

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PRELIMINAR DE NOVO  
GAMA, GOIÁS, PARA PROPOR MEDIDAS DE  
PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DO  
RIBEIRÃO PAIVA**

**BÁRBARA TOBIAS DA FONSECA  
LUCIANA BORGES DA COSTA**

**ORIENTADOR: CONCEIÇÃO DE MARIA ALBUQUERQUE**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 2 EM ENGENHARIA  
AMBIENTAL**

**BRASÍLIA / DF: JUNHO / 2016**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PRELIMINAR DE NOVO  
GAMA, GOIÁS, PARA PROPOR MEDIDAS DE  
PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DO  
RIBEIRÃO PAIVA**

**BÁRBARA TOBIAS DA FONSECA  
LUCIANA BORGES DA COSTA**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**APROVADA POR:**

---

**CONCEIÇÃO DE MARIA ALBUQUERQUE ALVES, PhD - UnB  
(ORIENTADOR)**

---

**Lenora Nunes Ludolf Gomes, Doutora - UnB  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**Ricardo Tezini Minoti, Doutor - UnB  
(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, 30 de junho de 2016.**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

DA FONSECA, BÁRBARA TOBIAS  
DA COSTA, LUCIANA BORGES

Proposta para Recuperação de Nascentes do Ribeirão Paiva, Novo Gama – GO.  
2016

103 p. (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Ambiental, 2016)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Degradação Ambiental
2. Recuperação de nascentes urbanas
3. Ribeirão Paiva
4. Novo Gama

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

FONSECA. B.T.; COSTA, L.B. (2016). Diagnóstico Ambiental Preliminar de Novo Gama, Goiás, para Propor Medidas de Proteção e Recuperação de Nascentes do Ribeirão Paiva. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 103 p.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DOS AUTORES: Bárbara Tobias da Fonseca  
Luciana Borges da Costa

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Diagnóstico Ambiental Preliminar de Novo Gama, Goiás, para Propor Medidas de Proteção e Recuperação de Nascentes do Ribeirão Paiva. GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Ambiental / 2016

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Bárbara Tobias da Fonseca

---

Luciana Borges da Costa

## RESUMO

O processo de desenvolvimento urbano desordenado e sem planejamento tende a criar condições ambientais inadequadas e com impactos negativos para a fauna, a flora, os recursos naturais e a população. Em decorrência do crescimento populacional acelerado que vem ocorrendo no município de Novo Gama, Goiás, diversos impactos socioambientais são verificados ao longo da cidade, entre eles a degradação das nascentes do Ribeirão Paiva, as quais serão estudadas no presente trabalho. Nesse contexto, serão identificados os principais fatores que contribuem para a degradação de cinco dessas nascentes, a partir do diagnóstico ambiental do município como um todo e de cada nascente específica. Assim, as nascentes serão avaliadas quanto aos tipos e graus de degradação e as principais fontes de degradação e, com base nisso, serão propostas medidas e ações de preservação e recuperação dessas nascentes e de suas APPs. Dentre essas medidas, que podem ser classificadas com estruturais e não estruturais (de gestão ambiental), citam-se o isolamento das nascentes, a revegetação da bacia de contribuição, programas de educação ambiental e melhorias nos sistemas de saneamento da cidade, principalmente no que se refere aos resíduos sólidos, esgotamento sanitário e drenagem urbana. Acredita-se que, a partir dessas medidas, haverá um melhoramento significativo da qualidade das nascentes e de suas APPs, favorecendo a qualidade ambiental das áreas urbanas e a qualidade de vida da população desse município.

Palavras-chave: degradação ambiental, recuperação de nascentes urbanas, Ribeirão Paiva, Novo Gama

# Sumário

<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 – OBJETIVOS</b> .....	13
<b>3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
<b>3.1 – URBANIZAÇÃO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL</b> .....	14
3.1.1 – Aspectos Gerais .....	14
3.1.2 – Mata Ciliar e de Galeria .....	14
3.1.3 – Poluição .....	16
3.1.4 – Interferências da urbanização no ciclo hidrológico .....	17
3.1.5 - Interferências da urbanização nas nascentes .....	19
<b>3.2 – GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS</b> .....	22
3.2.1 – Aspectos Gerais .....	22
3.2.2 – Planejamento e gestão socioambiental .....	23
<b>3.3 – NASCENTES</b> .....	24
3.3.1 – Conceito e Classificações .....	24
3.3.2 – Aspectos Legais .....	27
3.3.2.1 – Código Florestal e suas modificações - Lei 12.651/12 .....	28
3.3.2.2 - Lei 13.123/97 e os recursos hídricos no estado de Goiás .....	30
3.3.3 – Preservação e Recuperação de Nascentes .....	33
3.3.4 - Programas e práticas de revitalização ambiental .....	38
<b>4 - METODOLOGIA</b> .....	40
<b>5 - RESULTADOS</b> .....	44
<b>5.1 – CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO NOVO GAMA</b> .....	44
5.1.1 – Histórico .....	45
5.1.2 – Aspectos Socioeconômicos .....	45
5.1.3 – Aspectos Demográficos .....	45
5.1.4 – Ocupação e uso do solo .....	48
5.1.5 – Saneamento .....	50
5.1.5.1 – Resíduos Sólidos .....	50
5.1.5.2 – Drenagem Urbana .....	52
5.1.5.3 – Esgotamento Sanitário .....	53
5.1.5.4 – Sistema de Abastecimento de Água .....	55
5.1.5.5 – Resumo do Sistema de Saneamento de Novo Gama .....	57
5.1.6 – Áreas de Risco .....	58
5.1.7 – Hidrografia .....	61
5.1.8 - Vegetação .....	63
<b>5.2 – CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS NASCENTES</b> .....	64
5.2.1 – Nascente 1 .....	65
5.2.2 – Nascente 2 .....	69
5.2.3 - Nascente 3 .....	72
5.2.4 – Nascente 4 .....	74

