



# PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS

MUNICÍPIO DE TOLEDO/MG



SÍNTESE DO RELATÓRIO

FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ

# **PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS**

**TOLEDO / 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 TOLEDO**

Prefeito: Vicente Pereira de Souza Neto

Jouberth Calvão Barouch

### **FOTOS**

Arquivos da Irrigart

# 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 Jundiá - 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. <i>Introdução</i> .....	6
2. <i>Levantamento de Informações Básicas</i> .....	9
3. <i>Análise e diagnóstico atual dos Recursos Hídricos</i> .....	19
4. <i>Prognóstico</i> .....	41
5. <i>Proposição do Plano de Metas e Ações</i> .....	46
6. <i>Síntese dos Custos Envolvidos no Plano de Metas e Ações</i>	48
7. <i>Fontes de Financiamento</i> .....	49
8. <i>Sistema Municipal de Informações Ambientais</i> .....	50
9. <i>Referências Bibliográficas</i> .....	51



# 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 setembro/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 Toledo 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 Toledo, 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 Toledo 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 Toledo em Relação às Bacias PCJ. Como pode ser observado na Figura 1, todo o município de Toledo se encontra inserido na UPRGH PJ, conforme divisão hidrológica do Estado de Minas Gerais.

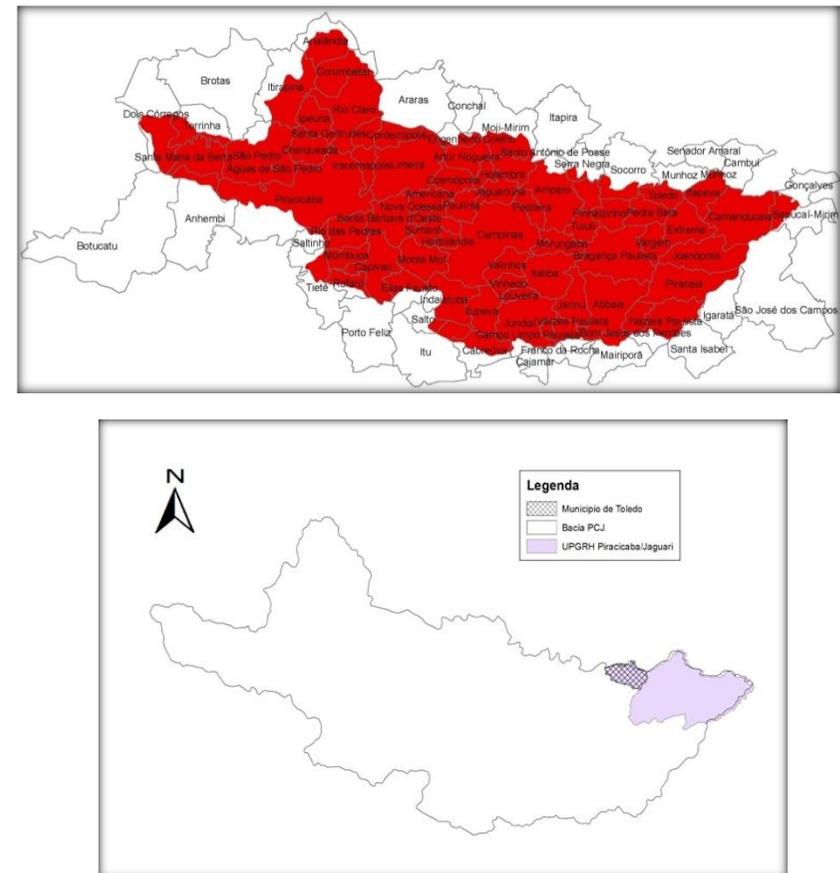


Figura 1. Municípios que compõem as Bacias PCJ e município de Toledo em relação às Bacias PCJ e a UPRGH Piracicaba/Jaguari.

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

## 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 Toledo.

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 Preservação Permanente (APP's).



**Figura 2: Município de Toledo.**  
Foto: PM Toledo.

## 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.

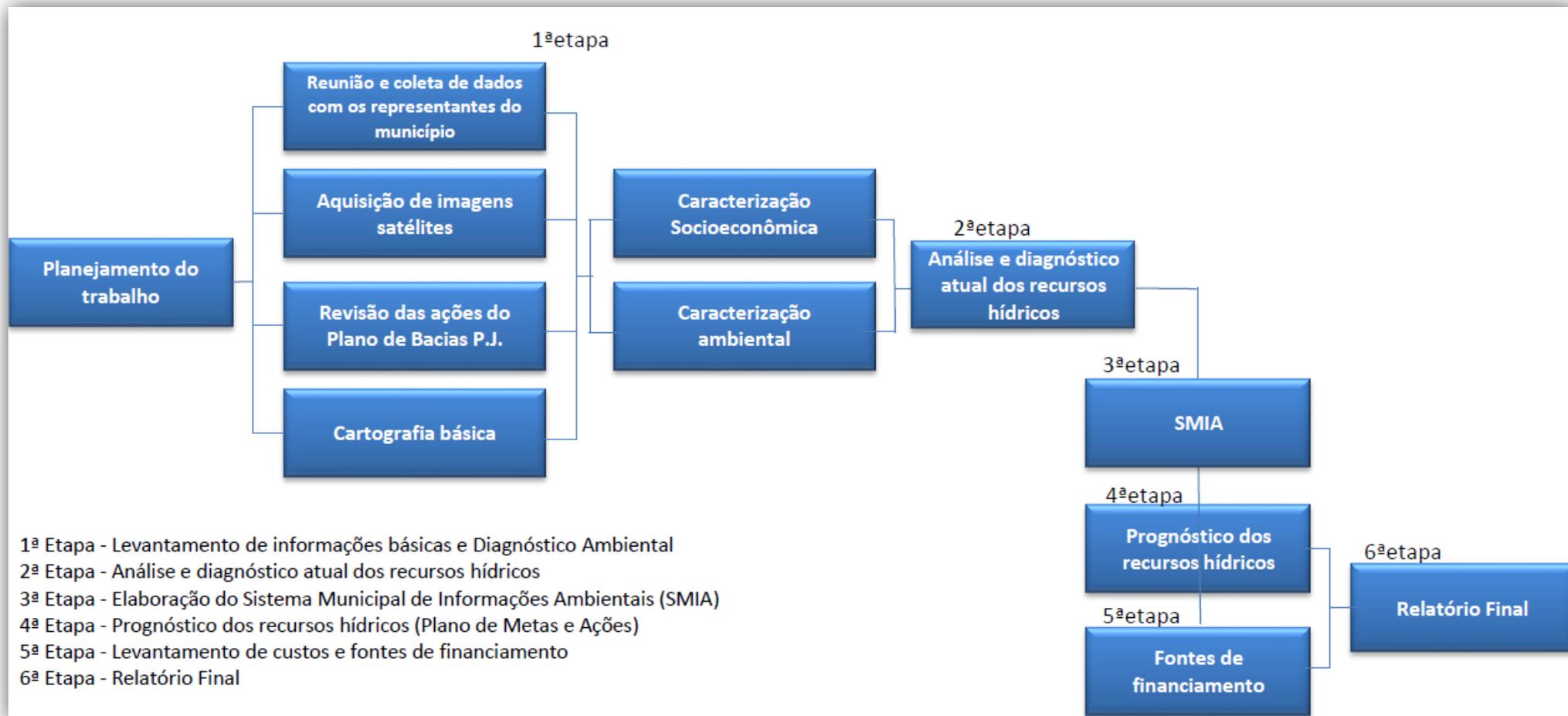


Figura 3: Fluxograma metodológico do trabalho.

## 2. Levantamento de Informações Básicas

### 2.1 Caracterização Sócio Econômica

De acordo com o censo IBGE (2010) o município de Toledo possui uma população estimada em 5.846 habitantes para o ano de 2012. Sua densidade demográfica é de 42,14 hab/Km<sup>2</sup> e a taxa de urbanização de 38,01%. A população residente na zona rural ocupa diversos bairros rurais distribuídos por todo o município, sendo o maior deles é representado pela Vila dos Pereiras, como ilustra a figura 1. Os outros bairros localizados na zona rural do município de Toledo são: Bairro Rosário; Bairro Moinho; Bairro Paiol da Vargem; Bairro Tamanduá; Bairro Pinhal Grande; Bairro Formigas; Bairro Pitangueiras; Bairro Serra; Bairro Campestre; Bairro Laranjeiras; Bairro Afonsos; Bairro Coutos; Bairro Aterrado; Bairro Fazenda.



Figura 4. Bairro Juncal, na bacia do Rio Jaguari.

Atualmente o município apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de 0,661, sendo classificada entre as regiões de médio 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 não há tratamento de esgoto no município, sendo este lançado in natura em seis diferentes pontos do Rio Guardinha. De acordo com o censo IBGE (2010) Toledo conta com os seguintes índices de saneamento básico demonstrados 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	37,9%	44,5%
Semi-adequado	9,7%	49,3%
Inadequado	52,4%	6,2%

Fonte: IBGE, 2010.

O PIB – Produto Interno Bruto de Toledo apresentou um acréscimo de 178,96% 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	12.837	
2009	48.272	276,03%

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\$2.301,39 em 1999 para R\$7.994,62 em 2009.



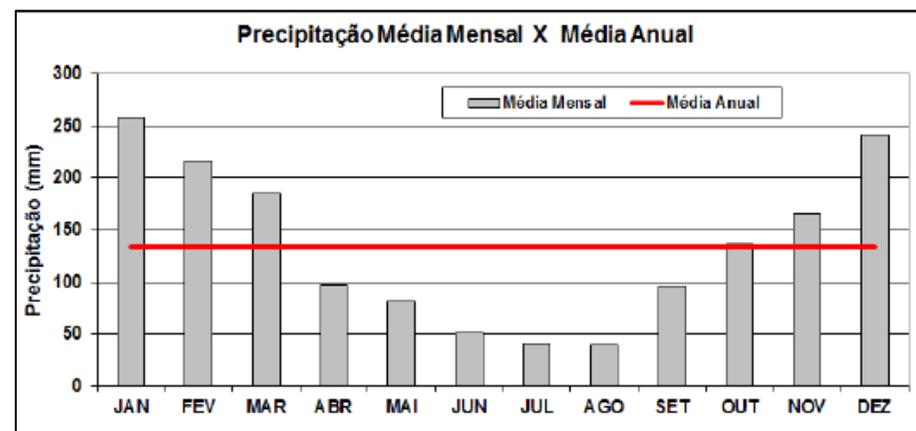
**Figura 5. Agricultura em Toledo contribuindo para o PIB do município.**

## 2.2 Caracterização Ambiental

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

### 2.2.1 Climatologia

O clima de Toledo 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.**

## 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 Toledo é encontrada apenas rochas da formação geológica “Suíte Bragança Paulista”, esta distribuição pode ser observada na Figura 7. O município abrange o domínio tectônico correspondente aos Maciços de Guaxupé e Socorro, evidenciando o afloramento de rochas migmatíticas, graníticas e granulíticas, circundadas pela Faixa de Dobramento Canastra-Carrancas-Amparo e pelo Cinturão Móvel Atlântico.

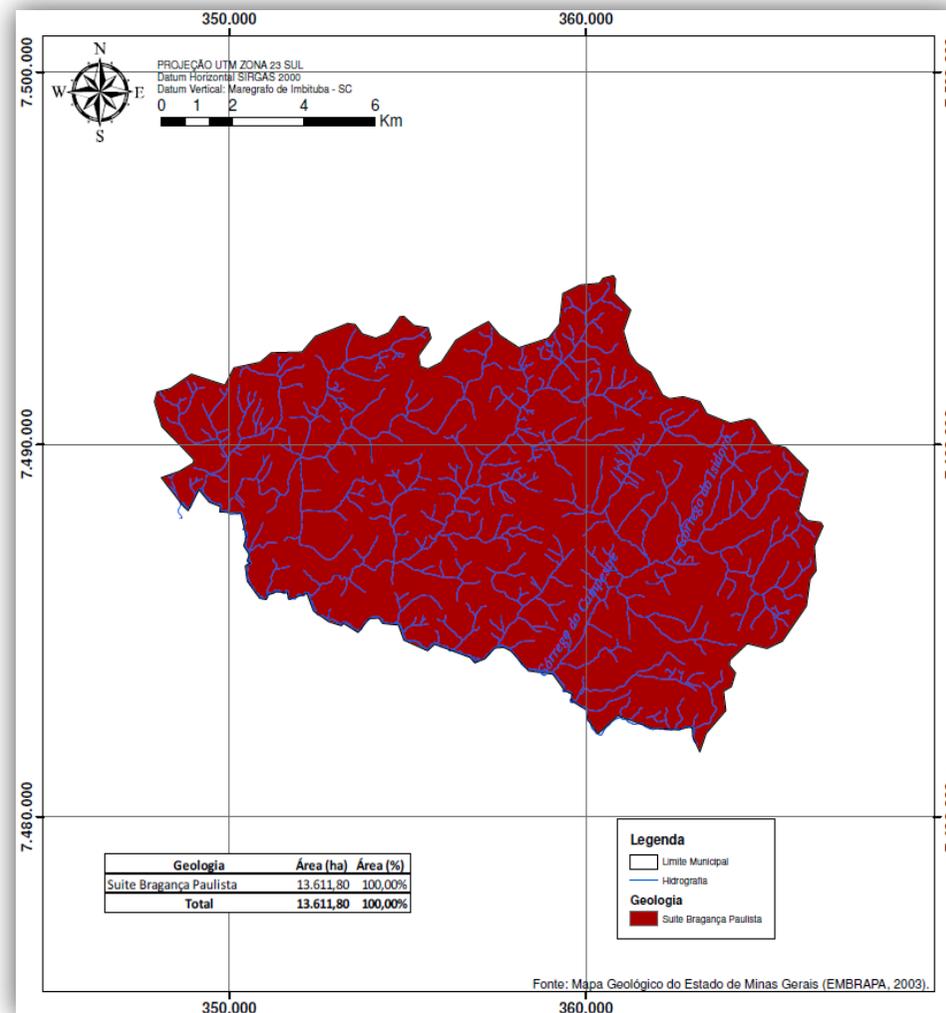


Figura 7. Mapa Geológico do município de Toledo - MG.

### 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 Toledo 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: 241 - Morros Arredondados, 243 - Mar de Morros e 245 - Morros com Serras Restritas, sendo as unidades 243 e 241 as de maior representatividade local e ocupam respectivamente cerca de 50,67% e 48,644% da área total do município, conforme pode ser observado na Figura 9. A região tem como características relevos com declividades médias e altas, acima de 15% e amplitudes locais de 100 a 300 metros. A Figura 8 apresenta o exemplo do relevo típico do município.

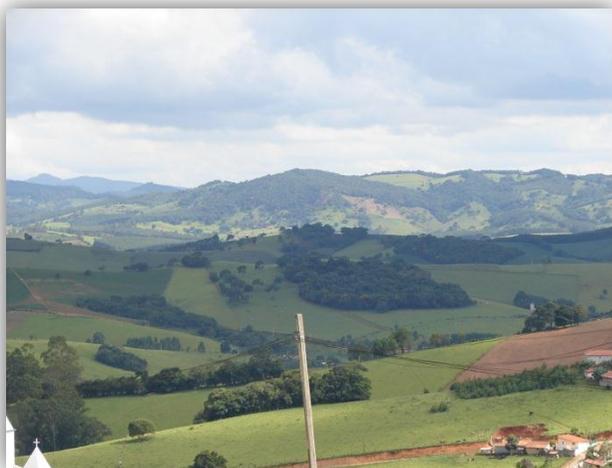


Figura 8. Relevo típico do município de Toledo – MG.

