

JOSÉ VALTER ALVES

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SIMPLIFICADO DA BACIA DO RIO DAS
PEDRAS NA PORÇÃO DO MUNICÍPIO DE GUARACIAMA - MG**

**Monografia apresentada à Universidade
Federal de Minas Gerais – Instituto de Ciências
Agrárias, como requisito parcial para obtenção
do título de Especialista em Recursos Hídricos
e Ambientais.**

Orientador: Prof. Luiz Arnaldo Fernandes

**Montes Claros
2012**

**A474d
2013**

Alves, José Walter.

Diagnóstico ambiental simplificado da bacia do Rio das Pedras na porção do município de Guaraciama - MG. Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2013.

59 f: il.

Monografia (Especialização em Recursos Hídricos Ambientais) Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

Orientador: Luiz Arnaldo Fernandes.

Banca examinadora: Francinete Veloso Duarte, Edson de Oliveira Vieira, Luiz Arnaldo Fernandes.

Inclui bibliografia: f. 57-59.

1. Meio ambiente – Guaraciama. 2. Rio da Pedras – Diagnóstico ambiental. I. Luiz Arnaldo Fernandes. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 574

JOSÉ VALTER ALVES

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SIMPLIFICADO DA BACIA DO RIO DAS
PEDRAS NA PORÇÃO DO MUNICÍPIO DE GUARACIAMA - MG**

Aprovada em 14 de Agosto de 2012.

Prof.^a Francinete Veloso Duarte
(ICA/UFMG)

Prof. Edson de Oliveira Vieira
(ICA/UFMG)

Prof. Luiz Arnaldo Fernandes
Orientador (ICA/UFMG)

Montes Claros
2012

DEDICO

Este trabalho aos meus pais, Manoel Sinhô e Cininha, agricultores que criaram nossa família na bacia hidrográfica do Rio das Pedras.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida,
Agradeço a minha esposa Lucinha, meus filhos Simone e Thiago pelo apoio e incentivo;
Agradeço ao Rodrigo Dhryell pela colaboração e apoio na realização deste trabalho.

“O acaso não existe. Deus não joga dados”.
Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho surgiu com o objetivo de caracterizar de forma simplificada a bacia hidrográfica do Rio das Pedras, localizado no município de Guaraciama-MG, além de levantar os principais problemas e algumas ações prioritárias para a conservação e preservação. A bacia do Rio das Pedras está inserida no bioma cerrado e possui sua vegetação característica no estrato “campo cerrado”. O Clima é do tipo Aw. A área da bacia em questão é da ordem de 106,1 km², o perímetro é de 60,94 km, o comprimento do curso d’ água principal é igual a 22,01 km, o comprimento da rede de drenagem total é de 196,68 km, o coeficiente de compacidade de 0,96. A densidade de drenagem (DD) é 1,8537 km/km², a declividade do curso d’ água principal é de 1,6 %, o Fator de Forma (K_f) foi calculado em 0,2190, já o Coeficiente de Compacidade (K_c) ficou em 1,6484. Os principais problemas identificados foram a supressão da vegetação nativa, a alteração na estrutura do solo e a geração de efluentes. Como solução empírica, propõe-se que sejam realizadas ações paliativas de contenção de erosão, recomposição da vegetação, reforma das estradas rurais, dentre outras.

Palavras-chave: Recuperação de bacia hidrográfica. Ações paliativas. Revitalização. Avaliação ecológica rápida. Programas e projetos.

ABSTRACT

The present work emerged with the aim of characterizing a simplified way the micro-watershed of the Rio das Pedras, located in the city of Guaraciama-MG, besides raise the main problems and some priority actions for the conservation and preservation. The micro-watershed of the Rio das Pedras is inserted in cerrado biome and it has its characteristic vegetation in stratum "cerrado field". The climate is Aw. The area of the micro-watershed in question is of the order of 106,1 km², the perimeter is of 60,94 km, the length of the main water course is equals 22,01 km, the length of the total drainage network is of 196,68 km, the compactness coefficient of 0,96. The drainage density (DD) is 1,8537 km/km², the slope of the main water course is of 1,6%, the Form Factor (Kf) was calculated at 0,2190, already the compactness coefficient (Kc) stayed in 1,6484. The main problems identified were the suppression of native vegetation, the change in soil structure and effluent generation. As empirical solution, it is proposed that are performed palliative actions of curbing of erosion, vegetation recomposition, reform of the rural roads, among others.

Keywords: Recovery watershed. Palliative actions. Revitalization. Rapid ecological assessment. Programs and projects.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Bacia hidrográfica baseada em divisores de água.....	23
FIGURA 2	Localização da bacia hidrográfica do Rio das Pedras no Estado de Minas Gerais.....	29
FIGURA 3	Localização da bacia hidrográfica do Rio das Pedras no município de Guaraciama (MG).....	31
FIGURA 4	Solos da bacia hidrográfica do Rio das Pedras no município de Guaraciama (MG)	38
FIGURA 5	Uso do solo da bacia hidrográfica do Rio das Pedras no município de Guaraciama (MG).....	44
FIGURA 6	Plantio de milho em área inclinada sem o uso de curvas de nível.....	46
FIGURA 7	Ausência da mata ciliar, em decorrência da pressão agrícola e do desmatamento na comunidade de Estiva II.....	47
FIGURA 8	Erosão laminar, de sulco e princípios de voçoroca, culminando em assoreamento no leito do Rio das Pedras.....	48
FIGURA 9	Erosão laminar e voçoroca próximo à comunidade de Cabeceira do Rio das Pedras..	48

LISTA DE TABELA

1	Levantamento Florístico da bacia hidrográfica do Rio das Pedras em Guaraciama (MG)	33
2	Levantamento Faunístico da bacia hidrográfica do Rio das Pedras em Guaraciama (MG).....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DD -	Densidade de drenagem
APP -	Áreas de preservação permanente
IGAM -	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
AER -	Avaliação Ecológica Rápida
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia
EMATER/MG -	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais
MG -	Minas Gerais
EMBRAPA -	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IEF -	Instituto Estadual de Florestas
LV -	Latossolo Vermelho
UFMG -	Universidade Federal de Minas
IMA -	Instituto Mineiro de Agropecuária
Kc -	Coeficiente de Compacidade
Kf -	Fator de Forma
SEE -	Secretaria de Estado de Educação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	Marco legal da conservação ambiental.....	18
2.2	Bacias Hidrográficas.....	22
3	METODOLOGIA.....	25
3.1	Delimitação da bacia hidrográfica.....	27
3.2	Identificação da Área.....	28
3.3	Área de abrangência.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1	Componente Vegetal.....	32
4.2	Componente Fauna.....	33
4.3	Componente Socioeconômico.....	35
4.4	Componente meio físico.....	35
4.4.1	Clima.....	35
4.4.2	Solo.....	36
4.4.2.1	Latossolos Vermelho-escuro ou Latossolo.....	36
4.4.2.2	Cambissolos.....	37
4.4.2.3	Litossolos (Neossolos).....	37
4.4.3	Características Hidrológicas.....	39
4.4.3.1	Área.....	39
4.4.3.2	Densidade de Drenagem (DD)	39
4.4.3.3	Fator de Forma (Kf)	40
4.4.3.4	Coeficiente de Compacidade (Kc)	41
4.5	Uso e Ocupação do Solo.....	42

4.5.1	Pastagens e Culturas.....	42
4.5.2	Vegetação Ciliar.....	42
4.5.3	Cerrado.....	43
4.5.4	Área Urbana.....	45
4.6	Problemas ambientais identificados.....	45
4.6.1	Supressão da vegetação e degradação dos ecossistemas...	45
4.6.2	Alteração da estrutura e fertilidade do solo.....	47
4.6.3	Geração de efluentes líquidos.....	49
4.7	Ações Prioritárias para a Conservação.....	49
4.7.1	Programas e Projetos.....	49
4.7.1.1	Cadastro de Usuários Significantes e Insignificantes.....	49
4.7.1.2	Programa Interdisciplinar de Educação Ambiental.....	50
4.7.1.3	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.....	50
4.7.1.4	Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo do Rio das Pedras.....	51
4.7.2	Ações Paliativas.....	51
4.7.2.1	Contenção de áreas com processo erosivo instalado.....	52
4.7.2.2	Reforma de estradas rurais.....	52
4.7.2.3	Isolamento e Recomposição da Mata Ciliar.....	53
4.7.2.4	Barragens de regularização de vazão.....	53
4.7.2.5	Manejo adequado do solo agricultável.....	54
5	CONCLUSÃO.....	55
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
	REFERENCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

O norte de Minas Gerais apresenta um regime pluviométrico marcado pela irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Neste contexto, a carência de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, situações de pobreza da população.

Esse quadro de escassez poderia ser modificado, em alguns casos, através de uma gestão integrada dos recursos ambientais. Dessa forma, as ações que visam a conservação e recuperação das áreas degradadas e revitalização de cursos d'água são um dos principais instrumentos para a implementação desta gestão.

O município de Guaraciama, localizado no norte de Minas Gerais, faz parte desse contexto. A escassez de água, vinculada a condições inapropriadas de gestão de resíduos sólidos, saúde pública e educação contribuem para o agravamento das condições socioeconômicas e ambientais existentes nas comunidades rurais. O uso inadequado do solo e água causa uma degradação dos recursos naturais. Os recursos hídricos são uns dos que mais sofrem com estes problemas, devido a sua alta vulnerabilidade às ações antrópicas.

Destarte, as comunidades que integram a bacia hidrográfica do Rio das Pedras, afluente do Rio Verde, são uma confirmação da situação contextualizada. O Rio das Pedras é um corpo d'água importante para as comunidades que o margeiam, não apenas em Guaraciama, mas também em Glaucilândia e Bocaiúva, também municípios do norte de Minas.

Essas comunidades têm sofrido com os problemas decorrentes do manejo inadequado da água e solo. As áreas de pastagem degradadas já implantadas, comuns na região, atuaram como um forte fator de desmate da vegetação nativa. A região, marcada pelo relevo plano, a levemente ondulado, livre de muitos acidentes geográficos, é vulnerável à exposição do solo e às intempéries do tempo. É visível o problema causado pela erosão.