5.2.5 – Nascente 5 .....	77
<b>6 – CLASSIFICAÇÕES E ANÁLISES .....</b>	<b>80</b>
<b>6.1 – CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES .....</b>	<b>80</b>
6.1.1 – Quanto ao tipo de nascente.....	80
6.1.2 – Quanto ao grau de degradação.....	80
<b>6.2 – ANÁLISES .....</b>	<b>81</b>
6.2.1 – Quanto à legislação.....	81
<b>7 - PROPOSTAS E RECOMENDAÇÕES PARA PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DAS NASCENTES DO RIBEIRÃO PAIVA .....</b>	<b>82</b>
7.1 - PROTEÇÃO, ISOLAMENTO E SINALIZAÇÃO DA ÁREA DAS NASCENTES.....	83
7.2 - REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS DAS NASCENTES .....	84
7.3 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	85
7.4 – MONITORAMENTO AMBIENTAL.....	88
7.5 - ESGOTAMENTO SANITÁRIO E RESÍDUOS SÓLIDOS.....	89
7.6 – MEDIDAS SUSTENTÁVEIS DE DRENAGEM.....	90
7.6.1 – Medidas não-estruturais.....	91
7.6.2 – Medidas estruturais .....	91
7.7 – ÁREAS RECREACIONAIS E DE INTEGRAÇÃO AMBIENTAL .....	92
7.8 – ESTUDOS NA CASCALHEIRA JB.....	93
7.9 – RESUMO DE PROPOSTAS APLICÁVEIS PARA CADA NASCENTE .....	94
<b>8 – CONCLUSÃO .....</b>	<b>96</b>
<b>9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>97</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Remoção da mata ciliar em trechos do Ribeirão Paiva. Fonte: TERRACAP (2015).....	16
Figura 3.2 - Características do balanço hídrico numa bacia sem urbanização (a) e com urbanização (b). Fonte: TUCCI (2003).....	19
Figura 3.3 - Elementos da gestão urbana. Fonte: TUCCI (2008).....	22
Figura 3.4 – Visão integrada do planejamento dos aspectos da água no ambiente. Fonte: TUCCI; BERTONI (2003).....	24
Figura 3.5 - Desenho esquemático dos tipos de nascentes mais comuns: nascente de encosta, nascente de contato e nascente de rio subterrâneo (difusas). Fonte: CALHEIROS <i>et al.</i> (2009).....	26
Figura 4.1 - Diagrama da metodologia desenvolvida no presente trabalho.....	43
Figura 5.1 – Localização das nascentes em estudo. Fonte: Terracap (2015).....	44
Figura 5.2 - Evolução do Número de Habitantes no município de Novo Gama – 2000 – 2012. Fonte: IPEA (2013).....	46
Figura 5.3 – Evolução do crescimento populacional e expansão da área degradada pela Cascalheira JB nos anos 2002, 2008 e 2015 nas áreas próximas às nascentes 1, 2, 3, 4 e 5 do Ribeirão Paiva. Fonte: Google Earth (2016).....	47
Figura 5.4 - Macrozoneamento do município de Novo Gama com detalhamento da área de estudo. Fonte: Novo Gama (Cidade) (2013).....	49
Figura 5.5 - Porcentagem de população atendida por coleta de lixo em área urbana. Fonte: RIDE/DF(2015).....	50
Figura 5.6 - Foto de área próxima à nascente 1 do Ribeirão Paiva, Novo Gama, GO.Fonte:Arquivo Pessoal (2015).....	53
Figura 5.7 – Foto de erosão na nascente 2 do Ribeirão Paiva. Fonte: Arquivo Pessoal (2015).....	52
Figura 5.8 - Porcentagem de população atendida por rede geral e fossa séptica em área urbana. Fonte: RIDE/DF (2015).....	54

Figura 5.9 - Porcentagem de população atendida por fossa rudimentar e outros sistemas em área urbana. Fonte: RIDE/DF (2015).....	54
Figura 5.10 – Porcentagem da população atendida por rede geral de abastecimento de água. Fonte: RIDE/DF (2015).....	56
Figura 5.11 – Porcentagem da população atendida por poços ou nascentes. Fonte: RIDE/DF (2015).....	56
Figura 5.12 - Mapa de Infraestrutura de Saneamento, Novo Gama – GO. Fonte: Plano de Regularização Fundiária Sustentável – Município de Novo Gama (2013).....	57
Figura 5.13: Mapa de Relevo da Região de Novo Gama – GO. Fonte: USGS (2011).....	59
Figura 5.14: Mapa de Pedologia da Região de Novo Gama – GO. Fonte: SIEG (2005).....	59
Figura 5.15: Mapa de Vulnerabilidade da região de Novo Gama – GO (2016).....	60
Figura 5.16 – Bacia Hidrográfica do Rio Corumbá. Fonte: EPE (a), Delimitação do Município de Novo Gama e Hidrografia. Fonte: TERRACAP (b).....	62
Figura 5.17 – Foto da nascente 1 do Ribeirão Paiva. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).....	66
Figura 5.18 – Localização da nascente 1 e delimitação de sua APP de 50 metros.....	68
Figura 5.19 – Foto de acúmulo de lixo nas margens da nascente e ligação clandestina de esgoto. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).....	70
Figura 5.20 – Localização da nascente 2 e delimitação de sua APP de 50 metros.....	71
Figura 5.21 – Foto de captação de água da nascente. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).....	72
Figura 5.22 – Localização da nascente 3 e delimitação de sua APP de 50 metros.....	73
Figura 5.23 – Foto da nascente 4. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).....	74
Figura 5.24 – Foto de vazamento de rede de esgoto próximo à nascente 4. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).....	75
Figura 5.25 – Localização da nascente 4 e delimitação de sua APP de 50 metros.....	76
Figura 5.26 – Foto da nascente 5 – Vereda. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).....	77
Figura 5.27 – Foto de bomba de sucção na nascente 5. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).....	78
Figura 5.28 – Foto de vazamento de esgoto próximo à nascente 5. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).....	78
Figura 5.29 – Localização da nascente 5 e delimitação de sua APP de 50 metros.....	79