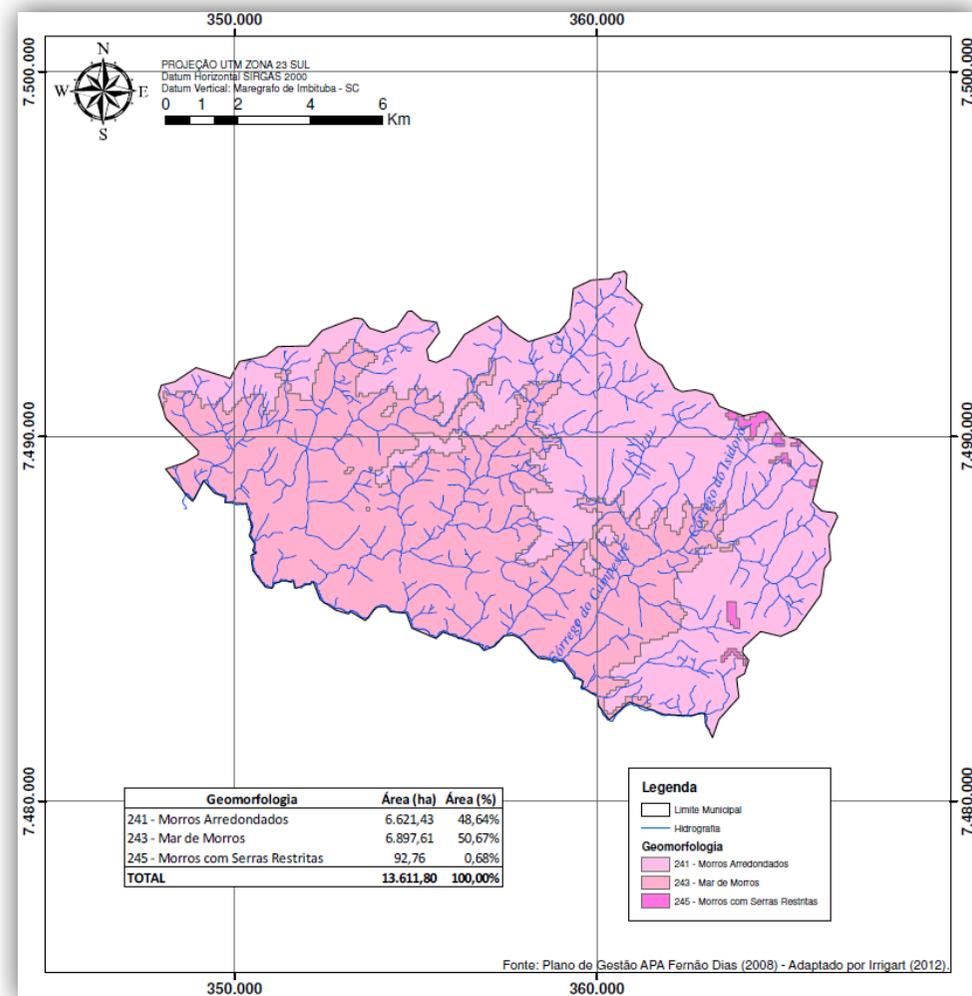


Figura 9. Mapa Geomorfológico do município de Toledo - MG.

## 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 Toledo o solo tipo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd) ocupa 61,72% da área, suas principais características são solos bastante intemperizados, típicos de regiões de clima úmido, são solos pouco profundos, moderadamente drenados e com espessura em torno de 1,5m Além do Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico é encontrado ainda o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd), sua distribuição pode ser observada na Figura 11 . Este levantamento pedológico foi elaborado a partir do Mapa Pedológico do Estado de Minas Gerais (EMBRAPA, 2004). A Figura 10 apresenta o perfil de um Latossolo Vermelho-Amarelo, encontrado no “Programa de habitação MORAR MELHOR”.



Figura 10. Latossolo Vermelho Amarelo similar aos existentes no município de Toledo-MG.

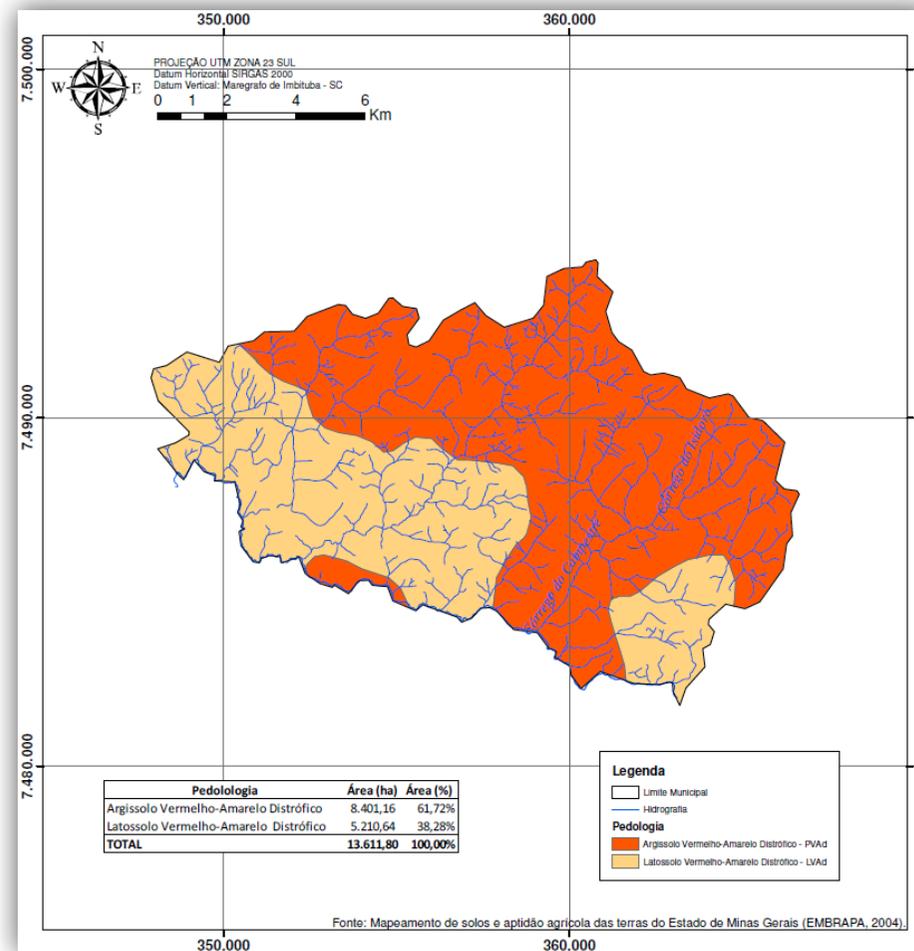


Figura 11. Mapa Pedológico do município de Toledo - MG.

## 2.2.5 Fragilidade Ambiental Natural

Para elaboração do mapa de fragilidade ambiental de Toledo 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 Toledo por área (ha) e em porcentagem (%).**

Classes de Fragilidade	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixo	347,34	2,55
Baixo	1.418,90	10,42
Médio	3.373,04	24,78
Alto	8.472,53	62,24
Muito Alto	0,00	0,00
TOTAL	28.477,50	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 RapidEye (datadas de Junho, Setembro e Outubro de 2011), adquiridas pela empresa IRRIGART, exclusivamente para o desenvolvimento do projeto, através da empresa ENGESAT. Sendo assim, no município foram identificados 5 diferentes classes de uso, são elas: 1 – vegetação nativa, 2 – reflorestamento, 3 – pastagens, 4 – outros usos e 5 – área urbana.

A classe com maior representatividade é a de pastagem que ocupa 53,91% da área total, seguida por vegetação nativa com 27,45%. Os resultados encontrados estão apresentados no mapa da Figura 12 e quantificados no Quadro 4. A

Figura 13 ilustra alguns exemplos de uso do solo no município.

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

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	3.736,12	27,45
Reflorestamento	673,96	4,95
Pastagem	7.338,60	53,91
Outros Usos	1.796,85	13,2
Área Urbana	66,27	0,49
TOTAL	13.611,80	100,00

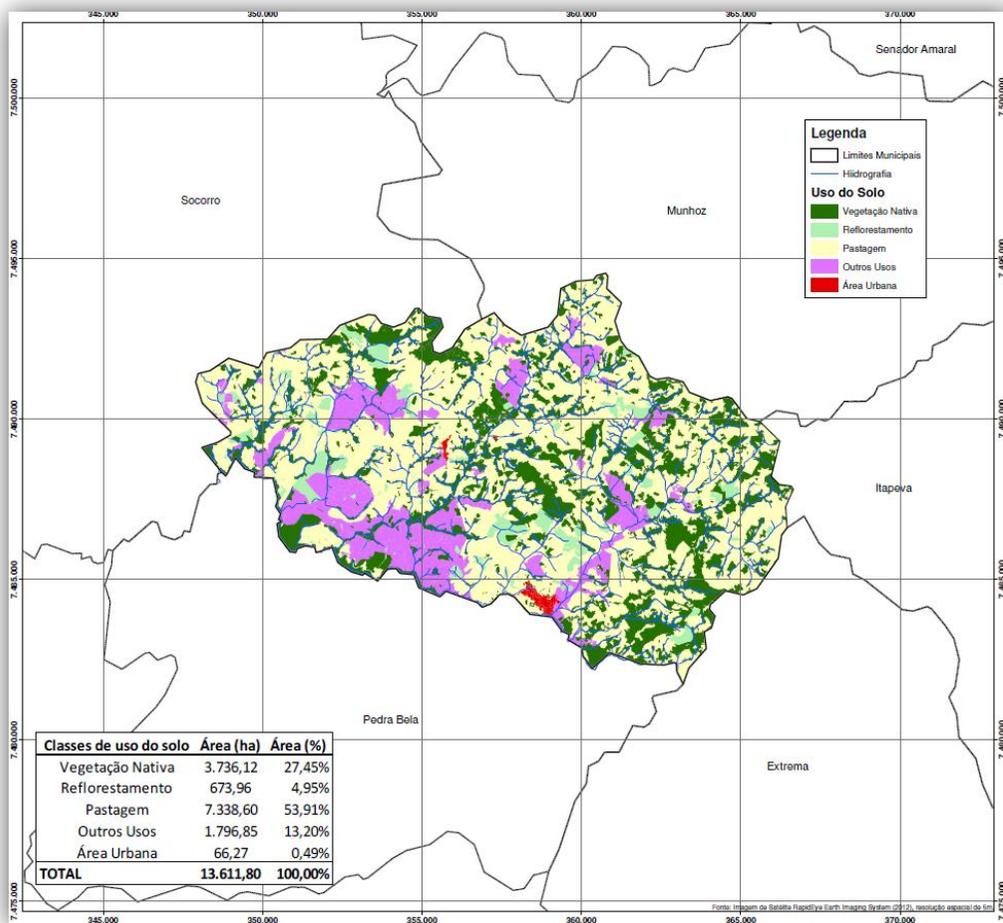


Figura 12. Mapa de uso do solo do município de Toledo - MG.



Área ocupada por pastagens



Área cultivada com abobrinha



Conjunto habitacional "Morar Melhor"

Área de cultivo de milho



Diversidade de uso do solo na área do município.

Figura 13. Categorias de uso do solo encontradas em Toledo-MG.

Para identificação do uso do solo nas Áreas de Proteção Permanente- APP's, segundo o novo código Florestal Brasileiro, foram cruzados os mapas de uso do solo do município com as delimitações das APP's. Em Toledo o uso predominante é de vegetação nativa, seguido por pastagem. Os dados encontrados são apresentados no Quadro 5 e na Figura 14.

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

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	982,77	48,34
Reflorestamento	106,63	5,24
Pastagem	742,51	36,52
Outros Usos	195,38	9,61
Área Urbana	5,86	0,29
TOTAL	2.033,15	100,00

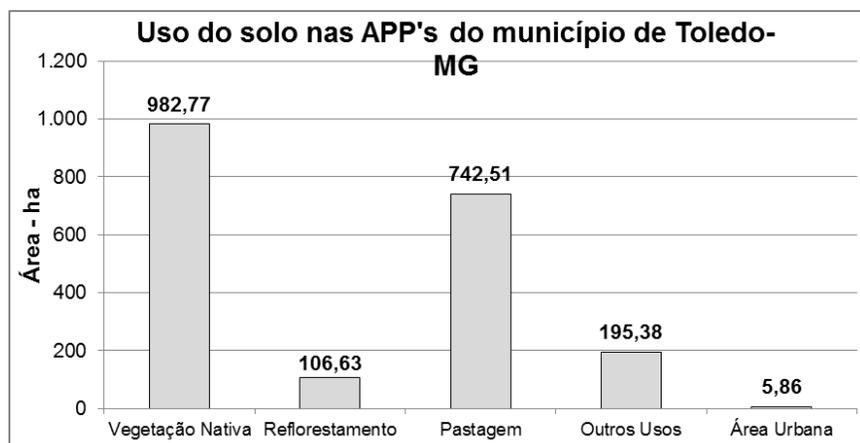


Figura 14. Uso do solo nas APP's do município de Toledo-MG.

## 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 recebem valor abaixo de 1 e os que agravam valor acima de 1. Desta forma, as classes de vegetação nativa, reflorestamento, pastagem, outros usos e mancha urbana, receberam respectivamente os valores: 0,60; 0,80; 1,1; 1,0 e 1,25. Os resultados encontrados estão ilustrados na Figura 15 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, pelo contrário, contribui para a conservação do solo nas bacias analisadas, uma vez que existe uma grande quantidade de vegetação nativa nas áreas mais declivosas (com maior fragilidade).

Quadro 6. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.

