



# PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS

MUNICÍPIO DE EXTREMA



SÍNTESE DO RELATÓRIO





FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ

# **PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS**

**EXTREMA / MG**

**2013 - 2020**

SÍNTESE DO RELATÓRIO

## *Equipes*

### *Equipe IRRIGART*

#### **COORDENADOR GERAL**

Geólogo Antonio Melhem Saad, M.Sc., Dr.

#### **COORDENADOR ADJUNTO**

Engenheiro Ambiental Felipe Trentini da Silveira

#### **EQUIPE TÉCNICA**

Mayra de Oliveira Mello - Geógrafa

Rafael Bortoletto – Engenheiro Ambiental

Rafael Mingotti, M.Sc. – Engenheiro Agrônomo

Raoni Bosquilha – Engenheiro Agrônomo

Tatiane Karine Vedovotto - Administradora

Thelma Chiochetti Valarini – Engenheira Ambiental

Vinícius Guidotti de Faria – Engenheiro Florestal

### *Equipe de Apoio*

#### **AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ**

Patrícia Gobet de Aguiar Barufaldi

Kátia Rossi Gotardi Piccin

Fábio de Faria Coca

#### **PREFEITURA MUNICIPAL DE EXTREMA**

Prefeito: Dr. Luiz Carlos Bergamin

Secretaria do Meio Ambiente: Paulo Henrique Pereira

# Apresentação

*A adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para a gestão das águas é a grande e fundamental inovação da Política Nacional dos Recursos Hídricos, mas também o seu maior desafio. O desafio se dá diante de uma situação, onde fisicamente a bacia hidrográfica é discretizada em seus limites, ao mesmo tempo em que engloba toda a organização política-administrativa da sociedade brasileira, cuja organização se dá através dos Municípios. Portanto, vive-se no Brasil, a incongruência de se ter a bacia hidrográfica como unidade de planejamento de base física e o município a unidade de planejamento de base política-administrativa, ou seja, socioeconômica.*

## **O que esse fato implica no desenvolvimento de um Plano Municipal de Recursos Hídricos - PMRH?**

*A implicação está na dificuldade que se tem de conhecer a distribuição espacial da população residente localizada nas zonas urbana e rural em cada uma das bacias hidrográficas cujos domínios territoriais se encontram dentro dos limites municipais.*

*Na etapa de diagnóstico do PMRH, para os municípios de Camanducaia, Itapeva, Sapucaí-Mirim e Toledo, a caracterização do uso do solo por bacia hidrográfica, com imagens de satélite de alta resolução, delimitou uma classe de uso chamada de “**área urbana** caracterizada pelo **centro urbanizado do município e seu conjunto de bairros associados e vizinhos**”. Porém, nesses quatro*

*municípios essa classe de uso também foi atribuída a várias regiões de maior concentração de população que estão **urbanizadas**, isto é, possuem rede de água encanada, energia elétrica, ruas com calçamento, escolas, posto de saúde, mercados, comércio, indústria e serviços, porém, de menor concentração populacional, espalhada pelas bacias hidrográficas do município em diversos bairros denominados de “**bairros isolados**”. A quantidade de população que neles habitam é muito inferior à região tida com “**central**”.*

*Para o município de Extrema, cujo, PMRH foi realizado posteriormente, aos quatro municípios que compõe a microrregião de maior produção de água das bacias PCJ (**vide: Plano Diretor para Recomposição Florestal visando à produção de água nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - PROESP-ENGENHARIA, 2005**), essa classificação se alterou, para “**Áreas Antropizadas**”, seguindo a nomenclatura do projeto **Conservador das Águas**.*

*O que é importante demonstrar nesses PLANOS MUNICIPAIS, é que a gestão dos RECURSOS HÍDRICOS, dentro de um município não pode ser analisada simplesmente pelo lado, ambiental, da quantificação da degradação e dos custos envolvidos na sua recuperação, sem se estabelecer prioridades de uso do recurso e quantificar no ponto de utilização da água, qual a sua disponibilidade tanto em quantidade como em qualidade*

*para atender as demandas da população residente nessa unidade hidrográfica.*

*O importante de um PMRH é planejar, com metas objetivas e concretas as ações de curto, médio e longo prazo para atender a demanda da população envolvida com aquele trecho ou segmento de curso d'água, ou com uma área de sua bacia hidrográfica (área de drenagem).*

*Quantificar exatamente o número de habitantes e suas demandas atuais e futuras em relação aos recursos hídricos dentro do município para cada uma dessas **Áreas Urbanas** ou **Áreas Antropizadas**, será um novo marco no planejamento dos recursos hídricos municipais. Para que isso aconteça de forma organizada e democrática é necessário, primeiramente a conscientização da população envolvida, sob o que representa os recursos hídricos para a sobrevivência, tanto para a geração atual como para a geração futura. Portanto, a educação ambiental focada nos recursos hídricos, descentralizada e incorporada ao cotidiano desses núcleos habitacionais é fundamental para o envolvimento na definição das ações de um plano de recursos hídricos com bases sólidas e realizáveis.*

*A Elaboração do Plano Municipal de Recursos Hídricos (PMRH), para cada um dos municípios participantes das Bacias PJ, Camanducaia, Extrema, Itapeva, Toledo e Sapucaí Mirim, conseguiu levar em consideração essa particularidade em seu diagnóstico de forma incipiente e com pouca participação da população envolvida, principalmente devido a falta de organização da população nesses núcleos denominados de “bairros isolados”.*

*Espera-se em breve que os próximos planos de gestão dos recursos hídricos incorporem em sua metodologia, a quantificação da demanda pelos recursos, em função dos aglomerados populacionais espalhados e distribuídos por toda a área de drenagem das bacias hidrográficas.*

*O Plano Municipal de Recursos Hídricos identificou as necessidades no que se refere aos usos, programas e projetos para a recuperação e a conservação das águas.*

*O Plano Municipal, de forma concreta, procurou dentro dos limites estabelecidos pela metodologia utilizada, definir as diretrizes que afetam o conjunto de municípios que compõem a bacia hidrográfica de qual faz parte, promovendo o planejamento integrado de microrregiões, visando à uniformização de ações e sua continuidade nos diversos territórios municipais.*

**Antonio Melhem Saad**  
**Coordenador**



## SUMÁRIO

1. Introdução .....	6
2. Levantamento de Informações Básicas .....	9
3. Análise e diagnóstico atual dos Recursos Hídricos.....	20
4. Prognóstico .....	43
5. Proposição do Plano de Metas e Ações .....	49
6. Síntese dos Custos Envolvidos no Plano de Metas e Ações	51
7. Fontes de Financiamento.....	52
8. Sistema Municipal de Informações Ambientais.....	53
9. Referências Bibliográficas .....	54



# 1. Introdução

A Fundação Agência das Bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, contratou, através de um processo licitatório, empresa para elaboração do “Plano Municipal de Recursos Hídricos dos municípios de Camanducaia, Itapeva, Toledo, Sapucaí-Mirim e Extrema” que tem como objetivo básico, o estabelecimento de metas e ações de curto, médio e longo prazo, para a melhoria da qualidade e disponibilidade das águas superficiais e subterrâneas.

O PMRH foi elaborado pela empresa Irrigart Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda., e finalizado em novembro/2013. O trabalho completo desenvolvido pela empresa aborda todos os temas previstos na questão de planejamento e gestão de recursos hídricos, além de mapas temáticos e mapas sínteses de todo o município e um sistema de informações ambientais municipais, reunindo todas as informações necessárias para esse planejamento.

A implantação de políticas municipais de gestão de recursos hídricos foi uma demanda produzida pelo órgão de gestão de toda a Bacia PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá), que é composta pelo município de Extrema e mais 66 municípios do Estado de São Paulo e de Minas Gerais, onde se situam as nascentes dos rios Jaguari e Atibaia, ambos formadores do Rio Piracicaba. A região mineira da bacia PCJ, a qual engloba o município de Extrema, é uma das mais ricas em disponibilidade hídrica superficial do estado de Minas Gerais, com altas contribuições específicas e elevado índice pluviométrico.

A contextualização hidrológica do município de Extrema é fundamental neste trabalho, pois a boa técnica indica a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento. A Figura 1 apresenta a

localização do município de Extrema em Relação às Bacias PCJ. Como pode ser observado na Figura 1, todo o município de Extrema se encontra inserido na Bacia PCJ/PJ.



**Figura 1. Municípios que compõem as Bacias PCJ e município de Extrema em relação às Bacias PCJ.**

Essa publicação visa fornecer as informações do estudo à população, dos aspectos mais importantes abordados no estudo sobre os recursos hídricos do município de Extrema.

### 1.1 Objetivos

O objetivo básico do Plano Municipal de Recursos Hídricos é o estabelecimento de metas e ações de curto, médio e longo prazo para a melhoria da qualidade e disponibilidade das águas superficiais e subterrâneas contidas dentro do território político e administrativo pertencentes ao município de Extrema.

O Plano Municipal de Recursos Hídricos considera os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento de informações básicas: caracterização física, socioeconômica, ambiental e dos recursos hídricos;
- Análise e diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos do município;
- Elaboração de prioridades de intervenção nos cursos d'água;
- Elaboração de Banco de Dados georreferenciado sobre os recursos hídricos para compor o Sistema Municipal de Informações Ambientais – SMIA;
- Confecção do Mapa de Fragilidade Ambiental;
- Confecção do Mapa de proteção das áreas de Mananciais dos afluentes diretos dos Camanducaia e Jaguari;
- Confecção do mapa de uso do solo urbano e rural atualizado;
- Levantamento de nascentes e análise do grau de conservação (vegetação) de cada uma;
- Levantamento do grau de preservação e conservação do solo nas Áreas de Conservação Ambiental do município.



Figura 2: Município de Extrema.



## 1.2 Metodologia

O Plano Municipal de Recursos hídricos foi elaborado em três fases distintas: (a) a primeira fase, de diagnóstico geral, englobando a 1ª, 2ª e 3ª etapa descrita no fluxograma; (b) a segunda fase, englobando a 4ª e 5ª etapa descrita no fluxograma; e (c) o Plano Municipal de Recursos hídricos, cumprindo todas as etapas descritas no fluxograma.

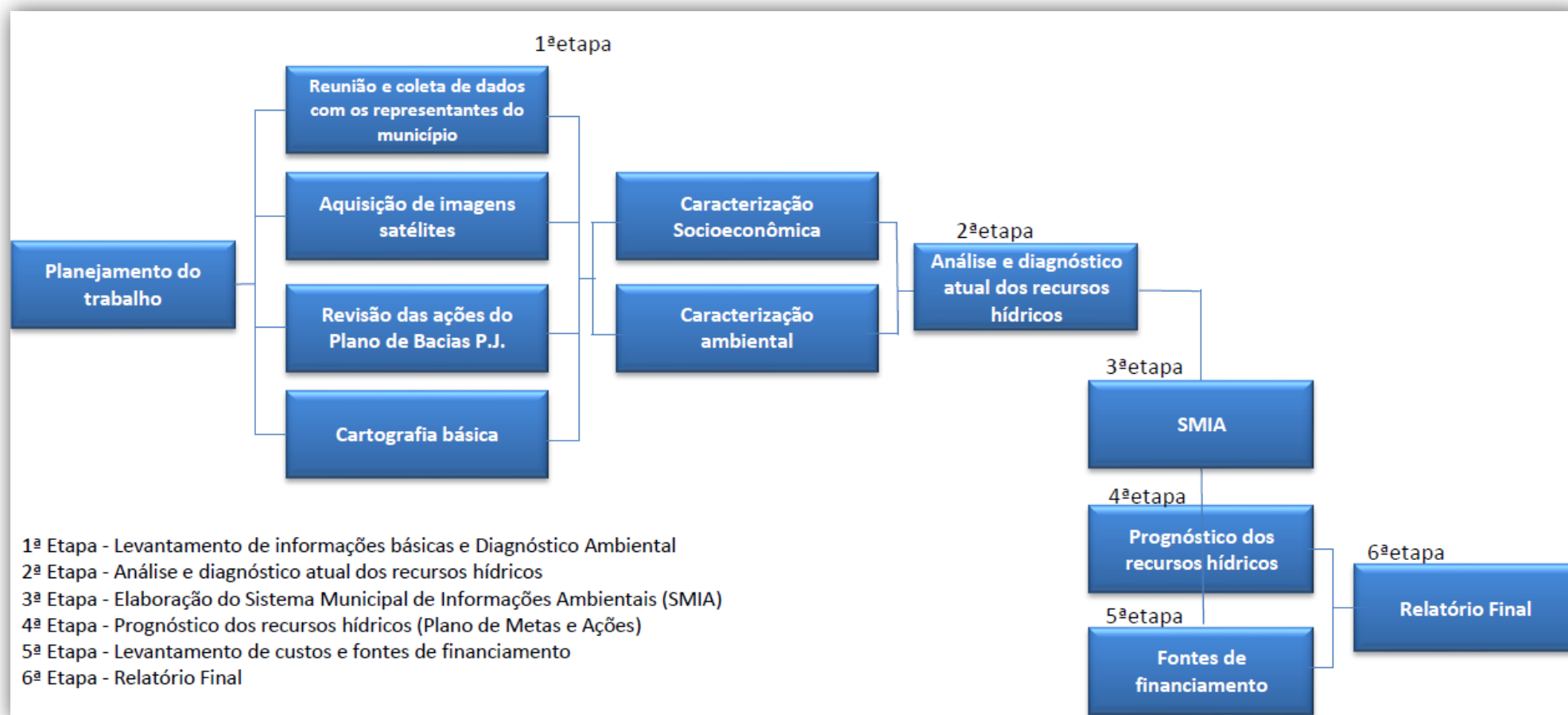


Figura 3: Fluxograma metodológico do trabalho.

## 2. Levantamento de Informações Básicas

### 2.1 Caracterização Sócio Econômica

De acordo com dados do IBGE (2013) o município de Extrema possui uma população estimada em 31.693 habitantes para o ano de 2013. Sua densidade demográfica é de 129,5hab/Km<sup>2</sup> e a taxa de urbanização de 91%, uma das maiores das bacias PCJ.



Figura 4. Área urbana do município de Extrema.

A população residente na zona rural do município se divide por vários bairros rurais distribuídos por todo o município, sendo os maiores representados pelos Bairros Godoy, Lages, Ponte Nova, Tenentes, Barreiro, Posses, Rodeio, Roseira e Pessegueiro, a Figura 5 ilustra estes bairros.



Bairro Godoy de Cima



Bairro Godoy do meio



Bairro Lages



Bairro Ponte Nova



Bairro Rodeio





**Bairro Tenentes**



**Bairro Pessegueiro**



**Bairro Posses**



**Bairro Salto de baixo**



**Bairro Roseira**



**Bairro Salto do meio**

**Figura 5. Bairros rurais do município de Extrema.**



**Bairro Barreiro**

Atualmente o município apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de 0,732, sendo classificada entre as regiões de alto desenvolvimento humano – IDH. Este índice foi criado pela Organização das Nações Unidas (ONU) e mede o grau de desenvolvimento humano sustentável de uma sociedade e representa uma alternativa para avaliar a qualidade de vida da população. O IDH é construído com base em três variáveis: longevidade, educação e renda, além de outros fatores como esperança média de vida, alfabetização, natalidade, entre outros, e a partir dele, foi criado o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M).



Outra forma de detectar o nível de qualidade de vida da população é identificando os níveis de abastecimento de água, coleta de lixo e coleta e tratamento de esgoto nos domicílios, que demonstram as condições de vida oferecidas pelo município. Atualmente no município não há tratamento de esgoto. De acordo com o censo IBGE (2010) Extrema conta com os seguintes índices de saneamento básicos demonstrados no Quadro 1.

**Quadro 1. Proporção de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento.**

Proporção de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento	2000	2010
Adequado	63,3%	68,9%
Semi-adequado	23,1%	29,6%
Inadequado	13,6%	2%

O PIB – Produto Interno Bruto de Extrema apresentou um acréscimo de 440,65% no período de 1999 a 2009 conforme observado no Quadro 2. Este índice mede a produção de uma determinada divisão política, e para o cálculo deste indicador são considerados três grupos principais: Agropecuária, Indústria e Serviços.

**Quadro 2. Evolução do PIB local.**

Ano	Produto Interno Bruto (PIB) (R\$ mil)	Evolução do PIB
1999	257.895	-
2009	1.394.322	440,65%

Fontes: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Coordenação de Contas Nacionais (Conac) - Fundação João Pinheiro (FJP), Centro de Estatística e Informações (CEI).

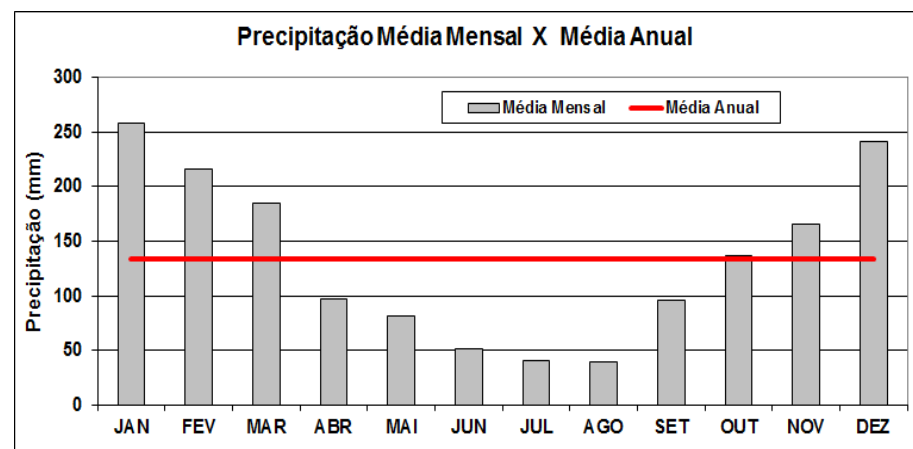
Considerando a PIB *per capita* do município, também houve um aumento neste período, passando de R\$12.350,12 em 1999 para R\$51.346,80 em 2009.

## 2.2 Caracterização Ambiental

Os dados apresentados a seguir representam uma síntese das características ambientais identificadas no estudo realizado no município de Extrema.

### 2.2.1 Climatologia

O clima de Extrema é caracterizado como tropical de altitude, pois apresenta uma temperatura mais amena que o clima tropical, porém ainda sim possui basicamente dois períodos anuais bem característicos em relação à distribuição da precipitação pluvial, um caracterizado como chuvoso (verão) e outro seco (inverno). Conforme pode ser observada na Figura 6 nos meses considerados secos (abril a setembro) a média de chuva é de 406,40 mm, enquanto nos meses chuvosos (outubro a março) está média atinge 1.207,94 mm.



**Figura 6. Precipitação média mensal comparada com a média anual dos postos pluviométricos analisados para o município de Extrema.**

### 2.2.2 Geologia

O conhecimento geológico permite compreender as condições que presidem a localização, natureza e quantidade de um enorme leque recursos naturais essenciais à manutenção da qualidade de vida. Além de permitir determinar os locais mais apropriados e seguros para construção de edifícios e outras obras de infraestrutura. *Sendo assim*, o levantamento geológico do município, de acordo com o Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2003), demonstra que em Extrema são encontradas 6 formações geológicas distintas, sendo elas: Charnoitóide Foliado Ortognaisse, Granito Serra da Lapa, Granito Piracaia – Granitoide Alcalino, Ortognaisse Migmatítico, Paragnaisse Migmatizado, Suite Bragança Paulista, porém a mais expressiva é a formação “Ortognaisse Migmatítico”, que representa 35% da área total, ocupando grande parte da área do município, esta distribuição pode ser observada na Figura 8.



Figura 7. Exemplo de contato solo-rocha no município de Extrema.

A Figura 7 apresenta um exemplo de contato solo-rocha encontrada na zona rural de Extrema.