Figura 7.1 - Imagem de possível área de recreação e integração ambiental. Fonte: GOOGLE EARTH (2016) e Arquivo Pessoal (2016).....93

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 3.1 - Impactos ambientais urbanos e suas consequências para a dinâmica das nascentes impactos consequências gerais. Fonte: FELIPPE, M. F. (2009).....	21
Tabela 3.2 – Resumo da classificação de nascentes.....	26
Tabela 4.1 - Indicadores e parâmetros de degradação. Adaptado de POMPÊO e RIGOTTI (2011).....	41
Tabela 5.1 - Caracterização das áreas com interferência no Ribeirão Paiva. Adaptado de Plano de Regularização Fundiária Sustentável (2013).....	50
Tabela 5.2 - Riscos correspondentes a diferentes regiões do Novo Gama. Fonte: Plano de Regularização Fundiária Sustentável – Município de Novo Gama – GO (2013).....	58
Tabela 5.3- Gradientes de biomassa no cerrado Lato Sensu e suas características Fonte: COUTINHO, 1990.....	63
Tabela 5.4 - Caracterização das nascentes de acordo com indicadores e parâmetros pré-definidos.....	65
Tabela 6.1 – Classificação das nascentes visitadas. Fonte: Calheiros <i>et al.</i> (2009) e Paraná (2010).....	80
Tabela 6.2 – Classificação das nascentes em estudo quanto ao grau de degradação. Fonte: MOTTA; GONÇALVES (2015).....	80
Tabela 7.1 – Fatores de degradação e propostas para conservação e recuperação das nascentes.....	83
Tabela 7.2 – Resumos de propostas para proteção e recuperação das cinco nascentes do Ribeirão Paiva, Novo Gama - GO.....	95

## **LISTA DE ABREVIÇÕES**

APP – Área de Proteção Permanente BMP – Best Management Practices

CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DRENURBS - Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e Córregos em Leito Natural da Cidade de Belo Horizonte

EPA – Environmental Protection Agency

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDS – Índice de Desenvolvimento Sustentável

PIB – Produto Interno Bruto

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

ProNEA - Programa Nacional de Educação Ambiental

RIDE – DF – Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal

RIDE-DF – Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno

SANEAGO – Saneamento de Goiás

SEMARH-GO – Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás

SERPAJUS - Serviço de Paz, Justiça e Não-Violência

TERRACAP – Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

ZAE - Zona de Atividades Econômicas

ZAR – Zona de Adensamento Restrito

ZEE – Zoneamento Econômico Ecológico

ZEU - Zona de Expansão Urbana

ZPA - Zona de Proteção Ambiental

ZUM - Zona de Uso Misto

## **1 – INTRODUÇÃO**

O processo de ocupação do espaço urbano está historicamente relacionado à disponibilidade de água, seja para o consumo e higiene da população, como também para a possível eliminação de rejeitos, o que explica as inúmeras aglomerações urbanas que se iniciam próximas a corpos d'água. No entanto, alta demanda por habitação associada a restrições de poder aquisitivo da população e fragilidade de instituições governamentais responsáveis pelo ordenamento territorial têm impulsionado o surgimento e a expansão das cidades de forma acelerada e desordenada, não havendo um planejamento prévio e uma infraestrutura de saneamento adequada. Com isso, intensificase a degradação dos recursos hídricos, pois essa ocupação não planejada muitas vezes descumpra as legislações ambientais e leva ao aumento gradativo das fontes difusas e pontuais de poluição, interferindo não só na qualidade da água, como também no funcionamento do ciclo hidrológico como um todo.

Normalmente, as nascentes e mananciais são os primeiros a serem atingidos pelas fontes de poluição decorrentes da expansão dos centros urbanos. Além de serem contaminados por lixos e esgotos não tratados, ainda sofrem consequências da impermeabilização de pontos de afloramento de água. Esses fatores atrelados à escassez de ações sustentáveis baseadas na conservação das nascentes e rios urbanos intensificam ainda mais as adversidades provenientes do crescimento populacional acelerado em áreas urbanas. Considerando esses cenários, percebe-se que a urbanização tem gerado uma acentuada descaracterização ambiental, afetando diretamente o equilíbrio dos ecossistemas e dos cursos d'água e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população. Dessa forma, fica clara a necessidade da implantação de uma cultura mais sustentável do uso da água a partir de uma visão sistêmica da bacia hidrográfica. Tendo em vista que as nascentes originam os corpos d'água e alimentam os rios, estas são fontes fundamentais de água dentro de uma bacia hidrográfica. Logo, para garantir a segurança hídrica e a manutenção da saúde na bacia, é essencial a proteção das nascentes preservadas e a recuperação daquelas degradadas.

Nesse sentido, o presente trabalho abordou um diagnóstico ambiental do município de Novo Gama, Goiás, e propor medidas para proteção e recuperação de nascentes urbanas a partir do estudo de caso de cinco nascentes do Ribeirão Paiva, localizadas nesse município. Essa cidade surgiu na década de 70, com a construção de residências populares para trabalhadores. A partir daí, iniciou-se uma urbanização sem qualquer planejamento,

em uma região repleta a nascentes e córregos, como o Ribeirão Paiva, o qual passou a sofrer degradação constante advinda de ocupações irregulares e atividades antrópicas desenvolvidas sem responsabilidade socioambiental. Tendo em vista a situação atual dos recursos hídricos presentes nesse município, esse trabalho visa avaliar nascentes do Ribeirão Paiva com risco de degradação e propor alternativas para preservá-las ou recuperá-las, a depender do grau de degradação de cada uma. As avaliações das nascentes tiveram como base a Lei 12.651 de 25 de Maio de 2012 (Novo Código Florestal) e as propostas objetivaram a promoção do uso sustentável das águas das nascentes e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade ambiental da bacia e da qualidade de vida na região.

