efetiva participação da comunidade local, pelos vários representantes da sociedade civil organizada, é requisito essencial à validade do processo de elaboração do plano diretor.

O Ministério Público deve zelar pela proteção da ordem urbanística, para assegurar o cumprimento fiel das obrigações impostas pelo Estatuto da Cidade, deve manter um trabalho de fiscalização junto aos Poderes Legislativo e Executivo municipais, para acompanhar a condução do processo de elaboração do plano diretor.

2.4.1 Plano Diretor de Alfenas

Ainda na década de 1950, a Lei nº 269, de 23 de abril de 1955 (ALFENAS, 1955), foi aprovada pela Câmara Municipal de Alfenas, que autoriza a elaboração do plano diretor da cidade. Em seu art. 1º expressa:

Fica o Governo do Município autorizado a promover a elaboração do plano diretor da sede do Município, podendo para tal fim recorrer à assistência técnica do Estado ou a urbanistas de reconhecida competência, e ainda, regulamentar todos os serviços relacionados com o dito plano (ALFENAS, 1955).

Em 1993, considerando a exigência de elaboração de plano diretor para cidade com mais de 20 mil habitantes, estabelecida no artigo 182 da Constituição Federal de 1988 e a necessidade de estabelecer diretrizes que balizem e disciplinem o desenvolvimento urbano de Alfenas, é decretada a Lei nº 2.454, de 25 de agosto de 1993 (ALFENAS, 1993), que dispõe sobre o Plano Diretor de Alfenas e dá outras providências.

O Plano Diretor do município é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, executada pelo Poder Público Municipal, com o objetivo de orientar a atuação da administração pública e a iniciativa privada e assegurar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, a melhoria dos níveis de qualidade de vida e de bem-estar da população.

A Lei nº 3.474 de 16 de dezembro de 2002 (ALFENAS, 2002) aprova o projeto de elaboração do “Plano Diretor de desenvolvimento urbano ambiental de Alfenas - MG”, para o decênio de 2004 a 2013.

Em agosto de 2004, o Prefeito Municipal sanciona a Lei 3.732 (ALFENAS, 2004) onde o Poder Executivo Municipal se compromete a encaminhar a proposição de revisão do Plano Diretor vigente, contendo os ajustes gerais, para o decênio 2005 a 2014.

Finalmente, a Lei Municipal nº 3941 de 12 de dezembro de 2006 (ALFENAS, 2006) institui o novo Plano Diretor Participativo do Município de Alfenas, nos termos do art. 182 da Constituição Federal e do capítulo III, Estatuto da Cidade.

Conforme o art. 6º do capítulo II, os objetivos gerais do Plano Diretor Participativo de Alfenas são:

- a) promover a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico e à dignidade da vida humana;

- b) assegurar o cumprimento da função social da propriedade e o direito à cidade, compreendendo o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, à mobilidade urbana, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer;
- c) promover o desenvolvimento do Município em sua totalidade;
- d) implementar o Sistema de Gestão da Política de Desenvolvimento Urbano, assegurando a participação efetiva da população, de forma integrada com os setores administrativos para acompanhamento e revisão permanente das ações planejadas;
- e) promover a melhoria do padrão de vida socioeconômico, ambiental e cultural da população, com base nos princípios do desenvolvimento sustentado; e
- f) Orientar o crescimento urbano, visando a ocupação dos vazios urbanos e o controle dos processos especulativos.

A primeira referência a algum zoneamento aparece no art. 8º, que traz diretrizes e ações estratégicas de estruturação territorial municipal, como a iniciativa de promover o ordenamento e o controle da expansão e do crescimento urbano do município, através da determinação de macrozonas diferenciadas por tipos de uso e ocupação.

Também cita sobre a elaboração da Lei de Parcelamento do Solo, nº 2.848, de 1993 (ALFENAS, 1993) onde foi determinado o uso e ocupação do solo municipal. Conforme esta lei e suas orientações, foi gerado o mapa de macrozoneamento, ressaltando que este parcelamento da área municipal é levado em conta somente a área urbana. Ainda em seu art. 8º, impõe considerar neste macrozoneamento, densidades de ocupação compatíveis com a infraestrutura urbana e com a disponibilidade de equipamentos sociais e comunitários, definir o tipo de uso e ocupação das áreas institucionais e áreas verdes em projeto de parcelamento do solo, mediante à avaliação do Conselho da Cidade.

Em sua subseção IV do meio ambiente e saneamento ambiental, constitui diretrizes e ações estratégicas para o Meio Ambiente e Saneamento Ambiental do Município. Propôs instituir no prazo de 12 (doze) meses a Política Municipal de Meio Ambiente e o Sistema Municipal do Meio Ambiente com o objetivo de valorizar a identidade local e viabilizar formas de desenvolvimento sustentável, tendo como instrumentos, por exemplo, o zoneamento ambiental do município com definição das áreas de proteção e conservação ambiental.

Propôs também realizar estudos e pesquisas acerca do meio ambiente, preferencialmente, o diagnóstico ambiental e a avaliação da capacidade de suporte, considerando as condições dos recursos ambientais, da qualidade ambiental, das fontes

poluidoras, a fim de indicar limites, fixar critérios, padrões e normas, necessariamente mais restritivas que os federais e estaduais, visando dar suporte à elaboração do Código Municipal do Meio Ambiente e do zoneamento ambiental.

O documento ainda relata o zoneamento como um dos seus instrumentos legais de planejamento que constituem a política urbana. A aplicação do macrozoneamento implicou na criação de lei de uso e ocupação do solo, que deverá conter os tipos de uso permitidos em cada zona, em conformidade com os índices urbanísticos nele contidos, além dos objetivos da política urbana e das diretrizes da Política de Desenvolvimento Urbano desta Lei. Licença

Ainda em 2006, foi formulado o Plano Diretor da Região do Lago de Furnas, que constitui hoje o relatório mais recente sobre o Plano Diretor Alfenense.

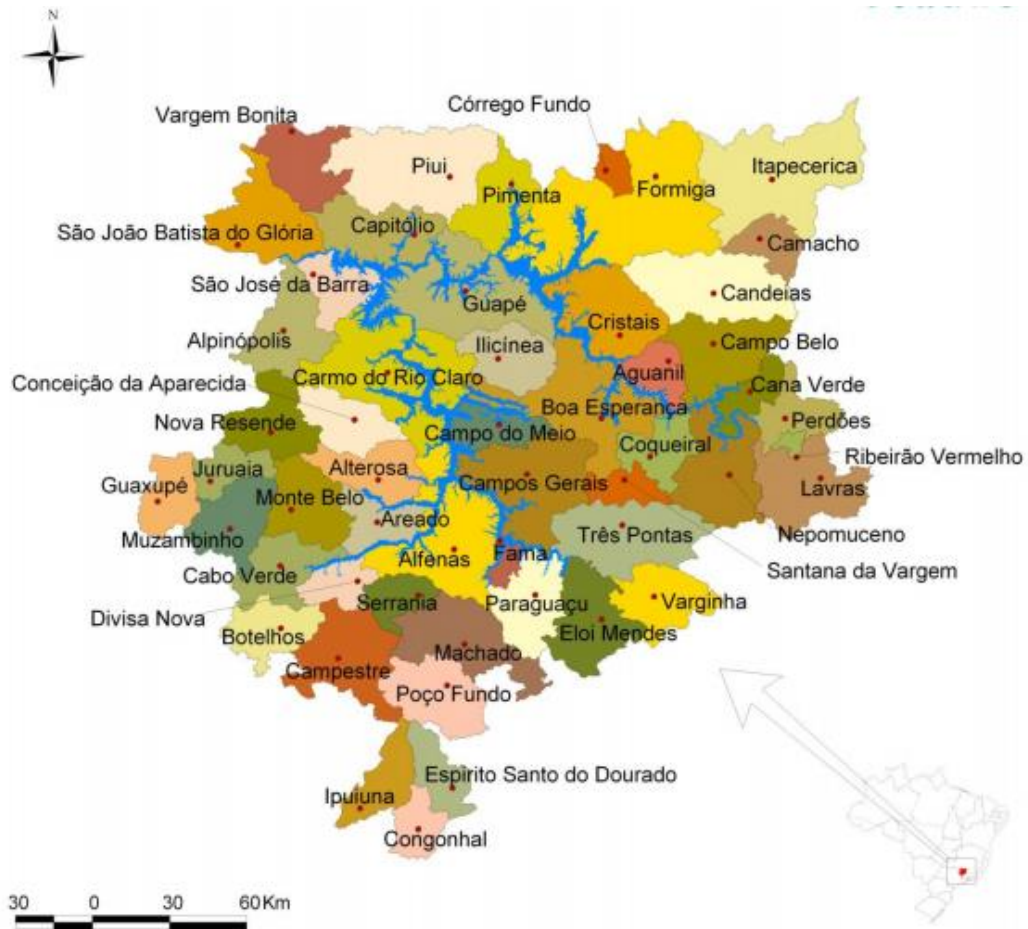
2.4.2 Plano Diretor da Região do Lago de Furnas

Na região do Sul de Minas, entre o sul e o sudoeste, foi construído um extenso lago para abrigar uma grande hidrelétrica. Conhecido como Lago de Furnas, este abrange uma área de indiscutível importância econômica e estratégica para Minas Gerais e o país. Em seu entorno há vários municípios que direta ou indiretamente estão relacionados ao lago (FIGURA 1). Os impactos gerados pela construção foram traumáticos em sua origem. Com o transcorrer do tempo surgiram inúmeras demandas sociais e ambientais que se acumularam e, hoje, novamente causam inúmeros transtornos aos habitantes desse território.

No passado, boa parte da população da região pagou um preço elevado para que consumidores, principalmente grandes empresas dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, dispusessem de energia elétrica em abundância. Em outras palavras, a construção da Usina de Furnas gerou soluções, mas também trouxe problemas. Soluções para as empresas dos grandes centros, que puderam ampliar sua produção industrial e problemas para as populações locais, que tiveram seu progresso alterado. Em nome da lucratividade e da geração de energia para os grandes centros, o nível do lago oscila para baixo, causando elevados prejuízos para a economia local. Para piorar, desde sua construção, não recebe muitos investimentos em infraestrutura, preservação ambiental, etc. (ALAGO, 2006).

Em 2005, duas linhas de financiamento romperam com essa realidade. Primeiro com a liberação de recursos para a produção de um — Diagnóstico de Saneamento nos 52 municípios da região, e a celebração de um Termo de Cooperação entre Furnas Centrais Elétricas e a ALAGO – Associação dos Municípios do Lago de Furnas para a elaboração de 50 planos diretores.

Figura 1- Municípios da Região do Lago de Furnas



Fonte: ALAGO (2006).

No passado, boa parte da população da região pagou um preço elevado para que consumidores, principalmente grandes empresas dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, dispusessem de energia elétrica em abundância. Em outras palavras, a construção da Usina de Furnas gerou soluções, mas também trouxe problemas. Soluções para as empresas dos grandes centros, que puderam ampliar sua produção industrial e problemas para as populações locais, que tiveram seu progresso alterado. Em nome da lucratividade e da geração de energia para os grandes centros, o nível do lago oscila para baixo, causando elevados prejuízos para a econômica local. Para piorar, desde sua construção, não recebe muitos investimentos em infraestrutura, preservação ambiental, etc. (ALAGO, 2006).

Em 2005, duas linhas de financiamento romperam com essa realidade. Primeiro com a liberação de recursos para a produção de um — Diagnóstico de Saneamento nos 52 municípios da região, e a celebração de um Termo de Cooperação entre Furnas Centrais Elétricas e a ALAGO – Associação dos Municípios do Lago de Furnas para a elaboração de 50 planos diretores.

Desta experiência, emergiram resultados inigualáveis que proporcionam, dentre outras coisas, a valorização da cidadania, a ampliação dos recursos cognitivos dos agentes públicos e da sociedade civil. Uma vez que, necessita-se realizar a identificação para consequentemente fazer a reflexão sobre os problemas e potencialidades da região, o envolvimento de segmentos fundamentais para o êxito de qualquer proposta de sustentabilidade, como por exemplo, das Associações e Universidades, torna-se mais que benéfico (PEREIRA et al., 2007).

A ALAGO firmou convênio em 2006 com Furnas Centrais Elétricas S.A., tendo como interveniente o Ministério das Cidades, para viabilizar a elaboração ou a revisão dos planos diretores dos municípios associados. Em decorrência do convênio, a ALAGO realizou licitação para a contratação dos serviços de fundações universitárias para a feitura dos planos diretores.

A Fundação de Apoio à Cultura, Ensino, Pesquisa e Extensão de Alfenas – FACEPE – foi contratada em junho de 2006 para integrar as equipes de Acompanhamento, Coordenação e Elaboração / Revisão dos Planos Diretores Participativos dos Municípios da Região do Lago de Furnas, conforme Termo de Cooperação Técnica firmado entre Furnas / Ministério das Cidades / ALAGO / SEDRU (Secretaria Estadual de Desenvolvimento Rural e Urbano) / Fórum Lago, com intuito de apoiar as Prefeituras Municipais no planejamento físico-territorial, de forma democrática e participativa.

Este volume compreende a Leitura Técnica da realidade do Município de Alfenas, onde foram expostos a caracterização físico-ambiental, demográfica e econômica do município, relata sobre o seu saneamento ambiental, as atividades impactantes do sistema urbano e rural, a organização urbana dos usos e ocupação do solo, a dinâmica imobiliária, o sistema viário e de transporte coletivo, a legislação ambiental e urbanística, além dos aspectos institucionais relacionados à administração municipal do período 2005 - 2008.