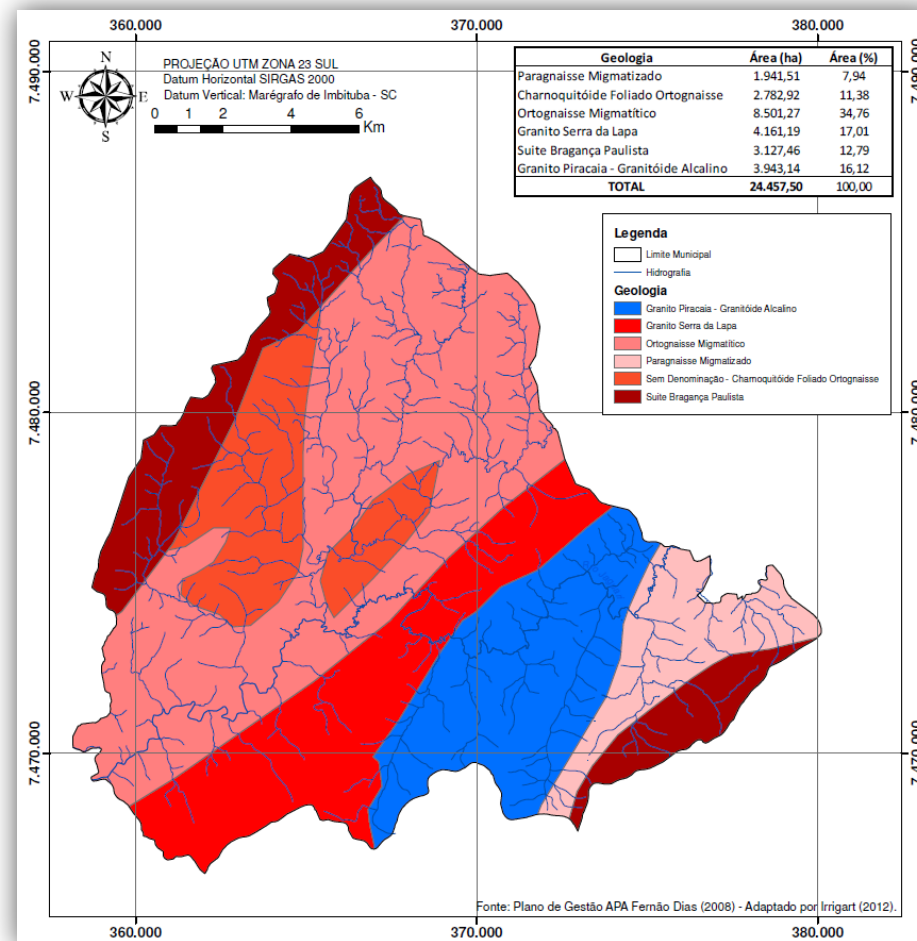


Figura 8. Mapa Geológico do município de Extrema - MG.

### 2.2.3 Geomorfologia

O estudo da geomorfologia representa um dos mais importantes para a compreensão das relações entre os aspectos físicos-naturais atrelados a atividade antrópica. Desta forma, o levantamento geomorfológico de Extrema foi elaborado a partir do Mapa Geomorfológico da APA Fernão Dias e sua nomenclatura foi adaptada de acordo com a adotada no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981). Foram identificadas 4 diferentes unidades geomorfológicas, são elas: 252 - Montanhas, 245 – Morros com serras restritas, 241 – Morros Arredondados e 243 – Mar de Morros, sendo a unidade 243 a de maior representatividade local que ocupa cerca de 72% da área total do município, conforme pode ser observado na Figura 10. A região tem como características relevos colinosos, fortemente inclinados e relevo ondulado a colinoso, com vales profundos nas zonas de drenagem dos rios.



Figura 9. Relevo típico do município de Extrema – MG.

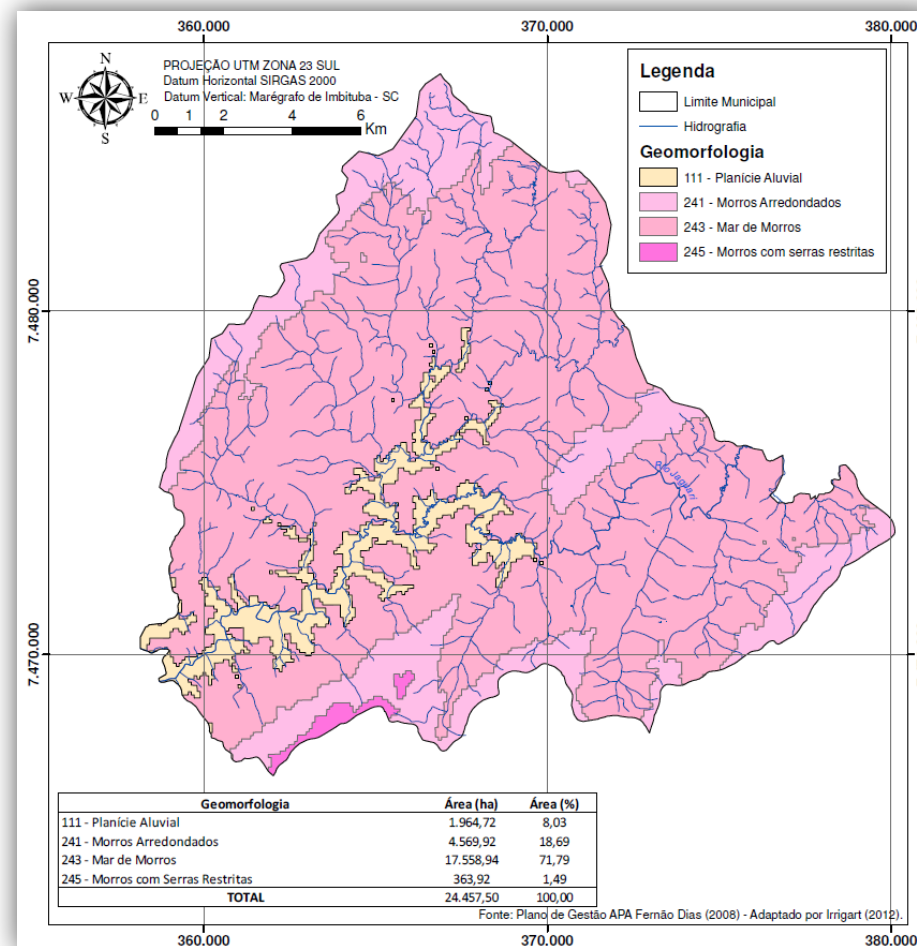


Figura 10. Mapa Geomorfológico do município de Extrema - MG.



## 2.2.4 Pedologia

Conhecer o tipo de solo é de extrema importância na compreensão dos processos erosivos, uma vez que ele define a quantidade de chuva infiltrada e a que excede escoando pelo terreno. Em Extrema o solo tipo Argissolo Vermelho-amarelo distrófico (PVAd) ocupa 53,76% da área. Além desse tipo de solo, é encontrado ainda o solo Latossolo vermelho-amarelo distrófico (LVAd), sua distribuição pode ser observada na Figura 12. Este levantamento pedológico foi elaborado a partir do Mapa Pedológico do Estado de Minas Gerais (EMBRAPA, 2004). A Figura 11 apresenta exemplos de solos encontrados no município de Extrema.



Figura 11. Exemplos de solos encontrados no município de Extrema.

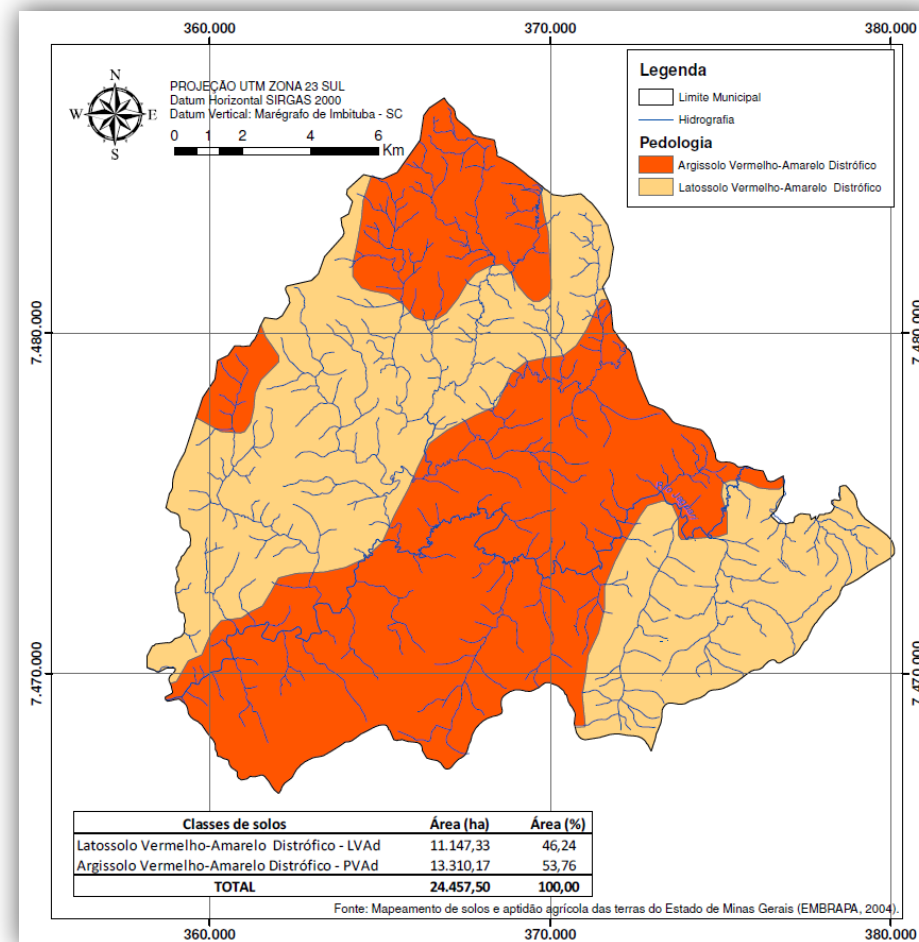


Figura 12. Mapa Pedológico do município de Extrema - MG.

### 2.2.5 Fragilidade Ambiental

Para elaboração do mapa de fragilidade ambiental de Extrema foram sobrepostos diversos mapas temáticos, estes foram selecionados de acordo com a finalidade do trabalho, que pretende promover a recuperação/manutenção da qualidade dos recursos hídricos, portanto foram identificados 4 temas importantes: geologia, geomorfologia, pedologia e declividade do terreno. A cada um deles foi atribuído um peso de acordo com a sua relevância em relação à fragilidade ambiental.

No Quadro 3 as áreas do município estão quantificadas de acordo com as classes de fragilidade ambiental encontradas. É possível observar que grande parte da área do município encontra-se com fragilidade média, estas áreas estão associadas a locais mais declivosos, e cabeceiras de drenagem.

**Quadro 3. Classes de fragilidade natural do meio físico terrestre no município de Extrema por área (ha) e em porcentagem (%).**

Classes de Fragilidade	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixo	2.116,98	8,66
Baixo	4.695,11	19,20
Médio	14.749,29	60,31
Alto	2.798,68	11,44
Muito Alto	97,44	0,40
TOTAL	24.457,50	100,00

### 2.2.6 Uso do solo

O uso do solo atual determina o potencial de ações a serem desenvolvidas nas ações do município onde há o conflito de uso, ou seja, nos locais onde o uso do solo está sendo realizado de forma inadequada pelas condições do meio físico terrestre existente no local.

Para a digitalização das classes de uso do solo foi utilizado um mosaico de cenas do satélite WorldView-2 (datadas de setembro, Novembro de 2011), adquiridas pela Prefeitura Municipal de Extrema e cedidas à Irrigart, para o desenvolvimento do projeto. Sendo assim, no município foram identificados 6 diferentes classes de uso, são elas: 1 – vegetação nativa, 2 – reflorestamento, 3 – pastagens, 4 – Agricultura, 5 – áreas Antropizadas e 6 - regeneração.

A classe com maior representatividade é a de pastagem que ocupa 39,37% da área total, seguida por vegetação nativa com 24,49%. Os resultados encontrados estão apresentados no mapa da Figura 13 e quantificados no Quadro 4. A Figura 14 ilustra alguns exemplos de uso do solo no município.

**Quadro 4. Uso do solo no município de Extrema.**

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	5.951,64	24,49
Reflorestamento	406,20	1,36
Pastagem	9.517,44	39,37
Agricultura	1.902,00	7,60
Áreas Antropizadas	1.713,80	6,81
Regeneração	4.966,44	20,38
TOTAL	24.457,50	100,00

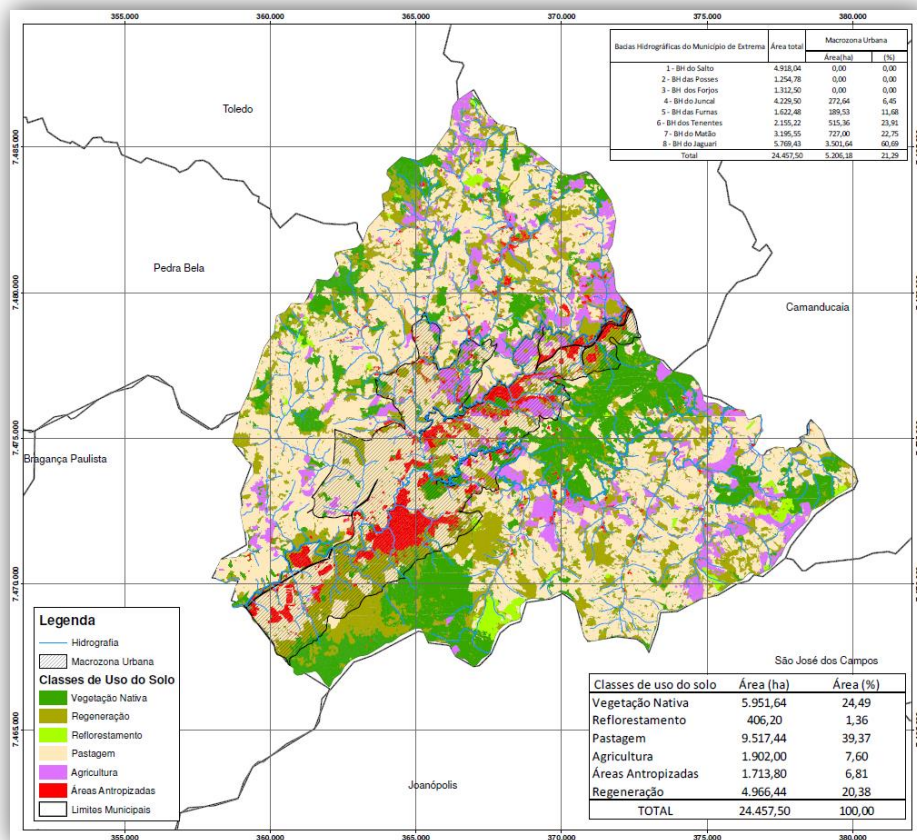


Figura 13. Mapa de uso do solo do município de Extrema - MG.



Área ocupada por pastagens



Área ocupada por vegetação nativa e reflorestamento



Área ocupada com cultivo de tomate (agricultura)



Distrito industrial (áreas Antropizadas)

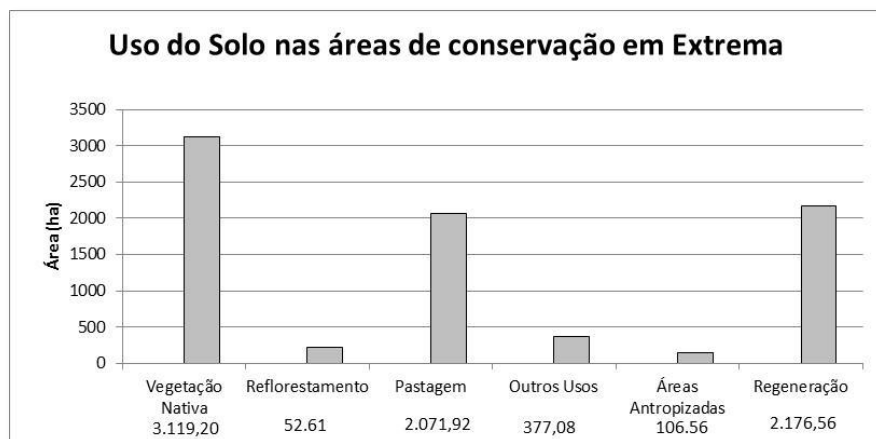
Figura 14. Categorias de uso do solo encontradas em Extrema-MG.



Para identificação do uso do solo nas Áreas de Conservação Ambiental (AC's), segundo o Plano Diretor do município, que incluem as áreas de preservação permanente conforme novo Código Florestal Brasileiro e áreas acima de 1.100 e 1.200 metros, foram cruzados os mapas de uso do solo do município com as delimitações dessas AC's. Em Extrema o uso predominante é de vegetação nativa, entretanto a classe de pastagens é bastante representativa, configurando um sério problema para a conservação dos recursos hídricos. Os dados encontrados são apresentados no Quadro 5 e na Figura 15.

**Quadro 5. Uso do solo nas APP's do município de Extrema.**

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	3.119,20	38,39
Reflorestamento	228,56	2,81
Pastagem	2.071,92	25,50
Agricultura	377,08	4,64
Áreas Antropizadas	152,08	1,87
Regeneração	2.176,56	26,79
TOTAL	8.125,40	100,00



**Figura 15. Uso do solo nas AC's do município de Extrema-MG.**

## 2.2.7 Fragilidade potencial do meio físico terrestre

O mapa de fragilidade potencial do meio físico terrestre difere do mapa de fragilidade natural, principalmente por inserir a figura do homem ao processo, demonstrando como o meio físico terrestre é frágil perante as várias formas de ocupação do ser humano. Neste sentido determinadas classes de uso de solo melhoraram ou agravam os processos da dinâmica superficial do meio físico.

Conhecendo estas características foi possível criar um fator de ponderação atribuído a cada tipo de uso do solo, sendo que, os que melhoram as condições naturais receberam valor abaixo de 1 e os que agravam valor acima de 1. Desta forma, as classes de vegetação nativa, reflorestamento, pastagem, agricultura, áreas Antropizadas e regeneração, receberam respectivamente os valores: 0,60; 0,80; 1,1; 1,0, 1,25 e 0,60. Os resultados encontrados estão ilustrados na Figura 16 e quantificados de acordo com cada classe no Quadro 6.

A forma de utilização do solo nas bacias hidrográficas, no geral, não prejudica sua fragilidade ambiental natural.

**Quadro 6. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.**

Classes de Fragilidade	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixo	3.238,81	13,11
Baixo	8.676,53	35,79
Médio	4.006,36	16,31
Alto	4.757,83	19,44
Muito Alto	3.777,96	15,35
TOTAL	<b>24.457,50</b>	<b>100,00</b>

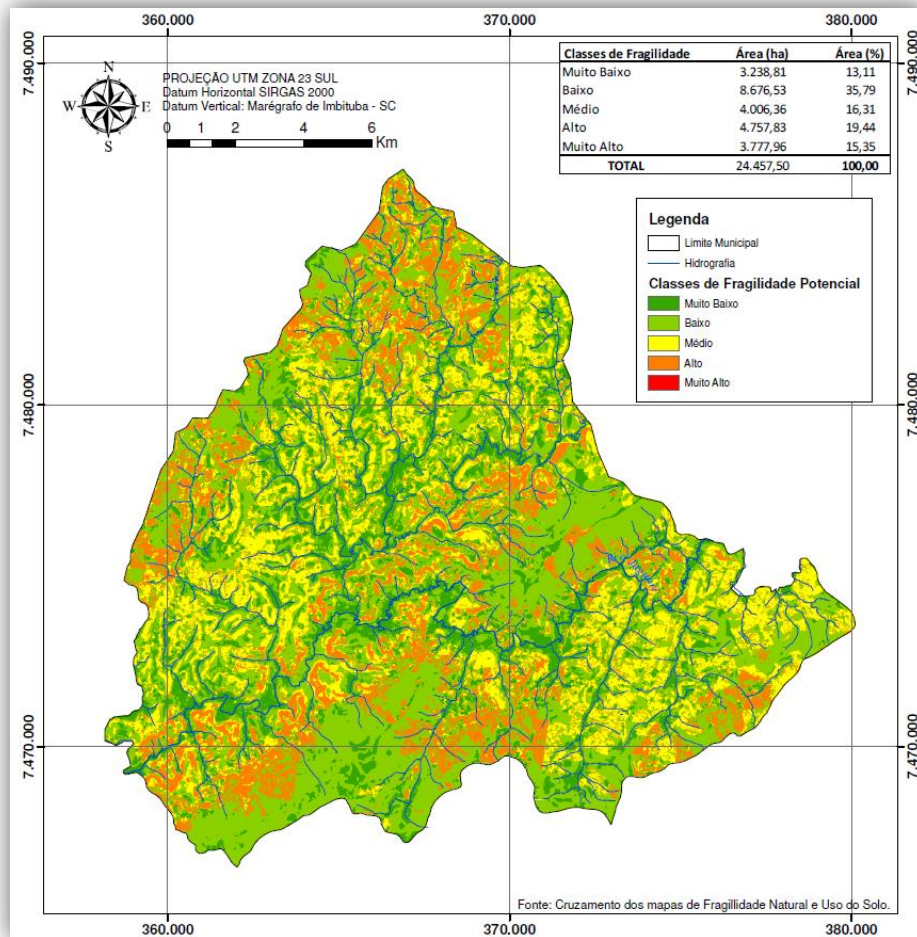


Figura 16. Mapa de fragilidade potencial do meio físico terrestre do município de Extrema-MG.