Este trabalho faz parte dos requisitos de conclusão do curso de graduação em Engenharia Ambiental da Universidade de Brasília e contou com a colaboração da Promotoria do Meio Ambiente da cidade de Novo Gama e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente na fase de levantamento de informações e visitas de campo.

O trabalho está organizado em nove capítulos, iniciando-se por esta introdução. No capítulo seguinte serão apresentados objetivos gerais e específicos. No capítulo três será apresentada uma revisão bibliográfica abordando assuntos pertinentes relacionados ao tema, tais como urbanização e degradação ambiental, gestão de águas urbanas e nascentes. O capítulo quatro irá tratar da metodologia adotada para a execução e elaboração do trabalho. Posteriormente, será mostrado a caracterização ambiental de Novo Gama e das cinco nascentes do Ribeirão Paiva em estudo, seguido pelo capítulo que abordará os resultados e discussão, incluindo análises referentes a legislações ambientais e propostas para proteção e recuperação das nascentes avaliadas. O encerramento desse trabalho se dá com uma breve conclusão e a apresentação das referências bibliográficas utilizadas.

## **2 – OBJETIVOS**

O objetivo geral do estudo realizado foi avaliar a degradação ambiental de cinco nascentes do Ribeirão Paiva e de suas Áreas de Proteção Permanente, visando propor ações e medidas sustentáveis para preservá-las e recuperá-las de modo a atingir suas condições de equilíbrio, proporcionando melhoria da qualidade da água, preservação de espécies nativas e benefícios para a população.

Este trabalho também conta com os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento de dados secundários para fazer a caracterização ambiental do município de Novo Gama;
- Diagnóstico por percepção visual e análise geoespacial para avaliar o processo de uso e ocupação do solo no entorno das nascentes em estudo;
- Analisar e avaliar as formas predominantes de degradação incidentes nas nascentes estudadas em suas Áreas de Preservação Permanente;
- Propor intervenções para proteger e recuperar Áreas de Preservação Permanente vinculadas às nascentes, tendo como base o cumprimento da Lei nº 12.651/2012 – Novo Código Florestal e demais instrumentos correlatos.

### **3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 – URBANIZAÇÃO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**

##### **3.1.1 – Aspectos Gerais**

Nos últimos séculos muitos corpos d'água foram modificados para acelerar o transporte das águas de cheias, drenar baixadas úmidas para atividades agrícolas e para ampliar as áreas de assentamento das populações (SELLES, 2001). Esse processo de urbanização ocorre, em geral, no sentido de jusante para montante por conta das características do relevo. Assim, a ocupação inicia-se nas áreas mais baixas da bacia, que ficam próximas aos rios e possuem um melhor acesso e melhores condições para o surgimento de comunidades e para a realização de atividades produtivas. Posteriormente, a urbanização parte para as regiões mais altas, ampliando as áreas do meio ambiente natural que são modificadas pelo uso inadequado do solo, seja pela impermeabilização de terrenos, como também pela exploração desordenada dos recursos naturais, o desmatamento irracional e o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos em zonas agrícolas próximas à cidade. Dessa forma, inúmeros problemas ambientais são provocados, principalmente em áreas de nascentes e ribeirinhas, suprimindo suas matas ciliares e de galeria e modificando a qualidade e a quantidade de água drenada pela bacia hidrográfica, além de alterar significativamente o ciclo hidrológico da bacia (REZENDE, 2010). Diante disso, é de extrema importância a proteção dessas matas e florestas para que elas cumpram, entre outras funções, a manutenção de um abastecimento de água constante e de boa qualidade.

##### **3.1.2 – Mata Ciliar e de Galeria**

Tanto as matas ciliares quanto as de galeria são formações naturais de vegetações que estão associadas a diversos tipos de recursos hídricos, como rios, ribeirões, córregos, lagos, lagoas, açudes, nascentes e veredas. A principal diferença entre elas se dá por conta de sua fitofisionomia, visto que nas matas ciliares o ambiente é aberto, enquanto que as árvores das matas galerias formam copas.

As matas ciliares e de galeria têm enorme importância para o equilíbrio entre ecossistemas terrestres e aquáticos e são elementos essenciais no manejo e conservação de uma bacia hidrográfica. Dentre suas funções, elas contribuem para o controle do escoamento de água na microbacia, a manutenção da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos, a ciclagem de nutrientes, a filtragem de partículas e nutrientes, a interação direta com o ecossistema aquático e ainda a estabilização térmica e manutenção

das características físico-químicas das águas (ZANZARINI; ROSOLEN, 2008). Além disso, essas formações vegetais servem como corredores ecológicos que ligam fragmentos florestais e, conseqüentemente, facilitam o deslocamento da fauna e o fluxo gênico entre populações. Realizam ainda significativas funções ecológicas, visto que são fontes de abrigo e alimento para a fauna, e de sementes para espécies nativas. Ademais, servem como barreiras naturais que contêm a quantidade de sedimentos que é carregada para a água, retardando o assoreamento, e também contra a disseminação de pragas e doenças agrícolas (MARTINS, S.V. 2007). Logo, é essencial manter florestas e matas preservadas já que isso constitui o melhor uso da terra em oposição aos usos industriais, agrícolas e de assentamento humano, que tendem a aumentar volumes de poluição em nascentes e mananciais próximos. Diante do que foi apresentado, é comprovada a interligação da existência de matas e florestas preservadas com a qualidade e quantidade das águas.