Classes de Fragilidade	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixo	801,59	5,89
Baixo	4.813,23	35,36
Médio	4.715,04	34,64
Alto	3.281,94	24,11
Muito Alto	0,00	0,00
TOTAL	13.611,80	100,00

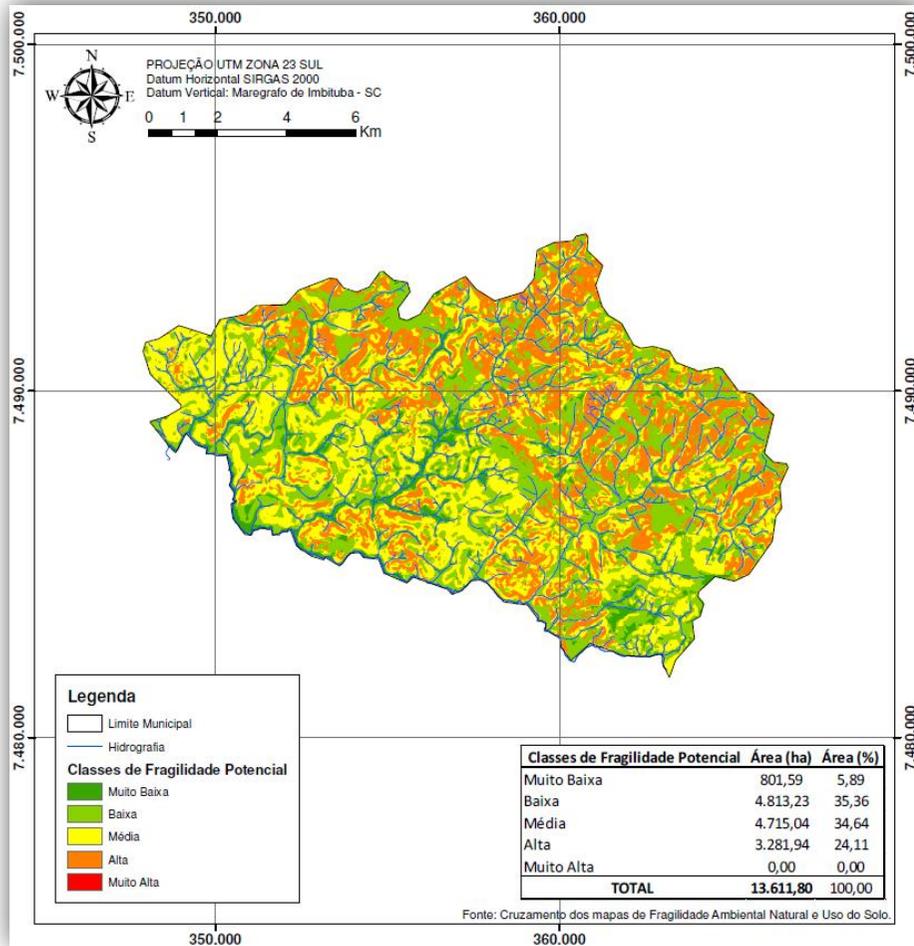


Figura 15. Mapa de fragilidade potencial do meio físico terrestre do município de Toledo-MG.

## 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 Toledo. É possível observar que grande parte da área do município (61,72%) é restrita para pastagens plantadas.

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	5.210,64	38,28
5 (s) - Restrita para a silvicultura	8.401,16	61,72
<b>TOTAL</b>	<b>13.611,80</b>	<b>100,00</b>

## 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 16 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 4, ou seja, com perda entre 10 e 50 ton/ha/ano, que representa 33,33% da área.

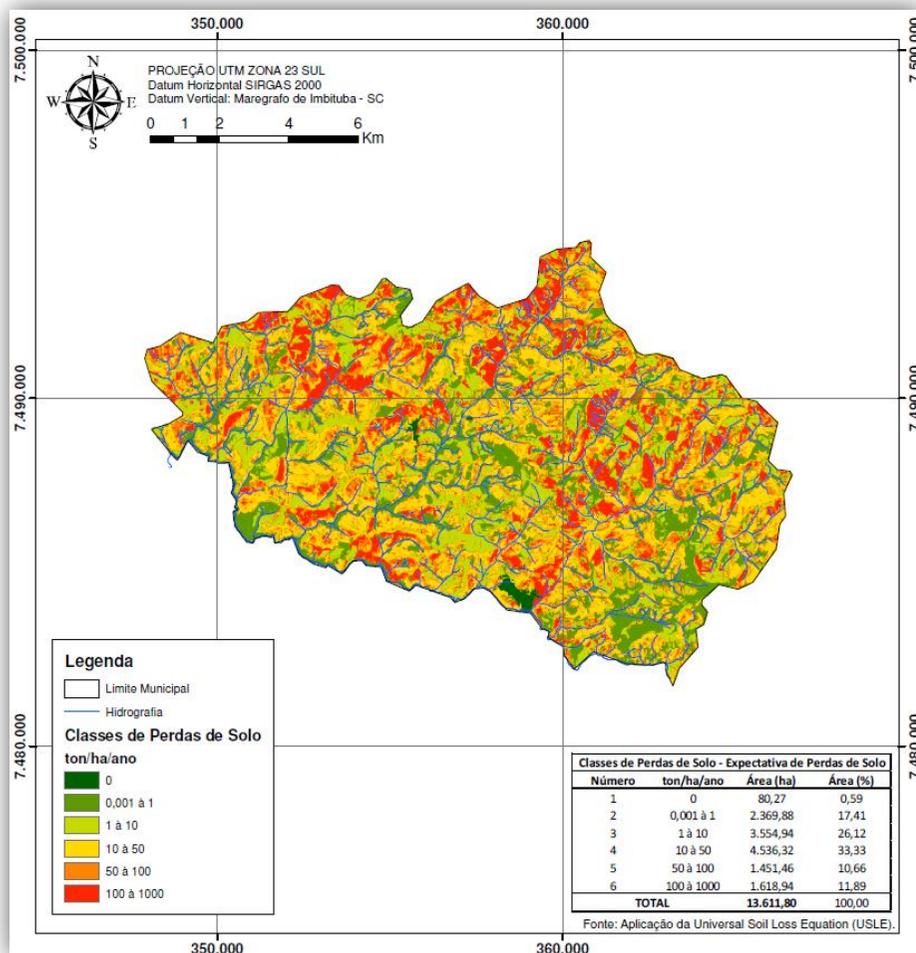


Figura 16. Mapa da Expectativa da Produção de Sedimentos na área do município de Toledo -MG.

Quadro 8. Expectativa da Produção de Sedimentos na área do município de Toledo.

Classes de Perdas de Solo - Expectativa de Perdas de Solo			
Número	ton/ha/ano	Área (ha)	Área (%)
1	0	80,27	0,59
2	0,001 à 1	2.369,88	17,41
3	1 à 10	3.554,94	26,12
4	10 à 50	4.536,32	33,33
5	50 à 100	1.451,46	10,66
6	100 à 1000	1.618,94	11,89
<b>TOTAL</b>	-	<b>13.611,80</b>	<b>100,0</b>

### 2.2.10 Biodiversidade

Os principais tipos de flora encontradas na região são: Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, a primeira se encontra bastante impactada, por se localizar sobre terrenos menos declivosos e em áreas de maior densidade humana. Há ainda grandes agrupamentos de reflorestamento que ocupam principalmente a porção leste da bacia próximo a Monte Verde, e também na região das cabeceiras do rio Sapucaí-Mirim. A principal espécie utilizada neste tipo de plantio é o pinheiro Pinus pátula.

Em relação à fauna local, a mesma ainda conserva uma significativa fração de sua comunidade original de mamíferos, mesmo que inserida numa paisagem fragmentada. O sul de Minas Gerais ainda é pouco estudado do ponto de vista ornitológico ou avifaunístico, porém sabe-se que a região abriga diversas espécies ameaçadas de extinção, além de espécies de reptéis como a jararaca comum, cascavel e as corais-verdadeiras. O lambari e o barrigudinho são as espécies de peixes encontradas em maior quantidade nos rios da região.

# 3. Análise e diagnóstico atual dos Recursos Hídricos

## 3.1 Apresentação das Bacias Hidrográficas

O município de Toledo foi dividido em 06 (seis) bacias hidrográficas principais. Essa divisão de bacias compatibiliza o planejamento e a gestão dos recursos hídricos.

Quadro 9. Bacias Hidrográficas do município de Toledo

Bacias Hidrográficas Municipais	Área (ha)
Córrego do Marmeleiro	576,11
Afluentes Diretos do Rio Camanducaia Mineiro	1.725,44
Córrego do Campestre	4.172,05
Córrego do Tamanduá	916,92
Córrego Bela Vista	2.708,48
Córrego da Cachoeirinha	3.512,81
<b>TOTAL</b>	<b>13.611,80</b>



Figura 17. Rio Camanducaia no município de Toledo-MG.

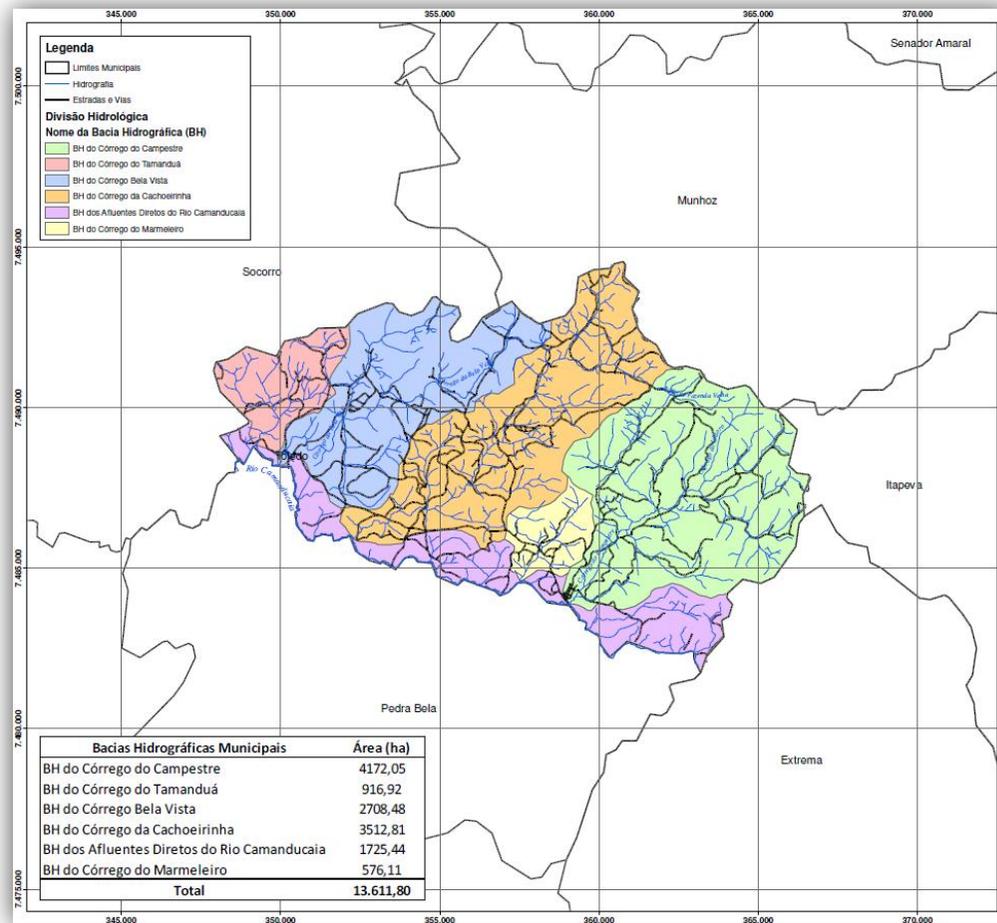


Figura 18. Mapa da divisão hidrológica do município de Toledo-MG.

### 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 preservação permanente consideradas referem-se a faixa marginal dos cursos d'água (30 metros, na grande maioria dos casos), raio de 50 metros nas nascentes identificadas e áreas com declividade maiores que 45°. Não foram consideradas neste estudo as APP's definidas por topo de morro.

Com base na digitalização de toda a rede de drenagem no município de Toledo, chegou-se a alguns números:

- O município de Toledo possui aproximadamente 320 km lineares de cursos d'água.

- O município de Toledo possui (mapeados na escala 1:50.000) cerca de 380 nascentes, ou um índice de 2,79 nascentes por km<sup>2</sup>;
- A área de preservação permanente inserida no município de Toledo soma aproximadamente 6.400 ha, ou cerca de 21% do território e do número de nascentes encontradas nas bacias hidrográficas.

A Bacia Hidrográfica que apresenta a maior quantidade (absoluta) de cursos d'água, tanto em termos de comprimento quanto de número de nascentes é a bacia hidrográfica do Alto Jaguari.

Uma relação intimamente ligada ao comprimento do talvegue é a área de preservação permanente/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.

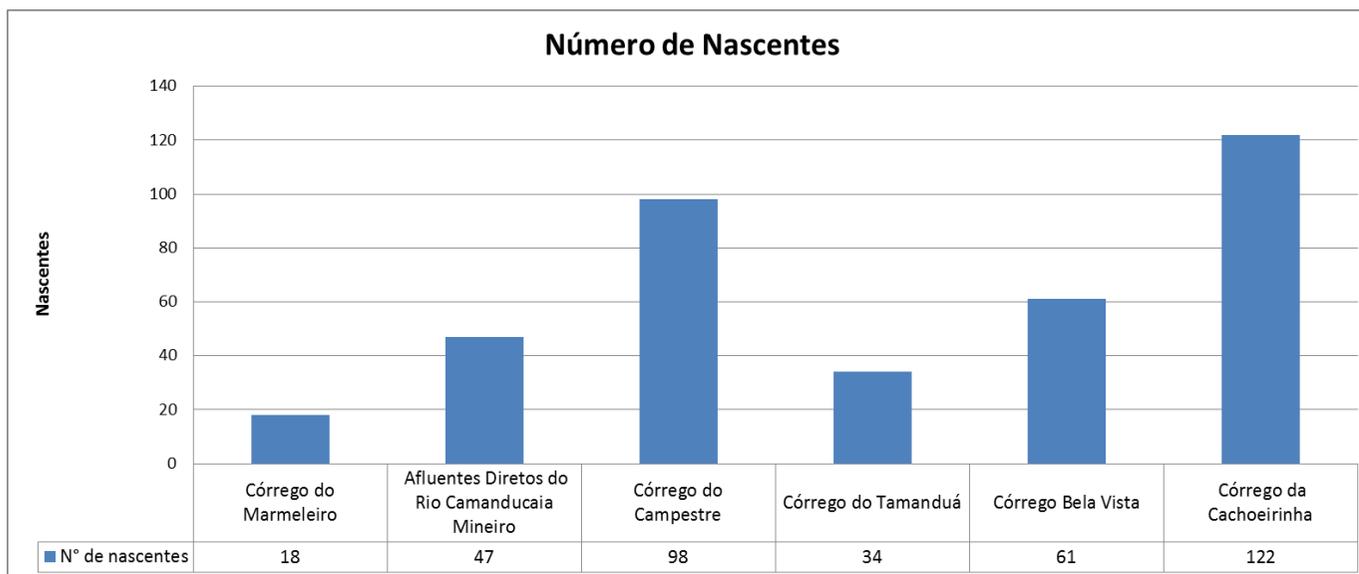
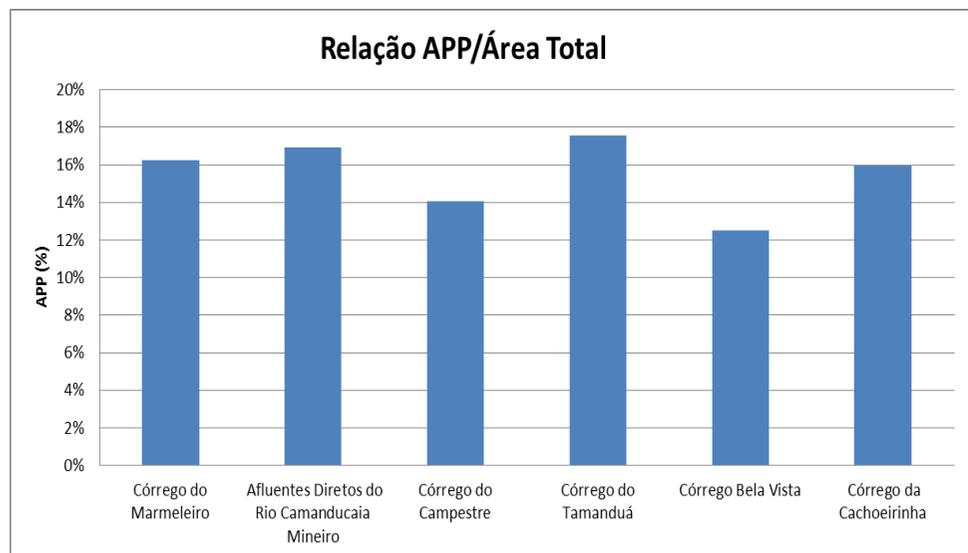


Figura 19: Número de nascentes nas Bacias Hidrográficas.