## 2.2.8 Aptidão Agrícola

O mapeamento de aptidão agrícola foi elaborado a partir de estudos do Plano de Gestão da APA Fernão Dias. O Quadro 7 apresenta os resultados encontrados no município de Extrema. É possível observar que parte da área do município (53,09%) é restrita para pastagens aptas a agricultura com baixa tecnologia envolvida, ou seja, sem o grande emprego de máquinas agrícolas e operações mecanizadas.

Quadro 7. Distribuição das Classes aptidão agrícola.

Classes de Aptidão Agrícola	Área (ha)	Área (%)
3 (b)(c) - Restrita para lavouras, nos níveis de manejo B e C e inapta para A	11.473,30	46,91
4 (p) - Restrita para pastagens plantadas	12.984,20	53,09
TOTAL	24.457,50	100,00

## 2.2.9 Produção de Sedimentos

A estimativa de perdas de solo por erosão representa uma ferramenta importantíssima no planejamento do uso e ocupação do solo e de ações corretivas de caráter preservacionista em bacias hidrográficas. Para esta estimativa dos valores de erosão anual foi utilizada a Equação Universal de Perda de Solo (USLE). A USLE é um modelo empírico que possibilita estimar a perda média anual de solo por erosão hídrica com base no conhecimento dos fatores locais que influenciam a erosão. A partir desse método é possível elaborar o Cálculo da Expectativa de Perda do Solo, na qual a figura do homem, assim como os processos dinamizados pela ação antrópica, são inseridos ao cálculo do potencial natural de erosão, ou seja, além dos processos naturais de erosão o fator antrópico é também inserido como elemento determinante no resultado.

O mapa da Expectativa de Perda do Solo está ilustrado na Figura 17 e no Quadro 8 as áreas são quantificadas de acordo com a classe atribuída. É possível observar que classe com maior representatividade no município é a de número 3, ou seja, com perda entre 1 e 10 ton/ha/ano, que representa 24,46% da área.

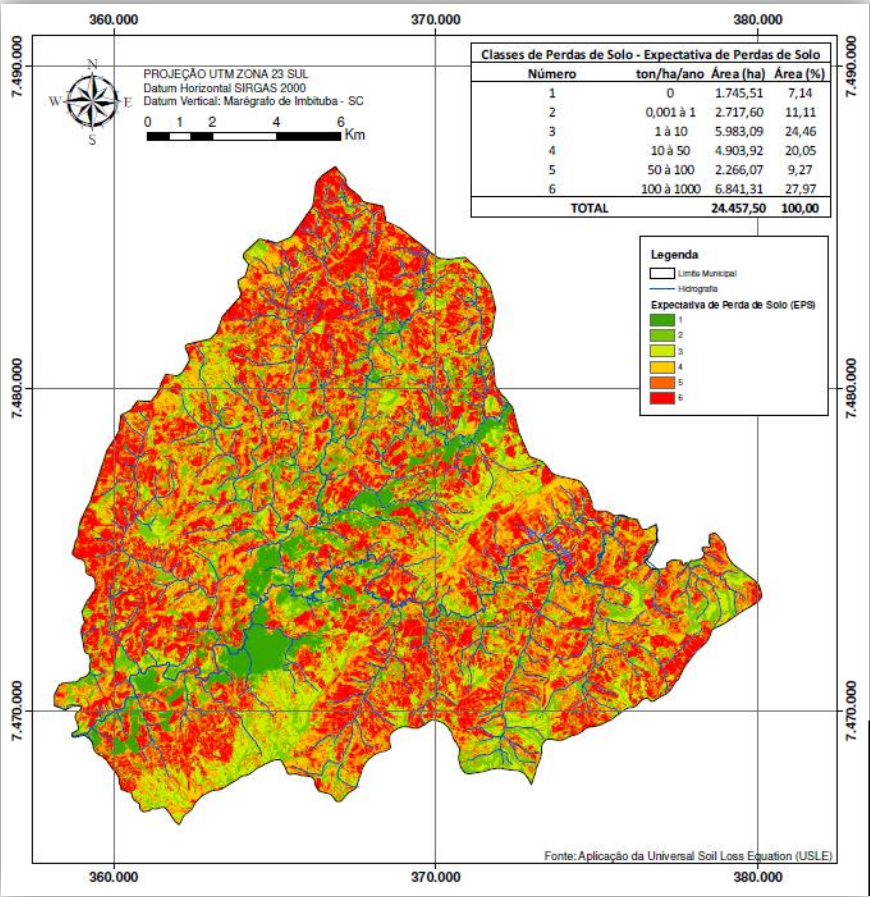


Figura 17. Mapa da expectativa da produção de sedimentos na área do município de Extrema-MG.

Quadro 8. Expectativa da produção de sedimentos na área do município de Extrema.

Classes de Perdas de Solo - Expectativa de Perdas de Solo			
Número	ton/ha/ano	Área (ha)	Área (%)
1	0	1.745,51	7,14
2	0,001 à 1	2.717,60	11,11
3	1 à 10	5.983,09	24,46
4	10 à 50	4.903,92	20,05
5	50 à 100	2.266,07	9,27
6	100 à 1000	6.841,31	27,97
TOTAL	-	24.457,50	100,0



Figura 18.Área de Pastagens no município de Extrema-MG.



### 3. Análise e diagnóstico atual dos Recursos Hídricos

#### 3.1 Apresentação das Bacias Hidrográficas

O município de Extrema foi dividido em 08 (oito) bacias hidrográficas principais. Essa divisão de bacias foi realizada pela Prefeitura Municipal de Extrema, de acordo com o Projeto Conservador das Águas, concebido em 2005 através da Lei n.º 2.100.

Quadro 9. Bacias Hidrográficas do município de Extrema

Bacias Hidrográficas Municipais	Área (ha)	Área (%)
1- BH do Salto	4.918,04	20,1
2 – BH das Posses	1.254,78	5,1
3 – BH dos Forjos	1.312,50	5,4
4 – BH do Juncal	4.229,50	17,3
5 – BH das Furnas	1.622,48	6,6
6 – BH dos Tenentes	2.155,22	8,8
7 – BH do Matão	3.195,55	13,1
8 – BH do Jaguari	5.769,43	23,6
<b>TOTAL</b>	<b>24.457,50</b>	<b>100,00</b>

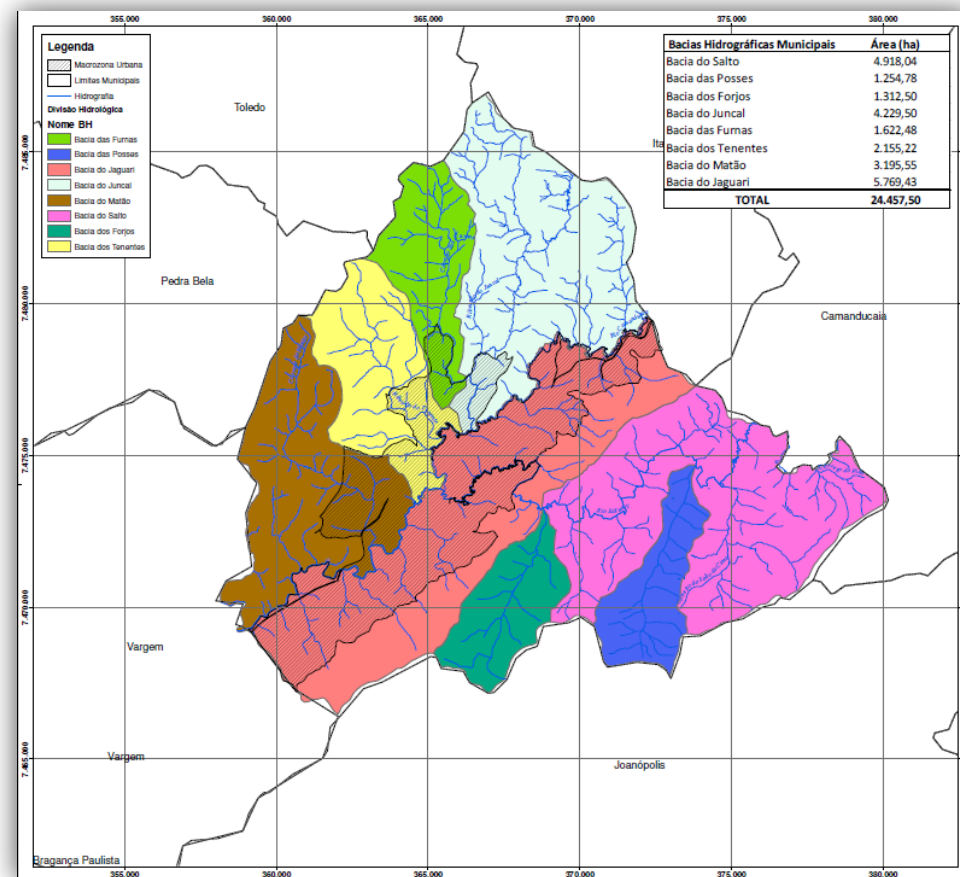


Figura 19. Mapa da divisão hidrológica do município de Extrema-MG.  
Fonte: Prefeitura Municipal de Extrema.

### 3.2 Nascentes e Áreas de Preservação Permanente

Através da divisão hidrológica do município, foi possível o estudo das nascentes e áreas de preservação permanente, que tem como objetivo principal indicar o grau de conservação destas áreas, fundamentais para a conservação dos recursos hídricos.

As áreas de conservação ambiental consideradas referem-se apenas a faixa marginal dos cursos d'água (30 metros, na grande maioria dos casos), raio de 50 metros nas nascentes identificadas, áreas com declividade maiores que 45° e áreas acima de 1.100 e 1.200 metros (conforme Plano Diretor Municipal). Com base na digitalização de toda a rede de drenagem no município de Extrema, chegou-se a alguns números:

- O município de Extrema possui aproximadamente 390 km lineares de cursos d'água;
- O município de Extrema possui (mapeados na escala 1:50.000) cerca de 305 nascentes, ou um índice de 1,27 nascentes por km<sup>2</sup>;
- A área conservação ambiental inserida no município de Extrema soma aproximadamente 8.125,4 ha, ou cerca de 33,22% do território.

A Bacia Hidrográfica que apresenta a maior quantidade (absoluta) de cursos d'água, em termos de comprimento é a bacia hidrográfica do Ribeirão do Salto. Em relação ao número de nascentes, a Bacia do Juncal apresentou o maior número de nascentes (81), seguido pela Bacia do Salto (61).

Uma relação intimamente ligada ao comprimento do talvegue é a área de conservação ambiental/área total da bacia, que tem por objetivo determinar um percentual de cada bacia hidrográfica em APP. Quanto maior a quantidade de cursos d'água, maior serão as áreas de preservação permanente.

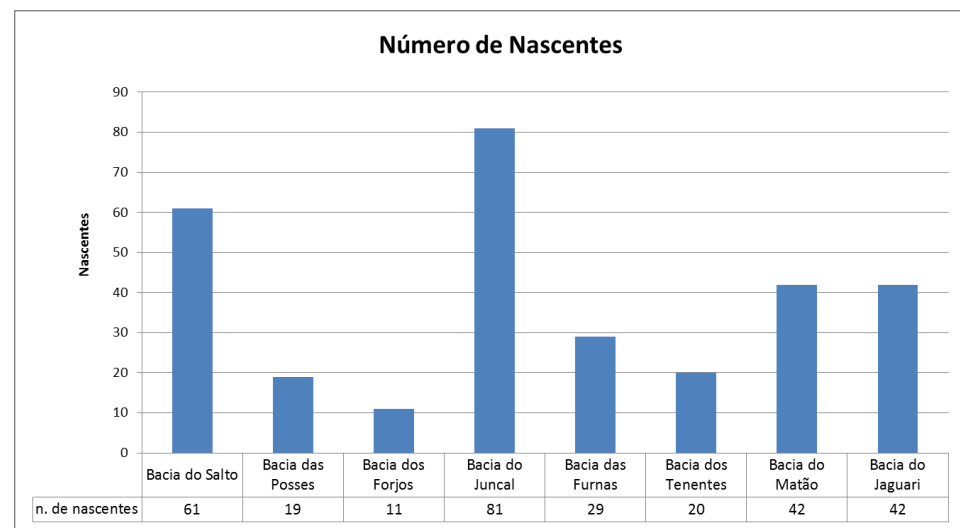
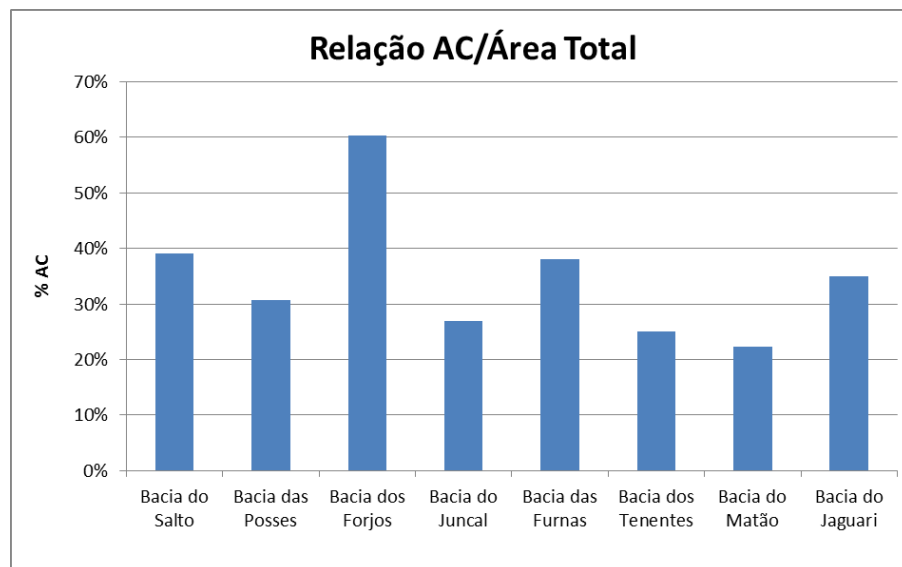


Figura 20: Número de nascentes nas Bacias Hidrográficas.

O Quadro 10 apresenta uma síntese das Áreas de conservação do município por subbacia, bem como a relação entre a área de conservação e a área total (no município). Estes também podem ser observados no gráfico da Figura 21.

**Quadro 10. Áreas de conservação ambiental divididas por bacia hidrográfica.**

ID	Bacias Hidrográficas Municipais	Área (ha)	Área (%)	Relação AC / Área total
1	Bacia do Salto	4.918,04	1.921,04	39,06
2	Bacia das Posses	1.254,78	386,48	30,80
3	Bacia dos Forjos	1.312,50	791,56	60,31
4	Bacia do Juncal	4.229,50	1.137,56	26,90
5	Bacia das Furnas	1.622,48	618,40	38,11
6	Bacia dos Tenentes	2.155,22	540,04	25,06
7	Bacia do Matão	3.195,55	714,04	22,34
8	Bacia do Jaguari	5.769,43	2.016,28	34,95



**Figura 21: Relação de áreas de conservação ambiental x área total.**

### 3.3 Usos do solo nas Bacias Hidrográficas

Foi realizado a partir da divisão das bacias hidrográficas no município de Extrema, um diagnóstico de uso do solo para cada uma das 08 (oito) bacias.



**Figura 22: Uso do solo no município de Extrema-MG.**



### 3.3.1 Bacia Hidrográfica do Salto

Esta subbacia localiza-se na região sudeste do município de Extrema (Figura 23). Esta sub-bacia abrange afluentes diretos do rio Jaguari. Possui área total de 4.918,04 ha, sendo 1.921,04 ha de áreas de conservação ambiental. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados na Figura 24.

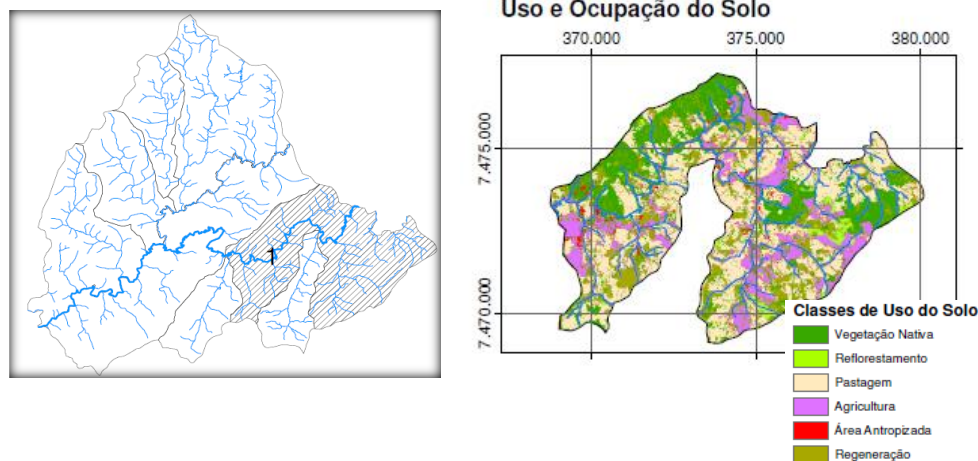


Figura 23: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Extrema e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (37,04%), seguida de vegetação nativa (26,16%). A bacia não possui área inserida na macrozona urbana do município.

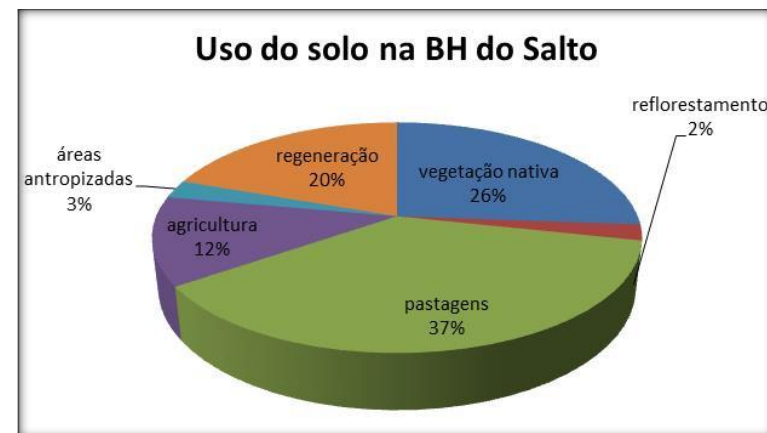


Figura 24: Distribuição relativa do uso do solo na bacia hidrográfica do Salto.

As áreas de vegetação nativa representam aproximadamente 37% da área de conservação ambiental (AC) total, seguida por áreas de pastagens, que ocupam 25,93% da AC desta bacia. Pode-se dizer que a bacia está em bom estado de conservação. A Figura 25 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.



Figura 25: Uso do solo nas AC's da Bacia Hidrográfica do Salto.

### 3.3.2 Bacia Hidrográfica das Posses

A bacia das Posses se situa na região sudeste do município de Extrema (Figura 26). Essa bacia abrange um afluente direto da margem esquerda do Rio Jaguari, o Ribeirão das Posses. Possui área total de 1.254,78 ha, sendo que, 386,48 ha são áreas conservação ambiental. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados na Figura 27.

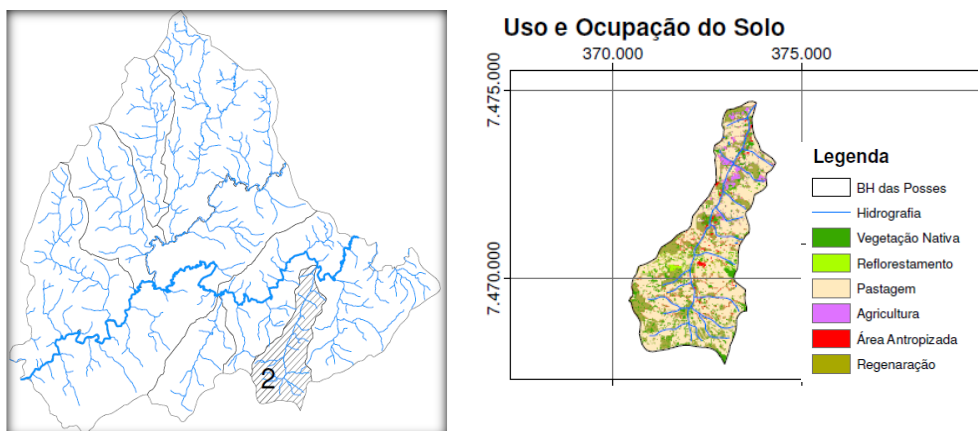


Figura 26: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Extrema e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (60,23%), seguido por regeneração (21,32%). O percentual de vegetação nativa é de 11,99%, reflorestamento de 1,12% e uma parcela representa a ocupação por áreas antropizadas (2,29%).