No entanto, com a ocupação em áreas de proteção de nascentes e nas proximidades de cursos d'água, a vegetação nativa existente nesse local, principalmente a mata ciliar e de galeria, são as mais afetadas, como mostra a figura 3.1. Dentre os impactos mais comuns que ocorrem nas matas ciliar e de galeria estão a extinção de sua fauna e flora, erosão dos solos e assoreamento. Além disso, sua remoção provoca a perda de estrutura do solo próximo ao rio e a perda de organismos terrestres e aquáticos, afetando locais de alimentação, desova e diversas condições de vida aquática e ribeirinha, além de induzir a ocorrência de erosões, inundações, poluição e modificação da paisagem (SELLES, 2001).

Devido a esses diversos danos ambientais causados pela intervenção humana em áreas de mata ciliar e de galeria, a Lei 12.651 de maio de 2012 dispõe da proteção da vegetação nativa pela criação de Área de Preservação Permanente – APP, que é uma área protegida com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Nesse contexto, as matas ciliares estão englobadas em APPs e atuam como barreira física, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos e desenvolvendo condições propícias à infiltração.

Sabendo-se da essencialidade da água para a manutenção da vida e dos ecossistemas e de seu imensurável valor econômico, é fundamental que esse recurso seja protegido. Logo, as Áreas de Proteção Permanente (APPs) e as Reservas Florestais, apesar de serem foco de controvérsias com relação à perda de sua função de produção, têm extrema relevância no

âmbito de preservação e conservação da qualidade e quantidade da água, tanto em áreas rurais como em urbanas. Assim, essas medidas não devem ser entendidas meramente como cumprimento da legislação, mas como uma ação imprescindível para manutenção da vegetação nativa e sua recuperação (quando necessária) em torno de nascentes e cursos d'água, a fim de que possam continuar exercendo suas funções ambientais, econômicas e sociais.



Figura 3.1 - Remoção da mata ciliar em trechos do Ribeirão Paiva. Fonte: TERRACAP (2015).

### 3.1.3 – Poluição

A urbanização é responsável pela geração de diversas fontes de poluição que atingem nascentes e cursos d'água. Nesse contexto, destaca-se o lançamento de esgotos sem tratamento e de forma arbitrária, e ainda a produção de lixo pela população, que muitas vezes não é disposto corretamente. Os principais impactos causados pelo esgoto referem-se à alteração das características físico-químicas e biológicas da água. Esse problema, juntamente com a disposição indevida de lixo, provoca desequilíbrios na fauna e na flora aquática e terrestre, além de comprometer a saúde da população por serem fontes de doenças e de alterar visivelmente o ambiente. É importante destacar que quando essas fontes de poluição se dão em zonas de recarga de aquíferos, independente da distância das nascentes, as contaminações provocadas por ela, sejam elas aparentes ou invisíveis, facilmente atingirão esses corpos d'água por meio da infiltração de águas contaminadas. No entanto, vale ressaltar que é mais fácil detectar essas contaminações em fontes de água que nascem dentro da área urbana, pois costumam ser mais visíveis e estão muito vulneráveis a interferências provenientes de escoamento e infiltração de águas de despejos, lavagens, fossas, entre outros (CALHEIROS *et al.*, 2009).

Os sedimentos também constituem uma relevante forma de poluição hídrica, visto que ao serem carregados juntamente com as águas pluviais, podem trazer consigo, ao longo de seu

percurso, uma carga de poluentes agregadas às suas partículas, tais como um acúmulo de nutrientes, metais, hidrocarbonetos e bactérias agregados, impactando na qualidade da água receptora e, conseqüentemente, gerando riscos de doenças de veiculação hídrica (TUCCI; COLLISCHONN, 1998)

Nessas circunstâncias, o desenvolvimento urbano gera um ciclo de contaminação de nascentes e cursos d'água por efluentes advindos da população, que ocorre por diversos fatores, como (TUCCI; BERTONI, 2003):

- A falta de investimentos nos sistemas de tratamento e esgotamento sanitário, despejando efluentes, pouco ou nada tratados, nos rios;
- Os despejos de esgotos pluviais, que transportam grande quantidade de poluição, atingindo os rios em períodos chuvosos;
- A contaminação das águas subterrâneas por despejos e vazamentos de efluentes industriais e domésticos pouco, ou nada tratados;
- Os vazadouros a céu aberto, que depositam resíduos sólidos urbanos, contaminando as águas superficiais e subterrâneas, funcionando como fonte permanente de contaminação;
- Ocupação do solo urbano de forma desordenada, culminando em impacto sobre o sistema hídrico;
- Resíduos orgânicos de animais domésticos, resíduos de construção, resíduos de combustíveis, óleos e graxas deixados por veículos e resíduos tóxicos utilizados na agricultura (OLIVEIRA; LOUREIRO, 1998).

#### **3.1.4 – Interferências da urbanização no ciclo hidrológico**

O ciclo hidrológico constitui-se por diferentes processos físicos que representam o fenômeno global de circulação da água entre a superfície terrestre e a atmosfera. Resumidamente, esse processo baseia-se em movimentos da água em seus diferentes estados físicos, induzidos pela energia proveniente do sol, por meio da evapotranspiração, escoamento superficial e subsuperficial e pelo fluxo subterrâneo por meio da infiltração da água que não foi retida pela vegetação e atinge o solo. Usualmente, para se fazer o balanço hídrico de forma simplificada, avalia-se as componentes do ciclo hidrológico para uma região hidrologicamente determinada, denominada Bacia Hidrográfica.

O conceito de bacia hidrográfica se dá por uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Consiste em

um conjunto de superfícies vertentes e em uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997). A bacia hidrográfica pode ser vista como um sistema aberto em que seu funcionamento e estabilidade relativa refletem as taxas de influxo e os ciclos de energia, da água e de materiais ao longo do tempo (ODUM; BARRETT, 2007).