O assoreamento das nascentes que alimentam o Rio das Pedras, e por consequência o assoreamento de seu leito, têm tornado a disponibilidade de água restrita apenas aos períodos de chuva. A redução da vazão do Rio das

Pedras é sentida de perto pela população local. O pisoteio das nascentes pelo gado também se constitui como um importante fator pressão sobre as áreas de recarga e as matas ciliares. A pecuária extensiva, a intervenção nas áreas de preservação permanente (APPs), a construção de estradas sem controle do processo erosivo e a extração de recursos florestais de topo de morros são os problemas mais comuns à região. Os problemas decorrentes da ausência de saneamento básico causam danos à qualidade da água e solo. A falta de saneamento básico é comumente vinculada à epidemiologia e a doenças de veiculação hídrica. Não é estranho nestas comunidades encontrar crianças com casos de esquistossomose e outras doenças vinculadas à contaminação dos recursos hídricos.

Diante da atual situação de degradação ambiental, pelo qual os rios mineiros vem passando, torna-se necessário intervir nesse ciclo, visando compatibilizar a atividade agropecuária com a conservação do meio ambiente, em especial a água, haja vista sua indiscutível importância na sobrevivência de seus habitantes e na viabilização de qualquer atividade produtiva.

Desenvolver ações voltadas à melhoria quantitativa e qualitativa de oferta de água na área rural, principalmente no período seco do ano deve ser uma prioridade municipal. Cabe a ressalva que boa parte das comunidades rurais são abastecidas através de poços tubulares, que atendem tanto à população quanto aos animais. Estes poços apresentam pouca vazão, sendo que já existem relatos de alguns representantes secos na área de drenagem da bacia em questão.

A bacia do Rio das Pedras, na porção que pertence ao município de Guaraciama, ao longo dos anos vem sendo explorada de forma irracional e sem planejamento, através de queimadas, pastoreio agressivo e excessivo, desmatamento indiscriminado, remoção da vegetação nativa de preservação permanente, destino incorreto dos lixos e dejetos, entre outros, e, por isso, sofre com os processos erosivos, assoreamento dos corpos hídricos e comprometimento da qualidade da água, dentre outros prejuízos ecológicos.

Assim, o intuito deste trabalho, foi obter um diagnóstico ambiental integrado, que, contemplando algumas componentes físicas, biológicas e

sociais da área em questão, puderam apontar os principais problemas ambientais que a bacia hidrográfica do Rio das Pedras, em sua porção municipal de Guaraciama sofre.

Deste modo, este estudo serve de base para que sejam alcançadas melhorias na qualidade e quantidade de água disponibilizada a população e utilizada com fins agrícolas. Espera-se também a condução de novos estudos, tomando-se como base este trabalho inicial, visando o ajustamento do mesmo a medida que a de conscientização e interesse da comunidade e das autoridades governamentais forem aumentando.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os recursos hídricos são sistemas complexos caracterizados em suma como escoadouros naturais das áreas de drenagens adjacentes, que em princípio formam as bacias hídricas. A complexidade destes sistemas lóticos se deve ao uso da terra, geologia, tamanho e formas das bacias de drenagem, além das condições climáticas locais (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Uma seção de um rio define a sua bacia hidrográfica. Essa bacia é, portanto, a área definida pela topografia superficial em que, a chuva precipitada na sua área de drenagem, contribui como o escoamento pela seção que a define. A disponibilidade hídrica depende da capacidade de regularização natural do rio ao longo do ano (TUCCI; COLLISCHONN, 1998).

As alterações ocorridas na bacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais, são correlacionadas a partir do uso de indicadores de qualidade de água, que consistem no emprego de variáveis que quando avaliadas fornecem uma visão estrita ou provável da poluição. Cada sistema lótico possui características próprias, assim, faz-se necessário a identificação de parâmetros que reflitam resumida e objetivamente as alterações, com ênfase para as intervenções humanas como o uso urbano e industrial (COUILLARD; LEFEBVRE, 1985 citado por TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Para avaliar os impactos da degradação ambiental é necessário diagnosticar a bacia hidrográfica como um todo. Para isto, são necessários levantamentos de campo na área em estudo (VON SPERLING, 2005).

Conforme Mota (1997 citado por FARIA, RODRIGUES, BORGES, 2004) as informações mais comuns a serem obtidas em um levantamento acerca de uma bacia são:

- Dados físicos da bacia: aspectos geológicos; precipitação pluviométrica, escoamento, variações climáticas, temperatura, evaporação, etc.
- Informações sobre o comportamento hidráulico dos corpos d'água: volumes de reservatórios, profundidade, etc.

- Uso e ocupação do solo: tipo, densidade, perspectivas de crescimento, etc.
- Caracterização socioeconômica: demografia, economia, etc.
- Usos múltiplos das águas.
- Localização, quantificação e tendência das principais fontes poluidoras.
- Diagnóstico da situação atual da qualidade da água: características físicas, químicas e biológicas.

Como dito outrora, o presente estudo se trata do diagnóstico ambiental simplificado da bacia hidrográfica do Rio das Pedras, afluente constituinte do Rio Verde Grande, em sua área de drenagem que está no município de Guaraciama no estado de Minas Gerais.

Faz-se, no entanto, necessário conceituar uma das palavras-chave deste trabalho – Diagnóstico. Segundo Iribarry (2003):

[...] a palavra diagnóstico vem do grego *diagnostikós* e está relacionada à diagnose. Diagnose vem do grego *diagnosis* e possui acepções ligadas à história natural e à botânica. Em história natural a diagnose envolve uma descrição minuciosa do animal ou da planta, realizada pelo seu classificador por meio de termos em latim. Na botânica, a diagnose serve para realizar uma descrição abreviada de uma família, gênero ou espécie (IRIBARRY, 2003).

Elaborar um diagnóstico ambiental é, portanto, interpretar a situação ambiental problemática dessa área, a partir da interação e da dinâmica de seus componentes, quer relacionados aos elementos físicos e biológicos, quer relacionados aos fatores socioculturais.

Este estudo fornece uma caracterização ambiental simplificada da bacia do Rio das Pedras, no município de Guaraciama, além de abarcar em sua concepção o levantamento de Ações Prioritárias para a Conservação Ambiental.

O presente estudo ainda almeja de se tornar para sociedade um instrumento de difusão das peculiaridades ambientais do Rio das Pedras, que permitirá nortear as ações a serem tomadas no âmbito conservacionista,

fornecer bases para impulsionar o desenvolvimento regional de forma Sustentável, bem como se tornar uma fonte de conhecimento técnico e científico para a respectiva bacia hidrográfica.

2.1 Marco legal da conservação ambiental

Primeiramente é importante pontuar que seria adequado que o Direito Brasileiro incorporasse com mais vigor, o correto uso dos termos água e recursos hídricos em seu verdadeiro sentido. Sendo a expressão água empregada como “elemento líquido em seu gênero, descomprometido de qualquer uso”. E recursos hídricos “quando a água estiver sendo tratada como bem econômico, com fins utilitários”. No tocante ao ponto de Direito de Águas pode-se defini-lo como ramo da ciência do Direito que aborda o “Conjunto de princípios e normas jurídicas que disciplinam o domínio, o uso, o aproveitamento, a conservação e a preservação das águas, assim como a defesa contra suas danosa consequências”.

Esse ensinamento contém suas normas pautadas tanto no Direito Público como no Direito Privado e tem como fonte a legislação, a doutrina, a jurisprudência e o costume. (POMPEU, 2006).

Ao se fazer um retrospecto das legislações brasileiras desde a época do Império a respeito da temática da água até os dias atuais percebe-se que, durante um tempo considerável não houve uma preocupação de fato sobre essa questão. Destaca-se que a Constituição Política do Império que data de 1824 não disciplinou especificadamente esse assunto.

Para Milaré (2007) o primeiro diploma legal que possibilitou ao Poder Público disciplinar o aproveitamento industrial das águas e, de forma especial, o aproveitamento e exploração da energia hidráulica foi o Código de Águas – Decreto 24.643 do dia 10 de Julho de 1934. É este um texto antigo e que foi muito modificado por leis posteriores.

Segundo Pompeu (2006) dispôs efetivamente sobre esse termo a Constituição Federativa do Brasil de 18 de Setembro de 1946 que alterou consideravelmente o domínio hídrico. Foi abolida então a categoria dos rios municipais e atribuído à União os lagos e quaisquer correntes de água em

terreno de seu domínio ou que banhem mais de um Estado, servissem de limites com outros países ou se estendessem a território estrangeiro (Artigo 34, inciso I.). Aos Estados foram conferidos os lagos e rios em terreno de seu domínio e os que tivessem nascentes e foz em seu território (Artigo 35).

O grande marco que pode ser apontado é a Constituição Federativa do Brasil de 1988 onde a partir dela surgiram às constituições estaduais em seguida as leis orgânicas dos municípios evidenciando a preocupação ecológica. Sobre essa Constituição merece destaque o artigo 225 que contempla que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988, Art. 225).

No que tange a esse assunto é válido mencionar que a Constituição Federativa de 1988 alterou o domínio hídrico anterior. No artigo 20 do capítulo II estabelece serem bens da União:

I - os que atualmente lhe pertencem e os que lhe vierem a ser atribuídos;
III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais (BRASIL, 1988, Art. 20).

Milaré (2007) expõe que, anteriormente, o Brasil não tinha uma Política Nacional de Recursos hídricos efetiva. De maneira que o gerenciamento, ou a falta do mesmo, ocorreu por meio de setores ou por pressão de impulsos isolados, em desacordo com as necessidades e com a extensão territorial e as diversidades que compõem as regiões do país. Não houve, portanto nenhuma visão prospectiva diante das mudanças da sociedade e da economia que ocorreu no mundo, que fosse capaz de inserir a água no contexto biótico e abiótico, e num quadro de desenvolvimento sustentável.