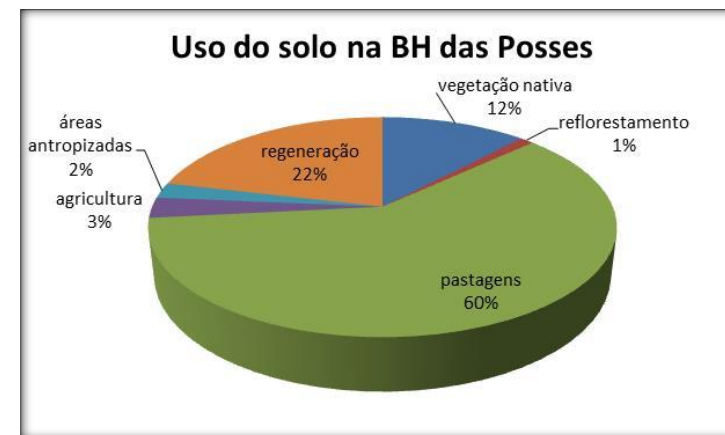


Figura 27: Distribuição relativa do uso do solo na bacia das Posses.

Nesta bacia, as áreas de vegetação nativa representam 12,79% da AC total, as áreas de pastagem, ocupam 62,91% da AC desta bacia. As áreas de regeneração ocupam aproximadamente 22,12% da AC da bacia e a área antropizada 1,08%. A Figura 28 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

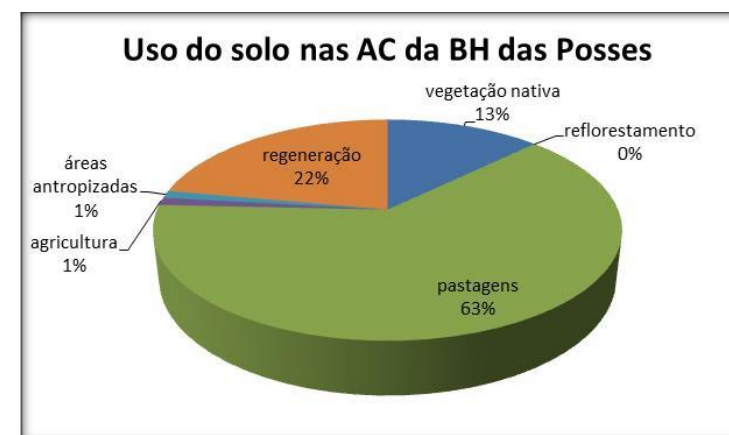


Figura 28: Uso do solo nas AC's na Bacia das Posses.

### 3.3.3 Bacia Hidrográfica dos Forjos

A bacia hidrográfica dos Forjos se situa na região sul do município de Extrema (Figura 29). É formada principalmente pelo córrego do Forjos, afluente direto do rio Jaguari. Possui área total de 1.312,5 ha, sendo 791,56 ha áreas conservação ambiental. Os índices de uso e ocupação do solo da bacia são apresentados no gráfico da Figura 30.

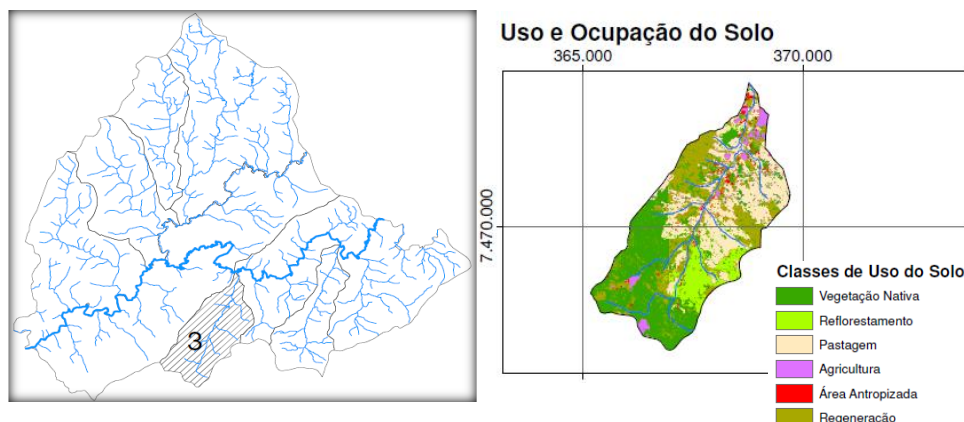


Figura 29: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Extrema e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (34,60%), seguido por pastagem (27,64%). O percentual de reflorestamento é de 8,53%, regeneração possui um percentual de 23,37% e uma pequena parcela representa a ocupação por área antropizada (2,51%). A Figura 30 apresenta uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

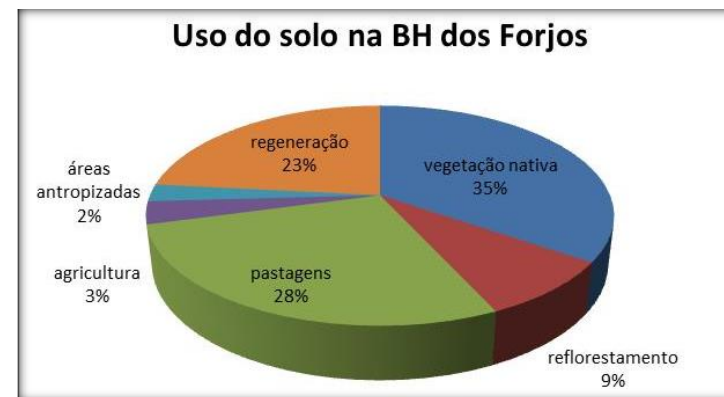


Figura 30: Distribuição relativa do uso do solo na bacia hidrográfica dos Forjos.

Nessa bacia predominam nas áreas de conservação ambiental, áreas de vegetação nativa, que representam 45,24% das áreas totais, seguida por áreas de regeneração, que ocupam 24,89% da AC desta bacia. As áreas de reflorestamento ocupam aproximadamente 10,12% da APP da bacia, as pastagens ocupam 17,78% e a áreas antropizadas apenas 0,82%. A Figura 31 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

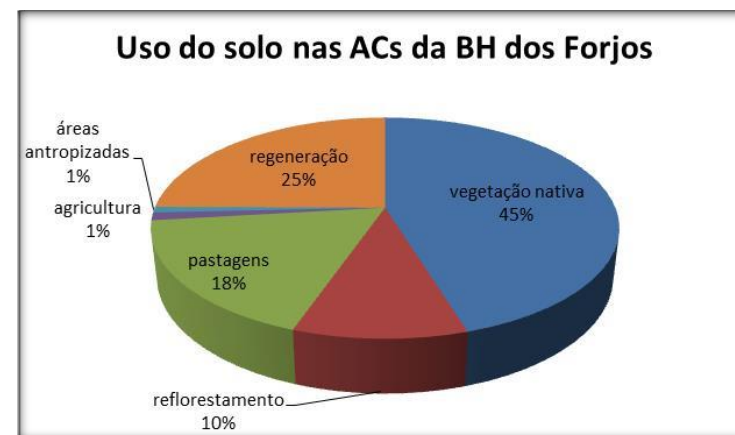


Figura 31: Uso do solo nas ACs do Córrego dos Forjos.



### 3.3.4 Bacia Hidrográfica do Juncal

A bacia hidrográfica do Juncal se situa na região norte do município de Extrema, e abrange a região do bairro dos Pessegueiros (Figura 32). Formada por afluentes diretos da margem direita do rio Camanducaia, possui área total de 4.229,5 ha, sendo que 1.137,56 ha são áreas de conservação ambiental. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados no gráfico da Figura 33.

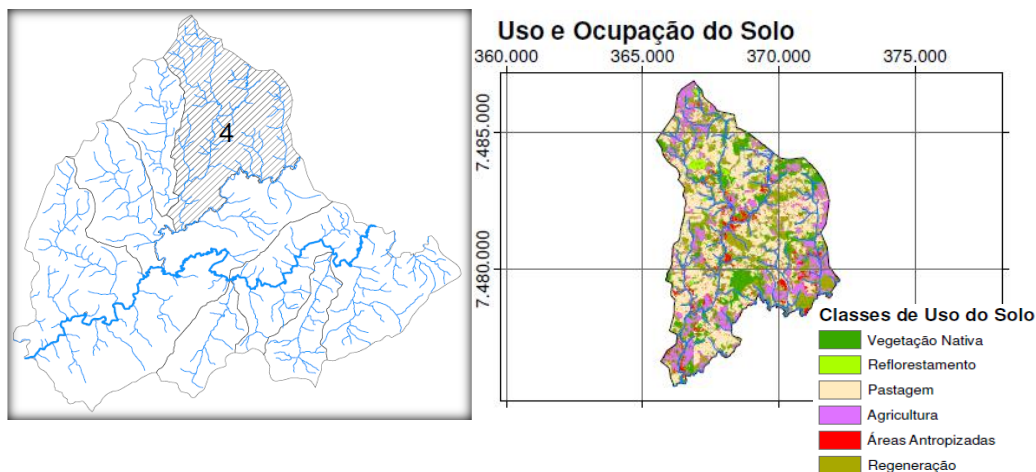


Figura 32: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Extrema e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (40,47%) seguida por vegetação nativa e regeneração, que juntos representam 38,48% da área total da bacia. O percentual de agricultura é de 14,17, de reflorestamento é de 1,64% e área antropizada 5,25%. A Figura 33 apresenta uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

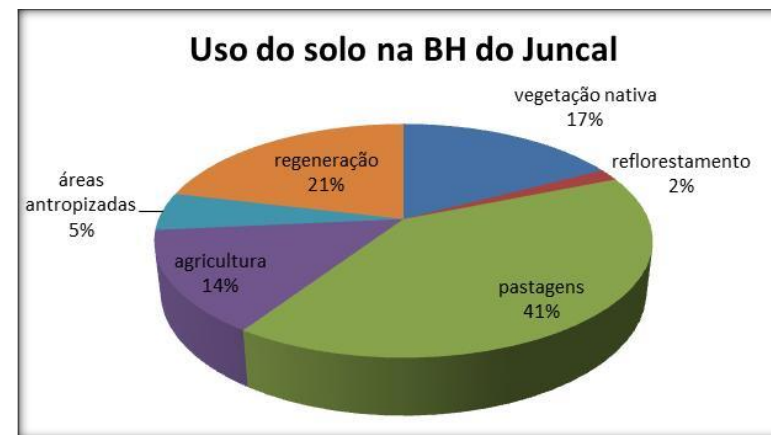


Figura 33: Distribuição relativa do uso do solo bacia hidrográfica do Juncal.

Nas AC's desta subbacia, predominam as áreas de pastagens, que representam 33,63% das áreas totais, seguida por áreas de regeneração, que ocupam 30,25% da AC desta bacia. As áreas de reflorestamento ocupam aproximadamente 3,33% da AC da bacia, agricultura 12,12% e a área antropizada 2,99%. A Figura 34 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

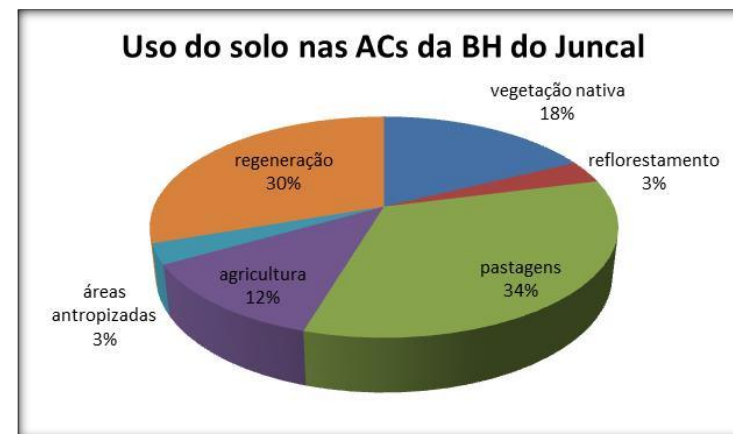


Figura 34: Uso do solo nas AC's da bacia do Juncal.

### 3.3.5 Bacia Hidrográfica das Furnas

A bacia hidrográfica das Furnas se situa na região noroeste do município de Extrema (Figura 35). É formada pelo córrego das Furnas (afluente direto do Ribeirão do Juncal) e seus afluentes, e possui área total de 1.622,48 ha, sendo 618,40 ha área de conservação ambiental. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados no gráfico da Figura 36.

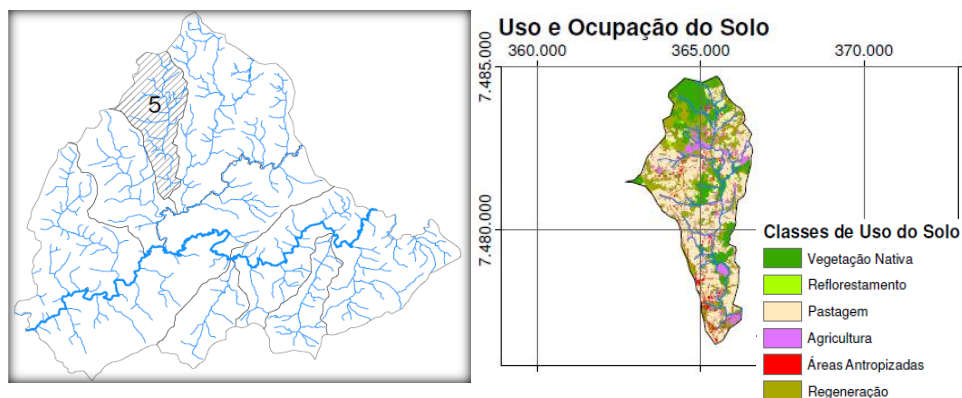


Figura 35: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Extrema e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a de pastagem (43,86%), seguida de áreas de vegetação nativa (24,35%). O percentual de reflorestamento é de 0,92%, regeneração 21,10%, agricultura 6,64% e a ocupação por áreas antropizadas (4,25%). Possui ainda 11,68% da sua área inseridas na macrozona urbana do município. A Figura 36 apresenta uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

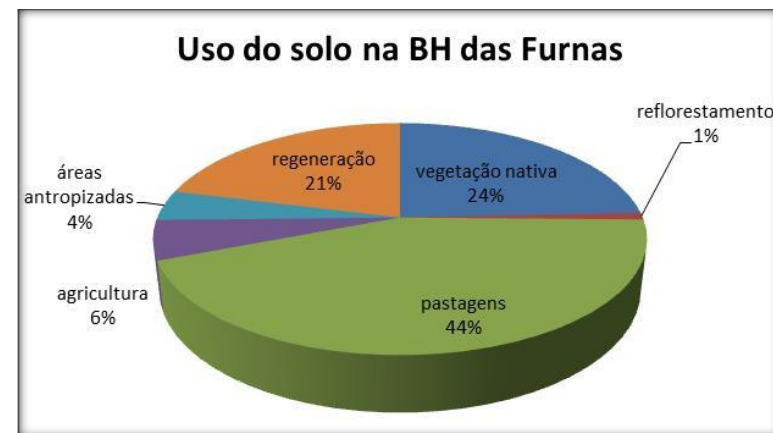


Figura 36: Distribuição relativa do uso do solo bacia hidrográfica das Furnas.

Nas ACs da bacia do médio Jaguari, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 34,20% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 31,30% da AC desta bacia. As áreas de regeneração representam 29,42%, reflorestamento ocupam apenas 0,67%, agricultura 2,49% e a áreas antropizadas 1,92%. A Figura 37 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

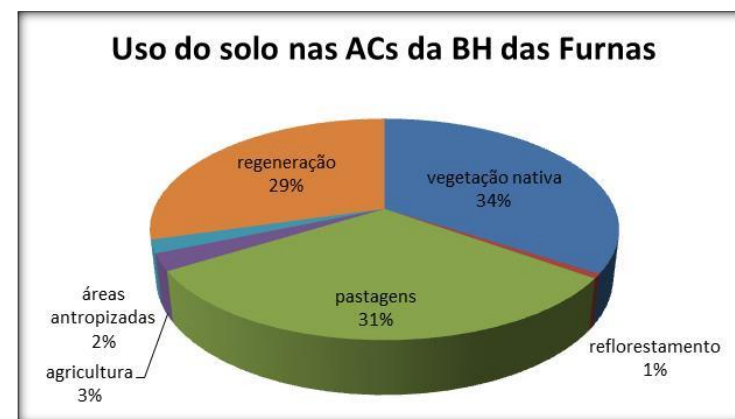


Figura 37: Uso do solo nas Ac's da bacia das Furnas.

### 3.3.6 Bacia Hidrográfica dos Tenentes

A bacia hidrográfica dos Tenentes se situa na região noroeste do município de Extrema (Figura 38). É formada por afluentes diretos do rio Camanducaia. Possui 2.155,22 ha de área total, sendo 540,04 ha áreas de conservação ambiental. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados no gráfico da Figura 39.

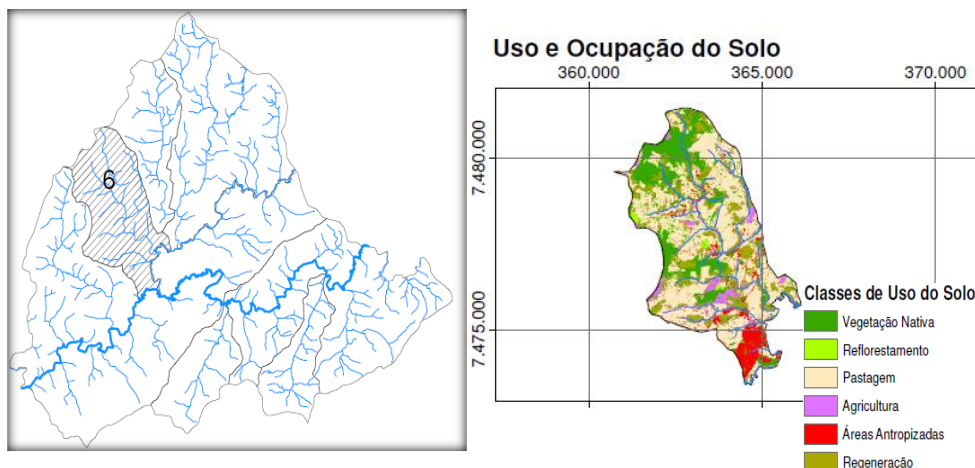


Figura 38: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Extrema e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (48,17%), seguida de áreas de vegetação nativa ocupando 23,19% da área total da bacia. O percentual relacionado a regeneração é de 16,73%, agricultura é de 3,53% e a ocupação por reflorestamento e área urbana, de 1,13% e 7,25%, respectivamente. Possui também 23,91% de sua área total inserida na macrozona urbana no município. A Figura 39 apresenta uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

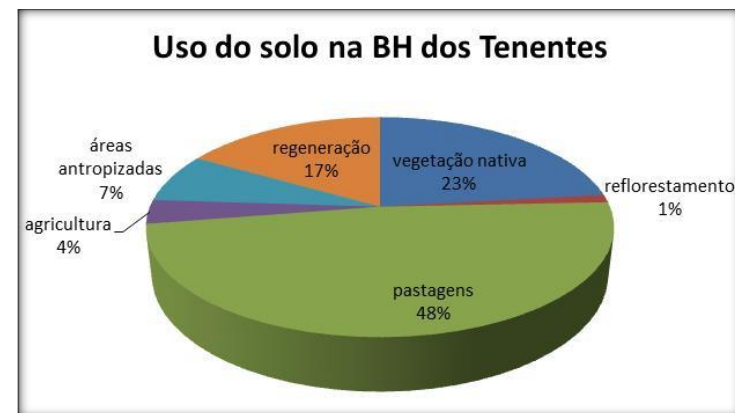


Figura 39: Distribuição relativa do uso do solo bacia hidrográfica dos Tenentes.