Relatório este considerado e complementado à Leitura Comunitária, reuniões participativas da comunidade, na formulação da proposta de projeto de Lei do Plano Diretor Participativo do Poder Executivo e submetido ao Poder Legislativo.

Por mais que seja considerado um relatório completo, que complemente a legislação municipal, além de não considerar a área rural no município, este Plano Diretor não realiza um diagnóstico ambiental, compatibilizando mutualmente questões sociais e econômicas, deixando de apontar as potencialidades e vulnerabilidades do território. Além também de apontar um zoneamento do município levando em consideração somente a porcentagem de crescimento demográfico da área, aplica a execução deste instrumento somente à área urbana de Alfenas.

Assim, é preciso aprofundar. Realizar o ZEE seria o mais apropriado para disponibilizar uma ferramenta prática no planejamento da ocupação do território com base nas potencialidades e fragilidades físicas, biológicas e antrópicas que compõe o meio e capaz de suportar os empreendimentos, ante as características das atividades a serem acomodadas (MMA, 2006). Deve orientar assim, o uso dos recursos naturais de forma coerente, conciliando os interesses econômicos do município com a preservação ambiental e melhoria na qualidade de vida da população (MONTAÑO et al., 2007).

2.5 GEOPROCESSAMENTO E ESTUDOS AMBIENTAIS

Atualmente, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento precisa e deve compreender a análise dos diferentes componentes do meio ambiente, considerando a parte física, a ocupação humana e a interação destes. Nesse contexto, vem se destacando o uso do geoprocessamento e suas ferramentas.

O termo geoprocessamento é a tecnologia que utiliza técnicas computacionais para tratamento de informações geográficas. Utilizando ferramentas computacionais chamadas de sistema de informação geográfica (SIG), permitem realizar análises espaciais consideradas complexas, já que são capazes de integrar dados de diversas fontes e criar banco de dados georreferenciados (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

Esta tecnologia vem crescentemente influenciando as pesquisas nas áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicação, energia e planejamento territorial. Os SIGs vêm sendo muito empregados na confecção de mapeamentos temáticos, diagnósticos ambientais, avaliação e impacto ambiental e ordenamento territorial. Eles se caracterizam por inserir e integrar, em uma base de dados única, informações espaciais obtidas de imagens de satélite, de dados cartográficos, redes e modelos numéricos de terreno, além de dados censitários e de cadastro urbano e rural. Possuem mecanismos para combinar os vários níveis de informação, por meio de operações de manipulação e análise, por algoritmos, como também recuperar, consultar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciadas (SILVA, 2005).

2.5.1 Sistemas de Informações Geográficas e Operações Matemáticas

Os SIGs apresentam operações matemáticas (funções) que permitem a realização de operações diversas. Isso, de acordo com Câmara e Medeiros (1998) fazem eles se

distinguiam de outros sistemas de informação. Essas funções realizam análises espaciais, utilizando diversos tipos de atributos das informações armazenadas na base de dados, na tentativa de se realizar modelamentos simulando os fenômenos reais, seus aspectos ou parâmetros.

Em projetos que estudam o meio ambiente, um fator relevante é o tipo de operação empregada pelos SIGs no tratamento dos atributos que serão analisados. Na execução de álgebras de mapas e uma análise espacial de atributos do meio físico, geralmente são empregadas operações booleanas, onde as mesmas possuem limiares nítidos e rígidos que, por sua vez, não representam os fenômenos naturais com todas suas características e os resultados obtidos sugerem que os métodos booleanos estão muito mais sujeitos à propagação de erros em modelamentos (CUNHA et al., 2011).

A partir dessas considerações, buscou-se outras metodologias de análise espacial, com o intuito de produzir novas informações que representassem, de uma maneira mais complexa, os fenômenos naturais, afirmam Burrough e McDonnell (1998). Para tanto, foi utilizada a lógica *Fuzzy*, que tem como característica a indefinição de fronteiras ou limiares entre as classes sua utilização pode reduzir drasticamente a propagação de erros através dos modelos lógicos, fornecendo informações mais confiáveis.

2.5.2 Lógica *Fuzzy*

Criada por Lofti A. Zadeh no início de 1960, as primeiras aplicações da lógica *Fuzzy* datam de 1974, sendo hoje aplicada em diversas ciências. Ela pode ser considerada uma generalização da lógica booleana convencional. Está contida na categoria de análises de mapas não cumulativas ou análises lógicas, ou seja, de análises de mapas integrados, o que a faz se diferenciar da booleana, pois pode ser definida como, a parte da lógica matemática dedicada aos princípios formais do raciocínio com um certo grau de incerteza ou aproximado, portanto mais próxima do pensamento humano e da linguagem natural, sendo assim a sua principal vantagem (KATINSKY, 1994 apud PAULA; SOUZA, 2007).

De acordo com Zadeh e Jamshidi (1997 apud JUNQUEIRA et al., 2009), a lógica ou a inferência *Fuzzy* pode ser definida, de forma mais objetiva e preliminar, como sendo uma ferramenta capaz de capturar informações vagas, que são descritas geralmente em linguagem natural, e convertê-las para um formato numérico, tornando fácil a sua manipulação pelos computadores.

Conforme Cunha et al. (2011, p. 400) discorre, “a natureza não possui limites rígidos e estáticos, portanto para a análise ambiental em Geomática, são necessárias as técnicas de inferências geográficas *Fuzzy*, a fim de representar de maneira mais complexa os fenômenos naturais”. Desta forma, quando há diferenciação de relevo suave e íngreme em um terreno, percebe-se uma gradual passagem de uma característica para outra, e para se modelar essas características, aplica-se a lógica *Fuzzy*, que permitirá a captura mais próxima da realidade, mais confiável e menos sujeito a erros não identificados (RUHOFF, 2006).

Os dados quando são transformados para um espaço de referência, e processados por combinação numérica através dessa lógica, é obtida uma superfície de decisão, onde se classifica em áreas mais ou menos adequadas para uma finalidade. Este tipo de classificação ocorre em várias aplicações, como por exemplo, Zoneamentos Ambientais (PAULA; SOUZA, 2007).

Para se realizar essa integração e comparação pareada dos dados, existem vários operadores de inferência espacial. Dentre as quais se destacam os modelos: Bayesiano, Redes Neurais, Média Ponderada e o Processo Analítico Hierárquico (AHP) (RUHOFF, 2004).

2.5.3 Processo de Análise Hierárquica

A comparação pareada entre as informações para atribuição relativa de pesos referentes à sua importância constitui uma técnica de análise proposta por Saaty (1978), denominada *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Ainda sobre sua descrição:

O AHP é uma teoria com base matemática que permite organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência dos julgamentos. Requer a estruturação de um modelo hierárquico, o qual geralmente é composto por um processo de comparação pareada, por importância relativa, preferências e probabilidade, entre dois critérios (CÂMARA et al., 2001, p.268).

Os fatores são comparados dois-a-dois, atribuindo ao relacionamento um critério de importância, conforme escala pré-definida. Essa relação pretende capturar o conhecimento do especialista, que indicará o grau de importância relativo entre aos critérios comparados. De acordo com Pinese Junior e Rodrigues (2012), o AHP possibilita hierarquizar os principais fatores envolvidos no processo da erosão hídrica, diminuir a subjetividade na ponderação das importâncias relativas e possibilita avaliar o grau de consistência dos julgamentos.

Segundo Câmara et al. (2001), o processo analítico hierárquico é um método útil nos problemas da tomada de decisão multicritério, onde, no cálculo dos pesos dos critérios por pares de comparação, a importância relativa dos critérios é obtida consultando e examinando as literaturas já existentes e as opiniões de peritos e então dispostos pelo responsável pelas decisões, sendo assim, os pesos podem refletir subjetivamente no problema real de decisão. O ideal seria que os pesos globais dos critérios fossem normalizados para minimizar a redundância, sendo normalizados, serão úteis para uma decisão final (TANAKA; ENTANI, 2007).

Câmara et al. (2001) afirmam ainda que após a definição de critérios de comparação para cada combinação de fatores, é possível determinar um excelente conjunto de pesos que podem ser utilizados para diversas combinações entre mapas tendo como vantagem a habilidade de avaliar graus de potencialidade em vez de apenas avaliar presença ou ausência da potencialidade.

Dessa forma, a determinação dos pesos das variáveis ambientais é calculada pela matriz de comparação pareada do AHP. A técnica classifica e transforma os dados para um espaço de referência entre 0 e 1, ou seja, entre 0 e 100%, onde são processados pela combinação numérica da lógica Fuzzy. O resultado será uma superfície de decisão numérica que representa uma mudança gradual entre eles ao invés de um mapa temático com limites rígidos (BARBOSA; CORDEIRO, 2001).

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. O zoneamento ecológico-econômico e a multiplicidade de ordens socioambientais na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 3, n. 2, p. 5-15, dez. 2000. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/32/29>>. Acesso em: 10 set. 2015.

ALFENAS. Câmara Municipal de Alfenas. **Autorização da Elaboração do Plano Diretor da Cidade**. Alfenas, MG, 23 abr. 1955. Disponível em: <http://docvirt.com/docreader.net/docreader.aspx?bib=CD_Alfenas&PagFis=6807>. Acesso em: 29 ago. 2015.

ALFENAS. Câmara Municipal de Alfenas. **Lei nº 2.484, de 19 de outubro de 1993**. Dispõe sobre o parcelamento do solo no Município de Alfenas e dá outras providências. Alfenas, MG, out. 1993. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/uafarquitecto/lei-2484-1993-parcelamento-do-solo>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

ALFENAS. Câmara Municipal de Alfenas. **Lei nº 3.474 de 16 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre alterações em dispositivo do Plano Diretor e dá outras providências. Alfenas, MG, 16 dez. 2002. Disponível em: <<http://c-mara-municipal-de-alfenas.jusbrasil.com.br/legislacao/235653/lei-3474-02>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

ALFENAS. Câmara Municipal de Alfenas. **Lei nº 3.732, de 30 de agosto de 2004**. Dispõe sobre alterações e ajustes gerais do Plano Diretor vigente. Alfenas, MG, 30 ago. 2004. Disponível em: <<http://c-mara-municipal-de-alfenas.jusbrasil.com.br/legislacao/235449/lei-3732-04>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

ALFENAS. Prefeitura Municipal de Alfenas. **Lei nº 3.941 de dezembro de 2006**. Capítulo III, da Lei 10.257, de julho de 2001 (Estatuto da Cidade) e Lei Orgânica do Município. Alfenas, MG, dez. 2006. Disponível em: <http://c-mara-municipal-de-alfenas.jusbrasil.com.br/legislacao/235344/lei-3941-06?ref=topic_feed>. Acesso em: 12 mar. 2015.

ARAUJO, C. P.; GATTAMORTA, M. A.; SILVA, S. B. O Zoneamento Ecológico-Econômico enquanto Instrumento de Planejamento Ambiental que Antecede o Planejamento Urbano. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 14, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n.] 2011. Disponível em: <<http://unuhospedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/anais/article/view/2814/2751>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO LAGO DE FURNAS. **Plano Diretor da Região do Lago de Furnas: Leitura técnica**. Alfenas, 2006.

ATTANASIO, C. M. et al. **Adequação Ambiental De Propriedades Rurais Recuperação de Áreas Degradadas Restauração de Matas Ciliares**. Apostila do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. Piracicaba, 2006.

BARBOSA, C.C.F. & CORDEIRO, J.P.C. Manual de Referencia em LEGAL. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, M.V.M. (Coords.), **Introdução à Ciência da Geoinformação. Apêndice A.** São José dos Campos: INPE, p. 325-345, 2001.

BATISTELA, T. S. **O Zoneamento Ambiental e o desafio da construção da gestão ambiental urbana.** 2007. 146f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BRAGA, R. Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e zoneamento urbano. In: CARVALHO, P. F.; BRAGA, R. **Perspectiva de gestão ambiental em cidades médias.** Rio Claro: LPM-UNESP, 2001. p. 95-109.

BRASIL. Congresso, Senado. Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE e dá outras providências. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil.** Brasília, DF, jul. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm>. Acesso em: 9 jun. 2014.

_____. Congresso, Senado. Decreto nº 6.288, de 6 de dezembro de 2007. Dá nova redação ao art. 6º e acresce os arts. 6-A, 6-B, 6-C, 13-A e 21-A ao Decreto no 4.297, de 10 de julho de 2002. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil.** Brasília, DF, dez. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6288.htm>. Acesso em: 16 dez. 2014.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 17 jul. 2015.

_____. Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. **Cadastro Ambiental Rural – CAR.** Brasília, DF, out. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm>. Acesso em: 23 jun. 2014.

_____. Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Cooperação nas ações administrativas.** Brasília, DF, dez. 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm>. Acesso em: 23 jun. 2014.

_____. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Estatuto da Cidade.** Brasília, DF, jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm>. Acesso em: 09 jun. 2014.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, DF, ago. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 16 dez. 2014.

_____. Ministério da Integração Nacional. **Projeto “Elaboração de subsídios técnicos e documento-base para a definição da Política Nacional de Ordenação do Território - PNOT”**. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. 2006. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/docentes/deprojeto/c_deak/CD/5bd/2br/3plans/2006pnot/PNOT-v-preliminar.pdf>. Acesso em: 20 out. 2015.