O início do processo de regulamentação se deu com a promulgação da

Lei Federal 9.433 de 08 de Janeiro de 1997. Essa Lei instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentando o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal que expõe no que diz respeito às competências da união “instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso”.

Segundo Machado (2005) essa lei demarca de forma concreta a sustentabilidade dos recursos hídricos em três aspectos, que são eles: disponibilidade hídrica, utilização racional da mesma e a utilização integrada. No que se refere à disponibilidade menciona-se água de boa qualidade, ou seja, não poluída para as presentes e futuras gerações através de uma utilização racional e integrada.

A Lei Federal 9.433/97 é fundamentada nos seguintes princípios: A água é um bem de domínio público; a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e dessedentação dos animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Dando base a essa legislação constituem-se os seguintes instrumentos: os Planos de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, as outorgas de direito de uso, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e o Sistema de Informação sobre os recursos hídricos.

Para Sirvinskas (2009) “o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos é constituído por um conjunto de órgãos e instituições que atuam na gestão dos recursos hídricos na esfera federal, estadual e municipal”. E completa que as instituições compreendem o Poder Executivo, o Poder Legislativo e o Poder Judiciário, englobando o Ministério Público.

Segundo o artigo 32 da Lei Federal 9.433/97, o arcabouço institucional da gestão dos recursos hídricos é formado pelo Sistema Nacional de

Gerenciamento de Recursos Hídricos com os seguintes objetivos: Coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e promover a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos os seguintes organismos: O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, a Agência Nacional das Águas – ANA; Os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e Distrito Federal; os Comitês de Bacia Hidrográfica; os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipal, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; e as Agências de Água.

Para Pizella e Souza (2007) as diversas legislações e normalizações referentes ao meio ambiente e de recursos hídricos do Brasil consideram a proteção e a recuperação da qualidade da água como requisitos essenciais para o país se desenvolver sustentavelmente.

Não basta, entretanto apenas legislar. É fundamental que todas as pessoas e autoridades responsáveis se lancem ao trabalho de tirar essas regras do limbo da teoria para a existência efetiva da vida real; na verdade, o maior dos problemas brasileiros é o desrespeito generalizado, impunido ou impunível, à legislação vigente. É preciso, numa palavra, ultrapassar a ineficaz retórica ecológica – tão inócua quanto aborrecida – e chegar às ações concretas em favor do ambiente e da vida (MILARÉ, 2007).

É importante frisar como afirma Machado (2005) que a qualidade e quantidade das águas dos rios, ribeirões, riachos, lagos e represas, vão depender da implementação da política ambiental e da legislação existentes, com referência notadamente, ao ordenamento do território dos municípios. Já que aspectos como efluentes domésticos e industriais são de interesse local.

2.2 Bacias Hidrográficas

O Conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento, pesquisa, gestão e aplicação das informações básicas, é resultado de uma longa evolução. Segundo o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM (2008) a bacia hidrográfica (FIG. 1) é:

É a unidade territorial de planejamento e gerenciamento das águas. Constitui-se no conjunto de terras delimitadas pelos divisores de água e drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. A bacia hidrográfica evidencia a hierarquização dos rios, ou seja, a organização natural por ordem de menor volume (nascentes e córregos) para os mais caudalosos (rios), escoando dos pontos mais altos para os mais baixos (IGAM, 2008).

Atualmente, como se pôde ver, este conceito está bem estabelecido, representando um grande processo de descentralização da gestão baseada em pesquisa e inovação aplicada a cada bacia hidrográfica. Neste contexto, as escalas espaciais e temporais são fundamentais a se considerar (TUNDISI *et al.*, 2008).

De forma síncrona, define-se a bacia como sendo aquelas bacias cuja área seja tão pequena, que a sensibilidade às chuvas de alta intensidade e às diferenças do uso do solo não seja suprimida pelas características da rede de drenagem. Segundo tal definição, a área de uma bacia pode variar de pouco menos de 1 hectare até 40 ou mais (BIGON; REIS, 2010).

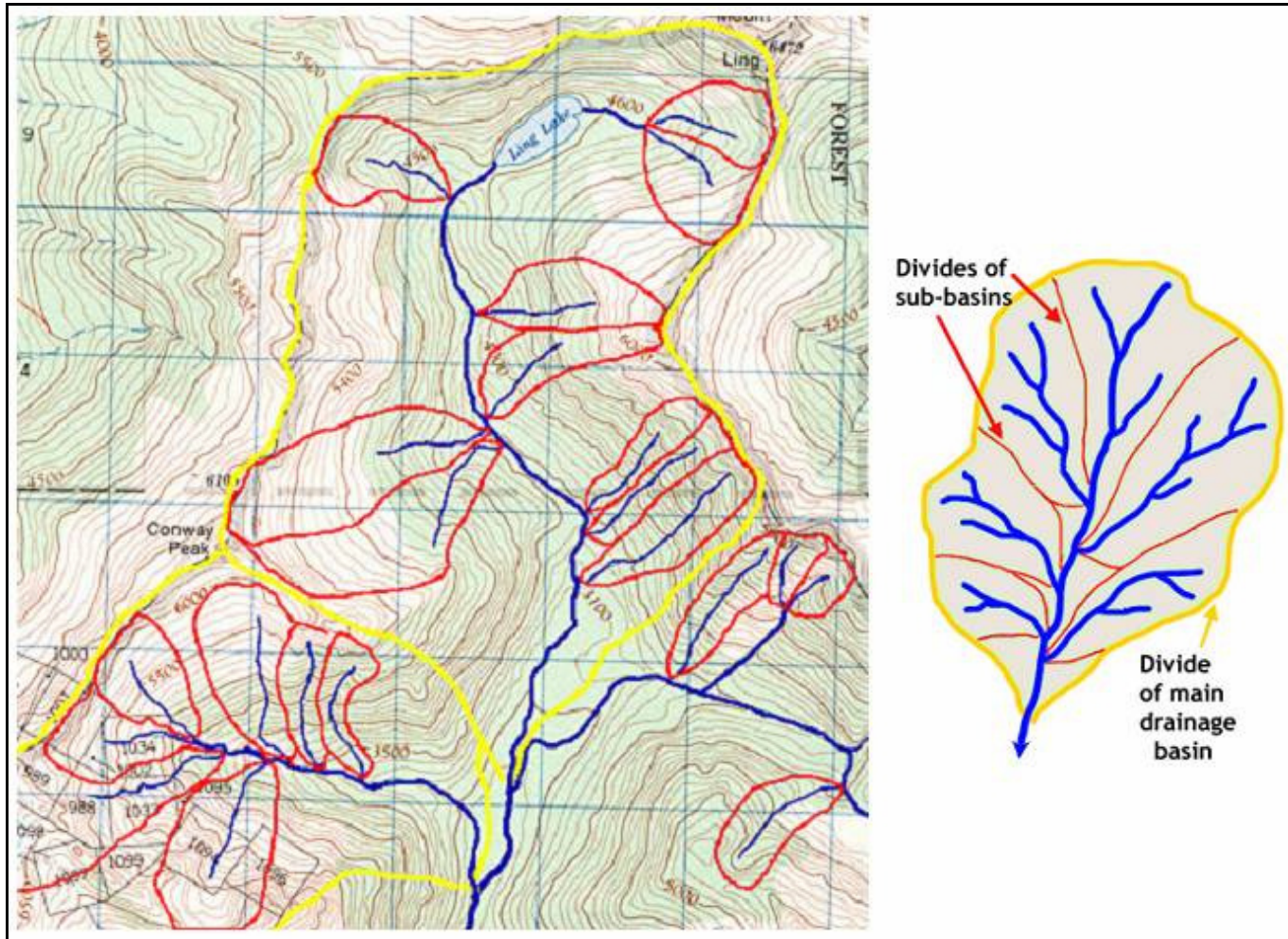


FIGURA 1 – Bacia hidrográfica baseada em divisores de água
Fonte: LIMA, 2008.

Segundo o IGAM (2008), a sub-bacia hidrográfica é definida de forma mais simples, como sendo:

Parte de uma bacia hidrográfica de um rio maior, correspondente a um de seus afluentes ou tributário. Por exemplo, o rio São Francisco apresenta diversas sub-bacias, como a sub-bacia do rio Verde Grande, sub-bacia do rio Paracatu, sub-bacia do rio das Velhas etc. (IGAM, 2008).

A bacia hidrográfica é definida de forma análoga pelo IGAM (2008) como sendo:

Sob o aspecto físico, a bacia não se diferencia da definição de bacia hidrográfica, podendo até ser classificada como uma pequena bacia. Esse conceito surgiu pela dificuldade de se planejar a intervenção em bacias hidrográficas, com toda a sua complexidade e infinitas variáveis socioeconômicas e ambientais. Assim, a bacia é adotada para a realização de programas e estudos, se contrapondo ao gigantismo da bacia.

Cabe a inferência que, sobre o território definido como bacia hidrográfica é que se desenvolvem as atividades humanas, uma vez que, todas as áreas, quer sejam urbanas, industriais, agrícolas ou outra qualquer, fazer parte de alguma bacia hidrográfica. Pode-se inferir ainda que, no exutório, estarão representados todos os processos que fazem parte de seu sistema (PORTO; PORTO, 2008).

Assim, a bacia hidrográfica coleta a precipitação que cai sobre sua área de drenagem e a conduz para o rio, através do escoamento superficial e do fluxo de água subterrânea. Os solos e a vegetação influenciam na velocidade com que essa água alcança o rio. A litologia, que determina a textura do solo, por sua vez, controla sua capacidade de escoar água em seus poros e microporos, bem como nos aquíferos e lençóis freáticos (FALCÃO, 2008).

3 METODOLOGIA

No processo de decisão sobre as estratégias de conservação ambiental é essencial aliar a ciência ao conhecimento prévio de uma área de interesse. Assim, além dos dados secundários que tratem de características ambientais genéricas, é preciso realizar um trabalho de campo que possa ratificar ou retificar as informações coletadas previamente.

Este diagnóstico se configura como o documento que norteará as ações de adequação ambiental, principalmente nas áreas críticas definidas pela legislação brasileira, como as Áreas de Preservação Permanente e as “Reservas Legais”, os *habitats* peculiares como as matas ciliares e áreas com relevante grau de endemismo.