A qualidade da água depende de diversos fatores, como clima, cobertura vegetal, topografia, geologia, uso e manejo do solo na bacia hidrográfica. Isso significa que a disponibilidade de água e sua qualidade nas nascentes, nos córregos e nos mananciais, depende do correto gerenciamento dos recursos naturais e do controle eficiente das fontes de poluição (JÚNIOR; GOMES, 2011). Por isso, é necessário fazer o manejo sustentável das bacias, ou seja, englobar os aspectos ecológicos no princípio de manutenção do equilíbrio do ecossistema. Esse equilíbrio envolve a manutenção de ciclo hidrológico em toda a bacia, o que significa não interferir nos seus processos, como deflúvio, regime de vazão e qualidade da água, além de manter sua capacidade natural de suporte produtivo e da manutenção da diversidade ecológica, como a vegetação ciliar e natural, e a manutenção da sua estabilidade e capacidade de resistir a mudanças ambientais (JUNIOR LIMA, 1986).

No entanto, o desenvolvimento urbano desordenado causa diversos impactos no ciclo hidrológico, conforme ilustrado na figura 3.2, principalmente devido à substituição da cobertura natural da bacia por áreas impermeáveis. Dessa forma, com a alteração da cobertura vegetal, conseqüentemente serão impactadas suas funções no ciclo hidrológico, como o retardamento do escoamento da água por meio de processos de interceptação e reciclagem da água (LIMA, 1976). Com isso, a interferência urbana levará à redução da evapotranspiração e a um provável aumento da evaporação devido ao maior aquecimento das superfícies impermeabilizadas pelas cidades. Conseqüentemente, diminui-se a infiltração da água no solo e a parcela da água que antes ficava retida pelas plantas irá escoar, havendo um aumento do volume e da velocidade da água que escoar superficialmente, podendo causar enormes impactos e prejuízos, tais como enchentes e ruptura de encostas (TUCCI; BERTONI, 2003). Outros prejuízos ainda referentes à supressão vegetal são os impactos em sua função de proteção do solo contra erosão, sedimentação e lixiviação excessiva de nutrientes, além da contenção do excesso de poluentes advindos da área urbana que atingem os corpos d'água. Logo, com a ausência ou redução dos benefícios trazidos pela vegetação, pode-se aumentar riscos de erosão e

assoreamento e ainda gerar desequilíbrios na qualidade de corpos d'água, caso seja atingido por um nível elevado de poluentes (DONADIO, 2005).

De acordo com REZENDE (2010) esses e outros impactos causados pela urbanização ao ciclo hidrológico ocorrem em todas as suas etapas de desenvolvimento, tais como: na limpeza dos terrenos com a remoção da cobertura natural; em serviços de terraplanagem ao eliminar depressões naturais; na retirada do solo e da camada de húmus superficial e a compactação do subsolo que reduz o índice de recarga subterrânea e a capacidade de evaporação; com a adição de estruturas impermeáveis que aumentam o volume de água escoada; com a implantação de estruturas convencionais de drenagem que preveem o rápido escoamento das águas pluviais.

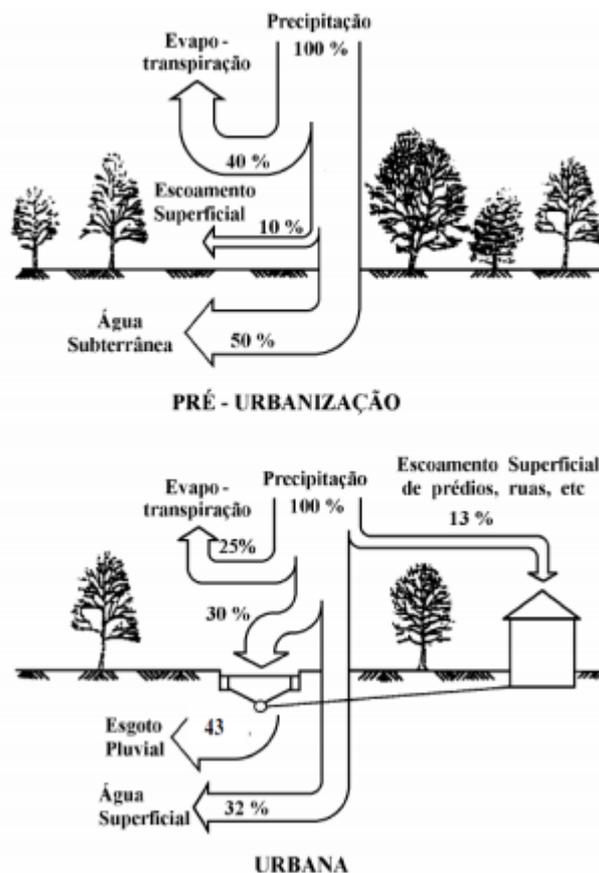


Figura 3.2 - Características do balanço hídrico numa bacia sem urbanização (a) e com urbanização (b). Fonte: TUCCI (2003).

### 3.1.5 - Interferências da urbanização nas nascentes

“As nascentes são locais ou pontos da bacia hidrográfica onde a água infiltrada e armazenada nos lençóis e/ou aquíferos, no decorrer do ciclo hidrológico, volta à superfície para formar riachos, rios, fontes, lagos e veredas” (MOTTA; GONÇALVES, 2015).