_____. Ministério das Cidades. **Plano Diretor Participativo: guia para a elaboração pelos municípios e cidadãos**. 2014. Disponível em: <<http://polis.org.br/wp-content/uploads/Plano-Diretor-Participativo-1.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2015.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/destaques/item/7529-diretrizes-metodologicas>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico-Econômico. ZEE nos Estados**. 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/zee-nos-estados>>. Acesso em: 16 dez. 2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Passo a passo da agenda 21 local - Anexo II**. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-local/item/734-agenda-21-anexo-ii>>. Acesso em: 09 jun. 2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. 1997. Disponível em: <http://www.egler.com.br/pdf/Metodo_ZEE.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2014

BRONZO, C. “Território como categoria de análise e como unidade de intervenção nas políticas públicas”. In.: FAHEL, M.; NEVES, J. A. B. (Org.) **Gestão e avaliação de políticas sociais no Brasil**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2007. 428p.

BURROUGH, P.A.; MCDONNELL, R.A. **Principles of Geographic Information Systems**. 2. ed. Oxford: Oxford University, 1998.

CÂMARA, G. et al. Técnicas de Inferência Geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, M. V. M. (Coords.). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. cap. 9, p. 241-288.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas (Aplicações na Agricultura)**. 2. ed., rev. e ampl. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CPAC, 1998.

CAMPAGNANI, S.; SANTOS, U. P. dos. **Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico do estado do Rio de Janeiro**. Projeto II: Zoneamento Ecológico-Econômico do Médio Vale do Paraíba. Rio de Janeiro, 1998. 127p.

CARVALHO, A. F.; MONTAÑO, M. **As Estratégias Espaciais para Integração de Políticas Ambientais Brasileiras**. 2011. Disponível em: <http://fich.unl.edu.ar/CISDAV/upload/Ponencias_y_Posters/Eje01/CARVALHO_MONTAÑO/CARVALHO_Estrategias%20esp.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2014.

CARVALHO, S. N. de. Estatuto da cidade: aspectos políticos e técnicos do plano diretor. **São Paulo Perspectiva**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 130-135, dez. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392001000400014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 set. 2015.

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. INPE – INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS, São José dos Campos, SP. 2001. p 11-13.

CRIVELENTI, R. C. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Altinópolis, SP**. 2015. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, UNESP, Jaboticabal, 2015.

CUNHA, R. C. et al. Análise da Influência das Variáveis Ambientais Utilizando Inferência Fuzzy e Zoneamento das Vulnerabilidades: Estudo do Caso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão, São Carlos, SP. **Geociências (São Paulo)**, São Paulo, v. 30, n. 3, 2011. Disponível em <http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-90822011000300007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 11 out. 2015.

GLASSON, J.; THERRIVEL, R.; CHADWICK, A. **Introduction do environmental impact assessment**. London: Spon Press, 2001.

JUNQUEIRA, C. de Á. R. et al. Identificação do potencial de contaminação de aquíferos livres por vinhaça na bacia do Ribeirão do Pântano, Descalvado (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 39, n. 3, set. 2009. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-75362009000300009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 24 out. 2015.

KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2203-2210. Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.10>>. Acesso em: 11 dez. 2014.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 21. ed. São Paulo: Malheiros Editores. 2014.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A Cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 14, p. 36-46, 2001.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2013.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais**. 2005. Disponível em: <<http://www.zee.mg.gov.br>>. Acesso em: 16 de dez. 2013

MONTAÑO, M. et al. O Zoneamento Ambiental e a sua Importância para a Localização de Atividades. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**. Itajubá, n. 6, p. 49-64, jun. 2007.

OLIVEIRA, I. S. D. **A contribuição do zoneamento ecológico econômico na avaliação do impacto ambiental**: bases e propostas metodológicas. 2004. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

PAULA, E. M. S.; SOUZA, M. J. N. Lógica Fuzzy como técnica de apoio ao Zoneamento Ambiental. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007, p. 2979-2984.

PEREIRA, C. A. et al. Metodologia para Elaboração/Revisão dos Planos Diretores Participativos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO URBANÍSTICO, 7, 2007. São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2007. p. 20.

PINESE, J. F.; RODRIGUES, S. C. O método de análise hierárquica –AHP – como auxílio na determinação da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Piedade (MG). In: **Revista do Departamento de Geografia – USP**. São Paulo, SP: FFLCH-USP, v. 23. p. 4-26. 2012.

ROCHA, J. C. S. **Função Ambiental da Cidade: direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado**. São Paulo: Juarez de Oliveira, 1999, p37.

ROVANI, F. F. M; SARTORI, M. G. B; CASSOL, R. Zoneamento Ecológico-Econômico de Barão de Cotegipe, RS: Potencialidade para o Ordenamento do Território. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro. n. 66, p. 137-151, jan./fev. 2002

RUHOFF, A. L. **Gerenciamento de recursos hídricos em bacias hidrográficas: modelagem ambiental com simulação de cenários preservacionistas**. 2004. 105f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

RUHOFF, A. L. Gerenciamento de recursos hídricos na bacia do Arroio Grande, RS: Zoneamento através de inferência Geográfica Fuzzy. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1, 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/Instituto de Pesquisas Espaciais, 2006, p. 136-144.

SAATY T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, Holanda do Norte, nov. 1990. Disponível em: <<https://www.ida.liu.se/~TDDD06/literature/saaty.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2015.

SANTOS, H.; SILVEIRA, H. Gestão ambiental pública no Brasil: políticas, instituições e modelos de gestão das unidades de conservação federais. **Somanlu - Revista de Estudos Amazônicos**, Amazonas, v. 12, n. 1, p. 129-152, jul./dez. 2011.

SILVA, J. A. **Direito Ambiental Constitucional**. 6. ed. São Paulo: Malheiros, 2007, p. 270.

SILVA, S. F. da. **Zoneamento Geoambiental com Auxílio de Lógica Fuzzy e Proposta de um Geoindicador para Caracterização do Meio Físico da Bacia do Rio do Peixe**. 2005. 441f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Paulo, EESC, São Carlos, 2005.

SILVA, J. S. V.; SANTOS, R. F. Zoneamento para Planejamento Ambiental: Vantagens e Restrições de Métodos e Técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 221-263, 2004.

SOBREIRA, F.G. **Estudo Geoambiental do Conselho de Sesimbra**. 1995. 347f. Tese (Doutorado em Geologia) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 1995.

SOUSA, M. C. S. **As propostas metodológicas para a cartografia ambiental: uma revisão**. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009

STEINBERGER, M.; ROMERO, M. B. Reflexões preliminares sobre as dimensões demográficas urbanas do zoneamento ecológico-econômico. In: ENCONTRO NACIONAL DA ABEP, 12, Caxambu, **Anais...**, ABEP: Caxambu, 2000.

TANAKA, H.; ENTANI, T. Interval estimations of global weights in AHP by upper Approximation. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 158, n. 17, p. 1913-1921, 2007.

VEIGA, J. E. da. O Brasil rural ainda não encontrou seu eixo de desenvolvimento. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, p. 101-119, dez. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142001000300010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 Jan. 2014.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In DEAK, C.; SCHIFFER, S. R. **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: USP, 2004. p 169-243.

VILLAÇA, F. Dilemas do Plano Diretor. In: CEPAM. **O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima – Cepam, 1999. p. 237 – 247.

APÊNDICE

Zoneamento Ecológico-Econômico como Subsídio ao Planejamento Territorial: Estudo de Caso do Município de Alfenas – MG.

Artigo redigido conforme as normas da Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente
Qualis B1 na área de Ciências Ambientais

Zoneamento Ecológico-Econômico como Subsídio ao Planejamento Territorial: Estudo de Caso do Município de Alfenas – MG

RESUMO

O Zoneamento Ecológico-Econômico foi instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente para promoção da sustentabilidade e é considerado uma estratégia para a implantação de políticas públicas de planejamento territorial. O objetivo deste estudo foi analisar a vulnerabilidade natural do Município de Alfenas, juntamente com seu potencial socioeconômico e suas legislações. Para tanto, foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas do software ArcGis® 10.2, em que foi estruturado o banco de dados e aplicada a análise de multicritério, que permitiu a investigação combinada de variáveis para gerar um mapa-síntese. No mapa de vulnerabilidade natural predominaram as classes de vulnerabilidade muito baixa e baixa, com algumas áreas de classe mediana com relevo ondulado e terrenos em preparo para o cultivo ou de solos expostos. Já o mapa de potencial socioeconômico foi elaborado conforme os potenciais: natural, humano, produtivo e institucional, pela álgebra de mapas e apresentou relativa homogeneidade entre a área rural e as urbanizadas. Da análise integrada desses produtos, foi elaborado o mapa de Zoneamento Ecológico-Econômico, que permitiu propor quatro zonas: de preservação (22,50%), de aptidão agrícola para culturas permanentes e temporárias (74,00%), de expansão urbana (2,69%) e de uso especial de caráter comercial e industrial (0,81%). Das áreas agrícolas, 0,20% apresenta restrições às práticas de baixo nível tecnológico, 71,20% com restrições às práticas de baixo nível tecnológico e aptidão regular para as práticas de nível tecnológico médio e alto e 2,60% sem restrições às práticas agrícolas. O zoneamento poderá contribuir para a elaboração e a implementação das políticas públicas e para a orientação da gestão municipal e da sociedade civil em seus programas e investimentos. Estes, ao respeitarem as características de cada zona de desenvolvimento, promoveriam a melhoria das condições ambientais, dos serviços prestados e, conseqüentemente, na qualidade de vida da população de Alfenas - MG.

Palavras Chave: Sustentabilidade, Gestão Ambiental e Parcelamento do Território.

Ecologic-Economic Zoning as Territorial Planning Grant: Case Study of the Alfenas Municipality – MG

ABSTRACT

The ecologic-economic zoning was established by the National Environmental Policy for promoting sustainability and it is considered a strategy for the implementation of public policies of territorial planning. The aim of this study was to analyze the natural vulnerability of the Alfenas Municipality, along with its socioeconomic potential and its legislation. For that purpose, the Geographic Information Systems of the software ArcGis® 10.2 were used, where the database was structured and the multi-criteria analysis was applied, allowing the combined research of variables to generate a map summary. The natural vulnerability map represented the predominance of very low and low vulnerability classes and some areas with median class with undulating relief and land in preparation for the cultivation or bare soils. Meanwhile, the socioeconomic potential map was elaborated according to the potentials: natural, human, productive and institutional, through map algebra and presented practically a homogeneity between the rural and the urbanized areas. From the integrated analysis of these products, the Ecological-Economic Zoning map was elaborated, which propose four zones: of protection (22.50%), of agricultural aptitude for permanent and temporary crops (74.00%), of urban sprawl (2.69%) and of special use of industrial and commercial character (0.81%). Of the agricultural areas, 0.20% introduces restrictions on low-level technological practices, 71.20% with restrictions on low-level technological practices and regular aptitude to medium and high level technological practices and 2.60% without restrictions on agricultural practices. Zoning may contribute to the development and the implementation of public policies and to the orientation of the municipal management and civil society in their programs and investments. These, to respect the characteristics of each development zone, would promote the improvement of environmental conditions, the services provided and, consequently, the quality of life of the population of Alfenas-MG.

Keywords: Sustainability, Environmental Management and Subdivision of the Territory.

1. Introdução

Atualmente, as questões ambientais são objeto de estudo de muitas pesquisas e de debates na sociedade, devido, principalmente, à realidade das transformações do ambiente pelas ações antrópicas. Para diagnosticar a distribuição espacial dos fenômenos naturais e antrópicos, suas relações e mudanças através do tempo, a cartografia apresenta uma geográfica representação da dinâmica do meio ambiente. A partir dessa, foram desenvolvidos diversos instrumentos de pesquisas para análise integrada dos componentes sociais e ambientais.

O grande desafio, atualmente, compreende conciliar o desenvolvimento com a preservação, e/ou, também, a restauração ou recuperação ou reabilitação do ambiente, principalmente em paisagens intensamente ocupadas e cultivadas, que apresentam degradação de fragmentos florestais (Crivellini, 2015).

Alfenas é uma cidade com constante crescimento demográfico, dessa forma, ocorrem inúmeras e constantes demandas nos setores técnicos, sociais e, principalmente, econômicos, para o seu desenvolvimento. A expansão acarreta alterações do meio físico, buscando cumprir as necessidades antrópicas, causando graves impactos ambientais e sociais. Neste cenário, é fundamental identificar as estratégias conservacionistas e as prioridades de pesquisa para o melhor planejamento ambiental do município.

1.1 Planejamento Ambiental

O planejamento ambiental é um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistemática das informações, que permite decidir as alternativas para o melhor aproveitamento dos recursos naturais, com a finalidade de garantir a sustentabilidade da sociedade. Oferece estratégias e perspectivas para contribuir com a sustentabilidade, a fim de garantir a proteção do meio natural, onde a preservação está intimamente ligada à qualidade de vida da população. Logo, o planejamento do ordenamento territorial resulta no pleno desenvolvimento social de um município, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas e o atendimento das necessidades da população em equilíbrio com o meio ambiente.