A conservação ambiental por concepção, já discrimina algumas situações que merecem uma atenção especial, como áreas com cobertura vegetal fragmentada, áreas com baixa aptidão agrícola e florestal, áreas com alto potencial erosivo, assoreamento de mananciais e nascentes, dentre outros.

Este estudo se baseou em duas partes básicas, interdependentes: a Caracterização Ambiental da bacia hidrográfica do Rio das Pedras e a Proposição de Ações Prioritárias para a Conservação.

A metodologia utilizada para a elaboração deste estudo, tanto na caracterização quando a proposição de ações, teve como base a pesquisa bibliográfica, que consistiu no uso de material científico já elaborado, como livros e artigos, publicações institucionais, dados e informações governamentais e a Avaliação Ecológica Rápida (AER), desenvolvida por Sobrevila; Bath (1992 citado por SAYRE *et al.*, 2003), embora, em decorrência do tempo disponível para o estudo, foi adaptada, no sentido de remover os itens que englobem a aquisição primária de dados de campo.

A Avaliação Ecológica Rápida é um processo flexível utilizado com o intuito de obter e aplicar, de forma rápida, informações ecológicas, que possam nortear a tomada de decisões sobre conservação de áreas pouco conhecidas.

Segundo o Sayre *et al.*(2003), essa técnica permite a determinação

das características de paisagens inteiras e a identificação das comunidades naturais e habitats que são únicos ou que possuem grande importância sob o ponto de vista ecológico.

Uma AER compreende um protocolo de passos e atividades organizados hierarquicamente, desde um nível macroscópico amplo, aplicado a toda a região de estudo, até um nível fino, de análise de comunidades naturais em campo em áreas selecionadas nas fases anteriores. Esses passos e atividades são nada mais que roteiros racionais que orientam a coleta e análise de dados e que devem, portanto, ser usados de forma flexível, adaptando-os às peculiaridades de cada projeto em particular (GUADAGNIN; LAROCCA; SOBRAL, 1999).

De forma abreviada, os passos executados na AER são os seguintes (SAYRE; ROCA; SEDAGHATKISH; YOUNG; KEEL; ROCA; SHEPPARD, 2003):

- Definição de objetivos: os objetivos devem ser definidos com clareza em cada etapa do trabalho para que a AER resulte eficiente e de baixo custo;
- Identificação e aquisição de dados: definição das informações e níveis de detalhamento que são necessárias para atingir os objetivos do estudo, levando em conta também as limitações de tempo e recursos e a dimensão da área de estudo; privilegiam-se fontes remotas de informação (fotos aéreas, imagens orbitais e outras), por permitirem a análise de toda a área de estudo;
- Análise de dados: está baseada na organização dos dados em mapas, que servem para desmembrar sistemas complexos, permitindo a visualização de seus componentes;
- Verificação da análise: realizada em campo, com a tomada de amostras para validar ou revisar a análise e refinar a resolução e qualidade das informações;
- Geração de produtos: consiste na elaboração dos relatórios que se referem diretamente a cada objetivo fixado; os mapas são especialmente adequados como instrumentos de síntese e comunicação;
- Recomendações e aplicações: correspondem a o produto final da avaliação.

Vale a ressalva de que no nível amplo, os produtos finais resultantes da integração das informações são uma classificação dos tipos de vegetação

e um mapa da cobertura vegetal. No nível fino, descreve-se e analisa-se a situação das diferentes comunidades naturais e antrópicas e localizam-se as comunidades e setores de maior interesse para a preservação. Finalmente, são dadas recomendações para a proteção das comunidades de interesse e para pesquisas futuras.

A etapa da Identificação e Aquisição de Dados teve início com a obtenção de imagens superficiais da área de interesse, extraídas do Software Google Earth e processada através dos programas SPRING 5.1.6 e ArcGIS 9.3. A imagem foi georreferenciada com base na Carta hidrográfica do Estado de Minas Gerais, por similaridade e pontos de controle, disponibilizada pela equipe de geoprocessamento do IGAM, por meio de seu sítio eletrônico.

A imagem superficial inicial foi sobreposta pela delimitação da bacia hidrográfica e serviu de base para a etapa de Verificação da Análise.

O Sensoriamento Remoto adotado neste estudo, para a caracterização da Componente Flora, Componente Solo e Componente Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do Rio das Pedras foi feito utilizando-se imagens Orbitais do *Google Earth*.

Os dados que compõem o Componente Socioeconômico foram levantados de forma indireta, por meio de dados secundários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, baseados no Censo Demográfico de 2010.

3.1 Delimitação da bacia hidrográfica

A delimitação da bacia foi feito por meio do Software ArcGIS 9.3 tendo como base o Fluxo de Direção e o Fluxo Acumulado da água na bacia. A delimitação da bacia utilizou o Modelo Digital de Elevação do Terreno - SRTM articulado nas cartas topográficas SE-23-X-C e SE-23-X-A no Datum WGS84, disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e compatíveis com a escala 1:250.000 das cartas topográficas do IBGE.

3.2 Identificação da Área

A sub-bacia do Rio das Pedras abrange os municípios de Guaraciama, Glaucilândia, Bocaiúva e Juramento.

Localizado no norte de Minas Gerais, dentro do Polígono da seca o município de Guaraciama, ocupa uma área de 391 km², distante 72 km de Montes Claros e 350 km de Belo Horizonte, capital estadual, conforme a FIG. [2](#).



FIGURA 2 – Localização da bacia hidrográfica do Rio das Pedras no Estado de Minas Gerais

3.3 Área de abrangência

Faz parte do escopo deste estudo, a região do Alto Rio das Pedras, que vai desde sua nascente mais importante, localizada na Comunidade de Cabeceiras do Rio das Pedras até sua confluência com o Rio do Félix, inclusive. A bacia hidrográfica do Rio das Pedras está localizada nos municípios mineiros de Glaucilândia, Bocaiúva e Guaraciama (FIG. 3). Integra a região hidrográfica do Rio São Francisco e, em se tratando das Unidades Estaduais de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos de Minas Gerais, a bacia está localizada na UPGRH SF10.

O Rio das Pedras possui sua nascente localizada no município de Guaraciama/MG, mais especificamente na Comunidade de Cabeceiras do Rio das Pedras. Seu percurso ao longo da bacia apresenta sinais claros de degradação ambiental, sob as formas de erosão que por consequência, eleva o potencial de assoreamento da calha do rio.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia - IBGE (2010) a bacia hidrográfica do Rio das Pedras é pouco povoada, principalmente quando se leva em conta suas dimensões, no entanto, este fato não representa uma situação ambiental favorável, pois, conforme se pôde observar, a baixa densidade demográfica é uma característica que se substitui como agravante pela pecuária e agricultura intensiva, que, aliada às pastagens degradadas e ao solo pouco estruturado e frágil, culmina em danos ambientais consideráveis.

A vegetação da bacia hidrográfica do Rio das Pedras é marcada pelo Bioma Cerrado, onde está inteiramente inserida, com destaque para as áreas de mata ciliar, que margeiam seu percurso, desde as nascentes.

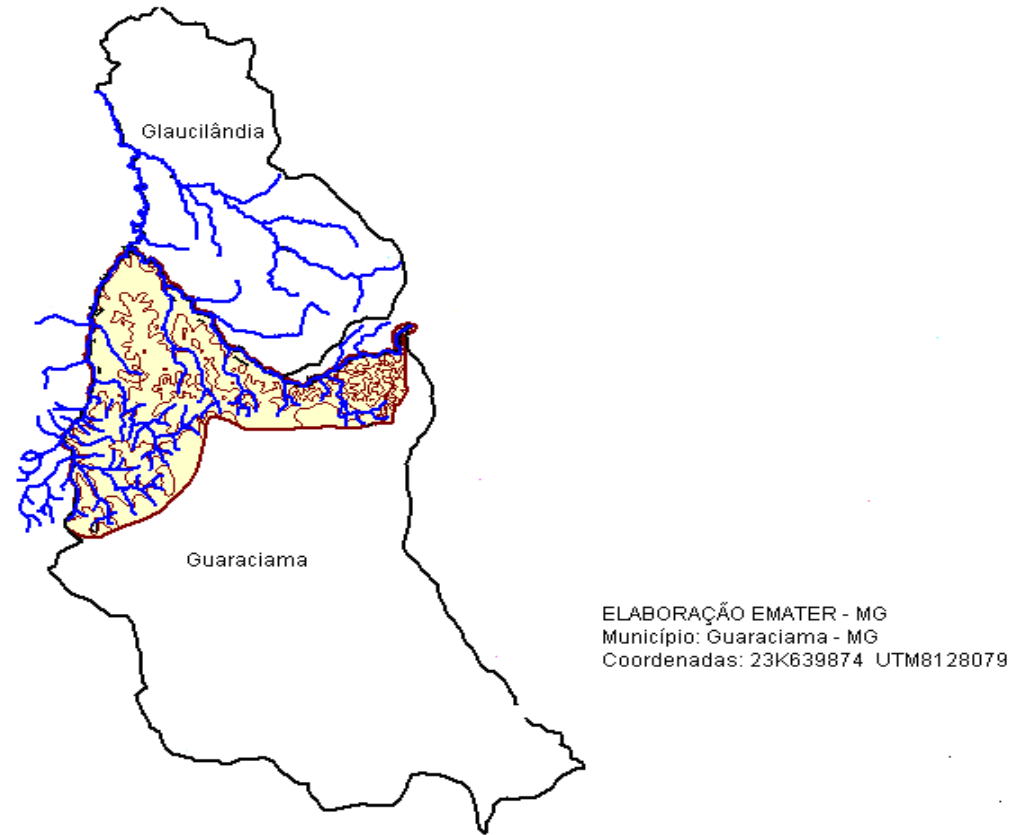


FIGURA 3 – Localização da bacia hidrográfica do Rio das Pedras no município de Guaraciama (MG)
Fonte: EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER/MG, 2010.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Componente Vegetal

A vegetação nativa predominante e característica na bacia do Rio das Pedras é o cerrado, em sua derivação “campo cerrado”.