O Quadro 10 apresenta uma síntese das APP's por subbacia, bem como a relação entre a área de APP e a área total (no município). Estes também podem ser observados no gráfico da Figura 20.

**Quadro 10. Áreas de Preservação Permanente divididas por bacia hidrográfica.**

ID	Bacias Hidrográficas Municipais	Área (ha)	Área (%)	Relação APP / Área total
1	Córrego do Marmeleiro	576,11	93,57	16%
2	Afluentes diretos do rio Camanducaia	1.725,44	291,70	17%
3	Córrego do Campestre	4.172,05	587,22	14%
4	Córrego do Tamanduá	916,92	161,03	18%
5	Córrego Bela Vista	2.708,48	338,92	13%
6	Córrego da Cachoeirinha	3.512,81	560,65	16%



**Figura 20: Relação de áreas de preservação permanente x área total.**

### 3.3 Usos do solo nas Bacias Hidrográficas

Foi realizado a partir da divisão das bacias hidrográficas no município de Toledo, um diagnóstico de uso do solo para cada uma das 06 (seis) bacias.



**Figura 21: Diversas formas de uso do solo no município de Toledo.**

### 3.3.1 Córrego do Marmeleiro

Esta subbacia localiza-se na região sul do município de Toledo (Figura 22). Abrange um afluente direto do rio Camanducaia Mineiro (afluente sem nome). Possui área total de 576,11 ha, sendo 93,57 ha de áreas de preservação permanente. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados no gráfico da Figura 23.

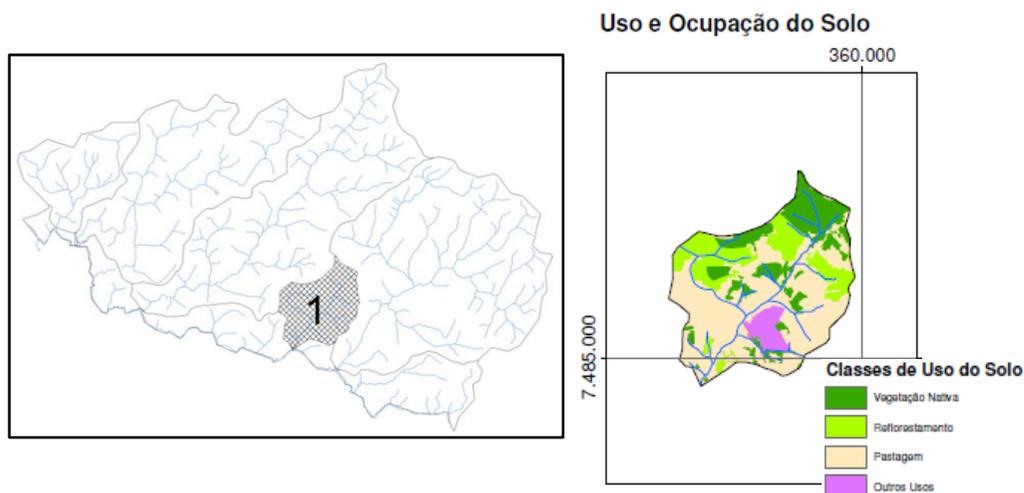


Figura 22: Localização da subbacia em relação ao município de Toledo e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia é a pastagem (55,47%), seguida de vegetação nativa (20,82%). Reflorestamento representa 18,70%, outros usos 4,97% e área urbana apenas 0,05%. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados na Figura 23.

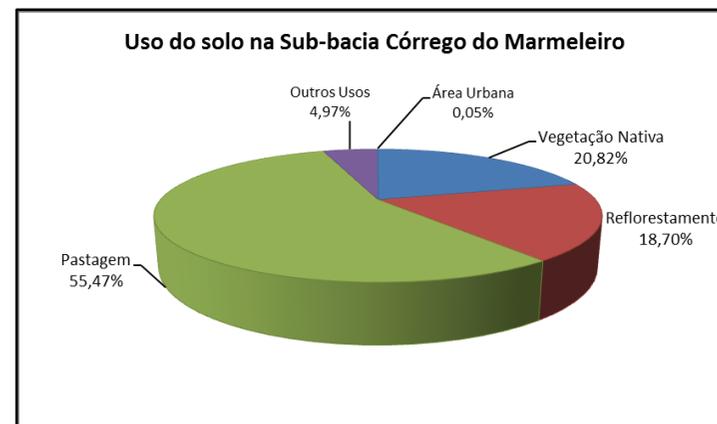


Figura 23: Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Córrego do Marmeleiro.

As áreas de pastagem representam quase 54% da APP total, seguida por vegetação nativa que ocupa 28,10% da APP desta bacia. A Figura 24 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

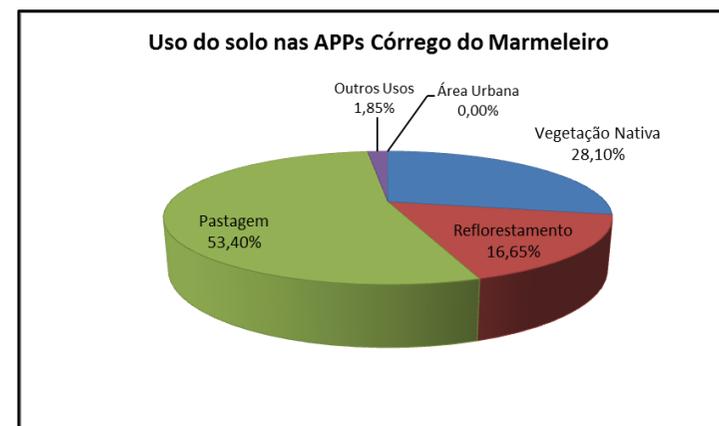


Figura 24: Uso do solo nas APPs do Córrego do Marmeleiro.

### 3.3.2 Afluentes diretos do rio Camanducaia

A subbacia dos Afluentes diretos do rio Camanducaia contorna toda a região sul do município de Toledo (Figura 25). Essa subbacia abrange afluentes diretos do rio Camanducaia Mineiro. Possui área total de 1.725,44 ha, sendo que, 291,70 ha são áreas de preservação permanente. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados na Figura 26.

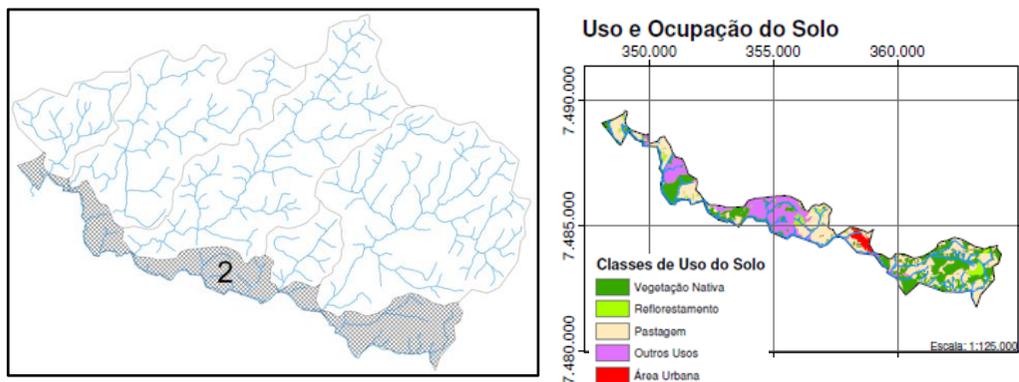


Figura 25: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Toledo e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (40,04%), seguido por vegetação nativa (34,31%). O percentual de outros usos é de 19,57%, seguidos por áreas de reflorestamento e área urbana, representando 3,93% e 2,15%, respectivamente. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados no gráfico da Figura 26.

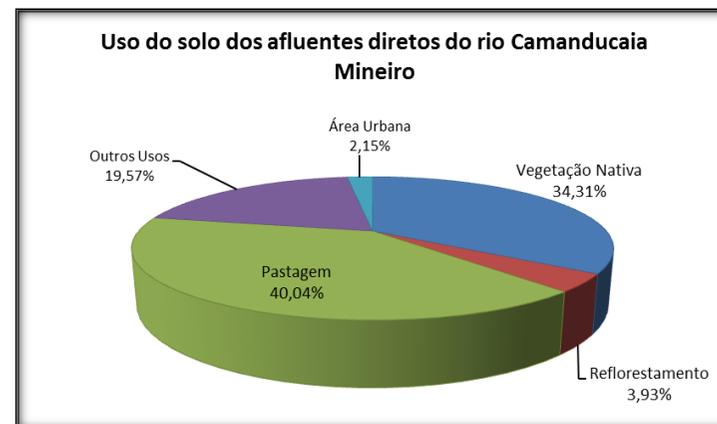


Figura 26: Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia dos Afluentes diretos do rio Camanducaia.

Nesta bacia, as áreas de vegetação nativa representam 50,77% da APP total, seguida por áreas de pastagens, que ocupam 28,55% da APP. As áreas de outros usos ocupam 14,63% da APP da bacia, reflorestamento 4,68% e área urbana apenas 1,37. A Figura 27 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica

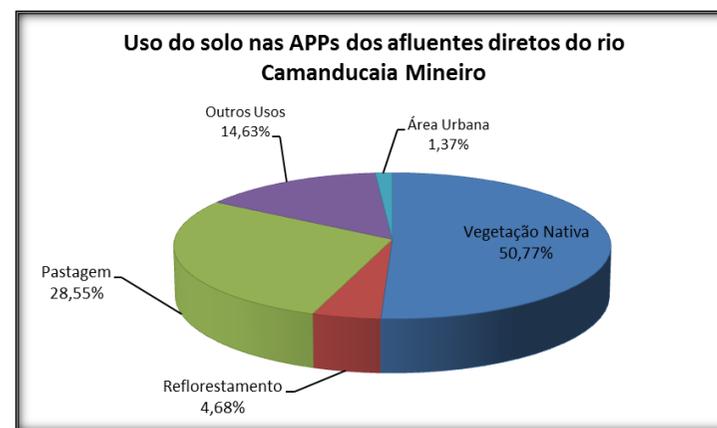


Figura 27: Uso do solo nas APPs dos Afluentes diretos do Rio Camanducaia.

### 3.3.3 Córrego do Campestre

A subbacia do Córrego do Campestre se situa na região leste do município de Toledo (Figura 28). Formada principalmente pelo córrego do Campestre, afluente direto do rio Camanducaia Mineiro, e por seus afluentes, córrego do Isidoro e córrego Fazenda Velha, possui área total de 4.172,05 ha, sendo 587,22 ha áreas de preservação permanente. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados na Figura 29.

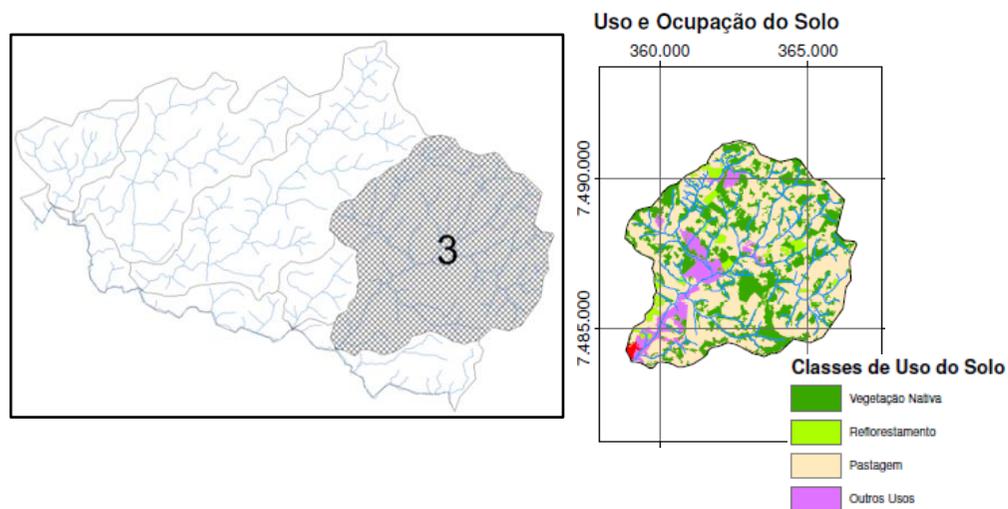


Figura 28: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Toledo e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (57,09%), seguido por vegetação nativa (31,69%). A ocupação por outros usos é de 7,32% e reflorestamento, 3,56%. Uma pequena parcela representa a ocupação por área urbana (0,35%). Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados no gráfico da Figura 29.

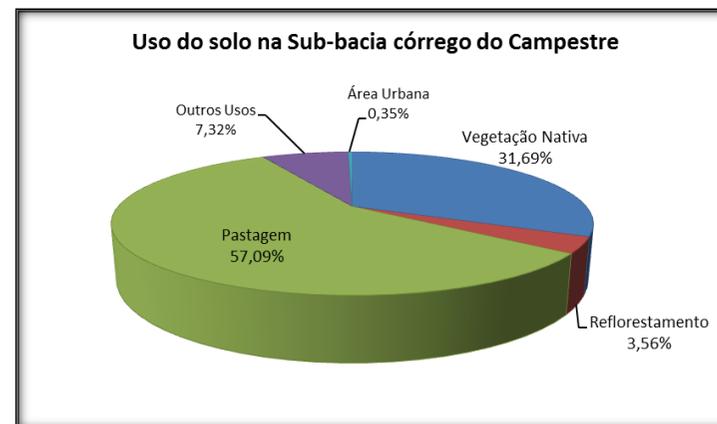


Figura 29: Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Córrego do Campestre.

Nessa subbacia predominam nas APPs, áreas de vegetação nativa, que representam 48,54% das áreas totais, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 40,11% da APP desta bacia. As áreas de outros usos ocupam 8,22% da APP da bacia e áreas de reflorestamento 3,05%. A área urbana ocupa 0,08% da APP dessa bacia. A Figura 30 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

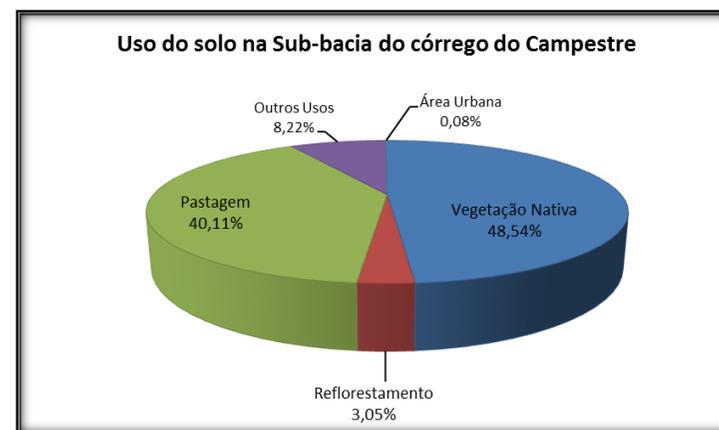


Figura 30: Uso do solo nas APPs do Córrego do Campestre.