Nas ACs da bacia dos Tenentes, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 41,37% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 30,80% da AC desta bacia. As áreas em regeneração representam 23,23%, áreas com agricultura ocupam aproximadamente 1,33%, reflorestamento apenas 1,34% e a área antropizada 1,93%. A Figura 40 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

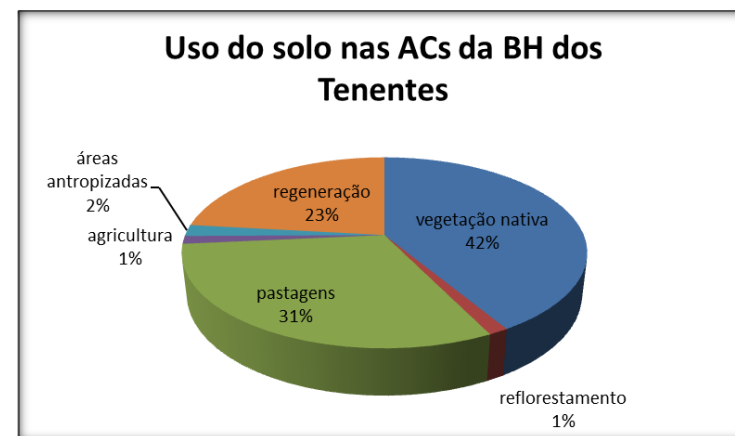


Figura 40: Uso do solo nas AC's da bacia dos Tenentes.



### 3.3.7 Bacia Hidrográfica do Matão

A bacia hidrográfica do Matão se situa na região oeste do município de Extrema, abrangendo os bairros Godoi e das Lajes (Figura 41). É formada por afluentes diretos do rio Jaguari. Possui 3.195,55 ha de área total, sendo 714,04 ha áreas de conservação ambiental. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados no gráfico da Figura 42.

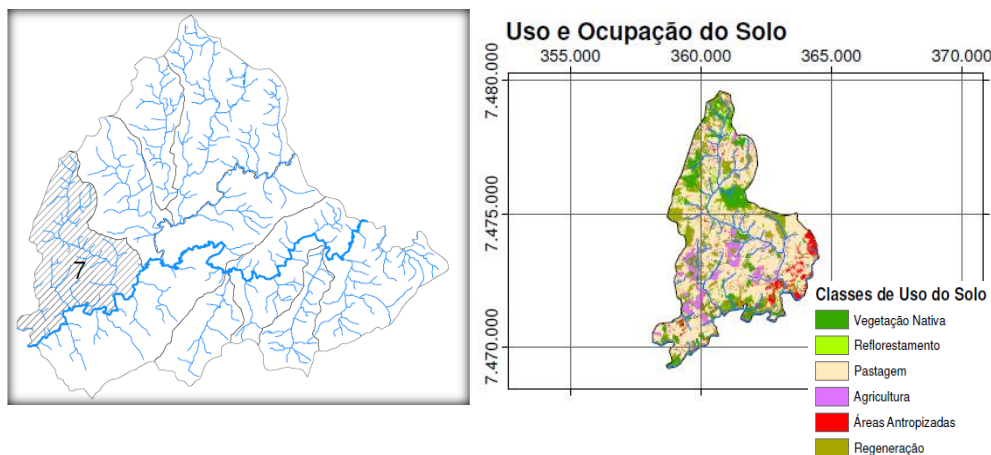


Figura 41: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Extrema e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (57,09%), seguida de áreas de vegetação nativa ocupando 17,18% da área total da bacia. O percentual relacionado à regeneração é de 15,29%, a agricultura é de 4,91% e a ocupação por reflorestamento e áreas antropizadas, de 1,13% e 4,39%, respectivamente. A Figura 42 apresenta uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

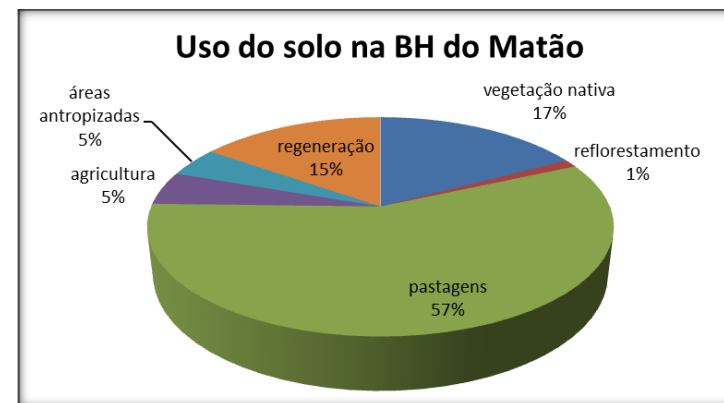


Figura 42: Distribuição relativa do uso do solo bacia hidrográfica do Matão.

Nas ACs da bacia do Matão, assim como na área total da bacia do Matão, predominam as áreas de pastagens, que representam 41,64% da área total, seguida por áreas de vegetação nativa, que ocupam 26,93% da AC desta bacia. As áreas em regeneração ocupam 25,89%, agricultura ocupa aproximadamente 1,47%, reflorestamento 2,22% e a área urbana apenas 1,85%. A Figura 43 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

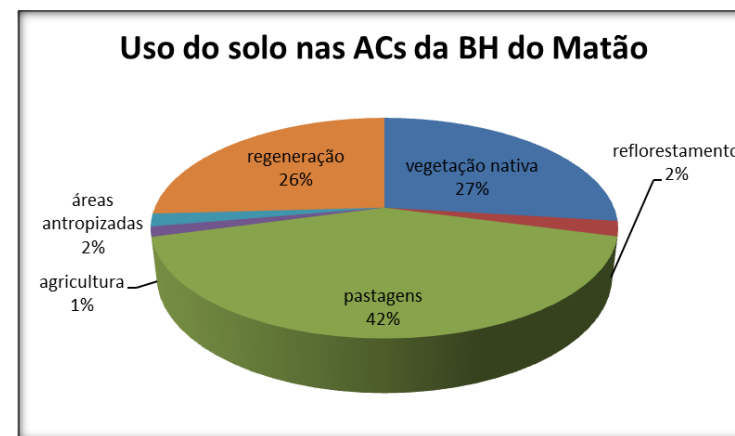
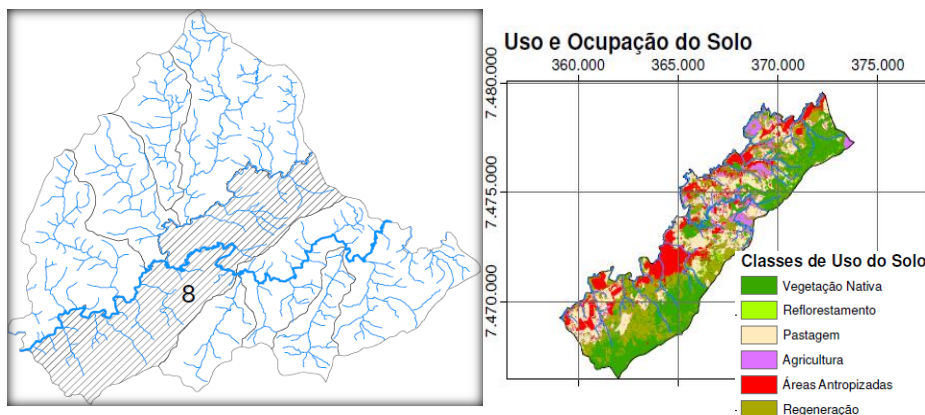


Figura 43: Uso do solo nas Ac's da bacia do Matão.

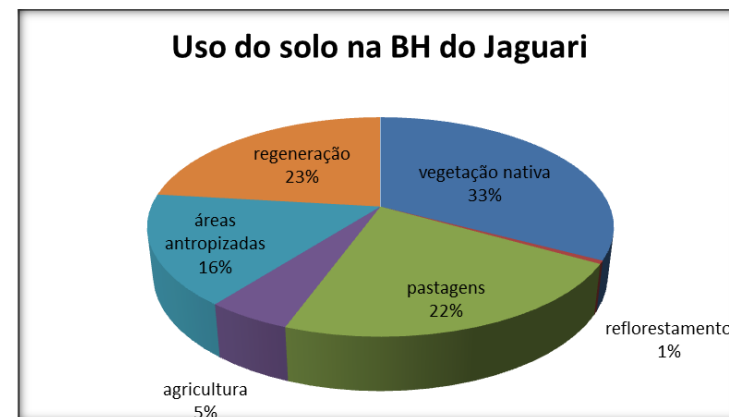
### 3.3.8 Bacia Hidrográfica do Jaguari

A bacia hidrográfica do Jaguari se situa na região central do município de Extrema, abrangendo grande parte da macrozona urbana do município (Figura 44). É formada por afluentes da margem esquerda do rio Camanducaia e rio Jaguari. Possui 5.708,53 ha de área total, sendo 459,57 ha áreas de conservação ambiental. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados no gráfico da Figura 45.



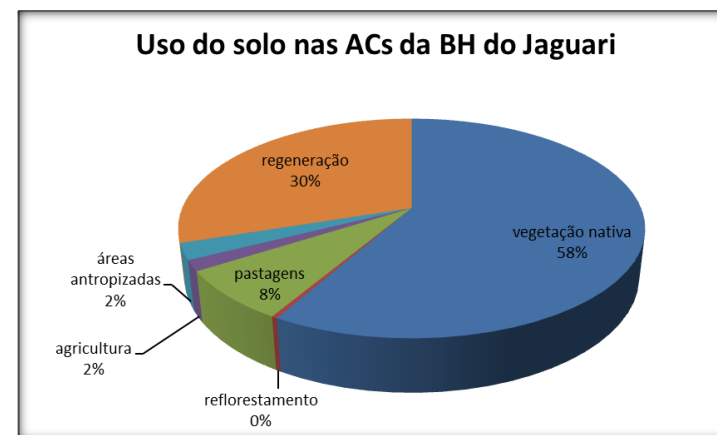
**Figura 44:** Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Extrema e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (32,72%), seguida de áreas de regeneração que ocupam 23,15% da área total da bacia. O percentual relacionado a pastagens é de 22,38%, agricultura é de 4,99% e a ocupação por reflorestamento e área antropizada, de 0,47% e 16,29%, respectivamente. É importante destacar que esta se trata da bacia com maior percentual de áreas Antropizadas no município e possui 60,69% da sua área total inserida na macrozona ambiental de acordo com o zoneamento municipal. A Figura 45 apresenta uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.



**Figura 45:** Distribuição relativa do uso do solo bacia hidrográfica do Jaguari.

Nas ACs da bacia do Jaguari, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 58,20% da área total, seguida por áreas de regeneração, que ocupam 30,04% da AC desta bacia. As áreas com pastagens ocupam 7,44%, agricultura ocupa aproximadamente 1,57%, reflorestamento apenas 0,34% e a áreas antropizadas 2,41%. A Figura 46 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.



**Figura 46:** Uso do solo nas AC's da bacia do Jaguari.





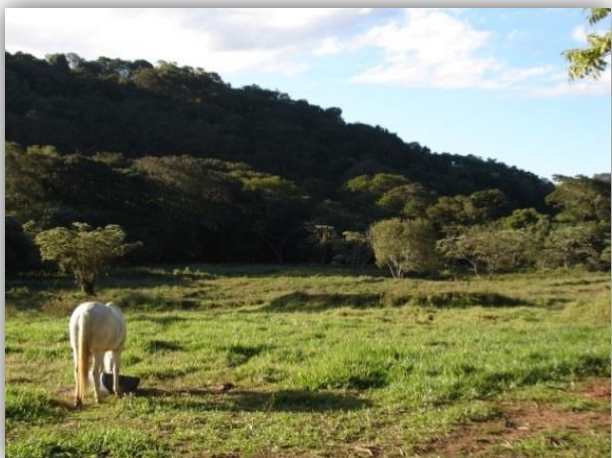
Uso do solo na bacia do Córrego do Salto



Uso do solo na bacia do Matão



Uso do solo na bacia das Posses



Uso do solo na bacia do Jaguari



Uso do solo na bacia das Furnas



Uso do solo na bacia do Juncal



### 3.4 Usos e Demandas de água

#### 3.4.1 Os principais usos da água em Extrema

A água é fundamental para a existência humana e seu uso pode ser definido de duas formas distintas, ou seja: consuntivos e não consuntivos.

**Consuntivo:** referem-se aos usos que retiram a água de sua fonte natural diminuindo suas disponibilidades, espacial e temporalmente, como por exemplo água utilizada para abastecer a população, para irrigação, entre outros. Os usos consuntivos de água devem ser considerados para a elaboração do balanço entre a disponibilidade e a demanda.

**Não-consuntivos:** referem-se aos usos que retornam à fonte de suprimento, praticamente a totalidade da água utilizada, podendo haver alguma modificação no seu padrão temporal de disponibilidade. Exemplos: água utilizada para a geração de energia elétrica, recreação e lazer, aquicultura, entre outros.

Segundo o Cadastro de usuários de Minas Gerais da SEMAD, não há usos não consuntivos cadastrados no município.

O levantamento dos usos consuntivos foi realizado através do cadastro de usuários de água do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. O Quadro 11 apresenta o número de usuários existentes no cadastro de usuários de água do IGAM.

Quadro 11. Quantidade usuários no município de Extrema.

Tipo de uso	Número de usuários
Industrial	13
Abastecimento Público	2
Outros	1
Total	16

Fonte: Cadastro de usuários de recursos hídricos de Minas Gerais da SEMAD.

#### a) Uso da água no Saneamento Ambiental

Em municípios brasileiros o uso primordial da água superficial e/ou subterrânea é para o abastecimento humano, dessedentação animal e industrial, além de que, ela é o elemento fundamental para o afastamento dos esgotos domésticos e industriais, portanto, a base do saneamento ambiental de uma população.

Na grande maioria dos municípios os cursos d'água ou atravessam a área urbana, ou estão próximos a elas. As nascentes e/ou os aquíferos subterrâneos, também abastecem as populações, porém sob condições mais específicas. Portanto, tanto a água superficial como a água subterrânea deve ser preservada, para a sua utilização pelas gerações futuras. Nesse sentido, é de fundamental importância que as Cias. Estaduais de Saneamento, ou as Prefeituras Municipais e suas autarquias, tenham como prioridade básica de suas ações a proteção e a preservação de seus mananciais.

No município de Extrema, tanto os serviços de abastecimento de água, como o de esgotamento sanitário, são de responsabilidade da COPASA – Cia de Saneamento de Minas Gerais. A seguir se apresenta uma breve descrição da situação atual do saneamento do Município, para a zona urbana:

**Zona Urbana:** O abastecimento de água do município é realizado através de uma captação direta do Rio Jaguari, sob responsabilidade da COPASA. Neste ponto, a disponibilidade hídrica é satisfatória. Já em relação a coleta e ao tratamento de esgotos, a situação é mais crítica. Durante os trabalhos de campo, a equipe observou que as redes coletoras de esgoto já se encontram implantadas em praticamente 100% da área urbana. O tratamento ainda é inexistente. Todavia, já está sendo construída no município uma ETE que deve tratar boa parte do esgoto sanitário gerado.



Figura 47: Estação de tratamento de água do município de Extrema.

#### b) Uso da água na irrigação

O uso na Irrigação, também chamado de uso na agricultura ou uso rural, se caracteriza pela utilização do recurso hídrico para irrigação de lavouras, dessedentação de animais e abastecimento para comunidades rurais.

É o uso da água de maior consumo, demandando cuidados e técnicas especiais para o aproveitamento racional com o mínimo de desperdício. Quando utilizada de forma incorreta, além de problemas quantitativos, a irrigação pode afetar drasticamente tanto a qualidade dos solos quanto ados recursos hídricos superficiais e subterrâneos (fertilizantes corretivos e agrotóxicos).



Figura 48: Cultura de hortaliças irrigada em bairro rural de Extrema/MG.



Figura 49: Culturas temporárias irrigadas bairro rural de Extrema/MG.

### c) Uso da água na indústria

Há vários tipos de uso da água nos processos industriais, como para refrigeração e geração de vapor, incorporação aos produtos, higiene e limpeza. No município de Extrema há várias empresas que são usuárias de recursos hídricos.

#### 3.4.2 Demandas de água superficial

A estimativa da demanda hídrica no município de Extrema foi realizada com base nos dados das outorgas emitidas pelo IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas e foram divididas em demanda urbana, demanda industrial e outros tipos de usos, correspondentes a usos no setor rural.

Quadro 12. Vazões utilizadas divididas por uso.

Tipo de uso	m <sup>3</sup> /s	%
Industrial	90,00	15
Abastecimento Público	514,80	85
Outros	0,00	0
Total	604,80	100

Fonte: Cadastro de usuários de recursos hídricos de Minas Gerais da SEMAD.

Como se nota no Quadro 12, a demanda total de água superficial no município de Extrema é de aproximadamente 600 m<sup>3</sup>/h. Em termos de uso, tem-se que 85% da demanda representando o uso urbano (abastecimento público), seguido pelo uso industrial, que representa apenas 15% da demanda total do município.

#### 3.4.3 Demandas de água subterrânea

A estimativa da demanda de água subterrânea foi calculada semelhante à demanda de água superficial, com base nos dados das outorgas emitidas pelo IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas e

foram divididas em demanda urbana, demanda industrial e outros tipos de usos, correspondentes a usos no setor rural. É provável que os valores de demanda por água subterrânea estejam subestimados, uma vez que muitos usuários (sítios, chácaras, etc) não cadastram os poços no órgão fiscalizador (IGAM), de tal forma que fica desconhecido o valor dessa demanda.

As captações subterrâneas cadastradas possuem vazões que variam de 1,70 a 28 m<sup>3</sup>/h, demonstrando a baixa disponibilidade hídrica subterrânea existente no local. A vazão total cadastrada chega a 100,5 m<sup>3</sup>/h, cerca de 15% da demanda superficial.

### 3.5 Lançamentos

No cadastro de usuários da SEMAD não consta a existência de lançamentos cadastrados no município.

Todavia, fisicamente podemos considerar ao menos os lançamentos realizados na área urbana do município, e dos distritos/bairros isolados, que conforme já apresentado não possuem tratamento.

### 3.6 Disponibilidade Hídrica Superficial

A bacia hidrográfica PJ é uma das mais ricas em disponibilidade hídrica superficial do estado de Minas Gerais, com altas contribuições específicas (da ordem de 17 a 19 L/s km<sup>2</sup>) e elevado índice pluviométrico (cerca de 1.600 a 1.800 mm/ano).

A área de estudo inclui as bacias hidrográficas situadas no município de Extrema, as quais pertencem a grande bacia do Rio Jaguari. Este curso d'água possui suas nascentes no Estado de Minas Gerais e "corre" em direção ao Estado de São Paulo. O Quadro 13 apresenta as 08 bacias hidrográficas do município, indicando às bacias principais a quais pertencem.



**Quadro 13. Bacias hidrográficas no município de Extrema-MG.**

ID	Bacia Hidrográfica	Bacia Hidrográfica Principal
1	Bacia do Salto	Rio Jaguari
2	Bacia das Posses	
3	Bacia dos Forjos	
4	Bacia do Juncal	
5	Bacia das Furnas	
6	Bacia dos Tenentes	
7	Bacia do Matão	
8	Bacia do Jaguari	

A Bacia PJ possui comportamento hidrológico bastante homogêneo e uma produção hídrica notável, expressada pela alta densidade de drenagem, típica desses ambientes serranos. Esta produção hídrica resulta de condicionantes climáticas favoráveis, balizadas pela posição geográfica e a relativa proximidade da costa Atlântica, em relação à circulação atmosférica regional.

As tipologias homogêneas verificadas no território da área de estudo relativo a pluviosidade, relevo e capacidade de infiltração de água no solo, individualizam, em escala regional, uma classe de comportamento hidrológico com as seguintes características:

- Pluviosidade anual entre 1.600 e 1.800mm;
- Predominância de relevo forte ondulado a montanhoso (declividades superiores a 20%);
- Predominância de terrenos com baixa capacidade de infiltração (solo argiloso associado a substrato rochoso de baixa permeabilidade).

Entretanto, a ausência de postos fluviométricos na área inviabilizou a estimativa da disponibilidade hídrica de forma direta. Como alternativa, buscaram-se metodologias de regionalização de vazões. Desta forma, adotou-se a regionalização proposta e utilizada no Estado de São Paulo, com os parâmetros para a região a montante do sistema Cantareira, cujo meio físico é semelhante ao encontrado no município de Extrema.

Para cada bacia hidrográfica foram estimadas as vazões: (i) média plurianual ( $Q_m$ ); (ii) mínima com 95% de permanência ( $Q_{95}$ ) e (iii) mínima com 7 dias de duração e tempo de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ).

Os valores apresentados foram calculados a partir do Método da “Regionalização Hidrológica” proposta pelo DAEE, utilizando-se as áreas de drenagem calculadas através de sistema computacionais, conforme apresentado no Quadro 14.