De acordo com PINTO *et al.* (2004) diversos fatores podem modificar quantitativa e qualitativamente a água das nascentes de uma bacia hidrográfica, como por exemplo, a declividade, o tipo e o uso do solo, e principalmente alterações nas zonas de recarga, que são responsáveis pela drenagem da água do divisor natural até a nascente. Essas zonas, em geral, possuem relevo suave e solos profundos e permeáveis, e são fundamentais para o abastecimento dos lençóis freáticos, influenciando também no regime e na qualidade das nascentes e dos corpos d'água (MOTTA; GONÇALVES, 2015). Nas bacias hidrográficas, essas áreas podem ser localizadas em chapadas e topos de morros que, de acordo com o Novo Código Florestal (Lei 12.651/2012), são consideradas Áreas de Preservação Permanente, seja em zonas rurais ou urbanas. Portanto, para assegurar a quantidade e a qualidade da água em nascentes e mananciais de abastecimento, são essenciais medidas de conservação e recomposição da vegetação nessas áreas, uma vez que há uma relação estreita entre a preservação ambiental e a disponibilidade hídrica. Logo, para que as fontes de água possam cumprir seu papel básico de atendimento das necessidades humanas, é necessário que os ecossistemas que viabilizam sua existência sejam protegidos (BRASIL, 2006).

Sabendo disso, os processos de urbanização e as alterações no uso do solo deles decorrentes podem resultar em sérios problemas quando se expandem em proximidades de nascentes sem os devidos critérios de proteção ambiental. Tais problemas dizem respeito à degradação desses recursos que são essenciais na manutenção do equilíbrio hidrológico de cursos fluviais e do ambiente. Isso ocorre pois a interferência humana nas bacias podem causar alterações em elementos importantes do ciclo hidrológico, como detalhado no tópico anterior, tais como nas taxas de evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial, seja pela supressão da vegetação, canalização de rios ou outros fatores. Como consequência, pode haver uma recarga insuficiente dos lençóis subterrâneos, causando alterações nas vazões das nascentes que, em casos extremos, podem se transformar em nascentes temporárias ou mesmo desaparecerem (CAVALCANTI, 2013). Além disso, a contaminação das zonas de recarga pelos mais variados tipos de resíduos gerados pela população (lixo, esgoto, construção, etc), provavelmente será transferida para as nascentes, descaracterizando-as e reduzindo seu nível de qualidade ambiental. Esses e outros impactos provenientes das intervenções urbanas são enumeradas na tabela 3.1 com suas respectivas consequências na dinâmica das nascentes.

Tabela 3.1 - Impactos ambientais urbanos e suas consequências para a dinâmica das nascentes impactos consequências gerais. Fonte: FELIPPE, M. F. (2009).

<b>IMPACTOS</b>	<b>CONSEQUÊNCIAS GERAIS NO SISTEMA HÍDRICO</b>	<b>CONSEQUÊNCIAS PARA AS NASCENTES</b>
Impermeabilização do solo	Aumento da quantidade e da velocidade do escoamento superficial. Redução da recarga dos aquíferos. Intensificação dos processos erosivos, aumento da carga sedimentar para os cursos d'água, assoreamento e inundações.	Descaracterização. Redução da vazão. Desaparecimento.
Resíduos (combustível, esgoto, lixões, etc.)	Poluição das águas subterrâneas.	Redução na qualidade da água.
Retirada de água subterrânea	Rebaixamento do nível freático.	Redução da vazão. Desaparecimento.
Substituição da cobertura vegetal	Intensificação dos processos erosivos, assoreamento, inundações. Diminuição da retenção de água. Aumento da energia dos fluxos superficiais.	Descaracterização. Redução da vazão. Desaparecimento.
Construções	Drenagem de nascentes. Aterramento.	Descaracterização. Desaparecimento.
Canalização de rios	Aumento da velocidade e da energia dos fluxos. Alteração no padrão de influência/efluência dos rios.	Descaracterização. Redução da vazão.
Ilha de calor	Alteração no padrão de chuvas. Alteração no padrão de recarga.	Alteração da vazão.

Diante da diversidade de impactos causados às nascentes pela urbanização, uma das medidas dispostas na Lei Federal 12.651/12, que será mais detalhada no item 3.3.2, é a proteção de regiões em torno de nascentes em um raio mínimo de 50 metros, exceto em casos de Áreas Consolidadas. As restrições para o uso dessa área de APP em torno das nascentes e de cursos d'água existe para evitar que intervenções humanas, tanto em áreas urbanas como rurais, causem impactos como os explicitados anteriormente, como contaminações físicas, químicas ou biológicas na água, ou mesmo compactação e impermeabilização do solo próximo às nascentes, de modo a não ocorrer a diminuição de sua capacidade de infiltração, o que possibilita o processo de erosão laminar que pode

ocasionar um maior acúmulo de partículas do solo na água, deixando-a mais turva e elevando o risco de soterramento da nascente (CALHEIROS *et al.*, 2009).

## 3.2 – GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS

### 3.2.1 – Aspectos Gerais

Atualmente, a principal meta de um desenvolvimento urbano sustentável é a articulação de ações que tenham como resultado a melhoria da qualidade de vida da população e a conservação ambiental. Para isso, é essencial uma gestão integrada dos recursos hídricos devido à complexidade das águas urbanas, as quais englobam os sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitário, a drenagem urbana e as inundações ribeirinhas, além dos resíduos sólidos urbanos (TUCCI, 2008). Este mesmo autor afirma ainda que os principais integrantes da estrutura de gestão urbana são os seguintes: Planejamento e gestão do uso do solo; Infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte; Gestão socioambiental e questões Institucionais (Figura 3.3). Logo, para uma gestão efetiva é indispensável a integração das metas da Gestão dos Recursos Hídricos às do Saneamento Ambiental. No entanto, apesar de estar implicitamente prevista na Política Nacional dos Recursos Hídricos, na prática essa integração ainda não ocorre.