O Campo Cerrado é uma vegetação derivada do bioma cerrado, marcada pela intensidade quantitativa do Estrato Herbáceo, formado por gramíneas nativas e do Estrato Arbustivo, além de alguns poucos exemplares de árvores de baixo a médio porte, bem afastadas entre si.

Os estratos arbóreo e arbustivo da bacia hidrográfica do Rio das Pedras apresentam troncos e ramos tortuosos, súber espesso, macrofilia e esclerofilia. Segundo Scariot; Souza-Silva; Felfili (2005), o sistema subterrâneo, dessas espécies é dotado de longas raízes pivotantes, o que permite a estas plantas atingir de 10 a 15 metros de profundidade, abastecendo-se de água em camadas permanentemente úmidas do solo.

Ainda segundo Scariot; Souza-Silva; Felfili (2011) a vegetação herbácea e subarbustiva é formada também por espécies predominantemente perenes, possui órgãos subterrâneos de resistência, como bulbos, xilopódios, sóboles, etc., que lhes garantem sobreviver à seca e ao fogo. Suas raízes são normalmente superficiais, indo até pouco mais de 30 cm. Os ramos aéreos possuem formação anual, secando e morrendo durante a estação seca.

O principal problema enfrentado pela vegetação ao longo da área de drenagem da bacia do Rio das Pedras é, sem dúvida a invasão da pastagem e agricultura sobre as áreas de Preservação Permanente, propiciando assim os processos erosivos que assoreiam o rio e seus afluentes.

São espécies vegetais comuns ao campo cerrado, encontradas no município de Guaraciama (MG):

TABELA 1

Levantamento Florístico da bacia hidrográfica do
Rio das Pedras em Guaraciama (MG)

Nome Popular	Nome Científico
Cagaita	<i>Eugenia dysenterica</i>
Lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i>
Jatobá-do-cerrado	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>
Barbatimão	<i>Stryphnodendron adstringens</i>
Murici	<i>Byrsonima verbacifolia</i>
Mama-cadela	<i>Brosimum gaudichaudii</i>
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i>
Panã	<i>Annona crassiflora</i>
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i>
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Pau terra	<i>Qualea grandiflora</i>

Fonte: Adaptado de Lima, 2008 com dados primários observados em campo

4.2 Componente Fauna

TABELA 2

Levantamento Faunístico da bacia hidrográfica do
Rio das Pedras em Guaraciama (MG)

Mastofauna	
Nome Popular	Nome Científico
Gambá	<i>Didelphis ssp</i>
Jaratataca	<i>Conepatus semistriatus</i>
Tatu	<i>Dasypodidae</i>
Gato-palheiro	<i>Oncifelis colocolo</i>
Jaguatirica	<i>Leopardus pardalis</i>

Preá	<i>Cavia spp</i>
Ratos	<i>Cricetidae</i>
Quirópteros – morcegos	<i>Chiroptera</i>
Avifauna	
Codorna-pequena	<i>Taoniscus nanus</i>
Garça campeira	<i>Casmerodius albus</i>
Anu-preto	<i>Crotophaga ani</i>
Sanhaço	<i>Thraupis sp.</i>
Quero-quero	<i>Vanellus chilensis</i>
Papagaio-verdadeiro	<i>Amazona aestiva</i>
Piriquito	<i>Brotogeris chiriri</i>
João-de-barro	<i>Furnarius rufus</i>
Bem-te-vi	<i>Pitangus sulphuratus</i>
Beija-flor	<i>Colibri serrirostris</i>
Urubu	<i>Coragyps atratus</i>
Seriema	<i>Cariama cristata</i>
Ictiofauna	
Piaba	<i>Astyanax spp.</i>
Lambaris	<i>Deuterodon spp., Moenkhausia spp</i>
Bagre e Mandi	<i>Pimelodus spp.</i>
Traíra	<i>Hoplias spp.</i>
Corimatá	<i>Cyphocharax spp.</i>
Surubim	<i>Sorubimichthys planiceps</i>
Herpetofauna	
Cascavel	<i>Crotalus spp.</i>

Jararacuçu	<i>Bothrops jararacuçu</i>
Jararaca-da-seca	<i>Bothrops erythromelas</i>

Fonte: Adaptado de LIMA, 2008 com dados primários observados em campo

4.3 Componente Socioeconômico

A bacia hidrográfica do Rio das Pedras é constituída em sua maioria por famílias de pequenos produtores, que exploram principalmente a bovinocultura de corte e de leite com e possuem baixo poder aquisitivo e econômico, onde as atividades agropastoris compõem quase a totalidade da renda bruta.

O município de Guaraciama é bem servido de estradas, em termos quantitativos, e possui boa disponibilidade de energia elétrica. O polo comercial, de saúde e educacional local se distribui entre as sedes municipais de Guaraciama e de Bocaiúva.

A população do Município de Guaraciama, no ano de 2010 é de 4.718 ha , como a área da unidade territorial 390,262 km², tem-se portanto, uma baixa densidade demográfica, da ordem 12,09 hab/km² (IBGE, 2010).

4.4 Componente meio físico

4.4.1Clima

O clima da região é qualificado como clima tropical semiárido e subúmido seco. O regime hidroclimatológico predominante é irregular, com ocorrências de estiagens prolongadas e, conseqüentemente, elevada variabilidade anual das disponibilidades hídricas, apesar dos totais pluviométricos anuais se situarem na faixa entre 600 e 1400 mm com média anual 1.246 mm/h e temperatura média de 24,3°C (EMATER/MG, 2010).

Quanto à classificação climática de Köppen, o clima predominante é Aw – clima tropical de savana, inverno seco e verão chuvoso; a temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C; o mês mais seco tem menos de 60

mm de chuvas (EMBRAPA, 1979). A duração da estação seca pode ser superior a seis meses e a umidade relativa do ar pode atingir valores inferiores a 15%, principalmente nos meses de julho e agosto, o que restringe o uso das terras para a agricultura (EMBRAPA, 1979). Como o inverno é seco, quase sem nuvens, e as latitudes são relativamente pequenas, a radiação solar nesta época também é intensa. Em agosto-setembro essa intensidade pode reduzir-se um pouco em virtude da abundância de névoa seca produzida pelos incêndios e queimadas, principalmente nas áreas de cerrado.

4.4.2 Solo

No ano de 2006, a EMBRAPA divulgou a 2ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, onde, a classificação de alguns tipos de solo, outrora utilizados ,não são mais utilizados, como ocorreu com os Litossolos, que agora integram o grupamento dos Neossolos.

Tendo por base os estudos de solo da EMATER (FIG. 4), realizados no ano de 2010 (EMATER/MG, 2010), observou-se os seguintes tipos de solo:

4.4.2.1 Latossolos Vermelho-escuro ou Latossolo

Segundo Scariot; Souza-Silva; Felfili (2005) os latossolos são solos altamente intemperizados, resultantes da remoção de sílica e de bases trocáveis do perfil. Na paisagem ocorre em relevo plano a suave-ondulado, e é marcado por ser um solo muito profundo, poroso, de textura homogênea ao longo do perfil e de drenagens variando de bem, forte a acentuadamente drenado.

Conforme dita Reatto; Spera (1998 citado por SCARIOT; SOUZA-SILVA; FELFILI, 2005), no bioma Cerrado, estima-se uma ocorrência de aproximadamente 46% da superfície total da região, com base no Mapa de Solos do Brasil

Esta classe é representada por: Latossolo Vermelho (LV),

correspondendo ao Latossolo Roxo e ao Latossolo Vermelho- Escuro, na antiga classificação dentre outros. A composição mineralógica destes solos é dominada por silicatos como a caulinita e (ou) sob a forma de óxidos e oxihidróxidos de Fe e Al como hematita, goethita, gibbsita e outros.

4.4.2.2 Cambissolos

Segundo Scariot *et al.* (2005) são solos que geralmente apresentam minerais primários facilmente intemperizáveis, teores elevados de silte, indicando baixo grau de intemperização e com um horizonte B incipiente. Podem ser desde rasos a profundos, com profundidade atingindo entre 0,2 a 1m. São identificados no campo pela presença de mica na massa do solo em alguns solos, outros pela sensação de sedosidade na textura, devido ao silte. Geralmente estão associados á característica física de relevos ondulados a fortemente ondulados, embora possam ocorrer também em relevos planos a suave-ondulados.

4.4.2.3 Litossolos (Neossolos)

Os litossolos, classificação outrora utilizada, agora integram, segundo a EMBRAPA (2006) a Classe dos Neossolos, que compreende os solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos ou de outros fatores de formação, tais como o clima ou o relevo, que, por vezes, limitam ou impedem a evolução dos solos.