**Quadro 14. Vazões totais para as bacias hidrográficas de Extrema.**

ID	Bacia Hidrográfica	AD (km <sup>2</sup> )	Vazões		
			$Q_m$	$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$
1	Bacia do Salto	48,57	1.001,20	288,62	434,52
2	Bacia das Posses	11,93	246,09	70,94	129,69
3	Bacia dos Forjos	12,51	257,99	74,37	133,12
4	Bacia do Juncal	41,68	859,27	247,71	311,92
5	Bacia das Furnas	15,61	321,89	92,79	101,72
6	Bacia dos Tenentes	20,94	431,70	124,45	136,42
7	Bacia do Matão	31,34	646,15	186,27	340,52
8	Bacia do Jaguari	57,08	1176,70	339,22	544,81

$Q_m$  = Vazão média de longo período.  
 $Q_{7,10}$  = Vazão mínima de 7 dias consecutivos e período de retorno de 10 anos.  
 $Q_{95}$  = Vazão com tempo de permanência de 95% ou superior.

Fonte: IRRIGART (2007) e atualizações.

Todavia, algumas das bacias hidrográficas aqui apresentadas constituem-se em segmentos de bacias, isto é, possuem áreas a montante enquadrada em outra bacia hidrográfica, mas que contribuem com a vazão disponível. Para tanto, foi elaborado um diagrama unifilar simplificado das bacias hidrográficas.

A partir desse diagrama, foi calculada a área de contribuição de cada bacia, juntamente com suas vazões disponíveis.

A disponibilidade hídrica superficial para cada uma das bacias hidrográficas do município de Extrema, foi considerada com a  $Q_{7,10}$  calculada para cada uma delas. A bacia do Rio Jaguari já recebe a contribuição de todas as demais bacias do município. Desta forma, a disponibilidade total do município é a disponibilidade registrada na Bacia do Rio Jaguari, isto é, 9.364,30 m<sup>3</sup>/h.

### **3.7 Disponibilidade Hídrica Subterrânea**

Em rochas cristalinas, as principais estruturas favoráveis ao armazenamento e a circulação da água subterrânea são os fraturamentos (fraturas e falhas), sendo que alguns dos parâmetros hidráulicos responsáveis por esse fluxo estão estreitamente vinculados à frequência, abertura e interconexão da rede de fraturas com as zonas de recarga e acumulação, predominantemente associadas à espessura do manto de alteração, à presença da cobertura vegetal e aos tipos de material que compõem a cobertura intemperizada.

Constituído principalmente por granitos e migmatitos, a frequência de fraturas na região varia de baixa à média, por isso a exploração de águas subterrânea na região de Extrema, Camanducaia, Itapeva e Toledo são de potencialidade moderada.

Evidentemente, em zonas de sopé de encostas com depósitos de talus, o armazenamento das águas que vertem de infiltrações nos topos, ou mesmo escoam superficialmente, podem contribuir de forma significativa para o aumento da capacidade desses sedimentos coluvionares fornecerem quantidades apreciáveis de água, o que ocorrerá de forma tanto mais intensa quanto for o grau de intemperismo e de desagregação dos materiais transportados.

A disponibilidade hídrica deste aquífero foi estimada conforme metodologia apresentada no Relatório de Situação 2004/2006 das Bacias PCJ. Segundo esta metodologia, o Aquífero cristalino, presente em 100% da Bacia PJ, a disponibilidade hídrica subterrânea é da ordem de 1,25 m<sup>3</sup>/s, ou 4.483 m<sup>3</sup>/h.

### **3.8 Balanço hídrico Superficial**

Os dados apresentados neste estudo indicaram uma disponibilidade hídrica no município de Extrema da ordem de 9.364,30 m<sup>3</sup>/h, concentrados na calha do Rio Jaguari.

O consumo total de água superficial no município é da ordem de 600 m<sup>3</sup>/h e está concentrado na bacia do Rio Jaguari (onde existe a captação superficial da COPASA). Desta forma, a utilização de água no município é de apenas 6,5% da disponibilidade total. Desta forma, o município de Extrema e os demais municípios das Bacias PJ são grandes contribuintes para os usuários do Estado de São Paulo, em especial da SABESP que opera os reservatórios do sistema Cantareira, sendo assim, merecedores que benefícios para manter programas de conservação ambiental, tal qual implantado com grande sucesso no município.

### 3.9 Qualidade da água

O estudo da qualidade das águas superficiais das bacias dos rios Piracicaba/Jaguari foi realizado com dados extraídos do Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais, elaborados no 1º e 2º Trimestre do ano de 2012 e 1º semestre de 2013 pelo IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

No referido trabalho, o estudo da qualidade da água superficial das bacias dos rios Piracicaba/Jaguari é realizada através do indicador IQA – Índice de Qualidade de Água, que foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation, dos Estados Unidos, que seleciona alguns parâmetros para indicar a qualidade da água.

**Quadro 15. Parâmetros selecionados para o cálculo do IQA.**

Parâmetro	Descrição
Oxigênio Dissolvido - OD (% OD Sat)	O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos precisam de oxigênio para respirar. As águas limpas apresentam concentrações de OD mais elevadas, geralmente superiores a 5,0 mg/L
Coliformes Termotolerantes - Fecais (NMP/100ml)	As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Suas presenças em grandes números indicam a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica
pH	O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9.
Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO (mg/L)	Representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. A $DBO_{5,20}$ é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C. Valores altos de $DBO_{5,20}$ , num corpo d'água são provocados geralmente pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos.

Parâmetro	Descrição
Nitratos (mg/L NO <sub>3</sub> )	Nos corpos d'água o nitrogênio pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Os nitratos são tóxicos aos seres humanos, e em altas concentrações causa uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças. As fontes de nitrogênio para os corpos d'água são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais.
Fósforos (mg/L PO <sub>4</sub> )	Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal.
Turbidez (NTU)	A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc.). O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (ex: coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação.
Resíduos Totais (mg/L)	Os Sólidos Totais é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura. Quando os resíduos sólidos se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, que gera problemas para a navegação e pode aumentar o risco de enchentes.
Temperatura (°C)	A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade.



### 3.9.1 Estações de monitoramento da qualidade de água superficial

No Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais, elaborado pelo IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas, constam 9 (nove) estações de monitoramento da qualidade de águas superficiais, localizadas nas bacias Piracicaba/Jaguari. Destas, 1 (uma) encontra-se no município de Itapeva, 3 (três) no município de Camanducaia e 3 (três) no município de Toledo, e 2 (duas) no município de Extrema. O Quadro 16 apresenta a localização e a descrição dessas estações de monitoramento.

**Quadro 16. Descrição das estações de monitoramento da qualidade de água superficial encontradas nas bacias Piracicaba/Jaguari.**

Estação	Descrição	Município
PJ003	Rio Camanducaia, próximo a sua nascente, na localidade de Monte Azul.	Camanducaia
PJ006	Rio Camanducaia, a jusante da cidade de Camanducaia.	
PJ021	Rio Jaguari, a jusante da confluência com o ribeirão Poncianos no Distrito Monte Verde.	
PJ009	Rio Camanducaia, a jusante da cidade de Itapeva.	Itapeva
PJ012	Rio do Guardinha, a jusante da confluência com o córrego Tamanduá.	Toledo
PJ015	Rio do Guardinha, a montante da cidade de Toledo.	
PJ018	Rio do Guardinha, a jusante da cidade de Toledo.	
PJ 024	Rio Jaguari, a montante da cidade de Extrema	Extrema
PJ 001	Rio Jaguari, a jusante da cidade de Extrema	

No 1º Trimestre do ano de 2012 os Rios Jaguari e Camanducaia foram classificados com um Índice de Qualidade de Água – IQA BOM na porção territorial do município de Extrema e ao adentrarem no município de Camanducaia, ambos os cursos d'água passam a ser classificados com um IQA RUIM. Outro curso d'água que apresenta um IQA classificado como MÉDIO foi o Rio Guardinha, localizado no município de Toledo.

Em relação à contaminação por tóxicos, nota-se que das 3 (três) estações de monitoramento localizadas no Rio Guardinha, 2 (duas) apresentaram MÉDIA contaminação por tóxicos (PJ012 e PJ016) enquanto que 1 (uma) apresentou BAIXA contaminação por tóxicos (PJ018). No Rio Camanducaia, a situação se repetiu, com 2 (duas) estações de monitoramento classificadas com MÉDIA contaminação por tóxicos (PJ008 e PJ009) e 1 (uma) apresentando BAIXA contaminação (PJ003). Já a estação de monitoramento localizada no Rio Jaguari apresentou BAIXA contaminação por tóxicos.

No 2º Trimestre do ano de 2012 os Rios Jaguari, Camanducaia e Guardinha foram classificados com um Índice de Qualidade de Água – IQA BOM em todos os trechos analisados, apresentando uma melhora em relação aos resultados apresentados no 1º Trimestre do mesmo ano, quando os Rios Jaguari e Camanducaia apresentou um IQA RUIM ao adentrarem no município de Camanducaia. Em relação à contaminação por tóxicos, nota-se que no 2º Trimestre de 2012, todas as Estações de monitoramento apresentaram BAIXA contaminação por tóxicos.

No 1º Trimestre do ano de 2013 os Rios Jaguari (após a junção do rio Camanducaia), o Rio Camanducaia e o rio Guardinha foram classificados com um Índice de Qualidade de Água – IQA RUIM em quase todos os trechos analisados, apresentando uma piora em relação aos resultados apresentados no 2º Trimestre do ano anterior, quando os Rios Jaguari e Camanducaia apresentou um IQA BOM nos trechos analisados. O rio Jaguari, no trecho a montante do município de Extrema apresentou IQA MÉDIO.

Em relação à contaminação por tóxicos, nota-se que no 1º Trimestre de 2013, só a estação de monitoramento localizada no Rio Guardinha, apresentou contaminação MÉDIA, o restante das Estações de monitoramento apresentaram BAIXA contaminação por tóxicos.

O Quadro 17 apresenta os resultados obtidos para o índice de qualidade de água (IQA) para as estações de monitoramento de água superficial encontradas nas bacias Piracicaba/Jaguari.

**Quadro 17. Resultados obtidos para o índice de qualidade de água (IQA) nos pontos monitorados no município de Extrema e bacias PJ. Fonte: IGAM, 2013**

Corpo d'água	Estação	Classe	Parâmetros que não atenderam ao limite legal (DN COPAM / CERH - 01/2008)	Percentual de violação do parâmetro 1º trimestre/2013	Resultados – 1º trimestre			Série Histórica (1997-2012)			Principais fatores de poluição
					2013	2012	2011	MIN	MED	MAX	
Rio Jaguari	PJ001	Classe 2	Alumínio dissolvido	389%	0,489	<0,1		0,1	0,2945	0,489	Lançamento de esgotos de Extrema, Pecuária.
			Coliformes termotolerantes/E.Coli	1200%	13000	3000		3000	8000	13000	
			Cor verdadeira	64%	123	16		16	69,5	123	
			Ferro dissolvido	5%	0,315	0,3		0,3	0,3075	0,315	
			Fósforo total	110%	0,21	<0,02		0,02	0,115	0,21	
			Manganês total	46%	0,146	0,0764		0,0764	0,1112	0,146	
			pH in loco	5,26%	5,7	6,9		5,7	6,3	6,9	
			Sólidos em suspensão total	223%	323	42		42	182,5	323	
			Turbidez	268%	368	32,5		32,5	200,25	368	
	PJ021	Classe 2	Coliformes termotolerantes / E. Coli	10%	1100	160000		1100	80550	160000	Lançamento esgotos de Monte verde
Rio Camanducaia	PJ024	Classe 2	pH in loco	3,45%	5,8	6,6		5,8	6,2	6,6	Esgoto sanitário de distritos a montante de Extrema
			Alumínio dissolvido	46%	0,146	<0,1		0,1	0,123	0,146	
			Coliformes termotolerantes / E. Coli	230%	3300	800		800	2050	3300	Esgoto sanitário do município de Monte Azul, indústria de laticínio
			Fósforo total	60%	0,16	0,06		0,06	0,11	0,16	
	PJ003	Classe 2	pH in loco	11,11%	5,4	6,4		5,4	5,9	6,4	Esgoto sanitário de Camanducaia, extração de areia e cascalho
	PJ006	Classe 2	Alumínio dissolvido	67%	0,167	0,1025		0,1025	0,13475	0,167	
			Coliformes termotolerantes/E.coli	390%	4900	35000		4900	19950	35000	
			Ferro dissolvido	5%	0,315	0,2293		0,2293	0,27215	0,315	
			Fósforo total	130%	0,23	0,17		0,17	0,2	0,23	
			Manganês total	68%	0,168	0,0952		0,0952	0,1316	0,168	
			pH in loco	7,14%	5,6	6,8		5,6	6,2	6,8	
			Sólidos em suspensão total	52%	152	78		78	115	152	
			Turbidez	55%	155	77,9		77,9	116,45	155	
	PJ009	Classe 2	Alumínio dissolvido	286%	0,386	<0,1		0,1	0,243	0,386	Esgoto sanitário da cidade de Itapeva
			Coliformes termotolerantes/E.coli	1600%	17000	13000		13000	15000	17000	
			Cor verdadeira	5,33%	79	19		19	49	79	
			Ferro dissolvido	49%	0,447	0,2175		0,2175	0,33225	0,447	
			Fósforo total	10%	0,11	0,16		0,11	0,135	0,16	
			Manganês total	109%	0,209	0,0856		0,0856	0,1473	0,209	
			pH in loco	5,26%	5,7	6,7		5,7	6,2	6,7	
			Sólidos em suspensão total	109%	209	94		94	151,5	209	
Rio do Guardinha	PJ012	Classe 2	Turbidez	90%	190	58,3		58,3	124,15	190	Esgoto sanitário da cidade de Toledo, Agricultura.
			Alumínio dissolvido	541%	0,641	0,108		0,108	0,3745	0,641	
			Coliformes termotolerantes / E. Coli	2300%	24000	17000		17000	20500	24000	
			Cor verdadeira	72%	129	35		35	82	129	
			Ferro dissolvido	58,33%	0,475	0,376		0,376	0,4255	0,475	
			Fósforo total	280%	0,38	0,09		0,09	0,235	0,38	
			Manganês total	96%	0,196	0,0575		0,0575	0,12675	0,196	
			pH in loco	3,45%	5,8	6,6		5,8	6,2	6,6	
			Sólidos em suspensão total	183%	283	31		31	157	283	
			Turbidez	203%	303	38,9		38,9	170,95	303	
	PJ015	Classe	Alumínio dissolvido	17%	0,117	<0,1		0,1	0,1085	0,117	Pecuária, silvicultura

### 3.10 Identificação do grau de necessidade de recuperação da vegetação nas áreas de conservação ambiental

A necessidade de recuperação de vegetação nas áreas de conservação ambiental do município de Extrema é bastante significativa. Segundo os dados levantados no estudo de Uso e Ocupação do Solo, o percentual de AC's ocupada por vegetação nativa no município é de 65,18%.

Das AC's ocupadas por outros usos (que representam 34,82% do total de APP's), predominam as áreas ocupadas por pastagens e demais usos, em menor intensidade.

Estas áreas, somam no município inteiro uma área de 2.829,64 ha, já incluídas as áreas urbanas que ocupam cerca de 172,08 ha de áreas de conservação. Nesta área, a recuperação é praticamente impossível. A necessidade de recuperação das AC's também foi dividida por bacia hidrográfica, conforme apresentado.

**Quadro 18. Necessidade de recuperação das AC's no município de Extrema.**

Bacia Hidrográfica	APP Total	Vegetação e áreas em regeneração (ha)	Área a recuperar (ha)	% Área a recuperar
1 - BH do Salto	1.921,04	1.161,88	759,16	39,52%
2 - BH das Posses	386,48	134,92	251,56	65,09%
3 - BH dos Forjos	791,56	555,12	236,44	29,87%
4 - BH do Juncal	1.137,56	545,24	592,32	52,07%
5 - BH das Furnas	618,40	393,40	225,00	36,38%
6 - BH dos Tenentes	540,04	348,88	191,16	35,40%
7 - BH do Matão	714,04	377,12	336,92	47,19%
8 - BH do Jaguari	2.016,28	1.779,20	237,08	11,76%
<b>Total no município</b>	<b>8.125,40</b>	<b>5.295,76</b>	<b>2.829,64</b>	<b>34,82%</b>

### 3.11 Identificação das áreas prioritárias para recomposição florestal

Em função da elevada área a ser recuperada no município de Extrema (2.829,64 ha), o custo para a implantação de uma recuperação de toda a área, no curto prazo, torna-se inviável, pelos seguintes motivos:

- A um custo médio de R\$ 5.000,00/ha para o reflorestamento de AC's, o montante a ser investido é da ordem de 14,10 milhões de reais de investimentos.

- As AC's se situam em áreas particulares e atualmente são utilizados na composição da renda da propriedade, no caso das pastagens e do reflorestamento.

- Nas áreas de pastagem, há ainda a necessidade de isolamento da área, através da construção de cercas, aumentando ainda mais o investimento a ser realizado.

Sugere-se inicialmente uma atenção especial à bacia hidrográfica do Juncal, que apresenta grande necessidade de recuperação.



**Figura 50: Bacia hidrográfica das Furnas.**



### 3.12 Hierarquização das bacias hidrográficas

O processo de hierarquização das bacias hidrográficas consiste numa classificação das 08 bacias hidrográficas, em uma ordem de importância para intervenção, com base em alguns critérios definidos. A proposta inicial considera que esta classificação leve em conta os seguintes aspectos:

- Percentual de uso do solo ocupado pela mancha urbana.
- Percentual de vegetação remanescente na bacia hidrográfica.
- Percentual de vegetação existente nas APP's.
- Relação nascentes/km<sup>2</sup>.
- Localização em relação a captação do município
- Bacias municipais e intermunicipais.
- Localização em relação ao mapa do zoneamento municipal.

Para esta hierarquização, considerou-se as 8 (oito) bacias hidrográficas existentes no município. O Quadro 19 apresenta o resultado da hierarquização da bacia hidrográfica, com base na metodologia adotada.

Os resultados apresentados no Quadro 19 também são apresentados na Figura 51, em ordem decrescente de conservação, conforme apresentado.

Com base nos dados apresentados no Quadro 19 e na Figura 51, nota-se que as bacias hidrográficas com maior prioridade para intervenções são as bacias das Posses, do Salto e dos Forjos. As três bacias são justamente as escolhidas para o início dos investimentos do Programa Conservador das Águas. Segundo os critérios estabelecidos neste plano, as bacias do Juncal, Furnas, Tenentes e Matão devem ser as próximas a serem contempladas.

As metas e ações que foram elaboradas levaram em consideração esta hierarquização para um melhor planejamento das ações a serem implantadas no município.