1.2 Zoneamento Ecológico-Econômico

No Decreto 4.297, de 10 de julho de 2002 (Brasil, 2002), que dispõe da regulamentação do zoneamento ambiental, o termo utilizado evolui, fazendo valer a

denominação consagrada de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE). No artigo 2º decreta que o ZEE é um instrumento de organização do território, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

Para ocupação do território em bases sustentáveis, Montañó *et al.* (2007) afirmam que o Zoneamento Ecológico-Econômico é o instrumento mais adequado para a obtenção de respostas objetivas, tanto em relação aos fatores ambientais juntamente com dados socioeconômicos, jurídicos e institucionais, quanto na delimitação das áreas de influência e/ou na identificação de conflitos.

O ZEE não é um plano nem uma política. Representa um instrumento para a tomada de decisões e a formulação de políticas. O caráter indicativo do ZEE é expresso pela identificação das vulnerabilidades e potencialidades das diferentes porções do território. A vulnerabilidade pode ser definida pela incapacidade de uma unidade espacial de resistir e/ou se recuperar após sofrer impactos decorrentes de atividades antrópicas, devido às suas características físicas. Além disso, fatores como infraestrutura ou presença de aglomerados urbanos potencializam ou restringem a aptidão natural do meio para tais atividades.

Mediante à proposta de expansão, produção e desenvolvimento causando o menor impacto aos recursos naturais, o ZEE do Município de Alfenas – MG visou caracterizar o uso e a ocupação do território, a partir de um diagnóstico ambiental-socioeconômico e apresentando um prognóstico fundamentado, capaz de orientar investimentos públicos e privados, indicando diretrizes adequadas de uso, com objetivo de lastrear planos diretores, de manejo e/ou programas de desenvolvimento e meio ambiente.

2. Material e métodos

2.1 Área de Estudo

O Município de Alfenas está localizado no sul do Estado de Minas Gerais (Figura 1) entre as coordenadas 21° 08' 29" e 21° 35' 17" de latitude S e entre 45° 49' 17" e 46° 11' 21" de longitude W, englobando partes das folhas topográficas Alfenas, Areado, Campestre, Campos Gerais, Conceição da Aparecida e Machado.

Possui cerca de 850 km², com uma população estimada de 78.712 habitantes, em 2015, sendo que 93% residem em área urbana. Está inserida na bacia hidrográfica do

Rio Grande, na área de influência do reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas (IBGE, 2010).

As distâncias dos principais centros nacionais e regionais são 347 km de Belo Horizonte, 316 km de São Paulo, 270 km de Campinas e 470 km do Rio de Janeiro.

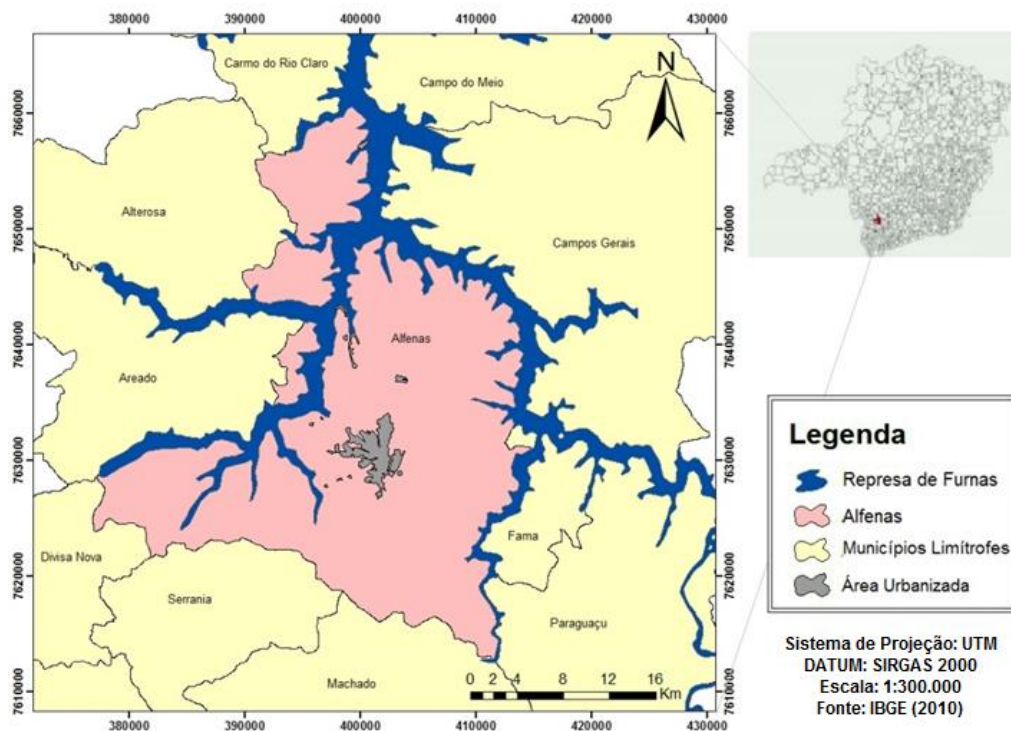


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

Neste trabalho, foi tratado todo território do município, considerando as áreas urbanizadas e a rural, as quais vêm sofrendo alterações do uso do solo, tanto pela expansão da ocupação urbana por moradias irregulares, poluição e degradação dos remanescentes florestais, quanto às alterações no solo ocasionadas pelas atividades de diferentes usos agrícolas, que modificam sua cobertura natural e alteram física e quimicamente sua estrutura. Além da questão da ocupação das margens do lago da Represa de Furnas, que na maioria dos casos não respeitam a margem de preservação e ainda são utilizadas para atividades agrossilvipastoris.

2.2 Materiais

Nesta pesquisa, foram consideradas as informações referentes à geomorfologia, à geologia, à pedologia e à vegetação, juntamente com o uso e ocupação do solo. Os materiais utilizados para análise estão descritos na Tabela 1. Todos os elementos adotados para a elaboração dos mapas seguem as bases do Sistema Brasileiro

Geodésico, adotando o Datum SIRGAS 2000 UTM Zone 23S, com a projeção UTM referente ao Fuso 23 S.

Tabela 1 – Informações sobre os dados utilizados

Dados	Escalas	Fonte
Folha topográfica de Alfenas (SF-23-I-I-3)	1:50.000	IBGE (1972)
Folha topográfica de Areado (SF-23-V-D-I-4)	1:50.000	IBGE (1972)
Carta topográfica de Campestre (SF-23-V-D-IV-2)	1:50.000	IBGE (1972)
Folha topográfica de Campos Gerais (SF-23-I-I-1)	1:50.000	IBGE (1972)
Folha topográfica de Conceição da Aparecida (SF-23-V-D-I-2)	1:50.000	IBGE (1972)
Folha topográfica de Machado (SF-23-V-D-V-1)	1:50.000	IBGE (1972)
Cartas Geológicas	1:100.000	CPRM & UFRJ (2010)
Mapa de Solos	1:650.000	UFV <i>et al.</i> (2010)
Dados SRTM (<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>)	-	USGS (2015)
Imagens de Satélite – Landsat 8	-	USGS (2015)

A metodologia foi construída a partir de uma abordagem transdisciplinar que observa a dinâmica dos sistemas ambientais e das formações socioeconômicas e culturais, por meio de hierarquias de escalas espaciais e temporais, estabelecendo sempre interações entre seus componentes (Steinberger & Romero, 2000 apud Pereira *et al.*, 2007).

A elaboração da proposta do ZEE de Alfenas foi feita a partir das diretrizes metodológicas recomendadas pelo Ministério do Meio Ambiente e executado em quatro fases de trabalho, conforme fluxograma ilustrado na Figura 2.

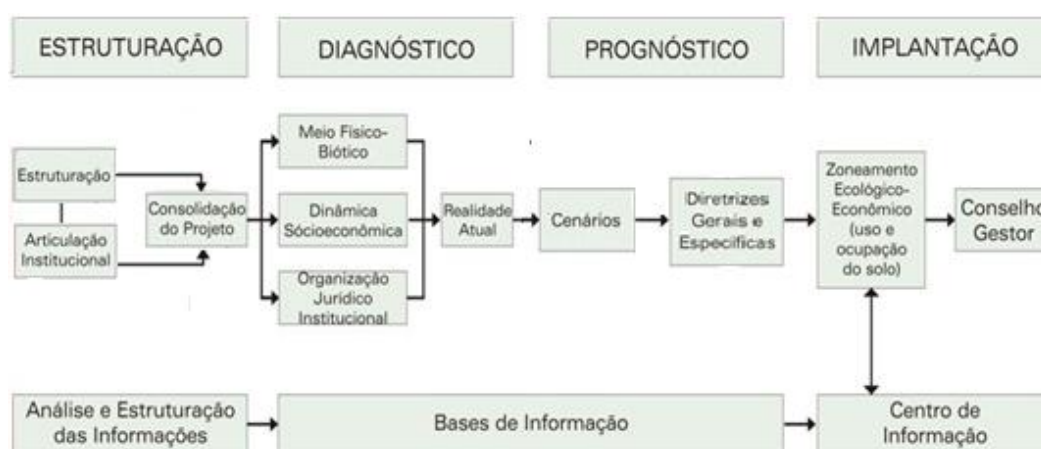


Figura 2: Fluxograma com as fases para elaboração do ZEE e as principais atividades. Fonte: MMA (2006).

- I) Estruturação: ponto de partida das articulações a serem feitas. Foi feito o levantamento da documentação existente em seus diferentes formatos, como o levantamento das políticas públicas do município.
- II) Diagnóstico: Após a preparação das bases de planejamento, foram sistematizadas as informações no *Sistema de Informação Geográfica* (SIG) ArcGis® 10.2. O banco de dados georreferenciados inclui componentes cartográficos, imagens de satélite, dados descritivo/numéricos e documentais/textuais organizados por distribuição em camadas (*layers* ou planos de informação) em ambiente SIG, sendo modelados considerando três grandes áreas: meio físico, dinâmica socioeconômica e organização jurídico-institucional.

Para o entendimento da dinâmica física do território, foram considerados dados de relevo, solo, geologia e seus estratos rochosos e do uso e ocupação do solo (Ross, 1996).

Após o diagnóstico do meio físico, a partir das variáveis citadas, foi iniciada a etapa seguinte de avaliação da vulnerabilidade natural. Kawakubo et al. (2005) corroboram a importância do mapa de vulnerabilidade ambiental, afirmando que constitui uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental.

Um dos procedimentos que contribui para este processo é a análise multicritério, pois permite a investigação combinada de variáveis, compilando vários planos de informação, para gerar um mapa síntese como produto final, podendo classificar áreas com resultados semelhantes em relação a vulnerabilidade natural do terreno (Silva & Machado, 2014). Essa metodologia inclui o uso da lógica *Fuzzy – AHP* (*Analytic Hierarchy Process*) de Saaty (1978), que permite uma representação mais próxima da realidade, mais confiável e sujeita a menos erros. A partir desta, são dados pesos às variáveis, pois nem todas possuem a mesma importância para a compreensão do problema (Pedrosa *et al.*, 2012). Assim, as variáveis foram comparadas duas a duas, atribuindo critério de importância, conforme escala pré-definida (Tabela 2), em cinco categorias: Muito Fraca (0,1), Fraca (0,3), Média (0,5), Forte (0,7) e Muito Forte (0,9), de modo a diferenciar o grau de importância e a correlação com a vulnerabilidade.

Tabela 2 - Escala de valores do grau de importância para comparação pareada

Intensidade de Importância	Definição e Explicação
0,1	Importância igual - os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
0,3	Importância moderada - um fator é ligeiramente mais importante que o outro
0,5	Importância essencial - um fator é claramente mais importante que o outro
0,7	Importância demonstrada - um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática
0,9	Importância extrema - a evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível
0,2; 0,4; 0,6; 0,8	Valores intermediários - possibilidade de compromissos adicionais entre julgamentos

Fonte: Barbosa & Cordeiro (2001).

Após a atribuição dos pesos às quatro variáveis, a metodologia ainda propõe uma classificação do grau de vulnerabilidade de cada unidade, segundo as relações de morfogênese e pedogênese. Assim, foi necessário reclassificar as diferentes unidades de cada variável para uma escala comum de avaliação referente ao grau de vulnerabilidade (Tabela 3).

Tabela 3 – Categorias de vulnerabilidade e suas referentes escalas utilizadas na reclassificação dos *rasters*

Categoria de Vulnerabilidade Ambiental	Escala de vulnerabilidade
Muito Fraca	1
Fraca	2
Média	3
Forte	4
Muito Forte	5

Fonte: Ross (1996).

Depois de reclassificados, foi realizada a combinação das variáveis para criar o mapa de vulnerabilidade. Com ferramenta do ArcGis, *Raster Calculator*, foi inserida a seguinte expressão proposta por Silva & Machado (2014) para que os arquivos fossem associados, calculados e, assim, o mapa gerado.

$$V = (D * 0,30) + (G * 0,15) + (P * 0,20) + (U * 0,35)$$

Em que: V = Vulnerabilidade, D= Declividade, G = Geologia, P = Pedologia e U = Uso e ocupação.

O zoneamento da vulnerabilidade é um instrumento com respostas essencialmente ambientais, logo dinâmicas, que não se propõe ser um resultado isolado e assim, para preparar o diagnóstico ambiental, foram incluídas informações sobre a sociedade e a economia.