### 3.3.4 Córrego do Tamanduá

A subbacia do Córrego do tamanduá na região oeste do município de Toledo. (Figura 31). Formada pelo córrego do Tamanduá, que é afluente direto do rio Camanducaia Mineiro, possui área total de 916,92 ha, sendo que 161,04 ha são áreas de preservação permanente. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados na Figura 32.

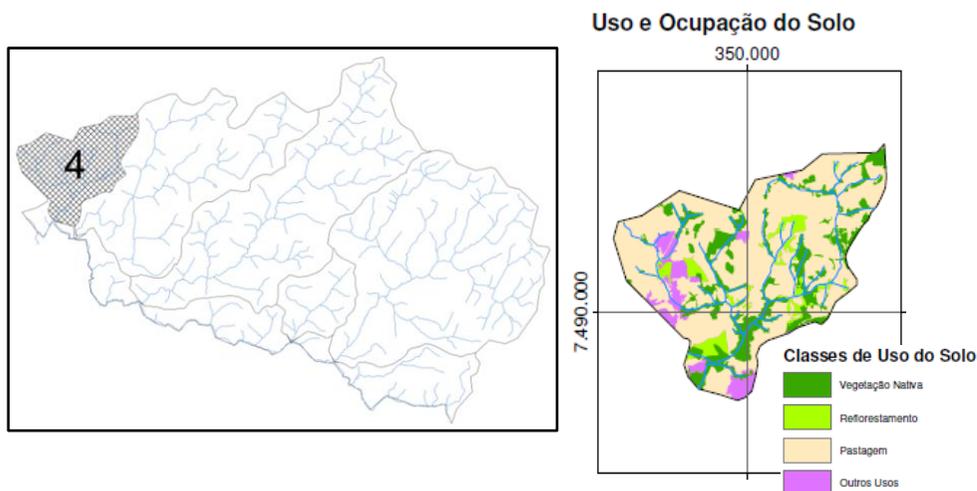


Figura 31: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Toledo e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (67,97%), seguida por vegetação nativa (19,34%). O percentual de outros usos é de 6,18%, e áreas de reflorestamento 6,51%. Não há ocupação por áreas urbanas nessa sub-bacia. A Figura 32 apresenta uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

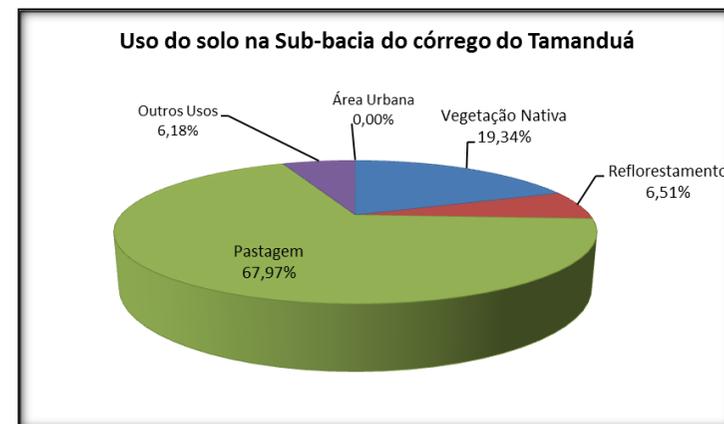


Figura 32: Distribuição relativa do uso do solo na subbacia do Córrego do Tamanduá.

Nas APPs desta subbacia, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 44,45% das áreas totais, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 41,52% da APP desta bacia. As áreas de reflorestamento ocupam 8,91% da APP da bacia, e áreas com outros usos 5,12%. Não há ocupação de área urbana na APP desta bacia. A Figura 33 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

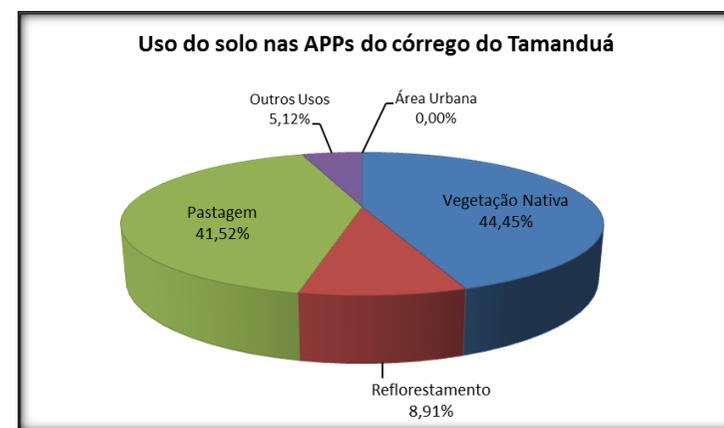


Figura 33: Uso do solo nas APPs do Córrego do Tamanduá.

### 3.3.5 Córrego Bela Vista

A subbacia do Córrego Bela Vista se situa na região oeste do município de Toledo (Figura 34). É formada pelo córrego Bela Vista (afluente direto do rio Camanducaia Mineiro) e seus afluentes, e possui área total de 2.708,48 ha, sendo 338,93 ha área de preservação permanente. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados na Figura 35.

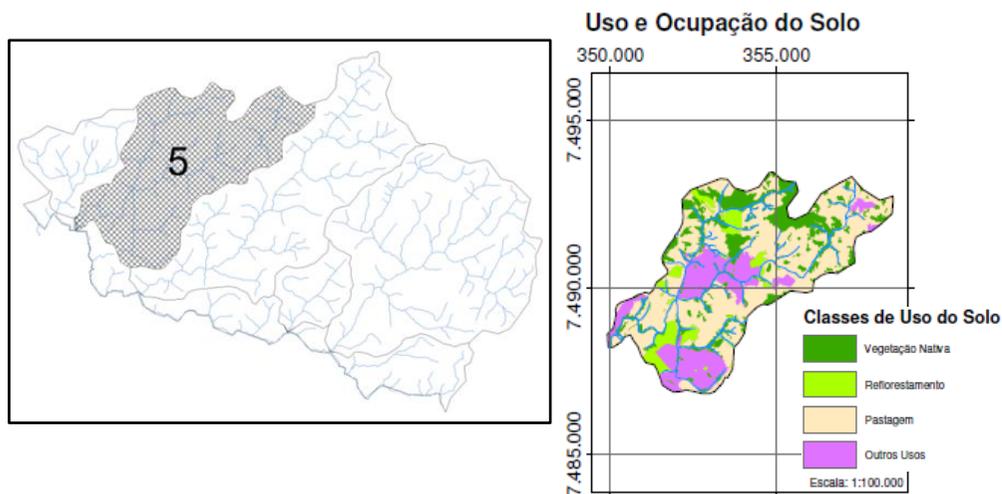


Figura 34: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Toledo e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica são as áreas de pastagem (51,95%), seguida de áreas de vegetação nativa (21,11%). O percentual de outros usos é de 18,90%, e a ocupação por áreas de reflorestamento, 8,04%. Não há ocupação por área urbana nesta bacia. A Figura 35 apresenta o gráfico do uso do solo para a bacia hidrográfica.

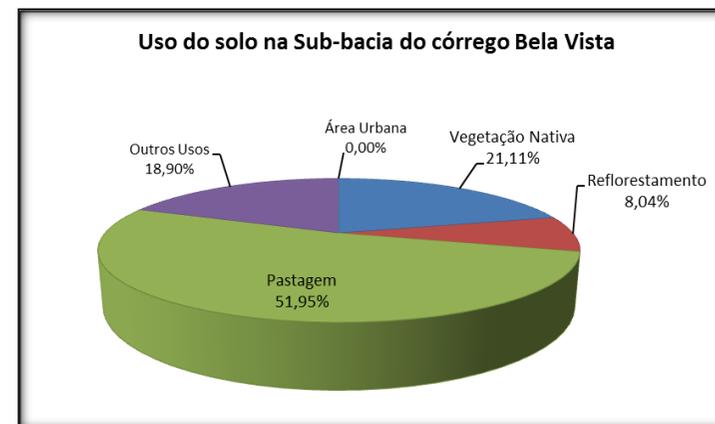


Figura 35: Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Córrego Bela Vista.

Nas APPs da bacia do córrego Bela Vista, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 42,86% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 33,23% da APP desta bacia. As áreas com outros usos ocupam 14,29%, e a área de reflorestamento 9,61%. Não há ocupação de área urbana na APP desta bacia. A Figura 36 apresenta o gráfico do uso e ocupação do solo na APP da bacia hidrográfica.

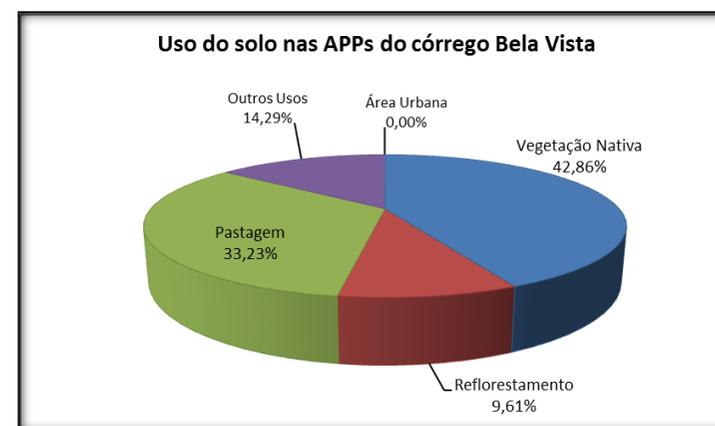


Figura 36: Uso do solo nas APPs do Córrego Bela Vista.

### 3.3.6 Córrego da Cachoeirinha

A subbacia do Córrego da Cachoeirinha se situa na região central do município de Toledo (Figura 37). É formada pelo córrego Cachoeirinha (afluente direto do rio Camanducaia Mineiro) e alguns afluentes. Possui 3.512,81 ha de área total, sendo 560,65 ha áreas de preservação permanente. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia são apresentados na Figura 38.

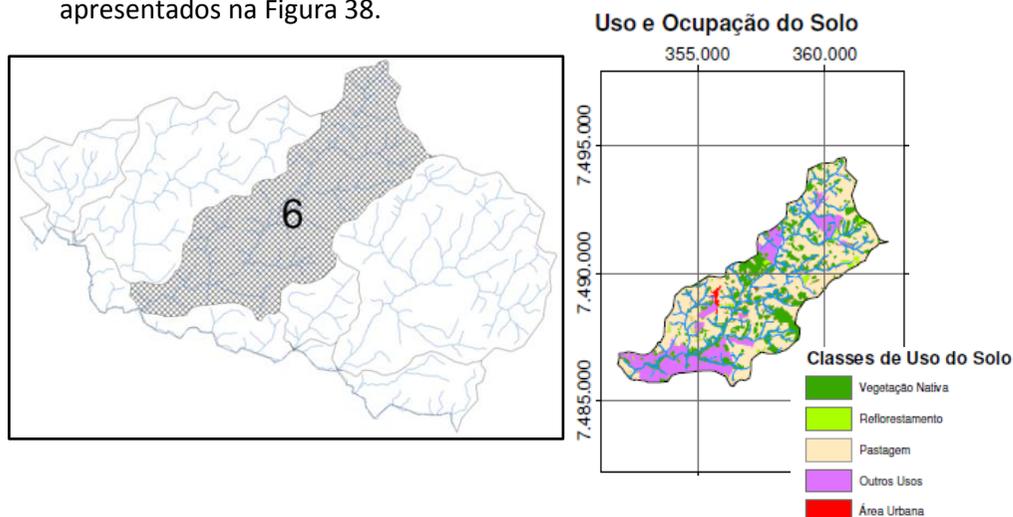


Figura 37: Localização da bacia hidrográfica em relação ao município de Toledo e uso do solo na bacia.

A ocupação predominante nesta bacia hidrográfica são áreas de pastagens (54,65%), seguida de áreas de vegetação nativa ocupando 27,04% da área total da bacia. O percentual relacionado a outros usos é de 15,84% e a ocupação por reflorestamento e área urbana, de 2,06% e 0,41%, respectivamente. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão apresentados no gráfico da Figura 38.

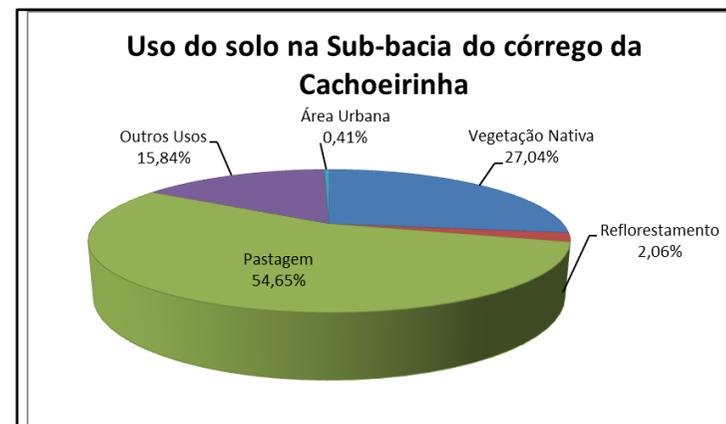


Figura 38: Distribuição relativa do uso do solo na subbacia do córrego da Cachoeirinha.

Nas APPs da bacia do Córrego a Cachoeirinha, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 54,67% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 34,65% da APP desta bacia. As áreas com outros usos ocupam aproximadamente 8,20%, reflorestamento 2,24% e a área urbana 0,25%. A Figura 39 apresenta uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

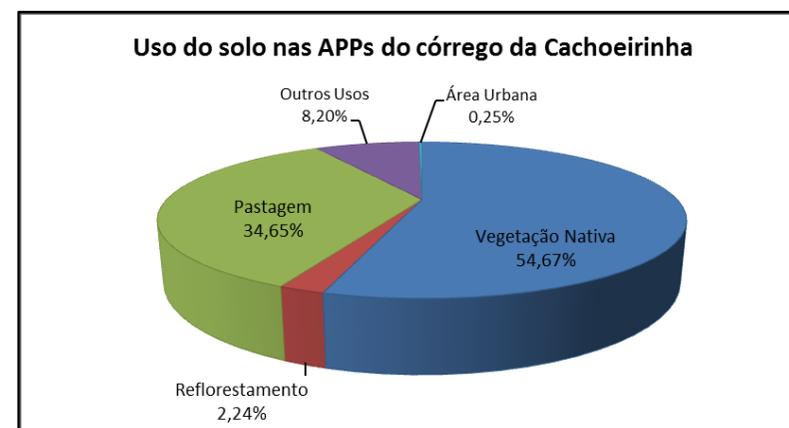


Figura 39: Uso do solo nas APPs do córrego da Cachoeirinha.