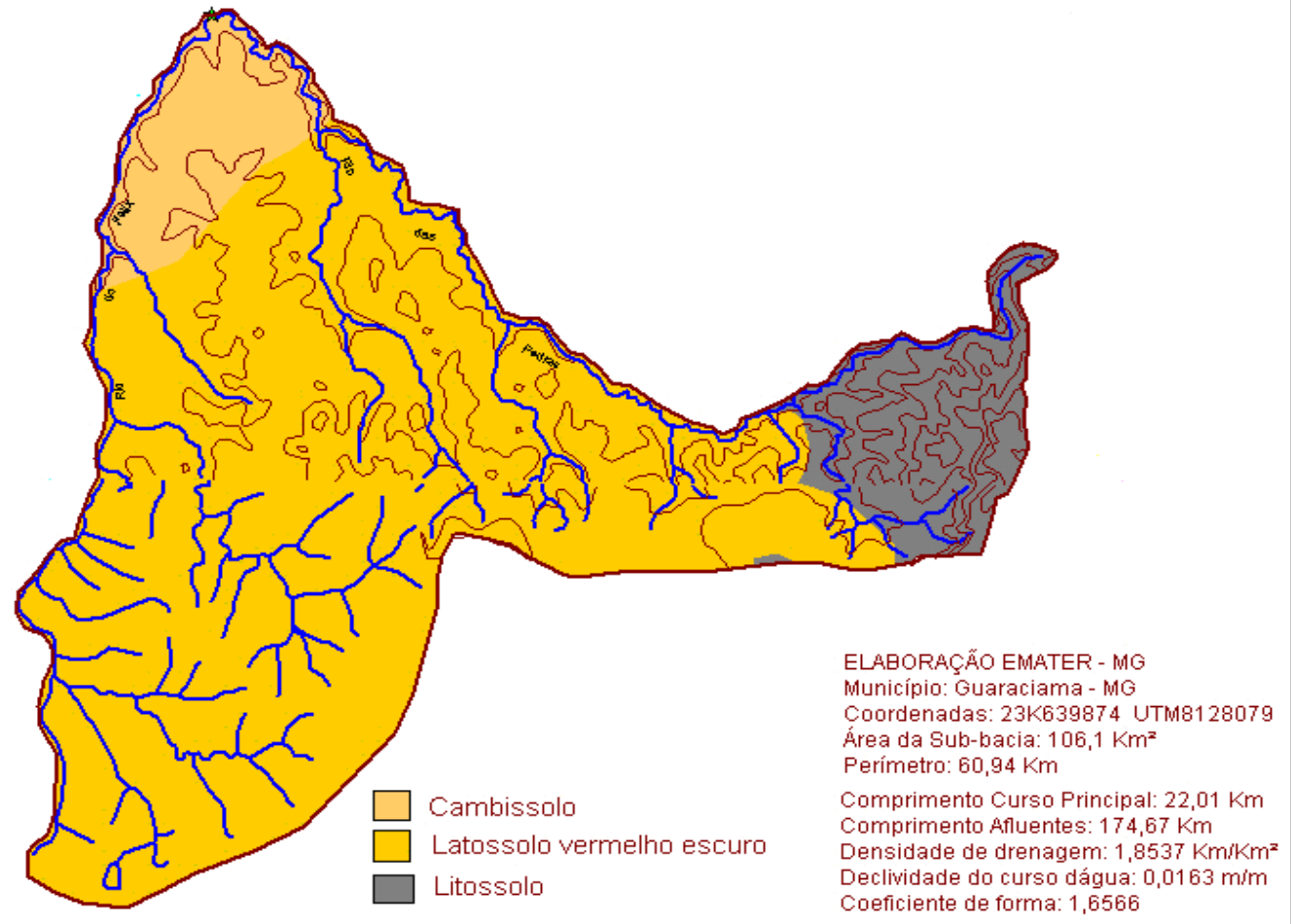


FIGURA 4 – Solos da bacia hidrográfica do Rio das Pedras no município de Guaraciama (MG)
Fonte: EMATER/MG, 2010.

4.4.3 Características Hidrológicas

4.4.3.1 Área

Lima (2008) diz que a área de uma bacia hidrográfica deve ser definida em relação a um dado ponto ao longo do canal, ou à própria saída ou confluência da bacia. A área total inclui todos os pontos situados a altitudes superiores à da saída da bacia e dentro do divisor topográfico que separa duas bacias adjacentes. A determinação da área deve ser feita com muito rigor, a partir de fotografias aéreas, mapas topográficos, ou levantamento de campo, e se possível com auxílio de computadores.

A área da porção Guaraciamense da bacia hidrográfica do Rio das Pedras é de 106,1 km², segundo delimitação realizada utilizando dados georreferenciados do SRTM da EMBRAPA e o Software ArcGIS 9.3.

4.4.3.2 Densidade de Drenagem (DD)

Horton (1932 citado por LIMA, 2008) definiu densidade de drenagem como sendo a razão entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica.

É um índice importante, pois reflete a influência da geologia, topografia, do solo e da vegetação da bacia hidrográfica, e está relacionado com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia. É dado por:

$$DD = \frac{L}{A}$$

Onde DD é a densidade de drenagem, dada em km/km², L é o comprimento total de todos os canais, dado em km e A é a área da bacia hidrográfica, apresentada em km².

Assim, tem-se que a densidade de drenagem da bacia do Rio das Pedras é:

$$DD = \frac{L}{A} = \frac{196,68 \text{ Km}}{106,1 \text{ Km}^2} = 1,8537 \text{ Km/Km}^2$$

Quanto à densidade de drenagem, as bacias podem ser classificadas segundo Sthraler (1957 citado por LIMA, 2008) em:

- Baixa DD: 5.0 km/km²
- Média DD: 5,0 a 13,5 km/km²
- Alta DD: 13,5 a 155,5 km/km²
- Muito alta DD: > 155,5 km/km²

Desse modo, a densidade de drenagem da referida bacia é considerada baixa.

4.4.3.3 Fator de Forma (Kf)

Uma bacia hidrográfica, quando representada em um plano, apresenta a forma geral de uma pera. Dependendo da interação clima-geologia, todavia, várias outras formas geométricas podem existir.

Em qualquer situação a superfície da bacia é côncava, a qual determina a direção geral do escoamento.

A forma é uma das características físicas mais difíceis de ser expressas em termos quantitativos. A forma da bacia, bem como a forma do sistema de drenagem, pode ser influenciada por algumas outras características da bacia, principalmente pela geologia. A forma pode, também, atuar sobre alguns dos processos hidrológicos, ou sobre o comportamento hidrológico da bacia.

Inúmeros métodos de descrição da forma da bacia foram apresentados e, Horton (1932 citado por LIMA, 2008) propôs o fator de forma, definido pela fórmula:

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Onde F é o fator de forma, A é a área da bacia e L é o comprimento do eixo da bacia.

Lima (2008) diz que comparativamente, bacias com fator de forma maior tem maiores chances de sofrer inundações do que bacias de fator de forma menor.

Desse modo tem-se que o fator de forma da bacia foi de:

$$F = \frac{A}{L^2} = \frac{106,1}{22,01^2} = 0,2190$$

Este fator representa um chance menor de acontecer enchentes e inundações nessa porção da bacia

4.4.3.4 Coeficiente de Compacidade (Kc)

Segundo Lima (2008), o coeficiente de compacidade, ou índice de Gravelius é a relação entre o perímetro (P) da bacia e o perímetro da circunferência de um círculo de área (A) e raio (r).

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde P é o perímetro da bacia hidrográfica e A é a área da bacia em questão.

Assim, tem-se que:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} = 0,28 \frac{60,64}{\sqrt{106,1}} = 1,6484$$

4.5 Uso e Ocupação do Solo

As principais aspectos relacionados ao uso e ocupação do solo que foram observadas estão localizadas na FIG. 5.

4.5.1 Pastagens e Culturas

As pastagens e culturas, que em sua maior área não possui práticas conservacionistas de solo (terraceamento), apresentam graves problemas de erosão, agravada em alguns pontos pelas enxurradas provenientes das estradas que dão acesso às sedes das propriedades, e até mesmo de algumas estradas municipais.

4.5.2 Vegetação Ciliar

A mata ciliar existente às margens dos recursos hídricos da bacia do Rio das Pedras é pouca e dispersa, favorecendo o assoreamento das galerias fluviais, pois quando do desmatamento não foi respeitada a faixa correspondente à mesma.

4.5.3 Cerrado

Caracterizado pelo campo cerrado, com maior incidência na porção montante da região nordeste da bacia hidrográfica, em áreas mais íngremes. Corresponde à vegetação pouco afetada pelo homem.

4.5.4 Área Urbana

Representa a sede urbana do município de Guaraciama (MG). Cabe a ressalva que no município de Guaraciama, não existe convênio com empresa de abastecimento humano e tratamento de efluente, assim sendo, o mesmo é realizado de forma precária pela Prefeitura Municipal, através de captações no córrego do Onça, afluente do Rio das Pedras.