Em relação à questão da dinâmica socioeconômica, o estudo abordou a dinâmica da ocupação territorial e do uso dos seus recursos. A análise do potencial social e sua representação cartográfica tiveram como base a metodologia indicada por Becker & Egler (1996) e buscaram representar o dinamismo ecológico-econômico. Para isso, foram considerados os dados dos setores censitários do município, obtidos a partir do censo demográfico do IBGE para o ano de 2010 e do censo agropecuário de 2006.

A análise do potencial social foi feita de acordo com a relação entre os fatores dinâmicos e os fatores restritivos, em termos econômicos, sociais e políticos, a partir de quatro grupos de parâmetros básicos para o desenvolvimento sustentável:

- Potencial Natural: Cobertura florestal e aptidão agrícola dos solos;
- Potencial Humano: Serviços de saúde; abastecimento de água, saneamento domiciliar, coleta de lixo e número de alfabetizados;
- Potencial Produtivo: Densidade rodoviária, rentabilidade do chefe da família e rentabilidade agropecuária;
- Potencial Institucional: Autonomia político-administrativa e participação político eleitoral.

De acordo com a análise integrada dos quatro grupos, o potencial social de cada setor foi expresso em valores (alto, médio e baixo). A Tabela 4 apresenta os valores de potencialidade atribuídos a cada um dos setores, de acordo com os critérios de dinamismo ou restrição.

Tabela 4 – Valores do potencial social de acordo com o dinamismo/restrrição dos setores censitários

Potencial	Condições para o desenvolvimento humano	Valor
Alto	Prevalecem os fatores dinâmicos	3
Médio	Equivalência entre os valores dinâmicos e restritivos	2
Baixo	Prevalecem os fatores restritivos	1

Fonte: Adaptado de Becker & Egler (1996).

Após a coleta dos dados necessários de cada indicador, foi observado o dinamismo/restrrição e foram atribuídos valores de potencial alto, médio e baixo, por meio da álgebra de mapas integrada à base dos setores censitários.

O diagnóstico da organização jurídico institucional, por sua vez, foi realizado a partir dos planos, programas e projetos que determinam e influenciam o uso atual e o futuro do território da administração municipal.

A partir dos diagnósticos do meio-físico, socioeconômico e do levantamento jurídico municipal foi consolidado o diagnóstico da situação atual.

III) Prognóstico: Após a análise e correlação das informações, a situação atual foi estabelecida e foram determinados os cenários desejados, com as diretrizes para a destinação de uso de cada área de forma sustentável. Propondo assim, as zonas destinadas ao melhor tipo de uso do solo, que é a carta de Zoneamento Ecológico-Econômico, contendo o parcelamento do território em: a) Zonas de proteção e recuperação ambiental; b) Zonas de aptidão para o uso agrícola; c) Zonas de expansão urbana e d) Zonas de uso especial (comercial e industrial).

IV) Implementação: O ZEE transcende o patamar de projeto acadêmico, passando para domínio público, como uma proposta real para a administração pública municipal e para a população.

A fase de implementação visa aplicar as diretrizes gerais e específicas apresentadas. Desta forma, a proposta de ZEE deverá ser apresentado à gestão pública municipal a qual deverá decidir sobre a implementação no território municipal.

3. Resultados e discussões

3.1 Diagnóstico Ambiental

Alfenas está situada no Planalto de Varginha ou Planalto Sul de Minas (Alto Rio Grande), que, juntamente com o conjunto de serras, faz parte do Planalto Atlântico do Sudeste. Possui um relevo em grande parte composto por rochas cristalinas, constituída de uma superfície elevada caracterizada por uma sucessão de morros e garupas que vêm de Poços de Caldas, seguindo em direção às Calhas dos rios Grande e Sapucaí, a uma altitude média de 800 m. Seu modelado é caracterizado pela dissecação homogênea e predomínio de colinas e morros, algumas vezes alongados, de vertentes convexo-côncavas e de topos convexos a planos (IBGE, 2010).

Em virtude da elevada altitude, o clima de Alfenas, de acordo com a classificação de Köppen, é o tropical de altitude, com temperaturas que oscilam entre 21° e 30° C e com regime de chuvas bem irregular ao longo do ano, com precipitação média anual de 1.500 mm (IBGE, 2010).

A partir de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) foi feito o mapa de hipsometria (Figura 3), em que foram definidas, de acordo com a Tabela 5, as faixas altimétricas que orientam a distribuição de formas de relevo.

Pela hipsometria, foi observado que a porção sul do município é de fato, a que apresenta as maiores altitudes, com topos acima de 900 m, enquanto as porções noroeste e nordeste apresentam altitudes menos pronunciadas, com intervalos de 751 a 800 m. Altitudes de 800 a 860 m aparecem na porção central da área do município, de forma que as altitudes menores estão associadas aos vales dos córregos da cidade.

A partir dessas imagens foi obtido o Modelo Digital de Elevação (MDE) para a área de estudo, do qual foi possível extrair as variáveis morfométricas de interesse do relevo, como o mapa de declividade (Figura 4). Foram definidas seis classes, de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (Embrapa, 2006), apresentadas na Tabela 6.

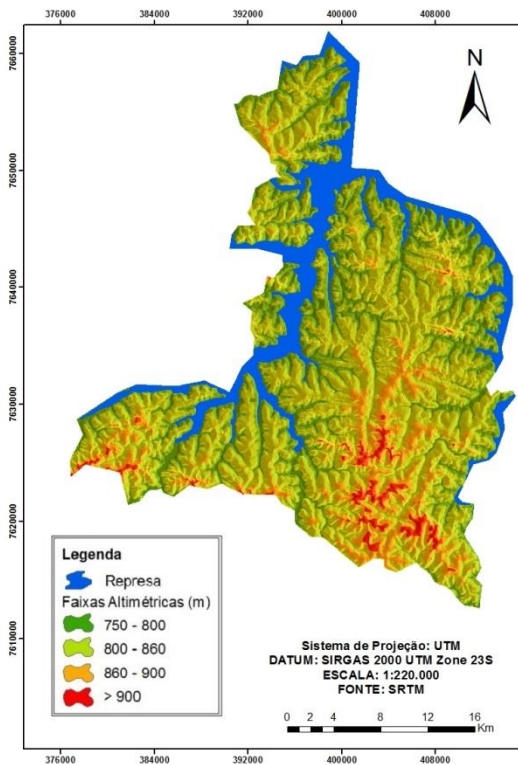


Figura 3: Mapa com as faixas altimétricos do Município de Alfenas - MG.

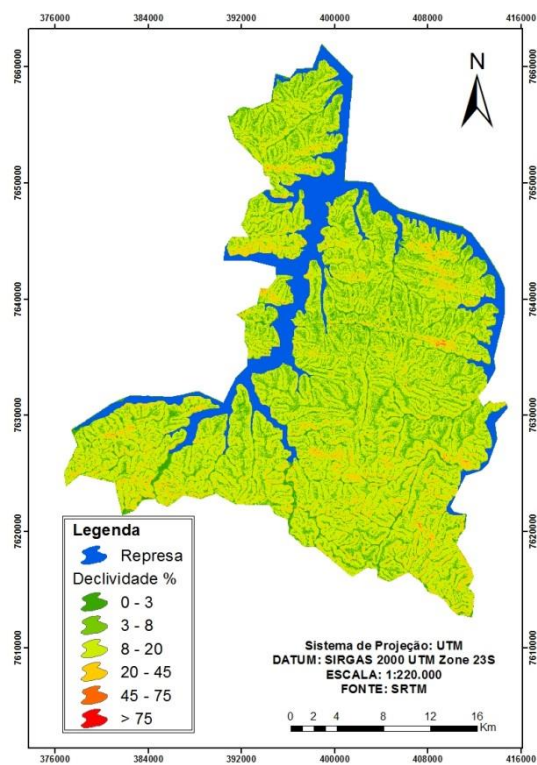


Figura 4: Mapa de declividade do Município de Alfenas - MG.

Tabela 5 – Faixas Altimétricas com seus respectivos domínios geomorfológicos do município de Alfenas – MG

Faixas Altimétricas	Domínio Geomorfológico
750 - 800 m	Corresponde ao domínio das planícies fluviais dos principais rios da área.
800 - 860 m	Corresponde ao domínio dos relevos de colinas com vales encaixados pelos principais rios da área.
860 - 900 m	Domínio dos relevos de morros e topos convexos.
> 900	Corresponde aos relevos mais restritos e elevados da área.

Fonte: Adaptado de Oliveira & Ferreira (2009).

Tabela 6 - Correlação entre classes de declive e classes de relevo

Classes de Declive (%)	Classes de Relevo	Área (ha)	Área (%)
0 a 3	Plano	13486,30	15,920
3 a 8	Suave Ondulado	18947,40	22,380
8 a 20	Ondulado	46149,10	54,520
20 a 45	Fortemente Ondulado	6023,90	7,1200
45 a 75	Montanhoso	43,14	0,0600
> 75	Fortemente Montanhoso	0,06	0,0007

Fonte: Embrapa (2006).

A análise da Figura 4 permitiu identificar maiores declividades concentradas junto a cabeceiras de drenagem, além de encostas nas áreas mais elevadas (ao sul) com declividade acima dos 30%, que, conforme Ross (1994) são as que apresentam maior vulnerabilidade natural ao potencial erosivo.

As áreas de relevo ondulado com declividades de 8 a 20% representam 54,52% do território. São áreas próximas às margens dos córregos e do Reservatório da Hidrelétrica de Furnas, onde são observadas as planícies. Os topos dos morros convexos também possuem declividades baixas e são os locais em que estão assentados os bairros centrais da cidade de Alfenas.

A geologia da região de Alfenas ocupa o setor central da Província Tectônica Mantiqueira, situada ao sul do Cráton de São Francisco e na porção norte da Cunha de Guaxupé, predominantemente constituída por rochas pré-cambrianas de alto grau metamórfico. De acordo com a carta geológica da CPRM & UFRJ (2010) foram identificadas unidades litológicas com ortognaisses, gnaisses, anfíbolitos e paragnaisses dos domínios de São João da Mata, Rio do Amparo, Campos Gerais, Elói Mendes, Gaspar Lopes, Arantina e

São Vicente respectivamente (Figura 5). Tais rochas foram submetidas à intensa atividade geológica, na sua maioria deformada e metamorfasadas no Pré-Cambriano (Almeida, 1997).

Devido à tectônica intensa que afetou a região, grandes áreas de rebaixamento foram formadas e preenchidas por colúvios e sedimentos quaternários provenientes das alterações de gnaisses e xistos do Complexo Varginha-Guaxupé (Hasui, 2010).

Associado à pedologia, foram identificadas duas classes de solos (Figura 6). A classe de Latossolos Vermelhos distróficos (LVd), que ocupam mais de 95% do município e a classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos + Argissolos Vermelhos distróficos + Cambissolos Háplicos Tb distróficos (PVAd38), associados à Formação Rio do Amparo (Embrapa, 2011).

Os Latossolos Vermelhos distróficos são solos minerais, não-hidromórficos, muito profundos, bem drenados, friáveis ou muito friáveis, de textura argilosa ou muito argilosa. Possuem excelentes condições físicas, as quais, quando em relevo plano ou suavemente ondulado favorecem sua utilização para diversas culturas climaticamente adaptadas à região. Porém, por serem distróficos requerem correção de acidez e da fertilidade (Embrapa, 2011).

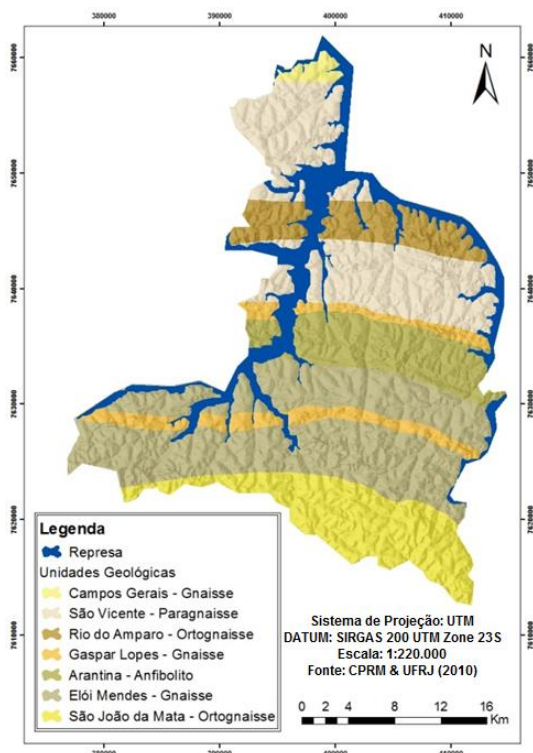


Figura 5: Mapa geológico do Município de Alfenas – MG.

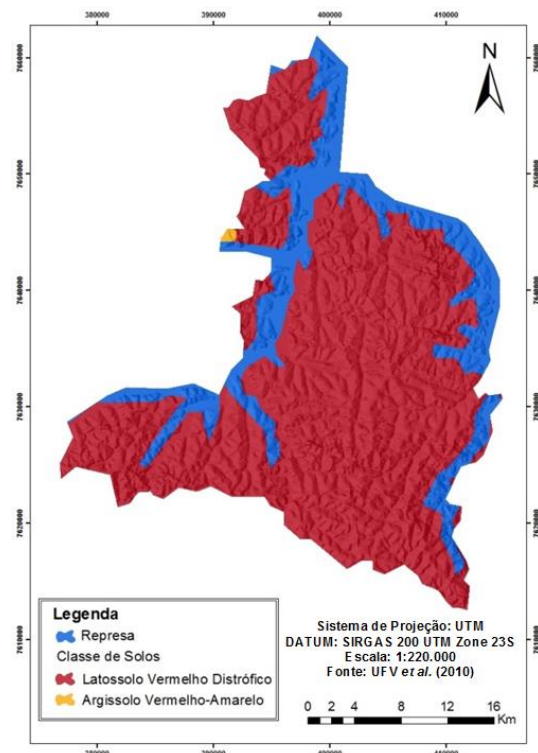


Figura 6: Mapa pedológico do Município de Alfenas – MG.