**Quadro 19. Resultado da hierarquização das bacias hidrográficas.**

Nome da Bacia Hidrográfica	Área (ha)	% Floresta reman.nte	% Floresta reman.nte em AC	% de área antrópica	Nascentes /km2	Montante da Captação	Fora da Macrozona Urbana	100% no Município	Nota Final	Ranking
Bacia do Salto	4.857,14	43,47	68,45	2,37	1,15	s	s	s	545	2
Bacia das Posses	1.193,88	57,77	64,07	4,26	1,68	s	s	s	793	1
Bacia dos Forjos	1.251,6	55,99	54,87	1,86	0,64	s	s	s	540	3
Bacia do Juncal	4.168,60	35,59	62,89	5,11	1,44	s	n	n	538	4
Bacia das Furnas	1.561,58	42,13	62,88	3,81	1,60	s	n	s	533	5
Bacia dos Tenentes	2.094,32	42,26	57,82	6,96	0,81	s	n	s	525	6
Bacia do Matão	3.134,65	31,65	48,23	4,11	1,28	n	n	s	510	7
Bacia do Jaguari	5.708,53	46,79	64,14	16,70	2,76	n	n	n	328	8

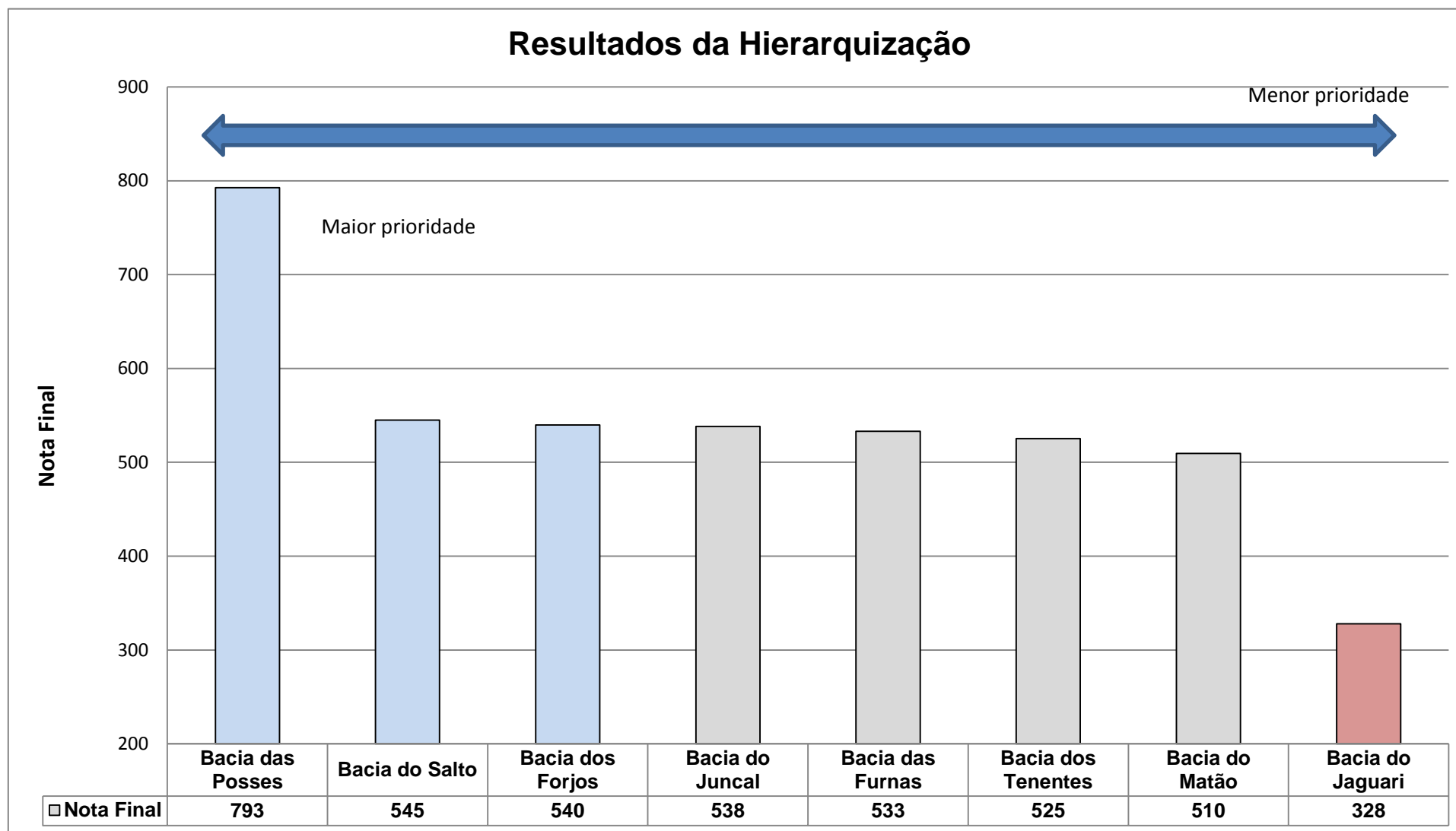


Figura 51: Resultados da hierarquização das bacias hidrográficas do município de Extrema-MG.

## 4. Prognóstico

Para a elaboração do PMRH – Plano Municipal de Recursos Hídricos é fundamental a fixação dos horizontes de planejamento, isto é, o período em que os programas e as ações serão desenvolvidos com o objetivo de atingir uma determinada meta.

Neste trabalho, o prognóstico foi estabelecido para dois períodos distintos: 2014-2020 (cenário provável) e para 2020-2035 (cenário tendencial). Para cada um dos cenários, os problemas encontrados na fase de diagnóstico são projetados para o fim do período, com base nas ações a serem realizadas. Os horizontes de planejamento foram agrupados em dois, pelas dificuldades na implantação das metas, inviabilizando ações de curto prazo, uma vez que a maioria das ações previstas para o cenário provável, apesar de simples, não contam com financiamentos já aprovados.

Com base nas informações levantadas no diagnóstico apresentam-se no capítulo seguinte as projeções elaboradas para cada um dos cenários.

As projeções elaboradas seguiram as diferentes tendências apresentadas no Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030, que são: i) Urbanização e maior demanda por infraestrutura; ii) Inserção externa crescente e grande relevância do setor minerometalúrgico e do agronegócio; e iii) Emergência de atividades de densidade técnico-científicas e articuladas com a Economia do Conhecimento. Portanto, o Município de Extrema deverá desenvolver-se economicamente até 2030 pensando em consolidar toda a infraestrutura de saneamento ambiental, educacional, agronegócio, incluindo as energias limpas e renováveis, transporte e comunicações, respeitando as condições naturais e culturais do município.

A população brasileira nas últimas três décadas segue a tendência da evolução populacional dos países desenvolvidos e de alguns em desenvolvimento. A estrutura etária em sua maior parte é caracterizada pela população adulta, ocasionada pela redução da fecundidade, e um crescimento da população idosa, consequência da elevada expectativa de vida e redução na taxa de mortalidade.



Figura 52: Curso d'água - Extrema.

#### 4.1 Caracterização dos cenários: Cenário Provável (2014-2020)

O cenário Provável corresponde ao período de 2014 a 2020, seu término coincide com o final da futura administração pública municipal, que, juntamente com a gestão atual será responsável pela implantação das ações previstas para atingir o cenário proposto.

##### 4.1.1 Projeções socioeconômicas

A projeção populacional estimada para 2020 é na ordem de 40.000 habitantes, aumento de 28% em relação ao ano de 2013, considerando a atual TGCA. Nesta simulação, o percentual de população urbana e rural se manteve, com um índice de urbanização de 91% (Quadro 20 e Figura 53). Para as estimativas futuras da população foram realizadas estimativas de crescimento adotando uma taxa média geométrica calculada (TGCA) igual a 3,59% a.a.

Quadro 20. Projeção da população para 2020

Ano	População Total	População Urbana	População Rural
2013	31.093	28.295	2.798
2014	32.209	29.310	2.899
2015	33.365	30.362	3.003
2016	34.563	31.452	3.111
2017	35.803	32.581	3.222
2018	37.088	33.750	3.338
2019	38.419	34.962	3.458
2020	39.798	36.216	3.582

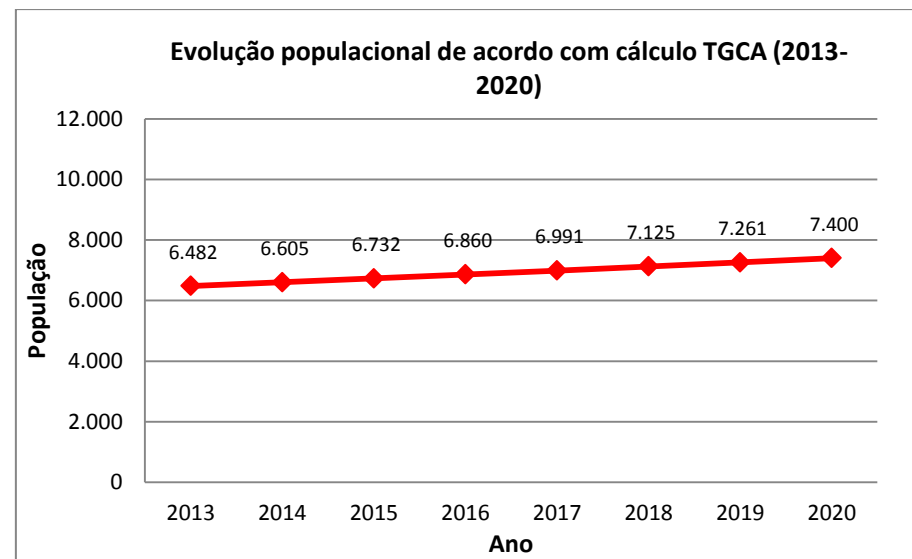


Figura 53: Evolução populacional (2013-2020).

As atividades econômicas do município que tem impacto nos recursos hídricos têm as projeções e/ou tendências apresentadas a seguir.

O setor da indústria, atualmente, é o setor que mais emprega no município, conforme pode ser observado no Quadro 21.

Quadro 21. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011

Total das Atividades						
IBGE Setor	Masculino		Feminino		Total	
1 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	4.418	61,87%	3.108	53,98%	7.526	58,35%
2 – SERV INDUSTRIAL DE UTIL PÚBLICA	17	0,24%	1	0,02%	18	0,14%
2 - CONSTRUÇÃO CIVIL	139	1,95%	6	0,10%	145	1,12%
3 - COMERCIO	1.045	14,63%	875	15,20%	1.920	14,88%
4 - SERVICOS	1.066	14,93%	1.089	18,91%	2.155	16,71%
5 - ADM PUBLICA	432	6,05%	674	11,71%	1.106	8,57%
6 - AGROPECUARIA	24	0,34%	5	0,09%	29	0,22%
Total	7.141	100,00%	5.758	100,00%	12.899	100,00%

Fonte: RAIS/MET



A atividade mineradora é incipiente no município. Não há sinais e/ou aptidões para desenvolvimento desta atividade no município.

A atividade agrícola desenvolvida no município de Extrema está baseada em duas atividades principais: pecuária e pequenas lavouras diversas (outros usos), conforme dados apresentados na Figura 54.

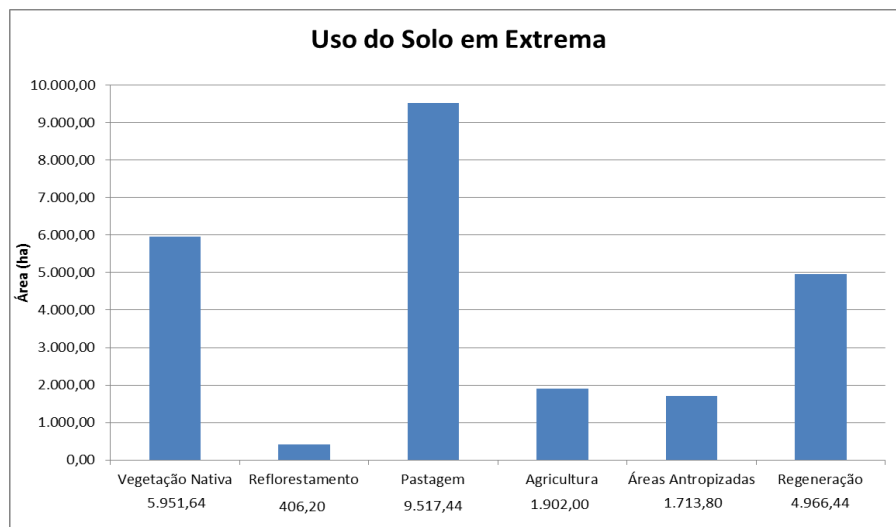


Figura 54: Uso do solo no município de Extrema.

A silvicultura pode vir a ganhar espaço sobre as áreas de pecuária, uma vez que proporciona melhores rendimentos para o proprietário da terra. Todavia, com o programa Conservador das Águas, a vegetação tende a se tornar uma atividade rentável para os produtores rurais, aumentando o índice de vegetação no município, principalmente nas Áreas de conservação ambiental.

A Atividade turística no município, já está consolidada entre os destinos mais comuns dos turistas da região metropolitana de São Paulo (em sua maioria), bem como de outras localidades mais próximas. O turismo

está alicerçado nas temáticas gastronômicas e belezas naturais da região, em especial ao turismo de aventura.

O impacto causado pelo turismo no município se dá pela construção de novos hotéis, pousadas e residências, além da geração de resíduos sólidos e efluentes sanitários.

Devido às características naturais do município, com vocação especial para a conservação ambiental, aliado a importância dos mananciais existentes na região, utilizados para o abastecimento de grande parte da Região Metropolitana de São Paulo, bem como das cidades localizadas ao longo do Rio Piracicaba e seus formadores (Campinas, Piracicaba, etc), o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) torna-se uma alternativa bastante plausível para remunerar o produtor rural que mantém as nascentes e áreas de conservação ambiental (APP's e topo de morro) preservadas.

O município de Extrema é pioneiro neste tipo de iniciativa, o que faz com que a remuneração para os produtores rurais que conservem suas nascentes já seja uma realidade. Estima-se que até o ano de 2020, o programa seja ampliado em outras bacias hidrográficas com a atração de mais parceiros para financiar o projeto.

#### 4.1.2 Aspectos Ambientais

O saneamento ambiental está intimamente ligado aos recursos hídricos, uma vez que todo o abastecimento e afastamento dos esgotos são planejados a partir dos recursos hídricos. A seguir são apresentadas as projeções para 2020 das diferentes áreas do saneamento, sendo elas:

**Resíduos sólidos** – sejam destinados no aterro sanitário existente no município, que deverá possuir uma correta operação, com as medidas de proteção e monitoramento já consolidadas.

**Abastecimento de água** – deverá continuar através da captação direta no Rio Jaguari, uma vez que este manancial possui esta capacidade para atender a demanda projetada até 2020.

**Coleta de esgoto** – estima-se que o município contará com 100% da coleta de esgoto para a área urbana e deverá ser solucionada também nos bairros isolados.

**Tratamento de esgoto** - estima-se que o município contará com 100% do tratamento de esgoto para a área urbana com a finalização da ETE em construção e a construção de novas obras. Para os demais bairros, estações de tratamento compactas para evitar contaminação dos recursos hídricos.

Devido à baixa industrialização do município, não há indícios de áreas contaminadas no município, sendo que o principal foco de contaminação consiste nos postos de combustível existentes na área urbana.

Os problemas de erosão e assoreamento no município são bastante raros, ocorrendo apenas em locais onde são realizadas atividades agrícolas sem técnicas de conservação. Durante os trabalhos de campo, o principal problema identificado ocorreu em áreas de lavoura. Não há tendência de aumento deste problema.

#### 4.1.3 Projeções institucionais e legais

Atualmente, o município de Extrema possui a legislação relacionada ao meio ambiente.

A Lei 1.829/03 existente no município de Extrema engloba o aspecto relacionado aos recursos hídricos. O município poderá criar novos decretos para atualizar e acrescentar itens para essa Lei (SMIA e Fundo específico para este tema).

Referência	Data	Título
Lei n.º 804	31/12/90	Código de obras - "Dispõe sobre as construções no Município de Extrema, Estado de Minas Gerais e dá outras providências".
Lei n.º 1141	07/04/95	"Dispõe sobre criação do Conselho de Defesa do Meio Ambiente - CODEMA"
Lei n.º 1606	04/06/01	"Cria o Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental - CODEMA"
Lei n.º 1829	17/09/03	"Dispõe sobre a política de proteção, de conservação e de controle do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no município de Extrema"
Lei Complementar n.º 039	12/01/05	"Altera dispositivos da Lei Municipal nº 804/90 de 31 de dezembro de 1990 Código de Obras e edificações no município de Extrema"
Lei n.º 2.100	21/12/05	"Cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências".
Decreto n.º 1782	2006	"Regulamenta a lei 1.829/03 que dispõe sobre a política de meio ambiente de Extrema".
Decreto n.º 1.801	01/09/06	"Estabelece critérios para implantação do Projeto Conservador das Águas criado pela Lei Municipal n.º 2.100/05 e dá outras providências".
Decreto n.º 1.703	06/04/06	"Regulamenta a Lei n.º 2.100/05 que cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências".
Lei n.º 2326	15/08/07	"Reconhece como de Utilidade Pública a Associação do Meio Ambiente de Extrema"
Lei n.º 2482	11/02/09	"Institui o Fundo Municipal para Pagamentos por Serviços Ambientais e dá outras providências."
Decreto n.º 2.409	2010	"Regulamenta a Lei n.º 2.100/05 que cria o projeto conservador das águas".
Lei n.º 2766	11/11/10	"Autoriza atividades mercantis compreendidas nas classes 1 e 2 da Deliberação Normativa nº74/2004, emitida pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nos locais que especifica e dá outras providências"
Lei n.º 2789	16/12/10	"Dispõe sobre a Política Municipal de Turismo e o Plano Municipal de Desenvolvimento Turístico Sustentável de Extrema-MG."
Lei Complementar n.º 083	25/02/13	"Aprova o Plano Diretor do Município de Extrema."

4.2 Caracterização dos cenários: Cenário Tendencial (2020-2035)

O cenário tendencial tem sua fase final o ano de 2035, compreendendo com o final de mandato da administração pública municipal, que será responsável pela implantação das ações previstas para atingir o cenário estabelecido.

4.2.1 Projeções socioeconômicas

A projeção populacional estimada para 2035 é de 67.542 habitantes, aumento de 117% em relação ao ano de 2013, adotando uma taxa média geométrica calculada (TGCA) igual a 3,59% a.a. A divisão de população urbana e rural foi obtida a partir da taxa de urbanização atual, isto é, 91% para população urbana e 9% para a população rural, conforme ilustra Quadro 22 e a Figura 55.

Quadro 22. Projeção da população para 2035.

Ano	População Total	População Urbana	População Rural
2013	31.093	28.295	2.798
2014	32.209	29.310	2.899
2015	33.365	30.362	3.003
2016	34.563	31.452	3.111
2017	35.803	32.581	3.222
2018	37.088	33.750	3.338
2019	38.419	34.962	3.458
2020	39.798	36.216	3.582
2021	41.227	37.516	3.710
2022	42.706	38.863	3.844
2023	44.239	40.258	3.982
2024	45.827	41.702	4.124
2025	47.472	43.199	4.272
2026	49.175	44.750	4.426
2027	50.940	46.356	4.585
2028	52.769	48.019	4.749
2029	54.662	49.743	4.920
2030	56.624	51.528	5.095
2031	58.657	53.377	5.279
2032	60.762	55.293	5.469
2033	62.943	57.278	5.665
2034	65.202	59.333	5.868
2035	67.542	61.463	6.079

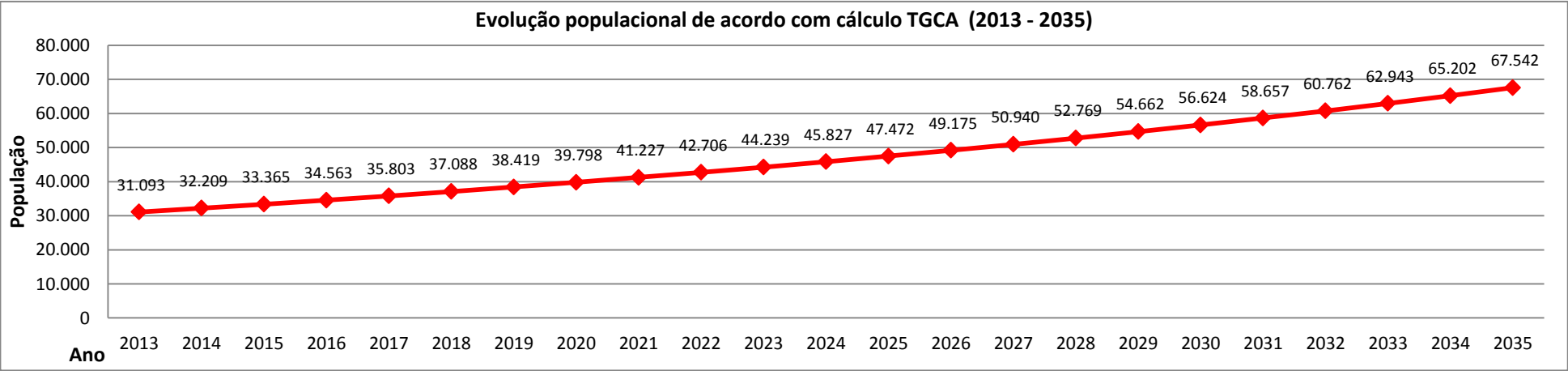


Figura 55: Evolução populacional (2013-2035)

A tendência para o desenvolvimento econômico do município de Extrema está na combinação de indústrias (de baixo potencial poluidor), preservação ambiental e o setor de serviços ligados ao turismo e lazer.

O município pode ser atrativo para diversas indústrias por oferecer algumas vantagens, tais como: boa localização logística do município, as margens da BR-381 e próximo à divisa com o Estado de São Paulo, bem como grande disponibilidade de áreas.

As atividades ligadas ao pagamento por serviços ambientais tendem a se manter com uma importante atividade agrícola no município. A tendência é que até o ano de 2035, o PSA seja ampliado e ganhe uma nova realidade na zona rural do município de Extrema, remunerando os produtores rurais pela conservação das nascentes e áreas de preservação permanentes.