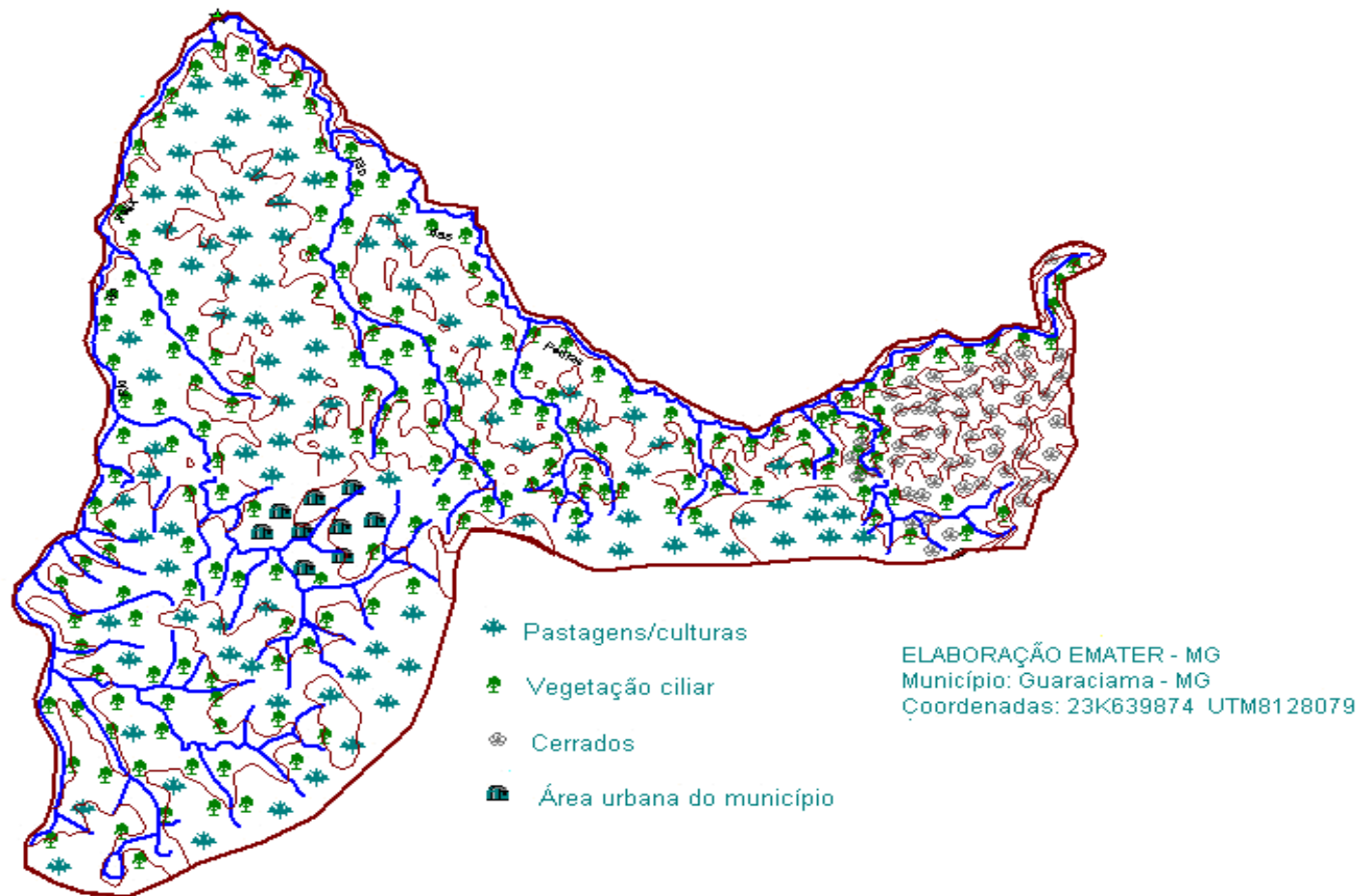


FIGURA 5 – Uso do solo da bacia hidrográfica do Rio das Pedras no município de Guaraciama (MG)
Fonte: EMATER, 2010.

4.6 Problemas ambientais identificados

Antes de pontuar os impactos ambientais identificados em campo, é importante definir alguns parâmetros e situações comuns quanto ao uso do solo e água na bacia do Rio das Pedras, que se configuram como impactos ambientais.

A agricultura é praticada no nível de subsistência por toda a área desta sub-bacia. Há a predominância de pequenos produtores rurais, que utilizam, prioritariamente, a mão-de-obra familiar.

As comunidades locais, caracterizadas por serem núcleos populacionais relativamente organizados, encontram-se em sua maioria localizadas a pouca distância dos rios e nascentes da bacia em questão, sendo a contaminação do curso d'água passível de acontecer, pois os efluentes podem infiltrar no solo e contaminar o lençol d'água. A contaminação do curso d'água seria um impacto de sérias proporções, já que ecologicamente a área encontra-se em uma região bastante prejudicada em termos de pluviosidade e, por isto, a água agrega um valor inestimável tanto para os homens, quanto para os animais e para as plantas.

Por último, é importante salientar que a água consumida pelos moradores da região é obtida através de captações que partem de nascentes e outros pontos ao longo dos cursos d'água que compõem a bacia e que, as mesmas, são conectadas ao sistema de águas subsuperficiais, ou seja, o lençol freático.

4.6.1 Supressão da vegetação e degradação dos ecossistemas

A supressão da vegetação das áreas agricultáveis é um impacto comum a toda à zona rural dos municípios brasileiros. Contudo, quando a vegetação removida é a original e de porte significativo, o que não é o caso da bacia do Rio das Pedras, os efeitos sobre o ecossistema local tendem a ser mais críticos.

Na área de drenagem da bacia o tipo de formação vegetacional encontrada é aquela designada por campo cerrado, além de mata ciliar, em

trechos não lineares. Como o campo cerrado é uma formação tipicamente regenerativa, justifica-se a afirmação que a área já sofreu anteriormente a supressão de sua cobertura vegetal original.

A medida mitigadora para este tipo de impacto não é outra, senão, a revegetação das áreas, utilizando prioritariamente, espécimes da flora local.

O quadro atual permite concluir que em relação à flora, a os núcleos populacionais na bacia do Rio das Pedras, são os responsáveis pela ocorrência deste impacto adverso. Neste impacto descrito insere-se também, as ações de desmatamento em topo de morros (FIG. 6) e supressão de matas ciliares (FIG. 7).



FIGURA 6 – Plantio de milho em área inclinada sem o uso de curvas de nível



FIGURA 7 – Ausência da mata ciliar, em decorrência da pressão agrícola e do desmatamento na comunidade de Estiva II.

4.6.2 Alteração da estrutura e fertilidade do solo

O uso do solo na agricultura, bem como a edificação de casas e estruturas antrópicas que propiciam a manutenção da vida do homem nas zonas rurais contudo afetaram diretamente as características de fertilidade e estrutura do solo.

A ação do homem levou à mudanças no padrão estrutural dos solos, propiciando o aparecimento de processos erosivos nos terrenos e alterações nos índices de fertilidade.

Incluem-se neste tipo de impacto ambiental as ações que degradam as pastagens, devido à ausência de manutenção preventiva e corretiva ao longo do uso, aparecimento de erosão e voçorocas (FIG. 8 e 9), principalmente em períodos chuvosos, onde a água pluvial escoar pelos sulcos do solo causando graves problemas de assoreamento de nascentes e do leito do Rio das Pedras e seus afluentes.



FIGURA 8 – Erosão laminar, de sulco e princípios de voçoroca, culminando em assoreamento no leito do Rio das Pedras



FIGURA 9 – Erosão laminar e voçoroca próximo à comunidade de Cabeceira do Rio das Pedras.

4.6.3 Geração de efluentes líquidos

Os efluentes sanitários gerados pelas atividades higiênicas, de limpeza e desenvolvidas nos núcleos populacionais da bacia do Rio das Pedras são lançados *in natura* em valas de infiltração denominadas fossas, sem sistemas de impermeabilização.

Nesta classe de impactos ambientais incluem-se o lançamento de resíduos líquidos, provenientes do metabolismo humano no solo ou água e contaminam os corpos hídricos e águas subterrâneas.

Merece destaque que a sede urbana do município de Guaraciama não possui sistema de coleta e tratamento de efluentes, assim, os mesmos também são dispostos em valas de infiltração ou fossas negras.

4.7 Ações Prioritárias para a Conservação

4.7.1 Programas e Projetos

4.7.1.1 Cadastro de Usuários Significantes e Insignificantes

O cadastro de usuários na bacia hidrográfica do Rio das Pedras vai municiar os gestores ambientais com informações quantitativas que darão subsídio para que as decisões tomadas pelos membros adquiram respaldo técnico, principalmente no que tange o Gerenciamento de Conflitos e as consultas sobre as Outorgas de Grande Porte ou Elevado Potencial Poluidor.

Vale a ressalva de que o neste diagnóstico não foram quantificados os usuários significantes ou insignificantes e a vazão das respectivas captações na bacia, no entanto, se pôde identificar que existe um grande número de pequenas propriedades rurais, que fazem as captações com vazões inferiores à 0,5L/s, que atualmente é o valor de uso insignificante da água na região norte do Estado de Minas Gerais.

4.7.1.2 Programa Interdisciplinar de Educação Ambiental

Um projeto de Educação Ambiental deve ser implantado na bacia hidrográfica do Rio das Pedras, com o intuito de atingir de modo mais intenso os usuários de água e os moradores com os aspectos que giram em torno da temática da água.

Este projeto deve, por excelência e por poder de penetração ser realizado de forma interdisciplinar e envolver as diversas instituições públicas que estejam relacionadas com a formação do cidadão.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, nesse processo deve agir como o gestor do projeto, atuando na integração dos diversos órgãos e autarquias do estado, bem como da iniciativa privada e do terceiro setor.

Neste Programa, pode-se destacar como atores potenciais, principalmente por sua aceitação no âmbito da pequena propriedade rural, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais – EMATER o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, o Instituto Estadual de Florestas - IEF, a Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG-MONTES CLAROS Secretaria de Estado de Educação - SEE por meio das Escolas Estaduais, as Prefeituras municipais, através das Secretarias de Educação, Meio Ambiente e Ação Social, além das ONG's que atuarem na Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos SF10.

Este programa é vital para que as ações paliativas executadas ao longo da bacia sejam duradouras, e que instigue na sociedade afetada uma sensação de responsabilidade, tanto no ato decisório, quanto na manutenção das mesmas.

4.7.1.3 Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A problemática dos resíduos sólidos é menosprezada nas áreas rurais dos municípios do Brasil, sendo relegada a poucas coletas feitas de forma intermitente e descontrolada.

Deve-se levar em conta que os resíduos potenciais que são utilizados nas propriedades rurais são por vezes, extremamente nocivos ao meio ambiente, como é o caso das embalagens de agrotóxico, dentre outros.

Neste contexto, o Instituto Mineiro de Agropecuária - IMA surge como um dos parceiros que devem ser mobilizados neste processo. As ações de Gerenciamento de Resíduos Sólidos devem ser discutidas também no âmbito da Educação Ambiental, de forma a atingir, não apenas os proprietários rurais, mas também as futuras gerações, que se apresentam nos jovens em idade escolar.

Vale ressaltar que os Programas de Gerenciamento de Resíduos Sólidos são complexos e onerosos aos cofres públicos, mas culminam em um efeito positivo que reflete na qualidade do meio ambiente e na qualidade de vida. São programas que todas as cidades devem executar como parte de seu planejamento territorial, pois envolvem questões que passam pela higiene e penetram na seara da Saúde, Saneamento e Preservação Ambiental.

4.7.1.4 Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo do Rio das Pedras

A qualidade da água é um aspecto importante para que a população residente da bacia se desenvolva de forma sustentada. No entanto, a bacia hidrográfica do Rio das Pedras não é contemplada por pontos de monitoramento Qualitativo e Quantitativo do estado de Minas Gerais.

Os gestores ambientais devem, em seu âmbito de atuação, buscar pelos meios que lhe cabem a inclusão da bacia do Rio das Pedras em programas de Monitoramento Quantitativo e Qualitativo, para subsidiar as decisões e ações dos gestores ambientais.

4.7.2 Ações Paliativas

As ações paliativas aqui apresentadas representam as diretrizes e as ações prioritárias que devem ser seguidas e executadas para que a

revitalização da bacia hidrográfica do Rio das Pedras seja de fato atingida com eficácia e sustentabilidade.