Os Argissolos Vermelho-Amarelo distróficos são também constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila

de baixa atividade. É um solo limitado, e por isso, é muito utilizado para pastagens. Problemas sérios de erosão são verificados naqueles solos em que há grande diferença de textura entre os horizontes A e B, sendo o problema agravado nas maiores declividades (Embrapa, 2011).

O mapeamento do uso do solo foi realizado a partir de imagens do Landsat 8, por combinações de bandas, que permitiram identificar os diferentes tipos de uso do terreno. Assim, no mapa de uso e ocupação do solo (Figura 7), foram definidas 9 classes, envolvendo a cobertura vegetal e os tipos de uso.

Após o mapeamento, foram obtidas a área (ha) e a respectiva porcentagem do uso do território, sendo apresentadas na Tabela 7.

A partir da análise dos valores, é notável que a pastagem ainda é dominante, mesmo tendo sido constatada a diminuição de sua área ao longo dos últimos quinze anos. Tal efeito está relacionado ao crescimento das áreas de solo exposto e de cultivos de café, já que a região do sul de Minas é a maior produtora do Brasil, e a cana-de-açúcar vem ganhando espaço ao longo últimos cinco anos (Olivetti *et al.*, 2015).

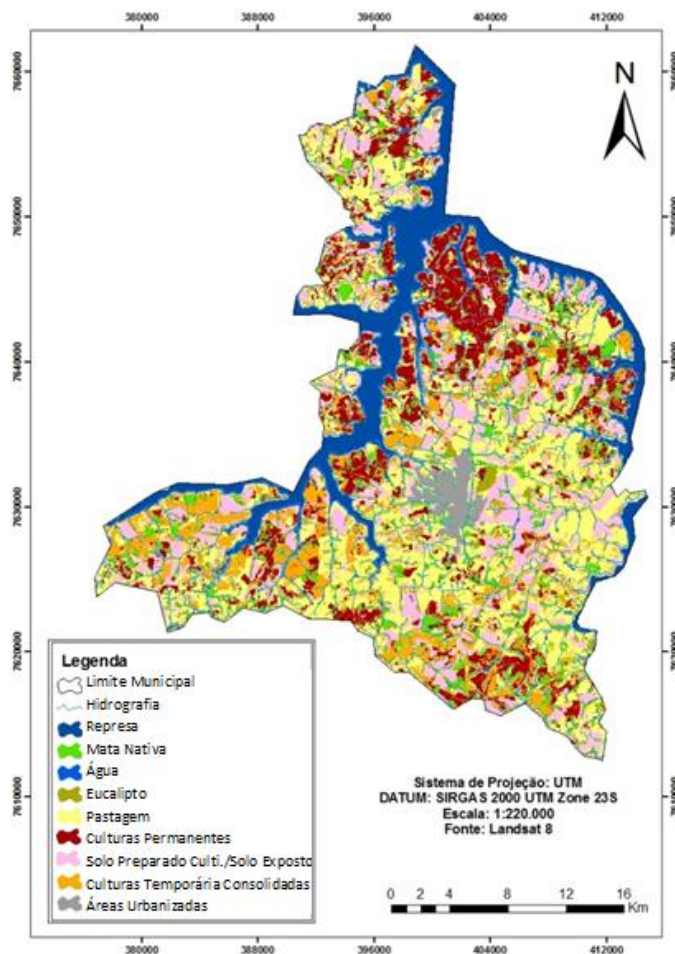


Figura 7: Mapa de uso e ocupação do solo do Município de Alfenas – MG.

Tabela 7 – Valor da área (ha) e porcentagem dos tipos de uso e ocupação do solo

Uso e Ocupação do Solo	Área (ha)	%
Represa	10.781,11	12,7
Mata Nativa	6.384,71	7,5
Água	1.187,27	1,1
Eucalipto	565,36	0,7
Pastagem	24.949,91	29,5
Culturas Permanentes	13.214,93	15,6
Solo Preparado para Cultivo/Solo Exposto	11.984,51	14,2
Culturas Temporárias Consolidadas	13.842,26	16,4
Áreas Urbanizadas	1.739,85	2,0

A composição florística de Alfenas é de Floresta Estacional Semidecidual e Ombrófila Mista e está localizada em uma área do bioma Cerrado e ainda possui fragmentos de Mata Atlântica (Ferreira & Garófalo, 2008, Oliveira & Ferreira, 2009). As visitas a campo e análise por imagens de satélite em uma escala de maior detalhe (Google, 2014), indicam que parte dos fragmentos florestais, muitos com áreas menores de 100 ha, são objeto de pressões antrópicas do entorno, como por exemplo a ausência de manejo nas áreas circunvizinhas de cultivo agrícola e não interligação entre os fragmentos e destes com as APPs existentes por corredores ecológicos e consequente fragmentação desses *habitats*. Junto a estes fatores, foi observada a ausência de separação por cercas entre os fragmentos e a pastagem, o que acaba favorecendo o pisoteio do gado nas áreas de reserva e é observado, ainda, que os aceiros entre as áreas cultivadas com cana-de-açúcar e a vegetação nativa estão com dimensões inadequadas em alguns locais, que tem por consequência a presença de queimadas nos períodos de estiagem, e que atingem os fragmentos.

A fragmentação da mata nativa provoca o efeito de borda em que as alterações estruturais e microclimáticas provocam os seguintes danos: invasão de espécies generalistas e invasoras; aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar; ressecamento do solo; alta mortalidade de árvores; redução da altura do dossel entre outros efeitos deletérios à biota, principalmente nos primeiros 100 m de distância da borda para o centro dos fragmentos (Nascimento & Laurance, 2006)

São poucas as áreas verdes urbanas de Alfenas. As praças e parques não apresentam bom estado de conservação. Além disso, há uma heterogeneidade na disposição dessas áreas. Os bairros com melhor padrão de qualidade de vida apresentam maior arborização, como por exemplo, o Jardim Aeroporto, Vista Alegre, Colinas's Park e Jardim da Colina, além da região central da cidade. Já os bairros de padrão de qualidade de vida mais deficiente, como

por exemplo, Pinheirinho, Campos Elísios e Chapada praticamente não apresentam praças e a arborização é escassa.

3.1.1 Vulnerabilidade Natural

A vulnerabilidade natural foi estimada pela de Inferência *Fuzzy* – *AHP*. Neste procedimento, os diferentes fatores foram analisados e foi realizada a comparação pareada por importância relativa, preferências e probabilidade entre dois critérios, conforme a escala pré-definida na Tabela 2 (Câmara *et al.*, 2001). Para tanto, cada critério das variáveis recebeu um valor de importância de acordo com a literatura levantada (Tabela 8).

Tabela 8 – Critérios e classificação da vulnerabilidade de cada componente do ambiente

Componentes	Classe de Vulnerabilidade				
	Muito Baixa(1)	Baixa(2)	Média(3)	Alta(4)	Muito Alta(5)
Classes de Relevo	Plano	Suave Ondulado	Ondulado	Forte Ondulado	Montanhoso
Geologia	Gnaiss ⁽¹⁾ Ortognaisse ⁽²⁾	-	Anfibolito ⁽³⁾ Paragnaisse ⁽⁴⁾	-	-
Pedologia	Lvd ⁽⁵⁾	-	PVAd ⁽⁶⁾	-	-
Tipo de Uso	Água ⁽⁶⁾ Mata Nativa ⁽⁷⁾ Áreas Urbanizadas ⁽⁸⁾	-	Eucalipto ⁽⁹⁾ Pastagem ⁽¹⁰⁾ Cultura Permanente ⁽¹¹⁾	Cultura Temporária Consolidada ⁽¹²⁾	Solo Preparado para Cultivo/Solo Exposto ⁽¹³⁾

Fonte: ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾ e ⁽⁴⁾ Crepani *et al.* (2001); ⁽⁵⁾ Mannigel *et al.* (2002); ⁽⁶⁾ Resk *et al.* (1981) apud Sá *et al.* (2004); ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾ ⁽⁸⁾ ⁽¹²⁾ Weil & Sparovek (2008); ⁽⁹⁾ Martins *et al.* (2010); ⁽¹⁰⁾ Roose (1977); ⁽¹¹⁾ Prochnow *et al.* (2005); ⁽¹³⁾ Bertoni & Lombardi Neto (2008).

A partir desse procedimento, os dados foram compilados em operações algébricas, e assim, foi gerado o mapa-síntese de vulnerabilidade natural (Figura 8) e as áreas percentuais de cada classe estão detalhadas na Tabela 9.

Tabela 9 – Área percentual de cada classe de vulnerabilidade natural

Vulnerabilidade Natural		
Classes	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixa	33.754,61	39,9
Baixa	49.095,68	58,0
Média	1.799,62	2,1
Forte	-	-
Muito Forte	-	-

Foram identificadas 3 das 5 classes de vulnerabilidade no município. As classificadas com a vulnerabilidade muito baixa representam 39,9% e são áreas relativamente homogêneas em relação às características das variáveis. Caracterizam-se por apresentarem Latossolos ou áreas de várzea, em relevo plano ou suave ondulado com área urbana ou presença de cobertura vegetal, especialmente, de floresta nativa. Além disso, foram caracterizadas as unidades que apresentam maior estabilidade à perda do solo, devendo ser preservadas.

As unidades de baixa vulnerabilidade ocupam 58% do município. São áreas com Latossolos em relevo ondulado com cultivos permanentes e pastagens degradadas.

As áreas classificadas como de vulnerabilidade média estão na transição entre as unidades mais estáveis e as mais vulneráveis e representam 2,1% do terreno, identificados por pequenas parcelas distribuídas, em sua maioria, na porção norte do município. São áreas compostas por Latossolos ou Argissolos e classificadas com uso para culturas temporárias em fase de preparação do solo para o cultivo ou terrenos com o solo exposto, sendo assim, mais vulneráveis à degradação.

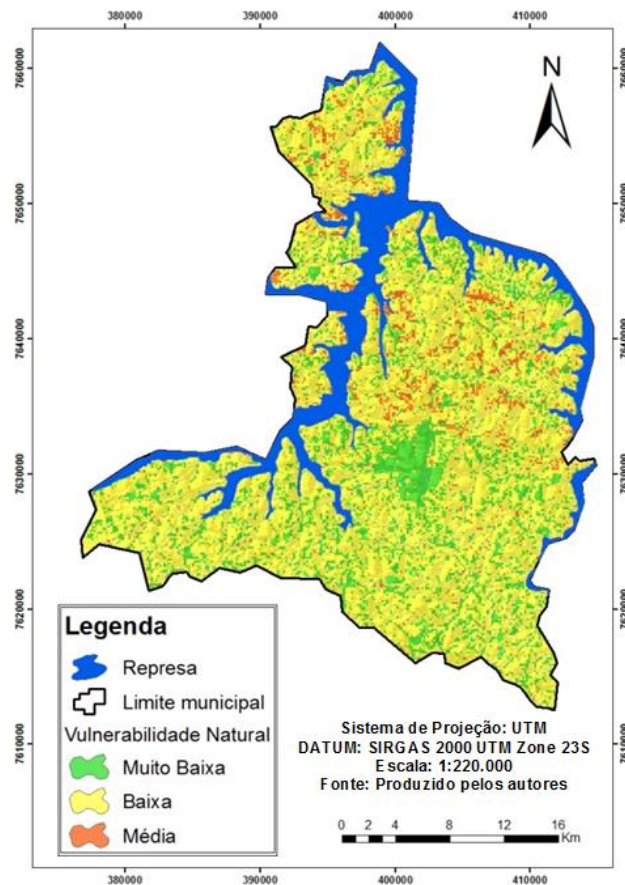


Figura 8: Mapa-síntese da vulnerabilidade natural do Município de Alfenas – MG.

De acordo com Pinese Junior & Rodrigues (2012), este tipo de modelagem serve para assinalar as áreas que merecem atenção especial. Idealmente aplicada somente à etapa de planejamento ambiental, pois não substitui as verificações de campo para tomada de decisões pontuais.

3.2 Diagnóstico Sócioeconômico

Alfenas possui uma densidade demográfica de 86,75 hab. km⁻² e uma taxa de crescimento anual de 3,16%. Até 1950 a população rural era maior em relação à urbana, mas depois, com a instalação da Hidrelétrica de Furnas, o município passou por um êxodo rural, sofrendo um crescimento progressivo da população urbana, que predomina até hoje. A maioria possui entre 30 e 59 anos. (IBGE, 2010).

Além da população alfenense existe ainda uma dinâmica populacional flutuante devido às universidades (UNIFENAS e UNIFAL-MG). Esses moradores temporários são muito importantes na economia do município, pois, no período letivo, movimentam muito o setor terciário. Outra população flutuante é caracterizada pelas pessoas que chegam nos períodos sazonais das principais safras agrícolas: café, cana-de-açúcar e batata, além de habitantes de municípios vizinhos que trabalham em Alfenas (ALAGO, 2006).