Uso do solo na bacia do Córrego do Marmeleiro



Uso do solo na bacia do Córrego da Cachoeirinha



Uso do solo na bacia dos Afluentes diretos do rio Camanducaia

### 3.4 Usos e Demandas de água

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

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 Toledo.**

Tipo de uso	Número de usuários
Industrial	1
Abastecimento Público	1
Outros	0
Total	2

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 Toledo, tanto os serviços de abastecimento de água, como o de esgotamento sanitário, são de responsabilidade da COPASA – Cia de Saneamento de Minas Gerais, que por sua vez, assumiu a responsabilidade recente pela questão do tratamento dos esgotos. A seguir se apresenta uma breve descrição da situação atual do saneamento do Município:

**Zona Urbana:** O abastecimento de água do município é realizado através de uma captação direta do Rio Camanducaia, 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. O esgoto coletado é lançado diretamente em 06 pontos de lançamento, todos no Rio Camanducaia.

**Bairros isolados:** Nestes pequenos bairros isolados, toda a questão do saneamento é feita pelos próprios moradores (recebendo apoio da Prefeitura), através de captações nas minas d'água, abundantes na região. Não há rede coletora de esgoto nestes bairros.



Figura 40: Pontos de lançamento de esgoto - Toledo, MG



Figura 41: Local da captação para abastecimento público- Toledo, MG

## 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 42: Cultura de vagem e milho - irrigada em bairro rural, Toledo.



Figura 43: Culturas temporárias irrigadas em Toledo, 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 Toledo, existem apenas pequenas indústrias instaladas.

### 3.4.2 Demandas de água superficial

A estimativa da demanda hídrica no município de Toledo 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	14,40	21
Abastecimento Público	54,00	79
Outros	0	0
Total	68,40	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 Toledo é de aproximadamente 69 m<sup>3</sup>/h. Em termos de uso, tem-se que 79% da demanda representando o uso urbano (abastecimento público). Outros usos representam 21% (industrial).

### 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.

Para o município de Toledo, não há captações subterrâneas cadastradas na base de dados consultada.

### 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 Toledo, as quais pertencem a bacia hidrográfica do Rio Camanducaia. O Quadro 13 apresenta as 6 bacias hidrográficas do município, indicando às bacias principais a quais pertencem.

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

ID	Bacia Hidrográfica	Bacia Hidrográfica Principal
1	Córrego do Marmeleiro	Rio Camanducaia
2	Afluentes Diretos do Rio Camanducaia Mineiro	
3	Córrego do Campestre	
4	Córrego do Tamanduá	
5	Córrego Bela Vista	
6	Córrego da Cachoeirinha	

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 Toledo.

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 subbacia de Toledo.**

ID	Subbacia	AD (km <sup>2</sup> )	Vazões		
			$Q_m$	$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$
1	Córrego do Marmeleiro	576,11	427,51	317,24	185,54
2	Afluentes Diretos do Rio Camanducaia Mineiro	1.725,44	1.280,39	950,14	555,69
3	Córrego do Campestre	4.172,05	3.095,95	2.297,40	1.343,64
4	Córrego do Tamanduá	916,92	680,41	504,91	295,30
5	Córrego Bela Vista	2.708,48	2.009,88	1.491,47	872,29
6	Córrego da Cachoeirinha	3.512,81	2.606,74	1.934,38	1.131,33

$Q_m$  = 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.

As bacias hidrográficas aqui apresentadas se referem apenas as bacias hidrográficas presentes no município (afluentes diretos do Rio Camanducaia). A disponibilidade na calha do Rio Camanducaia (limite oeste do município) não foi computado. Apenas para efeito comparativo, a disponibilidade do Rio Camanducaia, no município de Toledo é superior a 12.000 m<sup>3</sup>/h. Todas as bacias hidrográficas do município de Toledo são afluentes do Rio Camanducaia.

A disponibilidade hídrica superficial para cada uma das bacias hidrográficas do município de Toledo, foi considerada com a  $Q_{7,10}$  calculada para cada uma delas, conforme apresentado no Quadro 14, resultando em uma disponibilidade aproximada de 7.500 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 Toledo da ordem de 7.500 m<sup>3</sup>/h, distribuídos pelos afluentes diretos do Rio Camanducaia.

O consumo total de água superficial no município é da ordem de 69 m<sup>3</sup>/h e está concentrado no Rio Camanducaia (onde existe a captação superficial da COPASA). Desta forma, a utilização de água no município é de apenas 1% da disponibilidade total.

### 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 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 <sub>5,20</sub> é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C. Valores altos de DBO <sub>5,20</sub> , num corpo d'água são provocados geralmente pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos.

Parâmetro	Descrição
Nitratos (mg/L NO3)	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 PO4)	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 município de Toledo há 3 (três) estações para o monitoramento de água realizado pelo IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 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 Gardinha, a jusante da confluência com o córrego Tamanduá.	Toledo
PJ015	Rio do Gardinha, a montante da cidade de Toledo.	
PJ018	Rio do Gardinha, a jusante da cidade de Toledo.	

O Quadro 17 apresenta os resultados obtidos para o índice de qualidade de água (IQA) para as 7 (sete) Estações de monitoramento de água superficial encontradas nas bacias Piracicaba/Jaguari.

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 Gardinha, localizado no município de Toledo.

Em relação à contaminação por tóxicos, nota-se que das 3 (três) estações de monitoramento localizadas no Rio Gardinha, 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.

Observa-se que 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.

**Quadro 17. Resultados obtidos para o índice de qualidade de água (IQA) nos pontos monitorados nas bacias Piracicaba/Jaguari.**

Corpo d'água	UPGRH	Estação	Classe	Parâmetros que não atenderam ao limite legal	Percentual de violação do parâmetro (%)		Amostragem 2012		Possíveis fontes de Poluição
				(DN COPAM / CERH - 01/2008)	1º Trimestre	2º Trimestre	1º Trimestre	2º Trimestre	
Rio Jaguari	PJ1	PJ021	Classe 2	Coliformes termotolerantes	15.900,0	10,0	160.000,0	1.100,0	Esgoto sanitário do Distrito de Monte Verde, Silvicultura.
				Fósforo Total	60,0	–	0,2	–	
Rio Camanducaia	PJ1	PJ003	Classe 2	Não houve violação	–	–	–	–	–
				PJ006	Classe 2	Alumínio Dissolvido	3,0	–	0,1
		Coliformes termotolerantes	3.400,0			400,0	35.000,0	5.000,0	
		Fenóis Totais	100,0			–	0,0	–	
		Fósforo Total	70,0			–	0,2	–	
		PJ009	Classe 2	Coliformes termotolerantes	1.200,0	1.200,0	13.000,0	13.000,0	Esgoto sanitário de Itapeva.
				Fenóis Totais	67,0	–	0,0	–	
				Fósforo Total	60,0	–	0,2	–	
Rio do Guardinha	PJ1	PJ012	Classe 2	Alumínio Dissolvido	8,0	–	0,1	–	Silvicultura, Pecuária, esgoto sanitário.
				Coliformes termotolerantes	1.600,0	120,0	17.000,0	2.200,0	
				Fenóis Totais	33,0	–	0,0	–	
				Ferro Dissolvido	25,0	–	0,4	–	
		PJ015	Classe 2	Coliformes termotolerantes	1.300,0	70,0	14.000,0	1.700,0	Pecuária, Silvicultura.
				Fenóis Totais	33,0	–	0,0	–	
		PJ018	Classe 2	Coliformes termotolerantes	250,0	4.900,0	3.500,0	50.000,0	Esgoto sanitário de Toledo.

### 3.10 Identificação do grau de necessidade de recuperação de APP

A necessidade de recuperação de vegetação nas APP's do município de Toledo é bastante significativa. Segundo os dados levantados no estudo de Uso e Ocupação do Solo, o percentual de APP's ocupada por vegetação nativa no município é de 48%.

Das APP's ocupadas por outros usos (que representam 52% do total de APP's), predominam as áreas ocupadas por pastagens e por outros usos (agricultura).

As áreas a serem recuperadas, somam no município inteiro uma área de 1.050 ha, já incluídas as áreas urbanas que ocupam cerca de 06 ha de APP. Nesta área, ocupada principalmente pela área central de Toledo, a recuperação é praticamente impossível. A necessidade de recuperação das APP's também foi dividida por bacia hidrográfica, conforme apresentado.

**Quadro 18. Necessidade de recuperação das APP's no município de Toledo.**

Bacia Hidrográfica	APP Total	Vegetação	Área a recuperar	% Área a recuperar
1 - BH Córrego do Marmeleiro	93,57	26,29	67,28	46%
2 - BH dos Afluentes Diretos do Rio Camanducaia Mineiro	291,70	148,08	143,62	54%
3 - BH do Córrego do Campestre	587,22	285,04	302,18	56%
4 - BH do Córrego do Tamanduá	161,04	71,58	89,46	44%
5 - BH do Córrego Bela Vista	338,93	145,28	193,65	34%
6 - BH do Córrego da Cachoeirinha	560,65	306,50	254,16	46%

### 3.11 Identificação das áreas prioritárias para recomposição florestal

Em função da elevada área a ser recuperado no município de Toledo (1.050 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 APP's, o montante a ser investido é da ordem de 5,25 milhões de reais de investimentos.

- As App'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 (predomínio das áreas), 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 a bacia hidrográfica do Córrego do Campestre, que apresenta menos da metade da APP preservada e seu trecho final de situa na área urbana do município, agravando os problemas relacionados a enchentes.

### 3.12 Hierarquização das bacias hidrográficas

O processo de hierarquização das bacias hidrográficas consiste numa classificação das 6 bacias hidrográficas, em uma ordem de importância, com base em alguns critérios definidos: (a) percentual de uso do solo ocupado pela mancha urbana; (b) percentual de vegetação remanescente na bacia hidrográfica; (c) percentual de vegetação existente nas APP's; (d) relação nascentes/km<sup>2</sup>.

Para esta hierarquização, considerou-se as 6 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 44, em ordem decrescente de conservação, conforme apresentado.

Com base nos dados apresentados no Quadro 19 e na Figura 44, nota-se que as bacias hidrográficas ambientalmente melhores do município são as bacias do Córrego da Cachoeirinha (1); Afluentes diretos do Rio Camanducaia (2) e Córrego do Campestre (3). Já as bacias com maiores problemas são: Córrego Bel Vista (04); Córrego do Tamanduá (5) e Córrego do Marmeleiro (6).

A Figura 45 apresenta as 3 bacias mais bem classificadas na hierarquização (melhores) e as 3 bacias piores ranqueadas.

As metas e ações 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.**

ID	Nome da Bacia Hidrográfica	Área (ha)	% Floresta reman.n.te	% Floresta reman.n.te na APP	% de área urbana	Nascentes /km2	Nota Final	Ranking
1	Córrego do Marmeleiro	576,11	20,82	28,10	0,05	3,12	387	6
2	Afluentes Diretos do Rio Camanducaia Mineiro	1.725,44	34,31	50,77	2,15	2,72	299	2
3	Córrego do Campestre	4.172,05	31,69	48,54	0,35	2,35	302	3
4	Córrego do Tamanduá	916,92	19,34	44,45	0,00	3,71	343	5
5	Córrego Bela Vista	2.708,48	21,11	42,86	0,00	2,25	338	4
6	Córrego da Cachoeirinha	3.512,81	27,04	54,67	0,41	3,47	297	1