4.7.2.1 Contenção de áreas com processo erosivo instalado

A contenção destas áreas vai reduzir de forma considerável a quantidade de sedimentos que são lançados na rede hidrográfica do Rio das Pedras, que acaba culminando em seu assoreamento e no comprometimento do trecho em que influencia o rio Verde Grande.

Esta contenção deve ser realizada por meio de “Paliçadas” ou de Barragens de Contenção de Sedimento, de acordo com o grau de erosão que se apresentar em cada caso. Em alguns casos específicos faz-se necessário a estabilização de encostas que podem ser realizadas por meio de tecnologia específica, que assegure o sucesso da ação, como o uso de “Mantas Vegetais”.

4.7.2.2 Reforma de estradas rurais

As estradas rurais são uma das principais causas do assoreamento dos rios no Brasil, principalmente quando se leva em conta sua construção, que obedece somente a aspectos técnicos meramente logísticos. Dessa forma, faz-se necessário a reforma das estradas utilizando os conceitos e as técnicas que norteiam as “Estradas Ecológicas”.

Os locais onde as estradas serão reformadas tem que ser definidos de forma técnica, por meio de Projetos de Revitalização que apresente a sua necessidade clara, em virtude do custo elevado para sua execução.

Recomenda-se neste estudo, que as áreas com vulnerabilidade à erosão alta devem ser priorizadas nestas ações, em detrimento das áreas com baixa ou média vulnerabilidade. Esta prioridade não deve representar a exclusão das áreas com potencial erosivo médio ou baixo das ações de revitalização, mas apenas direcionar os esforços para as áreas onde de fato, a situação ambiental justifique o alto investimento.

4.7.2.3 Isolamento e Recomposição da Mata Ciliar

Esta ação paliativa deve ser executada em toda a bacia, com atenção especial para o tipo de vegetação que cada trecho da bacia hidrográfica do Rio das Pedras e seus afluentes apresentem.

Na recomposição deve ser evitar veementemente o uso de espécies exóticas à vegetação característica da bacia, ou seja, a recomposição deve ser feita com base no Mapa de Vegetação elaborado neste documento.

Segundo a Lei Federal 12.651 de 2012 que revogou a Lei Federal 4.771 de 1965, que outrora instituiu o Código Florestal Brasileiro, as Matas ciliares constituem uma área de preservação permanente e devem ser resguardadas das intervenções que degradem sua qualidade.

No entanto, bacia hidrográfica do Rio das Pedras, a mata ciliar está extremamente desfigurada, chegando a desaparecer em meio as pastagens degradadas.

A recomposição deve ser feita simultaneamente ao cercamento da mata ciliar, para impedir ou dificultar o acesso de animais à margem do rio, o que comprovadamente causa danos à estrutura do solo, que por ser novo, é extremamente vulnerável à erosão e se desagrega com facilidade.

4.7.2.4 Barragens de regularização de vazão

É recomendado que sejam executados, por meio de estudos específicos, a análise da viabilidade da construção de barramentos de regularização de vazão ao longo dos afluentes da bacia hidrográfica do Rio das Pedras.

As barragens de regularização de vazão, por vezes utilizada como um artifício para o aumento na oferta de água em regiões de baixas vazões, neste caso, atua como uma técnica de retardamento no tempo de concentração do recurso hídrico onde for instalada.

Dessa forma, o tempo que a água demora dentro do sistema hídrico do córrego contemplado com o barramento, desde sua entrada, por mecanismos pluviométricos ou por fontes subterrâneas, até sua saída, em drenagens de

ordens maiores, acaba beneficiando todo o habitat em seu entorno.

Dentre os pontos favoráveis nesta técnica, destaca-se a melhora considerável na drenagem da água na bacia, por meio da infiltração. A locação das barragens de regularização de vazão deve ser executada com perícia, em locais que apresentem viabilidade técnica para de fato, propiciar que exerçam todo seu potencial.

4.7.2.5 Manejo adequado do solo agricultável

O manejo do solo agricultável parte do pressuposto da agricultura sustentada, onde as técnicas de Plantio em Curvas de Nível, Rotatividade de Culturas, Plantio Direto, Uso de Ferramentas e Maquinário Adequado, dentre outras são diretrizes para a produção na propriedade rural.

É uma ação que deve ser tomada em conjunto com a EMATER, por se tratar da autarquia responsável por prestar assistência técnica e extensão rural aos produtores no estado de Minas Gerais. Neste caso, os produtores rurais, são os principais responsáveis pela implementação das técnicas em suas culturas.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se deste diagnóstico a situação grave pela qual atravessa a bacia hidrográfica do Rio das Pedras, em todos os aspectos. Há ausência quase que total da Mata Ciliar ao longo do Rio das Pedras e de seus afluentes, o que remete a uma urgência em ações paliativas de recomposição da flora e isolamento das áreas de preservação permanente (APP).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os programas e projetos aqui apresentados são apenas uma diretriz das ações que devem ser executadas com prioridade pelo poder público e demais órgãos e autarquias que se envolvam no processo, o que resulta na necessidade da elaboração dos estudos relativos a cada um em especial.

A bacia hidrográfica do Rio das Pedras deve, portanto, com base neste estudo, ser abordada com prioridade, para a qual devem ser direcionados os esforços para reverter o quadro que está instalado.

Sugere-se que os demais projetos e estudos que forem realizados dentro da bacia hidrográfica do Rio das Pedras, com base neste documento devem preconizar em seu escopo o levantamento de informações básicas acerca da população da área de interesse, como dados demográficos, renda, escolaridade e acesso aos serviços essenciais de saneamento básico, com a finalidade de identificar a percepção da comunidade acerca da temática ambiental e a influência dos parâmetros sociais e econômicos na degradação do ambiente.

REFERENCIAS

BIGON, J. D.; REIS, L. F. F. Análise física da microbacia hidrográfica do córrego Barão de Ibitinga, Socorro – S.P. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 1., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IBEAS, 2010. p. 1-18.

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

COUILLARD, D.; LEFEBVRE, Y. Analysis of water quality indices. **Journal of Environmental Management**, v. 21, p. 161-179, 1985 *apud* TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Revista Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 181-186, jan./mar. 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco, Estado da Bahia**. Recife: SUDENE: DRN: EMBRAPA-SNLCS, 1979. v. 2.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 376 p.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS – EMATER/MG. **Projeto de recuperação e preservação de sub-bacias hidrográficas formadoras dos afluentes mineiros do rio São Francisco: UPGRH SF10: microbacia do Rio das Pedras**. Guaraciama: EMATER/MG, 2010. Projeto.

FALCÃO, C. L. C. **A dinâmica erosiva do escoamento pluvial em área de depressão sertaneja e de maciço residual no semiárido cearense**. 2008. 224 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2008.

GUADAGNIN, D. L.; LAROCCA, J.; SOBRAL, M. Flora vascular de interesse para a conservação na bacia do Arroio João Dias: avaliação ecológica rápida. In: INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Portal CNCFlora**: plataforma de acesso e gestão de dados. Rio de Janeiro: CNCFlora, 1999.

HORTON, R. E. Drainage basin characteristics. **Transactions American Geophysical Union**, v. 13, p. 350-361, 1932 *apud* LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: USP, 2008. 253 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades@. **Guaraciama (MG)**. Brasília, DF: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Glossário de termos relacionados à gestão de recursos hídricos**. Belo Horizonte: IGAM, 2008. 85 p.

IRIBARRY, I. N. Aproximações sobre a transdisciplinaridade: algumas linhas históricas, fundamentos e princípios aplicados ao trabalho de equipe. **Psicologia Reflexão e Crítica**, v. 16, n. 3, p. 483-490, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010279722003000300007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jun. 2012.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: USP, 2008. 253 p.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 14. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Malheiros, 2005. p. 430-518.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. 5. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2007. p. 216-225.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997 *apud* FARIA, E. A.; RODRIGUES, I. C.; BORGES, R. V. **Estudo do impacto ambiental gerado nos corpos d'água pelo efluente da indústria de laticínio em Minas Gerais**. 2003. 75 f. Monografia (Especialização em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte: UFMG, 2004.

PIZELLA, D. G.; SOUZA, M. P. Análise da sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais brasileiras. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 139-148, abr./jun., 2007.

POMPEU, C. T. Águas doces no direito brasileiro. In: REBOUÇAS, A. C. (ORG.); BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Coord.). **Águas doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. Cap. 21, p. 677-718.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010440142008000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jun. 2012.

REATTO, A. C.; S. T. SPERA, S. T. Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S.; ALMEIDA, S. (Eds.) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 47-86. *apud* FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C. Diversidade alfa e beta. In: SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Orgs.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente no cerrado Sensu Strictu, 2005. Cap. 7, p. 141-154.

SAYRE, R.; ROCA, E.; SEDAGHATKISH, G.; YOUNG, B.; KEEL, S.; ROCA, R.; SHEPPARD, S. **Natureza em foco: avaliação ecológica rápida**. USA: The Nature Conservancy, 2003. 175 p.

SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Orgs.) **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 439 p.

SIRVINSKAS, P. L. **Manual de direito ambiental**. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

SOBREVILA, C.; BATH, P. **Evaluación ecológica rápida: un manual para usuarios de América Latina y el Caribe**. Arlington: The Nature Conservancy, 1992 *apud* SAYRE, R.; ROCA, E.; SEDAGHATKISH, G.; YOUNG, B.; KEEL, S.; ROCA, R.; SHEPPARD, S. **Natureza em foco: avaliação ecológica rápida**. USA: The Nature Conservancy, 2003. 175 p.

STHRALER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions American Geophysical Union**, v. 38, p. 913-920, 1957 *apud* LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: USP, 2008. 253 p.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Revista Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 181-186, jan./mar. 2002.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e controle de erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSIÃO, 6., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1998. p. 1-16.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; PARESCHI, D. C.; LUZIA, A. P.; VON HAELING, P. H.; FROLLINI, E. H. A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jun. 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005. 452 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.1).