De tradição agrícola, Alfenas manteve a base de sua economia centrada na cultura cafeeira e na criação extensiva de gado leiteiro até meados do último século, se destacando entre os municípios do sul de Minas. Em seguida, houve um incremento nas lavouras permanentes e temporárias, apesar da presença ainda marcante de áreas de pastagens (Olivetti *et al.*, 2015).

O estudo da evolução da área ocupada pela agricultura demonstra que o alagamento das várzeas férteis pela represa de Furnas, não alterou consideravelmente a agricultura praticada até então (ALAGO, 2006).

Já em relação à pecuária, os bovinos apresentavam maior quantidade, sendo a produção de destaque no município nos anos de 1985 a 2000. Já no censo da agropecuária de 2014, os galináceos disparam na frente com 100.000 cabeças contra 35.300 dos bovinos. Cumpre destacar também a produção de leite de vaca, com 15.573 litros e de tilápia, que chega aos 918.000 kg.

Em relação ao setor terciário, se caracteriza por possuir um comércio varejista com maior número de estabelecimentos em relação ao atacadista. Os serviços oferecidos estão classificados em estabelecimentos de alojamentos e alimentação (universitários), reparação,

manutenção e conservação, pessoais, comerciais, diversões, radiodifusão, televisão e shows artísticos.

Mesmo sendo uma cidade privilegiada pela proximidade da represa de Furnas, o turismo foi prejudicado pela estiagem entre 2012 e 2015, que causou uma diminuição muito grande do nível da água, afetando serviços que dependiam da represa.

3.2.1 Potencial Social

Para o mapa de potencial social, foi utilizada a base dos setores censitários, cartas temáticas, dados da Secretaria da Fazenda e do Tribunal Eleitoral, além de imagens de Landsat 8, como apresentados na Tabela 10, com os diferentes atributos definidos para os setores rural e urbano, seguindo o critério internacional definido pela Organização das Nações Unidas para avaliar o potencial de desenvolvimento humano (Relatório Mundial sobre Desenvolvimento Humano) nas unidades territoriais (Rovani *et al.*, 2014).

Tabela 10 - Avaliação das potencialidades socioeconômicas das unidades territoriais

		Área Rural	Área Urbana	Fonte de Dados
Potencial Natural	Cobertura Florestal	2	1	Processamento de imagens LANDSAT 8 (2015)
	Aptidão Agrícola	3	1	Carta pedológica – CETEC (2009)
Potencial Humano	Nível de Urbanização	1	3	Censo Demográfico – IBGE (2010)
	Abastecimento de Água	2	3	Censo Demográfico - IBGE (2010)
	Saneamento Domiciliar	2	3	Censo Demográfico - IBGE (2010)
	Coleta de Lixo	1	3	Censo Demográfico – IBGE (2010)
	Nº de Alfabetizados	2	3	Censo Demográfico – IBGE (2010)
Potencial Produtivo	Densidade Rodoviária	3	3	Carta topográficas – IBGE (1972)
	Rentabilidade agropecuária	3	1	Produção Extrativa Vegetal e Produção Agrícola Municipal – IBGE (2006)
	Rentabilidade chefe de família	1	2	Censo Demográfico – IBGE (2010)
Potencial Institucional	Autonomia político administrativa	2	2	Secretaria Estadual da Fazenda
	Participação político eleitoral	2	3	Tribunal Regional Eleitoral

De acordo com a metodologia utilizada (Becker & Egler, 1996), o mapa foi elaborado de acordo com uma média ponderada dos quatro potenciais. Para isso, foi considerado basicamente o número de indicadores analisados, com peso 1,0 em cada um dos potenciais. Desta forma, o potencial social é resultado da seguinte expressão:

$$\text{Potencial Social} = (\text{Potencial Natural} * 2,0 + \text{Potencial Humano} * 5,0 + \text{Potencial Produtivo} * 3,0 + \text{Potencial Institucional} * 2,0) / 12$$

Foi criado então, um plano de informação a partir do banco de dados no SIG e com o auxílio da álgebra de mapas foi executada a operação de média ponderada do potencial social dos indicadores, de acordo com os pesos considerados para cada um dos potenciais.

A síntese dos potenciais: natural, humano, produtivo e institucional, é visualizada na Figura 9. Esta análise do potencial social identificou os fatores impulsionadores do desenvolvimento do município, bem como aqueles que apresentam restrições e merecem ser destacados, pois possivelmente poderão apresentar novas perspectivas mediante a adoção de ações afirmativas.

A análise do mapa aponta que no município há praticamente uma homogeneidade da potencialidade, demonstrando um equilíbrio entre o dinamismo e a restrição.

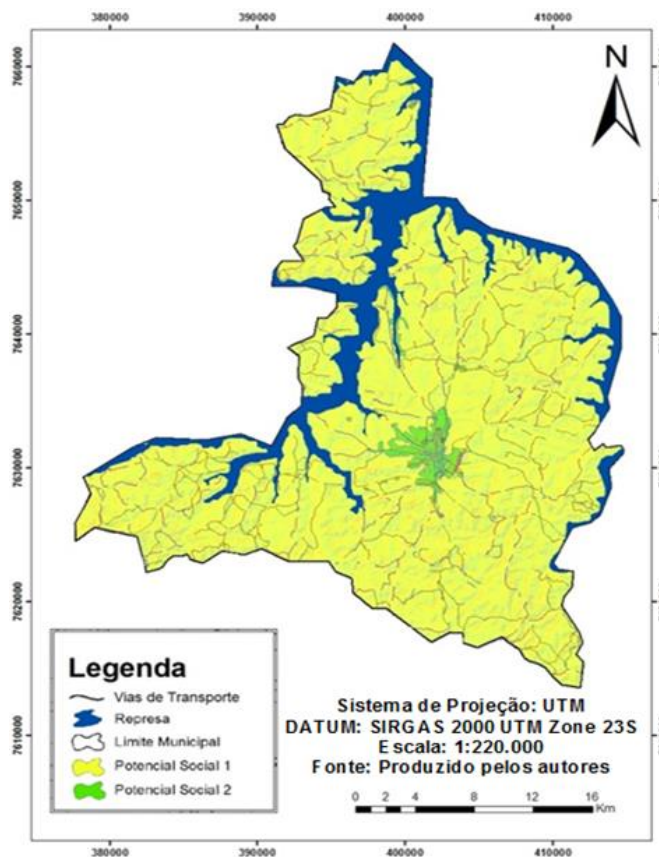


Figura 9: Mapa-síntese do potencial social do Município de Alfenas.

O setor localizado na área rural do município foi classificado com potencial social (1) com o valor 2,0 representando 98% da área municipal. O destaque com relação ao potencial natural se deve pela presença de cobertura vegetal e as aptidões agrícolas. O potencial produtivo também foi melhor em relação aos demais, o que indica que fatores naturais, tais

como relevo, tipo de solo e clima, também influenciam na rentabilidade agropecuária. Porém, o potencial humano ficou moderadamente baixo, o que aponta uma deficiência, principalmente, no saneamento domiciliar e na coleta do lixo.

O setor que apresentou potencial social (2) moderadamente mais alto, com o valor 2,4 está situado na área urbanizada, representa 2,0% da área total, mas concentram a maior parte da população, quando comparado com os setores do meio rural. O destaque no potencial humano e institucional se deve principalmente por terem melhor acesso ao saneamento básico, à educação e à participação da população no meio institucional. Porém, o baixo potencial natural, basicamente relacionado à carência de cobertura florestal e ao médio potencial produtivo, foi fundamental neste cenário.

Os resultados ilustram que o município precisa dar maior ênfase às restrições apresentadas, especialmente no potencial humano, devido estar estritamente relacionado à qualidade de vida da população, onde se inclui o acesso à educação, o atendimento à saúde e ao saneamento básico. Com relação ao potencial produtivo, como representa a base econômica municipal, constituída basicamente pela agropecuária, deve assim, dinamizar os modos de produção, melhorar as práticas de manejo da agropecuária e investir mais e melhor na agricultura familiar e na diversificação dos produtos agrícolas.

3.3 Zoneamento Ecológico Econômico

A integração das informações ambientais e sociais visou elaborar, apoiada nas leis, decretos, resoluções e projetos municipais, o mapa de Zoneamento Ecológico-Econômico (Figura 10). Este mapa apresenta cenários destinados não somente à conscientização do estado da dinâmica ambiental, mas também estabelecer a adequação de ocupação e as normas de proteção de áreas que apresentam maiores riscos ambientais, além de apresentar diretrizes a serem consideradas nas decisões no planejamento territorial.

Os cenários elaborados nas análises espaciais parcelaram a área geográfica do município em quatro categorias principais.

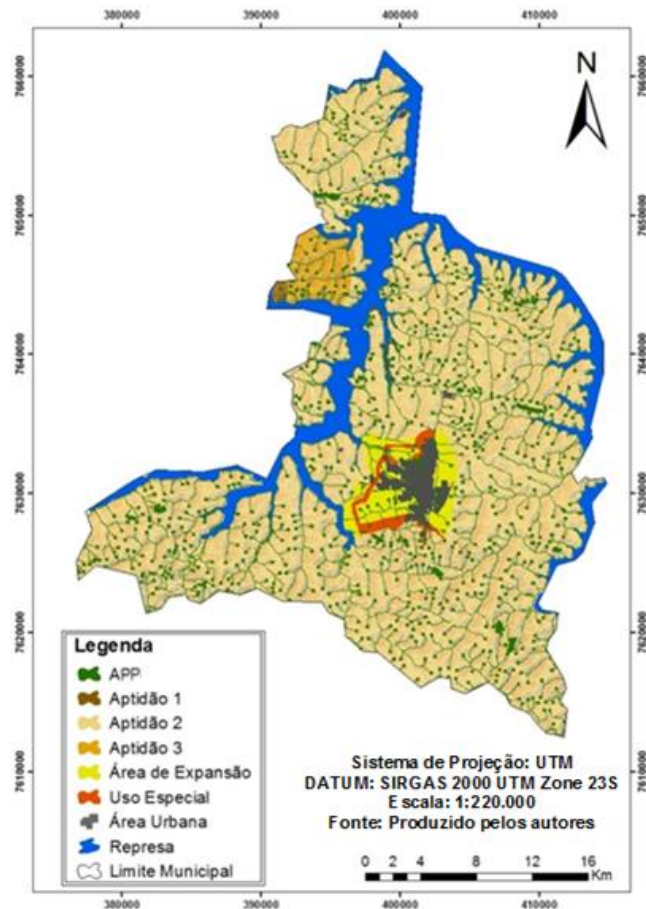


Figura 10: Mapa do Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Alfenas – MG.

3.3.1 Zonas de Preservação

São zonas destinadas primordialmente à conservação e preservação ambiental e consideradas como zonas de restrição de uso antrópico, e que tem por finalidade proteger espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a redução dos sistemas naturais. Representam 22,5% do município, com uma área de 19.042,61 ha e abrange: margens de 30 m dos rios e córregos (inferiores a 10 m de largura), o raio de 50 m nas nascentes e topos de morro com elevação superior a 100 m e declividade média superior a 25°, previstas no Novo Código Florestal brasileiro, Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012). De modo similar, a margem de 30 m do reservatório da hidrelétrica de Furnas (Lei 18.023, originada do Projeto de Lei 2.307/08).

Nestas Zonas de Preservação, o planejamento de ações preventivas, a fim de evitar fatores de degradação, são os procedimentos mais viáveis e podem possibilitar a conservação desses ambientes. Todavia, é permitido pela Lei do Plano Diretor de Alfenas 100% de transferência do potencial construtivo nessas áreas ao patrimônio público.

3.3.2 Zonas de Aptidão para Uso Agrícola

De acordo com a carta pedológica (UFV *et al.*, 2010), 74,00% da área apresenta aptidão agrícola, distribuídas em 3 classes (Figura 10): A classe de aptidão 1 representa 0,20% da área total do município. É composta por solos com aptidão para lavouras permanentes ou temporárias, com até duas culturas por ano. É restritiva às práticas agrícolas de baixo nível tecnológico, ou seja, de pequenos produtores que dependem de trabalho braçal e, assim, possuem fortes limitações. É regular para práticas de nível tecnológico médio, com limitações moderadas, pois as práticas agrícolas estão condicionadas principalmente à tração animal. E também é restritiva, com fortes limitações, às práticas agrícolas com alto grau tecnológico, pois estas atividades são caracterizadas pela necessidade de aplicação intensiva de capital e a motomecanização nas diversas fases da operação agrícola. Os Argissolos apresentam aptidão para uso mais intensivo, mesmo com baixa fertilidade natural, uma vez que são profundos. Essa limitação pode ser corrigida pela fertilização, desde que em áreas de relevo suavizado. Culturas permanentes também são uma alternativa para esses solos, principalmente os mais profundos.

A classe de aptidão 2 abrange 71,20% da área e também apresenta aptidão para lavouras permanentes ou temporárias, com até 2 cultivos anuais, com restrições para práticas agrícolas de baixo nível tecnológico e aptidão regular nos níveis tecnológicos médio e alto.

Já a classe de aptidão 3 ocupa 2,6% da área total, tem as mesmas características de aptidão agrícola da classe 2, mas não possui restrição com recomendação de até 2 cultivos por ano.