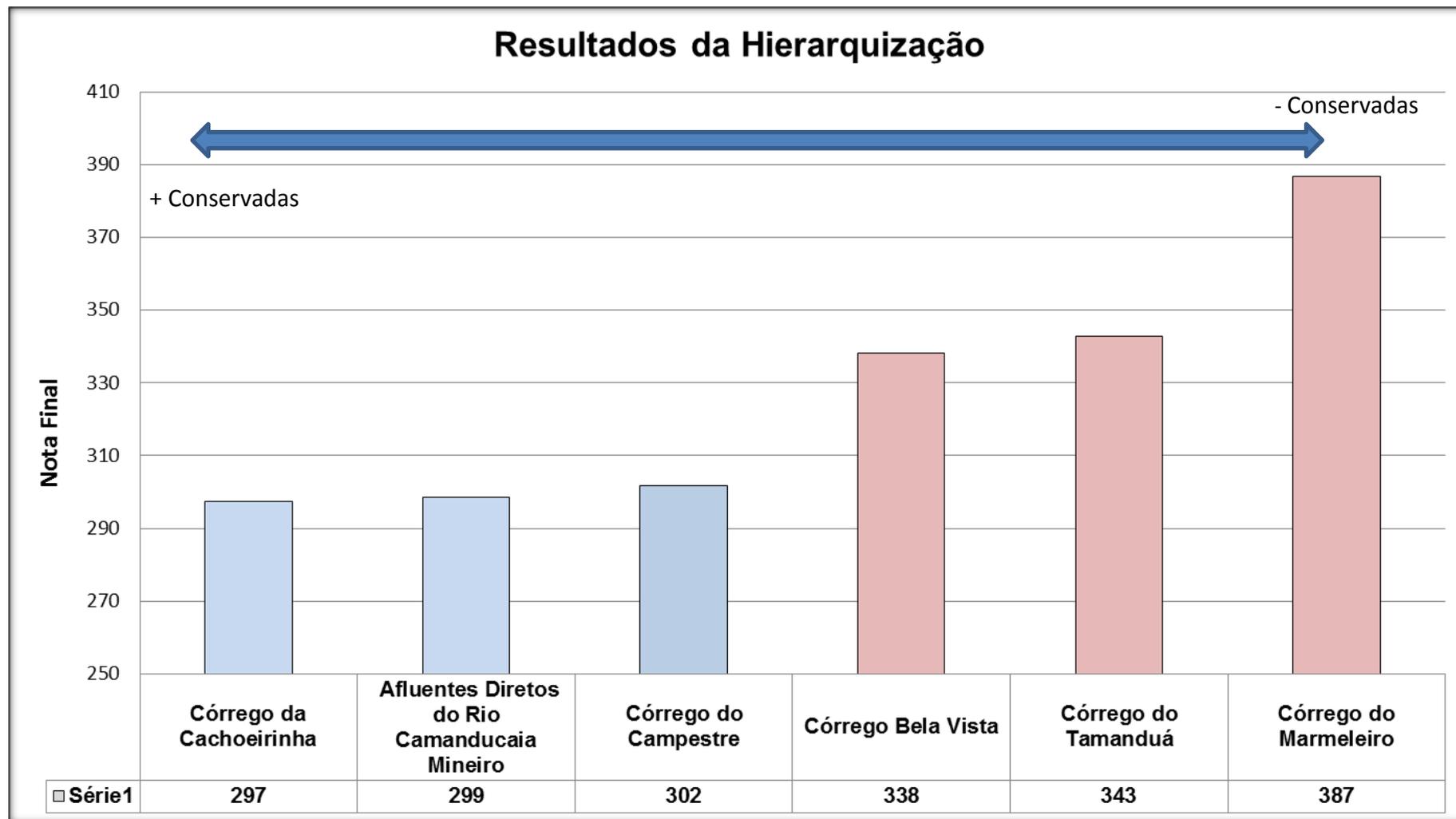


Figura 44: Resultados da hierarquização das bacias hidrográficas

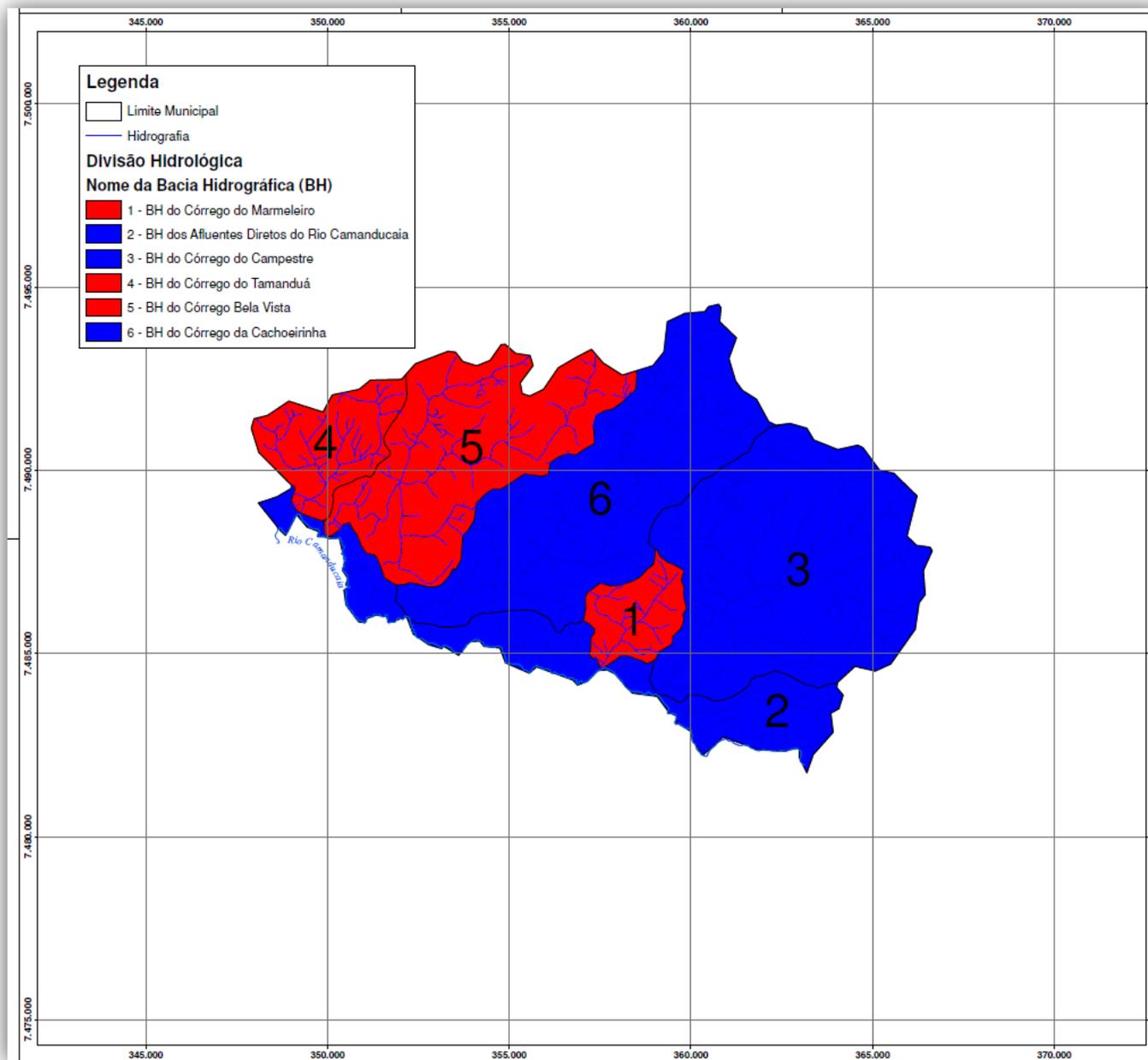


Figura 45: Localização espacial das 3 melhores (em azul) e 3 piores (em vermelho) bacias hidrográficas.

## 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 Toledo 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.

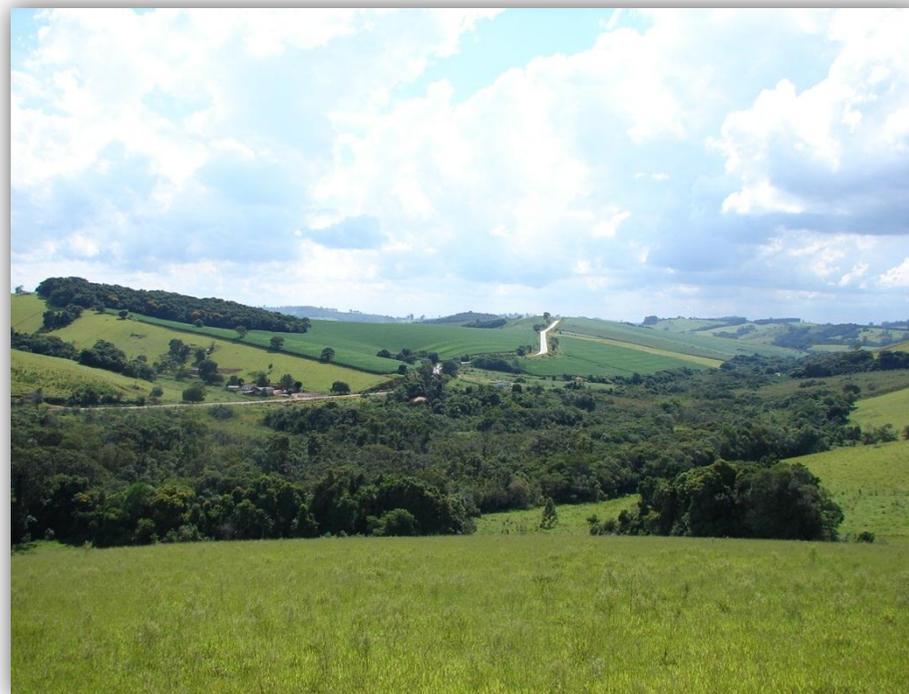


Figura 46: Diversidade do uso do solo no município de Toledo.

#### 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 apresentada pelo IBGE apontou a redução no índice de crescimento de 11,96% para o período de 1991-2000 e de 10,38% para o período de 2000-2010. Esta redução é observada como uma tendência em toda a Bacia PCJ. Para as estimativas futuras da população foram realizadas estimativas de crescimento adotando uma taxa média geométrica calculada (TGCA) igual a 1,08% a.a. A divisão de população urbana e rural foi obtida a partir da taxa de urbanização atual, isto é, 61,99% para população urbana e 38,01% para a população rural (Quadro 20 e Figura 47).

Quadro 20. Projeção da população para 2020

Ano	População Total	População Urbana	População Rural
2013	5.909	3.663	2.246
2014	5.973	3.703	2.270
2015	6.038	3.743	2.295
2016	6.103	3.783	2.320
2017	6.169	3.824	2.345
2018	6.236	3.866	2.370
2019	6.303	3.907	2.396
2020	6.371	3.950	2.422

Fonte: IBGE, 2010.

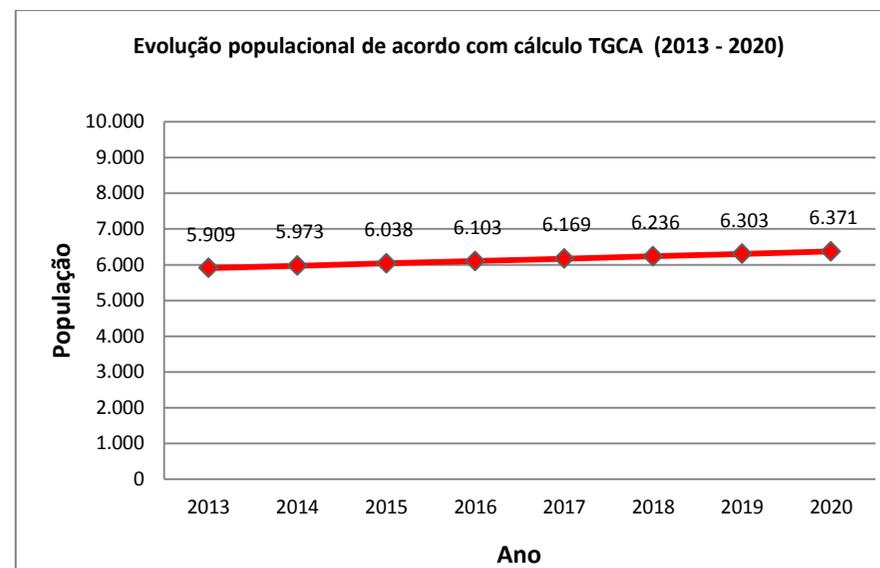


Figura 47: Evolução populacional (2013-2020).

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

O setor indústria de transformação, 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 - EXTRATIVA MINERAL	1	0,45%	0	0,00%	1	0,20%
2 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	113	50,90%	116	40,70%	229	45,17%
3 - COMERCIO	30	13,51%	29	10,18%	59	11,64%
4 - SERVICOS	3	1,35%	19	6,67%	22	4,34%
5 - ADM PUBLICA	71	31,98%	120	42,11%	191	37,67%
6 - AGROPECUARIA	4	1,80%	1	0,35%	5	0,99%
Total	222	100,00%	285	100,00%	507	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 Toledo está baseada em duas atividades principais: silvicultura e pecuária, que soma 58,86% da área do município, conforme ilustra divisão do uso do solo apresentado na Figura 48.

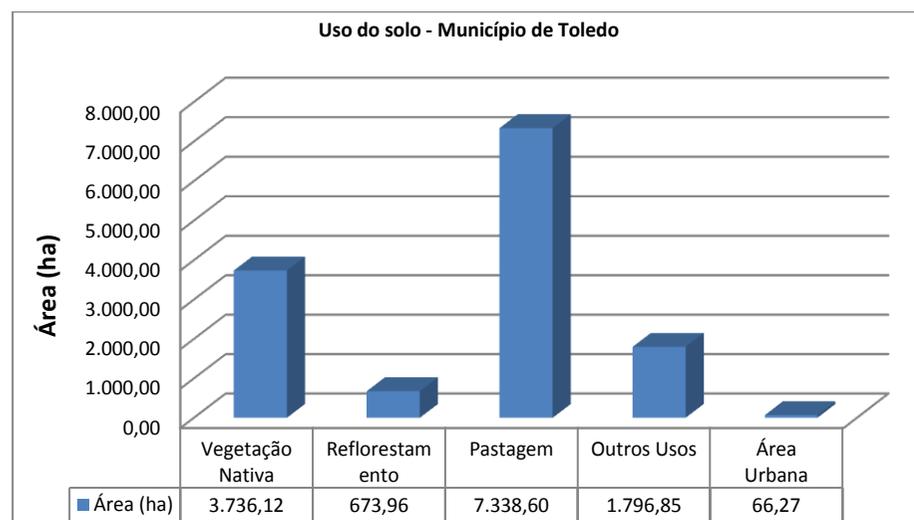


Figura 48: Uso do solo no município de Toledo.

A atividade de aquicultura na região é pouco desenvolvida, porém apresenta grande potencial para desenvolvimento, uma vez que há abundância de recursos hídricos, além do grande potencial turístico da região.

Na atividade de Turismo e Lazer, destacam-se principalmente trilhas que levam a cachoeiras, como exemplo a cachoeira do Moinho e do Pinhal Grande. Outro ponto bastante visitado é a Pedra Limpa, identificado como um local estratégico de onde é possível visualizar as cidades ao redor.

Até 2020, estima-se que o setor mantenha um crescimento sustentável, com um maior nível de profissionalização e qualificação dos prestadores de serviços, agregando valor ao município.

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é uma atividade que remunera o produtor rural que mantém as nascentes e áreas de preservação permanente (APP's) preservadas. Até 2020 estima-se que o município esteja com todo o programa formatado e implantado em uma bacia piloto. Salienta-se que a Bacia proposta para implantação é a Bacia Hidrográfica do Córrego Campestre, que possui menos da metade da APP preservada e seu trecho final fica na área urbana do município aumentando os riscos de enchente.

#### 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 para o aterro construído no município e que deverá estar inteiramente legalizado.

**Abastecimento de água** – O abastecimento urbano do município é feito pela captação direta do Rio Camanducaia. A COPASA possui outorga para captação e neste ponto a disponibilidade hídrica é satisfatória e atende a demanda atual bem como as previsões futuras, dado o baixo aumento populacional. O abastecimento de água já atinge toda a área urbana do município. Nos bairros isolados toda a questão de saneamento é feita pelos próprios moradores através da captação de água subterrânea, porém está em trâmite uma licitação para a contratação de Projetos para equacionar

esta situação em vários bairros isolados através dos recursos oriundos do Comitê PCJ. Assim até 2020 estima-se que a administração pública deva finalizar os projetos de melhorias no abastecimento nesses bairros.

**Coleta de esgoto** – O município já atingiu 100% de coleta de esgoto tanto na área urbana quanto na área rural. Para o cenário de 2020 estima-se que os problemas com o descarte desses resíduos sejam solucionados.

**Tratamento de esgoto** - A prefeitura municipal está em negociação com a COPASA para que esta assuma a responsabilidade recente pela questão do tratamento do esgoto. O tratamento ainda é inexistente e é lançado in natura em seis pontos do Rio Guardinha. Os trabalhos para construção de uma ETE ainda estão em fase inicial (estudo de alternativas – Projetos básicos). Sendo assim estima-se que até 2020 o município já tenha 100% de esgoto tratado.

Devido à baixa industrialização do município, não há indícios de áreas contaminadas no município, mas existem pontos de atividades potencialmente poluidoras, como exemplo a tinturaria e o abatedouro.

Os problemas de erosão e assoreamento no município são bastante raros, ocorrendo apenas em locais onde são realizadas atividades agrícolas sem técnicas adequadas de conservação do solo. Durante os trabalhos de campo, os principais problemas identificados foram observados nas áreas de cultura de hortaliças. Não há tendência de aumento deste problema.

As inundações no município estão ligadas ao Córrego do Campestre, que apresenta menos da metade da APP preservada e seu trecho final está situado na área urbana do município, agravando os problemas com enchentes e inundações.

#### **4.1.3 Projeções institucionais e legais**

O município não possui legislação relacionada aos recursos hídricos, nem lei instituindo a Política Municipal de Gestão de Recursos Hídricos. Até o ano de 2020, o município deverá possuir uma legislação específica sobre recursos hídricos (Política Municipal da Gestão dos Recursos Hídricos), com seus respectivos instrumentos implantados (Plano Diretor, Relatórios de Situação, SMIA e Fundo específico para este tema).

Além disso, após a conclusão do Plano Diretor de Macrodrenagem, o Plano Diretor do município deverá ser revisto, englobando as recomendações do plano.