Quanto aos aspectos ambientais, até o ano de 2035, o município de Extrema já deverá estar com todos os problemas relativos ao saneamento equacionados, tais quais: abastecimento, coleta e tratamento de esgoto na área urbana e nos distritos. Nos bairros isolados, deverão estar implantados sistemas alternativos para uma correta disposição dos efluentes domésticos.



Figura 56: Vista da área do município de Extrema.



## 5. Proposição do Plano de Metas e Ações

### 5.1 Elaboração do Plano de Metas para o cenário provável (2014-2020)

O quadro apresenta uma síntese do Plano de Metas e Ações estabelecido para o cenário provável, isto é, para o período de 2014-2020. A execução total do Plano de Metas e Ações para o cenário provável está orçada em 15,35 milhões de reais.

Ações		Metas		Custo Estimado (R\$)	Desenvolvimento/Coordenação
M.1	Programas de Comunicação com a população	M.1.1	Possuir até o final do ano de 2016 100% das pontes e travessias sinalizadas, tanto na área urbana como rural	100.000,00	PM Extrema
M.2	Saneamento	M.2.1	Atingir o índice de 100% de tratamento de esgoto na área urbana de extrema	6.400.000,00	COPASA
		M.2.2	Elaborar projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos nos bairros isolados do município	300.000,00	PM Extrema
		M.2.3	Implantar os projetos de tratamento na coleta e tratamento de esgoto nos bairros isolados	3.000.000,00	PM Extrema
		M.2.4	Implantar melhorias no Aterro Sanitário de Extrema	500.000,00	PM Extrema
		M.2.5	Elaboração de Plano Diretor de Saneamento do município	100.000,00	Agencia PCJ
M.3	Recuperação de áreas de conservação ambiental (AC's)	M.3.1	Levantamento cadastral das Bacias do Juncal, Furnas, Tenentes e Matão para futura implantação do Conservador das águas e obter informações para o Cadastro Ambiental Rural.	350.000,00	PM Extrema
		M.3.2	Implantação do projeto com base nas orientações elencadas pelo levantamento cadastral para a bacia do Juncal.	4.000.000,00	PM Extrema
		M.3.3	Ampliação da rede de monitoramento fluvial, incluindo um ponto em cada uma das bacias contempladas na META M.3.1	300.000,00	PM Extrema/ANA
		M.3.4	Elaboração de estudo de Geologia Estrutural no município com foco na produção de água.	300.000,00	PM Extrema
		M.3.5	Elaboração do Plano Municipal da Mata Atlântica	100.000,00	PM Extrema
		M.3.6	Programa de incentivo a manutenção e conservação das áreas de conservação ambiental existentes na bacia do Jaguari/zona urbana	-	PM Extrema

Ações		Metas		Custo Estimado (R\$)	Desenvolvimento/ Coordenação
M.4	Coordenação Institucional	M.4.1	Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano.	--	PM Extrema
		M.4.2	Manter um arquivo das informações georreferenciadas (mapeamentos, levantamentos, etc) realizadas após a publicação deste plano.	-	PM Extrema
		M.4.3	Elaboração de legislação relacionada a Recursos Hídricos no município – Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos	-	PM Extrema
		M.4.4	Ampliar parcerias (ANA, EMATER, entre outras) para realizar as ações deste Plano e outras ações necessárias no município. .	-	PM Extrema
		M.4.5	Implementar estrutura de apoio aos produtores rurais para a realização do Cadastro Ambiental Rural – CAR	-	
		M.4.6	Implementação e melhorias na estrutura da Prefeitura para assuntos relacionados ao Licenciamento Ambiental Municipal	-	
		M.4.7	Ampliar a criação de Unidades de Conservação Municipal (RPPN e Parques Municipais) em áreas de conservação ambiental	-	PM Extrema

## 5.2 Elaboração do Plano de Metas para o cenário tendencial (2020-2035)

O cenário tendencial traçado pela equipe técnica responsável pelo estudo corrobora para a tendência natural à preservação ambiental do município de Extrema, haja visto a importância da produção de água nestas áreas para o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, através do Sistema Cantareira e do Aglomerado urbano de Piracicaba.

Sendo assim, prevê-se uma grande ação para combater os grandes problemas do município: a remuneração dos produtores rurais que preservem suas propriedades, aliando a geração de renda com a preservação ambiental.

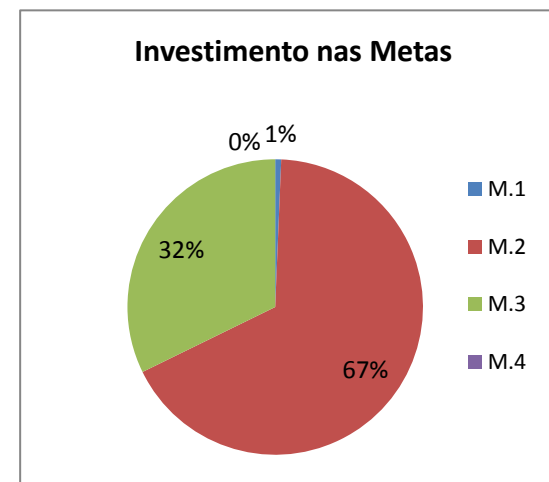
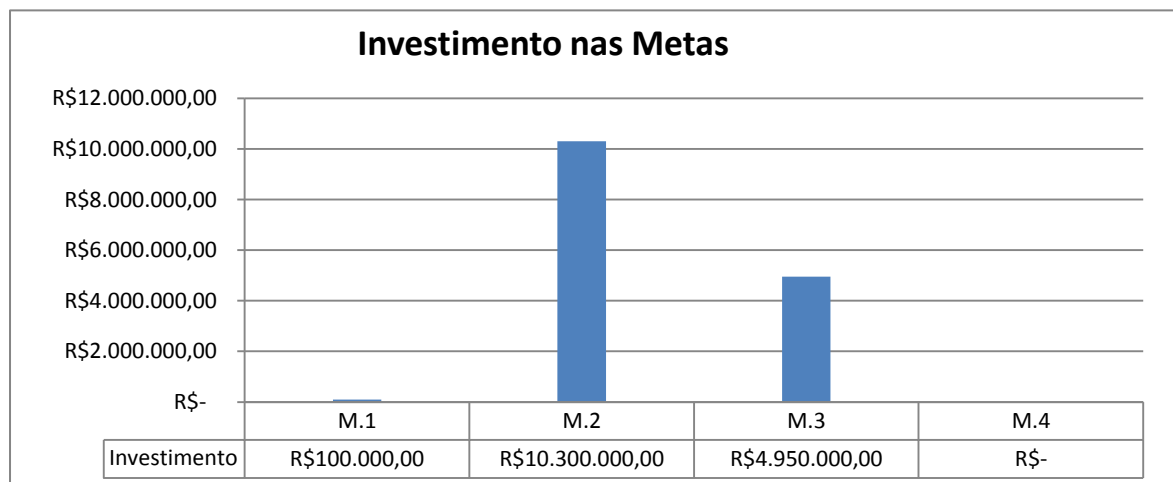
O quadro apresenta uma síntese do Plano de Metas e Ações para o cenário tendencial.

Ações		Metas		Custo Estimado Total no período indicado (R\$)	Desenvolvimento/ Coordenação
MT.1	Áreas de conservação ambiental	MT.1.1	Ampliação do programa de PSA – “Pagamentos por serviços Ambientais”, que deverá ser implantado nas bacias Furnas Tenentes e Matão.	20.000.000,00	Prefeitura Municipal

## 6. Síntese dos Custos Envolvidos no Plano de Metas e Ações

De acordo com o Plano de Investimentos definido para alcançar as metas propostas, o montante empregado em saneamento corresponde a 67% do total (M.2). A composição dos custos de metas e ações para implantação de ações de Saneamento deflagra o alto investimento necessário para a questão do tratamento de esgoto na área urbana (M.2.1), cuja responsabilidade é da COPASA. Outra área que merece destaque é Recuperação de Nascentes e APP's (M.3) que irá consumir 32% dos recursos.

Já para o cenário tendencial, o plano apresenta uma estimativa de investimento de 20 milhões de reais, sendo para a continuação do projeto do PSA em três bacias do município (Furnas, Tenentes e Matão). Este valor é estimado. A efetiva implantação deste programa no cenário tendencial dependerá dos resultados encontrados na ampliação do projeto, prevista para as quatro bacias em ordem de prioridade (Juncal, Furnas, Tenentes e Matão, no Plano de Metas para o cenário provável (M.3.1), bem como da disponibilidade de recursos para este fim, uma vez que os maiores beneficiários deste programa são os proprietários de terras e os usuários que estão a jusante da área do município.



## 7. Fontes de Financiamento

As possíveis fontes de recursos financeiros para a implantação do programa de investimentos proposto no Plano de Metas e Ações são: Governo do Estado, Governo Federal, Governo Municipal, Investimentos de setor privado ou empresas do Estado, tarifas de prestação de serviços, FHIDRO - Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais, Cobrança pelo Uso da Água PCJ Federal e os recursos da cobrança a ser implantada no âmbito mineiro, financiamentos nacionais e internacionais, recursos dos parceiros envolvidos no projeto Conservador das Águas, recursos oriundos do ICMS ecológico recebido do Governo do Estado de Minas.

As metas e ações neste plano propostas ainda não possuem fonte de recursos definida. O Programa de Investimentos limita-se apenas a propor que determinadas ações tenham as suas despesas cobertas pelas fontes indicadas, não havendo nenhuma relação de compromisso. Os recursos disponíveis através dos Comitês PCJ se configuram, atualmente, como um grande aliado dos municípios para o financiamento de obras e projetos relacionados a gestão dos recursos hídricos. Todavia, este recurso é bastante limitado devido as grandes somas de recursos envolvidas em obras de saneamento, em especial de tratamento de esgotos, que é o principal problema de grande parte dos municípios presentes nesta Bacia, tanto os paulistas quanto os mineiros.

A COPASA, que é responsável pela maior parte dos investimentos necessários, possui planos de investimentos robustos e também possui acesso a financiamentos no mercado de capitais, uma vez que é uma empresa com ações negociadas em bolsa de valores, portanto deve prestar

contas aos seus acionistas não por sua rentabilidade, mas também pela melhoria no serviço proposto.



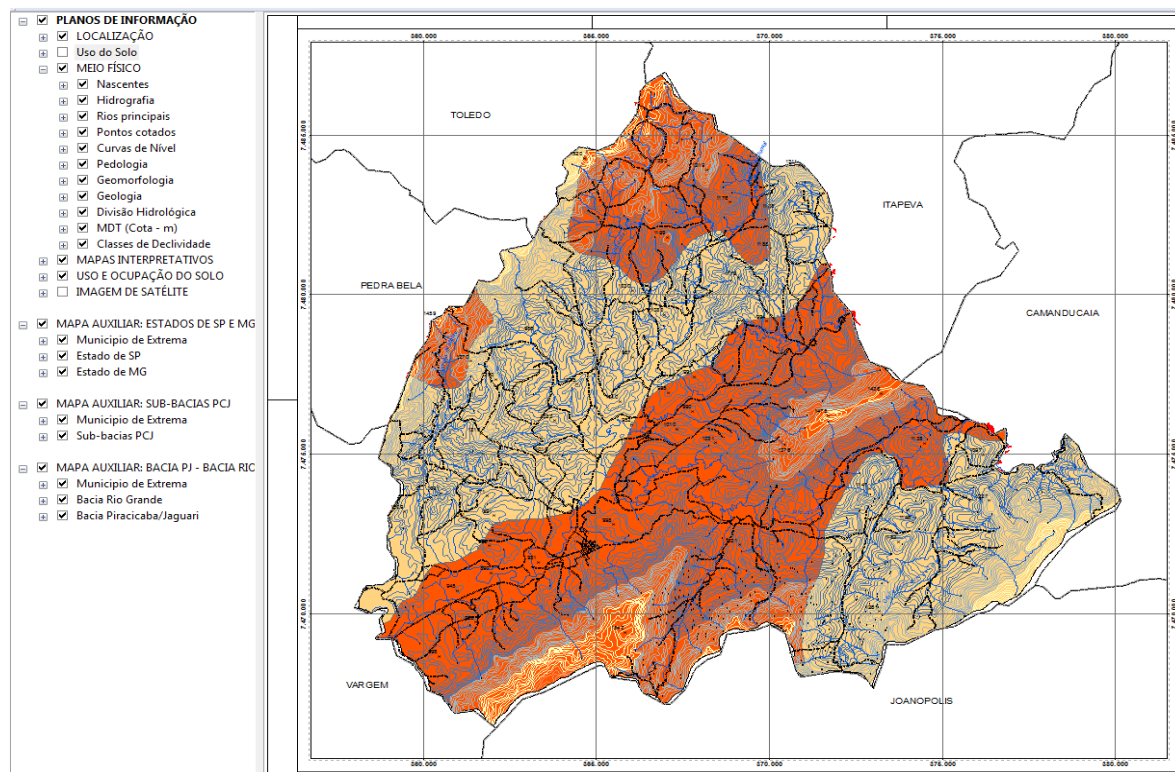
Figura 57 Áreas de vegetação e reflorestamento em Extrema-MG.



## 8. Sistema Municipal de Informações Ambientais

O Sistema Municipal de Informações Ambientais (SMIA) foi elaborado como uma base de dados georreferenciados que tem por finalidade auxiliar a gestão ambiental do município de Extrema, abordado pelo presente projeto, e foi desenvolvido paralelamente a este relatório, com o objetivo de realizar consultas de forma espacializadas. A vantagem da utilização deste banco de dados é a possibilidade de disponibilizar geograficamente as informações de cada município, facilitando a leitura e a posterior interpretação dos dados, bem como promover um melhor entendimento da área de estudo.

Neste sentido, o software ArcView 10.1 é extremamente eficiente em gerar uma Base de Dados Georreferenciada (BDG), pois além de preservar as propriedades fundamentais do dados, possibilita a visualização destas informações através da interface com o software livre ArcReader. Deste modo, é possível manipular os dados de acordo com as preferências do usuário, sendo que este pode habilitar apenas as informações que serão úteis para a execução de um determinado trabalho. A Figura 58 apresenta a estrutura e o conteúdo do BDG elaborado paralelamente a este projeto.



**Figura 58: Estrutura e organização do BDG do município de Extrema**

## 9. Referências Bibliográficas

ANA. GEO Brasil: recursos hídricos. Brasília: MMA; ANA, 2007. 60 p. (Resumo executivo). ANA. Programa Produtor De Água: Manual Operativo. Brasília: ANA, 2008.

AQUINO, C.M.S.; OLIVEIRA, J.G.B.; SALES, M.C.L.; Estimativa da Erosividade das chuvas (R) nas terras secas do Estado do Piauí. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 287-291, 2006.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator c para milho e aveia em rotação com outras culturas em três tipos de preparo de solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.45-552, 2002.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI, J.R. Equação de perdas de solo. Campinas: Instituto Agronômico, 1975. 25 p. (IAC. Boletim Técnico, 21).

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.

CARVALHO, J. A. M de. Crescimento populacional e estrutura demográfica no Brasil.- Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2004.

\_\_\_\_\_. Conservação do solo. São Paulo, Ícone, 1999. 355p.

COLODRO, G.; CARVALHO, M.P.; ROQUE, C.G.; PRADO, R.M. Erosividade da chuva: distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodoro Sampaio (SP). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.809-818, 2002.

DESMET, P.J.J. ;GOVERS, G. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation, Ankeny, v.51, n.5, p. 427-43, 1996.

DOWNER, C. W.; OGDEN, F. L. Appropriate vertical discretization of Richards' equation for two-dimensional watershed-scale modeling. Hydrol. Process. v.18, p. 1-22, 2004.

FÍGOLI, M. G. B, et. Al.. Projeção Populacional, por sexo e grupos de idades Quinquenais – Mesorregiões e total de Minas Gerais, 2010-2050.- Belo Horizonte CEDEPLAR/UFMG. 2009. Acesso em novembro de 2012.

FUJIHARA, A.K. Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento. 2002. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado – PMDI 2011-2030 – Gestão para a Cidadania. 2010. Acesso em novembro de 2012.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Projeção da população municipal de Minas Gerais 2009-2020 – Fundação João Pinheiro. Acesso em novembro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=31&dados=0>. Acesso em novembro de 2012.

LAL, R. Soil erosion on alfisols in western Nigeria. III. Effects of rainfall characteristics. Geoderma, Amsterdam, v.16, p.389-401, 1976.

LAL, R.; ELLIOT, W. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. Soil erosion research methods. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1994. p. 180-208.

LAL, R. Managing soils for feeding a global population of 10 billion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 86, n. 14, p. 2273-2284, 2006.

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. Erodibilidade dos solos paulistas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1975a. 12 p. (IAC. Boletim Técnico, 27).

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solos em Campinas. SP. *Bragantia*, Campinas, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

MINGOTI, R. Produção de sedimentos em microbacias hidrográficas em função do relevo e da cobertura florestal. Piracicaba, 2009. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. CAGED. RAIS Disponível em: [http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged\\_isper/index.php#](http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_isper/index.php#). Acesso em novembro de 2012.

MINOTI, R.T. Abordagens qualitativa e quantitativa de microbacias hidrográficas e áreas alagáveis de um compartimento do Médio Mogi-Superior/SP. 2006. 231 p. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

MUNHOZ, J. S. B.; MINGOTI, R.; FERRAZ, S. F. DE B.; RODRIGUES, C. B.; VOIGTLANDER, M.; LIMA, W. P. Efeitos de uso do solo alternativo aos plantios florestais nas vazões máximas de riachos da região central do Estado do Paraná. In.: X Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal. Anais... Piracicaba, São Paulo, p. 37- 47 2012.

PIMENTEL, D.; HARVEY, C.; RESOSUDARMO, P.; SINCLAIR, K.; KURZ, D.; MCNAIR, M.; CRIST, S.; SPHPRITZ, L.; FITTON, L.; SAFFOURI, R.; BLAIR, R. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, v. 267, n. 5201, p. 1117-1123, 1995.

PORTAL ODM – ACOMPANHAMENTO MUNICIPAL DOS OBJETIVOS DO MILÊNIO. Disponível em: <http://www.portalodm.com.br/sistemas>. Acesso em novembro de 2012.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO- PNUD - BRASIL. Atlas do Desenvolvimento urbano no Brasil 2003. Disponível em: [www.atlasbrasil.org.br](http://www.atlasbrasil.org.br). Acesso em novembro de 2012.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. Escoamento superficial. 2. ed. [S.l.]: Editora UFV, 2004. 87 p.

RANIERI, S. B. L.; Q. DE JONG VAN LIER, G. SPAROVEK, AND D. C. FLANAGAN. 2002. Erosion database interface (EDI): A computer program for georeferenced application of erosion prediction models. *Computers and Geosci.* 28(5): 661-668.

SILVA, A.M.; Ranzini, M.; Guandique, M.E.G.; Arcova, F.C.S. e Cicco, V. (2005). “Estudo integrado do processo erosivo numa microbacia experimental localizada no município de Cunha – SP”, *Geociências*, Vol. 24, p. 43-54.

SILVA, M.L.N.; CURI, N.; LIMA, J.M.; FERREIRA, M.M. Avaliação de métodos indiretos de determinação da erodibilidade de latossolos brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.6, p. 1208-1220, jun. 2000.

Sistema Informatizado de Controle da Arrecadação e Fiscalização - DGI/DINF/SAIF/SEF-MG. Disponível em: [http://www.fazenda.mg.gov.br/governo/receita\\_estado/evolucaoreceita/2010/receitaconsolidadamunicipio/icmsoutrasreceitas/marco-pagprincarrecc10.htm](http://www.fazenda.mg.gov.br/governo/receita_estado/evolucaoreceita/2010/receitaconsolidadamunicipio/icmsoutrasreceitas/marco-pagprincarrecc10.htm). Acesso em novembro de 2012.

SPAROVEK, G.; VAN LIER, Q.J. Definition of tolerable soil erosion values. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 21, p. 467-471, 1997.

VALÉRIO FILHO, M. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de Bacias Hidrográficas. In: *Solos Altamente Suscetíveis à Erosão*. Jaboticabal: Faculdade Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP - Jaboticabal e Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1994, p. 223-242.

ZHANG, C.; XIE, G.; LIU, C.; LU, C. Assessment of soil erosion under woodlands using USLE in China. *Front. Earth Sci.* v.5, n.2, p. 150–161, 2011.

ZOLIN, C. A. Análise e otimização de projetos de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG) – o caso do município de Extrema, MG. Piracicaba, 2010. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Science and Education Administration United States Department of Agriculture, Supersedes Agriculture Handbook, 1978, n. 282, 58 p.