Estas duas últimas classes são passíveis de utilização com culturas temporárias, permanentes, pastagens e reflorestamento. Normalmente, seus respectivos tipos de solo estão situados em relevo plano a suave-ondulado, com declividades baixas, o que facilita a mecanização. São solos profundos, porosos, bem drenados e bem permeáveis, mesmo quando são muito argilosos, friáveis e de fácil preparo. São áreas com rochas calcárias e basálticas, de Latossolos distróficos e dessa forma requerem correção de acidez e da fertilidade. Na classe de aptidão 2, o potencial agrícola é acrescido, por exemplo, em relação a infraestrutura viária, pois o escoamento da produção é facilitado pela presença das principais rodovias que cortam o município. Apesar do alto potencial para agropecuária, parte da área deve ser mantida como reserva para proteção da biodiversidade.

3.3.3 Zonas de Expansão Urbana

As áreas já urbanizadas ocupam 2% do município, assim sua expansão não vai sofrer

empecilhos em relação ao seu limite político. Desse modo, políticas de expansão urbana devem acatar as características físicas como relevo, o tipo de solo, de infraestrutura, como abastecimento de água e energia elétrica, além de levar em consideração as áreas mais vulneráveis e respeitar as áreas de preservação ambiental.

Assim, são as zonas destinadas à expansão, localizadas principalmente no entorno da área urbanizada no centro do município. Representam 2,69% do município e são caracterizadas pela proximidade da área que possui maior índice de potencialidade social, contendo melhor infraestrutura e também pela baixa vulnerabilidade natural, permitindo, assim, a capacidade de alto adensamento nessas porções, priorizando o desenvolvimento socioeconômico da região e a ocupação de vazios urbanos de maneira sustentável e dinâmica.

3.3.4 Zonas de Uso Especial (empresarial, industrial e rodoviária)

São zonas que representam 0,81% do município e compreendem as faixas de proteção das rodovias inseridas no perímetro urbano, com a finalidade de qualificar a zona de comércio e indústria de grande e médio porte, que se destina a propiciar o vetor de ocupação urbana, comercial e industrial, conforme a elaboração do Projeto de Ação Imediata de Trânsito – PAIT (Alfenas, 2006).

4. Conclusões

A análise integrada dos dados relativos à geomorfologia, geologia, solos e à vegetação e uso da terra resultou no mapa de vulnerabilidade natural do Município de Alfenas. Foi identificado um predomínio das unidades de baixa vulnerabilidade (58%), com latossolos-vermelhos distróficos, declividades medianas dominantes e com cultivos permanentes e pastagens degradadas.

O mapa de potencial social identificou graus de potencial medianos que merecem ser melhor analisados pelos gestores públicos, buscando seu desenvolvimento em toda a extensão territorial.

O mapa de Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Alfenas – MG definiu zonas: de preservação, de aptidão agrícola, de expansão urbana e de uso especial de caráter comercial e industrial.

O ZEE proposto poderá contribuir para o planejamento, elaboração e implementação das políticas públicas e das ações em meio ambiente, orientando a gestão municipal e a sociedade civil na elaboração dos seus programas e investimentos. Ao respeitarem as

características de cada zona, promoverão a melhoria das condições ambientais, dos serviços prestados e, conseqüentemente, na qualidade de vida da população de Alfenas - MG.

Agradecimentos

À CAPES pela bolsa de estudo.

Referências

ALAGO - Associação dos Municípios do Lago de Furnas. *Plano Diretor da Região do Lago de Furnas: Leitura técnica*. Alfenas, 2006.

Almeida, S. H. S. *Estruturação tectônica da borda norte da Cunha de Guaxupé na região de Alfenas – MG*. Rio Claro, Dissertação de Mestrado em Geociências – UNESP, 1997.

Barbosa, C. C. F.; Cordeiro, J. P. C. Manual de Referência em LEGAL. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, M. V. M. (Coords.). *Introdução à Ciência da Geoinformação. Apêndice A*. São José dos Campos: INPE, p. 325-345, 2001.

Becker, B. K.; Egler, C. A. G. *Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico Econômico pelos Estados da Amazônia Legal*, 1996. Disponível em: <http://www.egler.com.br/pdf/Metodo_ZEE.pdf>. Acesso em: fev. 2014.

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. *Conservação do Solo*. São Paulo: Ícone, 6. ed., 2008

Brasil. **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002**. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE e dá outras providências. Brasília: DOU de 10/07/2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm>. Acesso em: 9 jun. 2014.

Brasil. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília: DOU de 10/07/2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm>. Acesso em: 09 jun. 2014.

Brasil. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: DOU de 25/05/2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: out. de 2015.

Brasil. **Lei n. 18.023 de 09 de janeiro de 2009**. Altera o art. 10 da Lei n. 14.309, de 19 de junho de 2002, que dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=18023&comp=&ano=2009>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Câmara, G.; Moreira, F. R.; Barbosa Filho, C. R. A.; Bönisch, S. Técnicas de Inferência Geográfica. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, M. V. M. (Coords.). *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, p. 241-288, 2001.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais; UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Cartas Geológicas das Folhas Topográficas: *Alfenas (SF-23-V-D-II)*, *Machado (SF-23-V-D-V)* e *Monte Belo (SF-V-D-I)*. Mapa, Escala 1:100.000, 2010.

Crepani, E.; Medeiros, J. S.; Filho, P. H.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F. *Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial*. INPE – INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS, São José dos Campos, SP. 2001. p 11-13. Disponível em:

<<http://www.dsr.inpe.br/laf/sap/artigos/CrepaneEtAl.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2014

Crivelenti, R. C. *Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Altinópolis, SP*. Jaboticabal, Tese (Doutorado em Agronomia - área de concentração em Ciência do Solo) - UNESP, 2015.

Embrapa. Centro de Pesquisas de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2ª ed.2006.

Embrapa. *O Novo Mapa de Solos do Brasil Legenda Atualizada*, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123772/1/DOC-130-O-novo-mapa-de-solos-do-Brasil.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2015.

Ferreira, M. F. M.; Oliveira, R. L. S.; Garófalo, D. F. T. Delimitação e caracterização das unidades de paisagem da região de Alfenas, sul de Minas Gerais, a partir de dados do radar SRTM e imagem orbital ETM + Landsat 7. In: *Anais do Simpósio Nacional de Geomorfologia e Encontro Latino-Americano De Geomorfologia*. Belo Horizonte, 2008.

Google. Programa Google Earth. Alfenas, 2014. Acesso em: 16 dez. 2015.

Hasui, Y. A grande colisão Pré-cambriana do sudeste Brasileiro e a estruturação regional. *Geociências*, 29, 141-169, 2010. Disponível em:

<http://www.revistageociencias.com.br/29_2/Art_1_Hasui.pdf>. Acesso em: 16 set. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cartas Topográficas. *Folhas Topográficas de Alfenas (SF-23-I-I-3)*, *Areado (SF-23-V-D-I-4)*, *Campestre (SF-23-V-D-IV-2)*, *Campos Gerais (SF-23-I-I-1)*, *Conceição da Aparecida (SF-23-V-D-I-2)* e *Machado (SF-23-V-D-V-1)*. Mapa, Escala 1:50.000, 1971.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades - Alfenas. Alfenas, 2010.

Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=310160&search=||info%20E1ficos:-informa%20F5es-completas>>. Acesso em: 08 jan. 2016.

Kawakubo, F. S.; Morato, R. G.; Campos, K. C.; Luchiari, A.; Ross, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Goiânia, 2005. Disponível

em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.10>>. Acesso em: 11 dez. 2013.

Mannigel, A. R.; Carvalho, M. de P.; Moreti, D.; Medeiros, L. da R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do estado de São Paulo. *Acta Scientiarum*, 24, 1335-1340, 2002. Disponível em:

<<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/2374/1787>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

Martins, S. G.; Silva, M. L. N.; Avanzi, J. C.; Curi, N.; Fonseca, S. Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em mata atlântica nos tabuleiros costeiros do estado do Espírito Santo. *Scientia Forestalis*, 38, 517-526, 2010. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr87/cap19.pdf>>. Acesso em: 27 set, 2015.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. *Diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil*. Brasília, 2006. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/destaques/item/7529-diretrizes-metodologicas>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

Montaño, M.; Oliveira, I. S. D.; Ranieri, V. E. L.; Fontes, A. T.; Souza, M. P. O Zoneamento Ambiental e a sua Importância para a Localização de Atividades. *Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção*, 6, 49-64, 2007. Disponível em:

<http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V05N01/n06_art04.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2014.

Nascimento, H. E. M.; Laurance, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. *Acta Amazonica*, 36, 183-192, 2006. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672006000200008>. Acesso em 20 dez. 2015.

Oliveira, R. L. S.; Ferreira, M. F. M. Caracterização dos Geossistemas e das Geofáceis da Região de Alfenas, Sul de Minas Gerais. *In: Anais do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Viçosa, 2009.

Olivetti, D.; Mincato, R. L.; Ayer, J. E. B.; Silva, M. L. N.; Curi, N. Spatial and temporal modeling of water erosion in dystrophic red latosol (oxisol) used for farming and cattle raising activities in a sub-basin in the south of Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, 39, 58-67, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542015000100058&script=sci_arttext>. Acesso em: 15 out. 2015.

Pedrosa, A. de S.; Rocha, E. A. V.; Rodrigues, S. C. Proposta de modelagem da suscetibilidade a erosão laminar. Um estudo de caso na bacia do ribeirão vai – vem (GO). *Revista Geonorte*, 2, 1707 – 1720, 2012. Disponível em:

<[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_\(PROPOSTA%20DE%20MODELAGEM%20DA%20SUSCETIBILIDADE%20A%20EROS%C3%83O%20LAMINAR.%20UM%20ESTUDO%20DE%20CASO%20NA%20BACIA%20DO%20RIBEIR%C3%83O%20VAI%20%E2%80%93%20VEM%20_\(G\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_(PROPOSTA%20DE%20MODELAGEM%20DA%20SUSCETIBILIDADE%20A%20EROS%C3%83O%20LAMINAR.%20UM%20ESTUDO%20DE%20CASO%20NA%20BACIA%20DO%20RIBEIR%C3%83O%20VAI%20%E2%80%93%20VEM%20_(G).pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2015.

Pereira, C. A.; Lima, C. A. A.; Mota, D. N. da; Lansac, M. F.; Cardoso, F. J.; Nobre, J. R. da C.; Mücha, M.; Menale, R. V. Metodologia para Elaboração/Revisão dos Planos Diretores Participativos. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Direito Urbanístico*. São Paulo, 2007.

Pinese, J. F.; Rodrigues, S. C. O método de análise hierárquica –AHP – como auxílio na determinação da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Piedade (MG). *Revista do Departamento de Geografia – USP*, 23, 4-26. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47203>>. Acesso em: 17 mar. 2014.

Prochnow, D.; Dechen, S. C. F.; Maria, I. C. de; Castro, O. M. de; Vieira, S. R. Razão de perdas de terra e fator C da cultura do cafeeiro em cinco espaçamentos, em Pindorama (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29, 91-98, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832005000100010>. Acesso em: 14 dez. 2015.

Roose, E. J. Application of the universal soil loss equation of Wischmeier and Smith in West Africa. In: GREENLAND, D. J. & LAL, R. (eds.). *Soil conservation and management in the humid tropics*. Chichester John Wiley & Sons, 1977. p.177-187.

Ross, J. L.S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, 8, 63-74, 1994. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>>. Acesso em: 03 out. 2015.

Ross, J. L. S. Geomorfologia Aplicada aos EIA`s-RIMA`s. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.). *Geomorfologia e Meio Ambiente*, 1, 291-336, 1996.

Rovani, F. F. M., Satori, M. da G. B., Cassol, R. Zoneamento Ecológico-Econômico de Barão de Cotegipe, RS: Potencialidade para o Ordenamento do Território. *Revista Brasileira de Cartografia*, 66, 137-151, 2014. Disponível em: <<http://lsie.unb.br/rbc/index.php?journal=rbc&page=search&op=authors&path%5B%5D=view&firstName=Franciele&middleName=Francisca%20Marmantini&lastName=Rovani&affiliation=Universidade%20Federal%20de%20Santa%20Maria&country=BR>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

Sá, M. A. C. de; Lima, J. M. de; Curi, N.; Massaroto, J. A.; Sá, J. J. G. de; Marques, M. Estimativa da erodibilidade pela desagregação por ultra-som e atributos de solos com horizonte B textural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39, 691-699, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004000700011>. Acesso em: 04 mai. 2015.

Saaty T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 1990. Disponível em: <<https://www.ida.liu.se/~TDDD06/literature/saaty.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2015.

Silva, V. C. B.; Machado, P. de S. SIG na Análise Ambiental: Susceptibilidade Erosiva da Bacia Hidrográfica do Córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais. *Revista De Geografia (UFPE)*, 31, 66-87, 2014. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/783>>. Acesso em: 25 fev. 2015

UFV - Universidade Federal de Viçosa; Cetec - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; UFLA - Universidade Federal de Lavras; FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. *Mapa de solos do Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente. Mapa, Escala 1:650.000, 2010.

USGS - United States Geological Survey. LANDSAT_8. *Cena: LC82190752015314LGN00*. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 14 dez. 2015.

Weill, M. A. M.; Sparovek, G. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP). I – Estimativa das taxas de perda de solo e estudo de sensibilidade dos fatores do modelo EUPS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32, 801-814, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000200034>. Acesso em: 01 set. 2015.