#### **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**

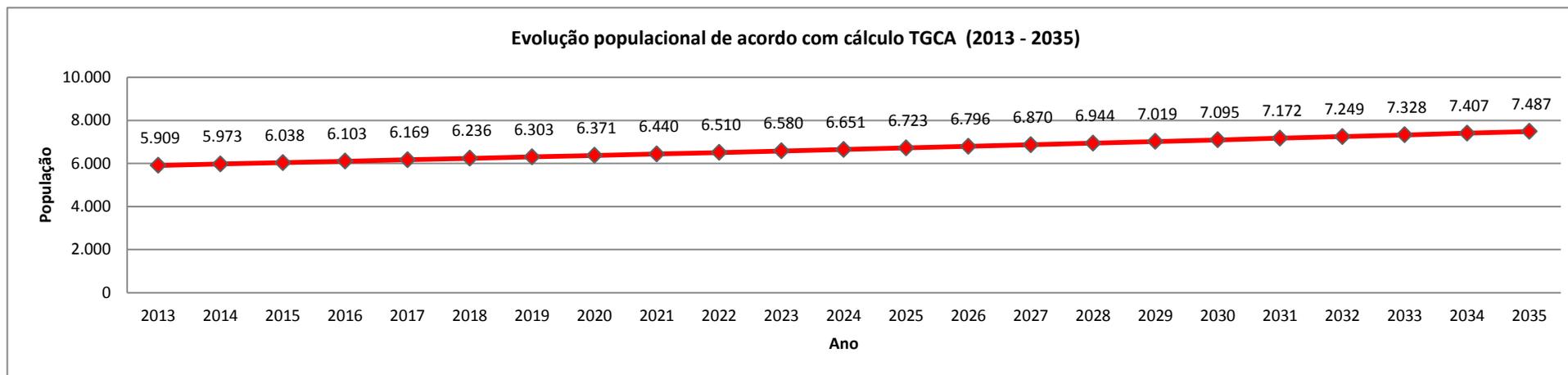
A projeção populacional estimada para 2035 é de 7.487 habitantes, isto é, 26,7% em relação ao ano de 2013, adotando uma taxa média geométrica calculada (TGCA) igual a 1,08% a.a. A divisão de população urbana e rural foi obtida a partir da taxa de urbanização atual, isto é, 61,99% para população urbana e 38,01% para a população rural, conforme ilustra o Quadro 22 e a Figura 49.

**Quadro 22. Projeção da população para 2035.**

Ano	População Total	População Urbana	População Rural
2013	5.909	3.663	2.246
2014	5.973	3.703	2.270
2015	6.038	3.743	2.295
2016	6.103	3.783	2.320
2017	6.169	3.824	2.345
2018	6.236	3.866	2.370
2019	6.303	3.907	2.396
2020	6.371	3.950	2.422
2021	6.440	3.992	2.448
2022	6.510	4.035	2.474
2023	6.580	4.079	2.501
2024	6.651	4.123	2.528
2025	6.723	4.168	2.556
2026	6.796	4.213	2.583
2027	6.870	4.258	2.611
2028	6.944	4.305	2.639
2029	7.019	4.351	2.668
2030	7.095	4.398	2.697
2031	7.172	4.446	2.726
2032	7.249	4.494	2.755
2033	7.328	4.542	2.785
2034	7.407	4.591	2.815
2035	7.487	4.641	2.846

Fonte: IBGE, 2010.

**Figura 49: Evolução populacional (2013-2020)**



A tendência para o desenvolvimento econômico do município de Toledo está na combinação de indústrias (de baixo potencial poluidor), silvicultura (adaptadas as condições naturais) e o setor de serviços ligados ao turismo e lazer. O município pode ser atrativo para diversas indústrias por se localizar próximo a divisa do Estado de São Paulo, bem como grande disponibilidade de áreas. As atividades ligadas à silvicultura tendem a se manter com uma importante atividade agrícola no município.

A tendência é que até o ano de 2035, o PSA já seja uma realidade na zona rural do município de Toledo, 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 Toledo 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. Quanto aos problemas de inundação até o ano de 2035, as ações previstas no Plano Diretor de macrodrenagem deverão estar implementadas, minimizando os problemas de enchentes no município.

## 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 10,33 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	50.000,00	PM Toledo
M.2	Saneamento	M.2.1	Atingir o índice de 100% de tratamento de esgoto na área urbana	6.000.000,00	PM Toledo
		M.2.2	Implantar os projetos de coleta e tratamento alternativos de esgoto nos bairros isolados	2.000.000,00	PM Toledo
		M.2.3	Implantação de coleta seletiva e usinas de triagem de resíduos	-	PM Toledo
		M.2.4	Realizar o Plano Municipal de Saneamento Básico	100.000,00	PM Toledo
M.3	Recuperação de nascentes e APP's	M.3.1	Elaboração de um estudo técnico sobre a viabilidade de implantação do programa conservador de águas, até o ano de 2014, com elaboração de projeto piloto em uma micro-bacia do Rio da Gardinha.	180.000,00	PM Toledo
		M.3.2	Implantação de um projeto piloto com base nas orientações elencadas pelo estudo técnico.	2.000.000,00	PM Toledo
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 Toledo
		M.4.2	Manter um arquivo das informações georreferenciadas (mapeamentos, levantamentos, etc) realizadas após a publicação deste plano.	-	PM Toledo
		M.4.3	Elaboração de legislação relacionada a Recursos Hídricos no município – Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos	-	PM Toledo
		M.4.4	Atualização do Plano Diretor do Município contemplando as recomendações apresentadas no Plano de Saneamento Básico	-	PM Toledo
		M.4.5	Implementar, em parceria com a EMATER um programa de manejo de solo e água.	-	PM Toledo/EMATER

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

O cenário tendencial traçado corrobora para a tendência natural à preservação ambiental do município de Toledo, haja vista 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, preveem-se duas grandes ações para combater os grandes problemas do município: a falta de saneamento na área urbana e rural do município, e a remuneração dos produtores rurais que preservem suas propriedades, aliando a geração de renda com a conservação 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
<b>MT.1</b>	Projetos e Obras de Drenagem	<b>MT.1.1</b>	Execução de 100% das obras de intervenção previstas do Plano de Saneamento do município	10.000.000,00	PM Toledo
<b>MT.2</b>	Nascentes e APP's	<b>MT.2.1</b>	Implantação plena do programa de PSA – “Pagamentos por serviços Ambientais”, que deverá ser estruturado com base nos resultados no Projeto Piloto.	20.000.000,00	PM Toledo

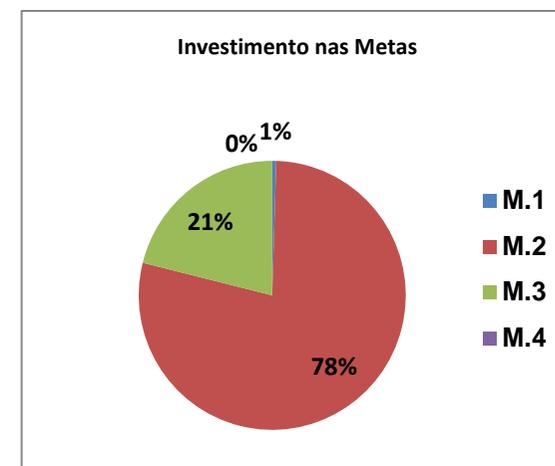
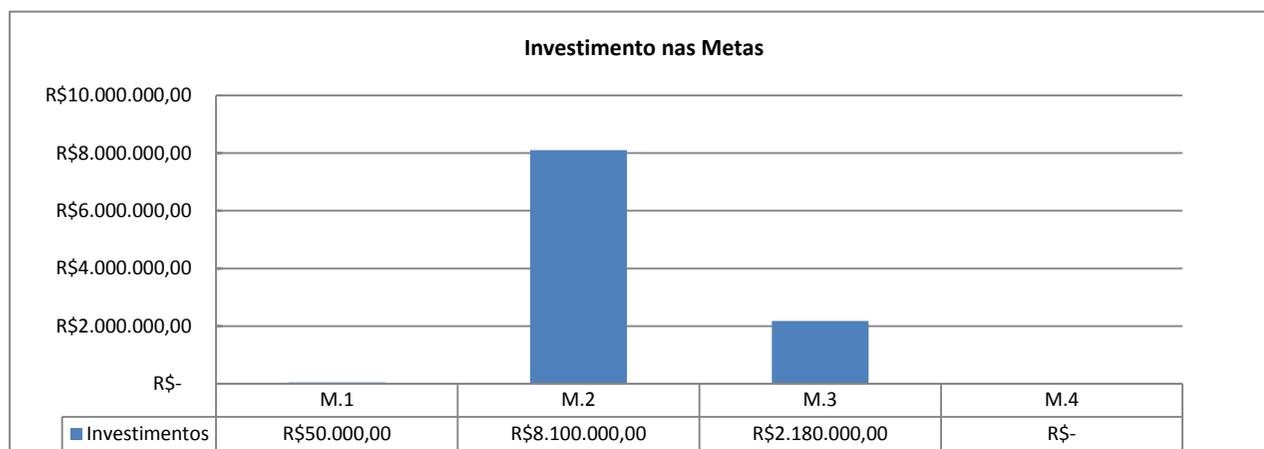
# 6. Síntese dos Custos Envolvidos no Plano de Metas e Ações

De acordo com o Plano de Investimentos definidos para alcançar as metas propostas, o montante empregado em esgotamento sanitário corresponde a 78% do total (M.2). A composição dos custos de metas e ações para implantação do PMRH-Toledo deflagra o alto investimento necessário para a questão dos esgotos sanitários (M.2 – Esgotamento Sanitário), cuja responsabilidade atual é da Prefeitura Municipal. Outra área que merece destaque é Recuperação de Nascentes e APP's (M.4) que irá consumir 21% dos recursos.

Já para o cenário tendencial, o plano apresenta uma estimativa de investimento da ordem de 30 milhões de reais, sendo 10 milhões para a elaboração de obras de combate a enchentes no município, que se apresenta como um problema crônico. Este valor se refere a uma estimativa

e deverá ser mais bem detalhado e orçado quando da finalização do Plano Diretor de Saneamento Básico, que faz parte do plano de metas do cenário provável (Meta M.2.5).

Outro grande investimento previsto é a implantação plena do PSA, com investimentos estimados em 20 milhões de reais. Este valor também é estimado. A efetiva implantação deste programa no cenário tendencial dependerá dos resultados obtidos no projeto piloto, prevista no Plano de Metas para o cenário provável (M.3.2), 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, principalmente a SABESP, que é a maior consumidora de água.



## 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 e financiamentos.

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 deverá ser responsável pela maior parte dos investimentos necessários, caso assumida a concessão do esgoto no município 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 são só por sua rentabilidade, mas também pela melhoria no serviço proposto.

Nota-se que o município teve acesso a linhas de financiamento de R\$100.812,11 (cem mil, oitocentos e doze reais e onze centavos) no período analisado. Este recurso foi destinado a projetos de esgotamento sanitário, uma das maiores demandas do município. Estes recursos já levantados pela prefeitura são bastante irrisórios se comparado a necessidade de investimento contemplada neste plano que prevê investimento da ordem de 9,4 milhões de reais somente na questão do saneamento (M.2).

Desta forma, a prefeitura deverá acessar os recursos disponíveis no Comitê PCJ para viabilizar a elaboração de projetos que serão utilizados para buscar recursos em outras esferas (recursos do Estado e da União).

**Quadro 23. Recursos assegurados 2007 - 2012**

Área	Sub-Área	Valor (R\$)	Valor (R\$)
ESGOTO	Tratamento (ETE, SES)	-	102.812,11
	Rede coletora	-	
	PMSB, Projetos básico e executivo.	102.812,11	
	Transporte (emissários, elevatória, coletor tronco, interceptores, linhas de recalque)	-	
PERDAS	Macro e Micro medição, setorização,	-	-
	Uso racional e Plano	-	
ÁGUA (Sist. Abastecimento)	ETA, Reservatórios, captações, adutoras, estação elevatórias, redes, PMRH.	-	-
RESÍDUO	Aterros, tratamento, coleta, drenagem, equipamentos para triagem,	-	-
DRENAGEM	Canalização, Pq. Linear, GAP,	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>100.812,11</b>	<b>100.812,11</b>

## 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 nos municípios abordados 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 50 apresenta a estrutura e o conteúdo do BDG elaborado paralelamente a este projeto.

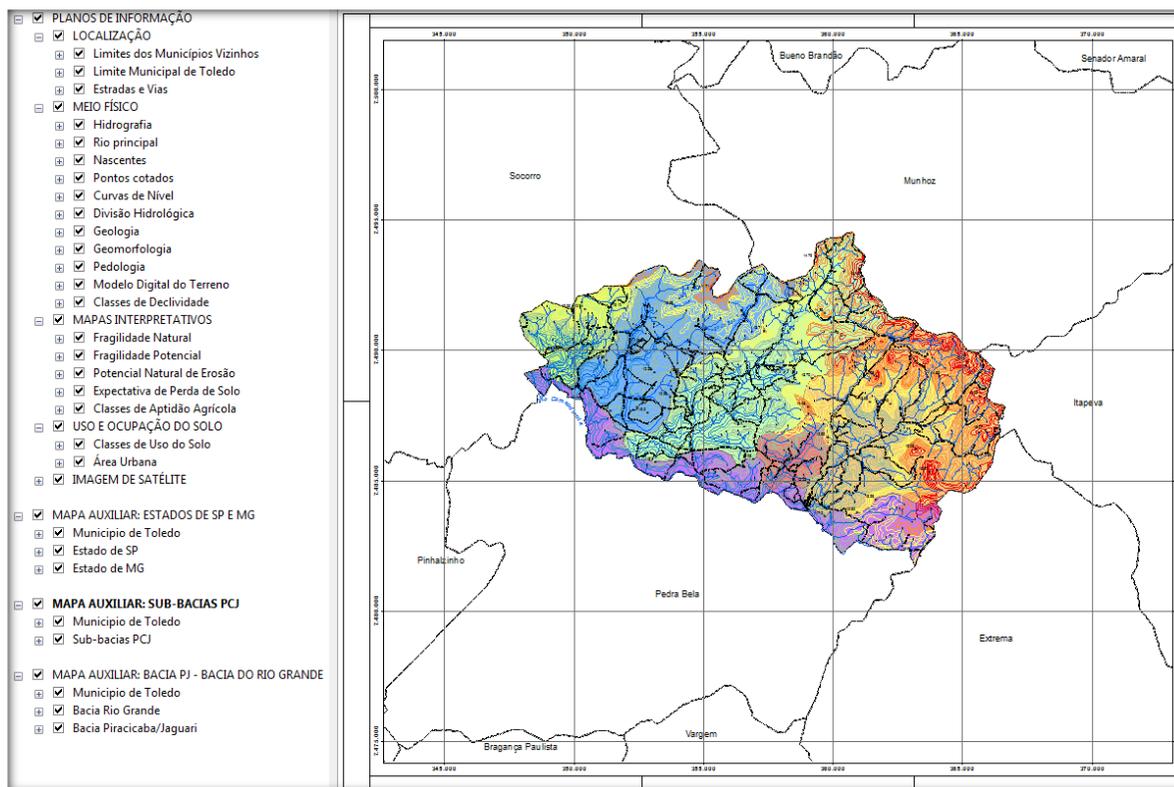


Figura 50: Estrutura e organização do BDG do município de Toledo.

## 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-pagprincarreca10.htm](http://www.fazenda.mg.gov.br/governo/receita_estado/evolucaoreceita/2010/receitaconsolidadamunicipio/icmsoutrasreceitas/marco-pagprincarreca10.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.