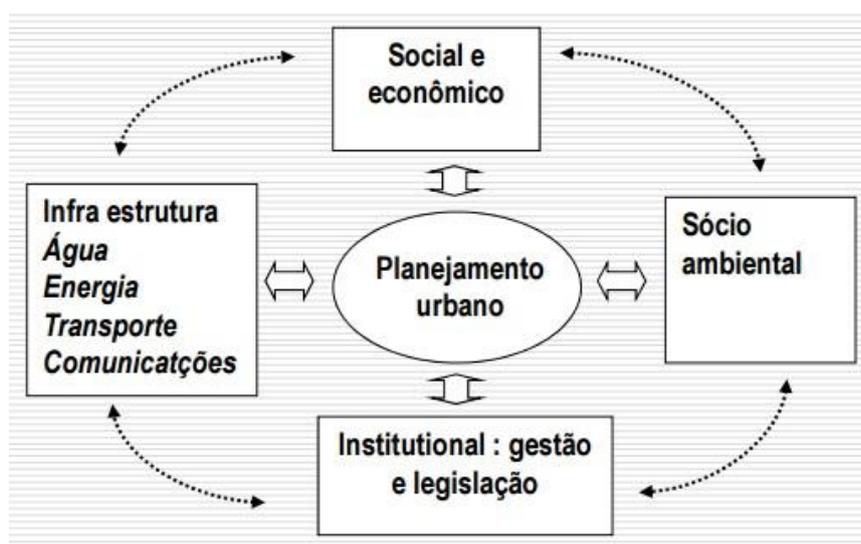


Figura 3.3 - Elementos da gestão urbana. Fonte: TUCCI (2008).

### 3.2.2 – Planejamento e gestão socioambiental

Segundo WOOLSEY *et al.* (2005), para se obter sucesso na preservação e recuperação ambiental de nascentes e cursos d'água, o planejamento é uma fase primordial que deve levar em consideração os três princípios universalmente válidos da sustentabilidade: sociedade, meio ambiente e economia. Além disso, também deve-se considerar aspectos políticos e institucionais, visto que o meio ambiente urbano depende de um conjunto de entidades para fazer sua gestão, tanto aquelas de âmbito federal, como também estadual e municipal, de acordo com a estrutura institucional. Para que a gestão seja efetiva e gere um desenvolvimento socioambiental sustentável, ela envolve diversos fatores, como a avaliação e aprovação de projetos, monitoramento, fiscalização e pesquisa (TUCCI, 2008). Para esse tipo de gestão, deve ser prevista no plano diretor de cada município a forma como a cidade será ocupada com base em cenários do passado e do presente. Para isso, foi aprovada, em julho de 2001, a Lei nº 10.257 (Estatuto da Cidade) que tem o intuito de corrigir as distorções e promover o crescimento sustentável dos municípios. Nessa lei são instituídas regras e ações para promover uma melhor organização dos espaços, criando harmonia e eficiência na ocupação do solo, contribuindo para uma ocupação sustentável do meio ambiente natural (Novo Gama, cidade). Para que essas ações sejam de fato eficazes é necessária a integração de políticas públicas setoriais, inclusive ambiental, contendo um conjunto de ações e diretrizes com vistas ao uso adequado do solo e dos recursos naturais, para que assim se obtenham ambientes urbanos equilibrados, com menos degradação do meio ambiente natural e melhor qualidade de vida urbana (HONDA *et al.* 2015). O problema é que ainda há uma visão limitada a respeito da gestão integrada do solo urbano e sua infraestrutura, muitas vezes por falta de conhecimento da população e de profissionais sobre as soluções mais adequadas aos problemas; por concepções inadequadas dos profissionais de engenharia ao planejar e controlar os sistemas; por uma visão setorial limitada por parte dos profissionais e/ou pela falta de capacidade gerencial dos municípios (TUCCI, 2008).

Dessa forma, verifica-se a carência de leis mais abrangentes e mais significativas para controlar esses processos urbanos. Com isso, a expansão territorial tem ocorrido em vários municípios com certo descaso com a população e com o meio ambiente, havendo surgimentos de novos loteamentos e a implementação de novos empreendimentos urbanos, em geral, sem bases ambientais para uma ocupação sustentável do solo (HONDA *et al.* 2015). Como consequência, os primeiros locais que sofrem agressão costumam ser

as APPs e áreas verdes, principalmente em municípios nos quais praticamente inexistem a fiscalização ambiental. Por esse conjunto de situações causadas por usos erráticos do solo que é indispensável considerar uma abordagem mais sistêmica desse tipo de problema com uma gestão municipal integrada da água, como ilustrado na figura 3.4.



Figura 3.4 - Visão integrada do planejamento dos aspectos da água no ambiente. Fonte: TUCCI; BERTONI (2003).

### 3.3 – NASCENTES

#### 3.3.1 – Conceito e Classificações

Entende-se por nascentes os pontos de afloramento do lençol freático que dão origem a uma fonte de água de acúmulo (represa), ou cursos d'água (regatos, ribeirões e rios). Os lençóis freáticos são formados pelo acúmulo de água da chuva nos espaços vazios do subsolo devido à presença de camadas impermeáveis e seu funcionamento depende da capacidade de armazenamento do aquífero e do uso do solo em seu entorno (BAGGIO *et al.*, 2013).

O ideal é que a bacia hidrográfica absorva através do solo quantidade suficiente de água da precipitação, acumulando-a no seu lençol subterrâneo para cedê-la aos poucos aos cursos d'água a partir das nascentes, de modo a manter vazão inclusive em períodos de seca. Tudo isso é fundamental tanto para usos antrópicos, como irrigação ou captação de água, como para a manutenção do regime hídrico (CALHEIROS *et al.*, 2004). No entanto, alterações significativas causadas pela urbanização que levam a interferências no ciclo hidrológico influenciam na formação de aquíferos e, conseqüentemente, na formação

e no regime das nascentes. Isso se explica, em parte, devido às alterações das coberturas naturais do solo, aumentando sua impermeabilização. Com isso, há uma menor infiltração da água no solo, não permitindo uma recarga eficiente, tendo como consequência um rebaixamento significativo do nível do lençol freático, prejudicando as vazões das nascentes. Sabendo-se que uma nascente íntegra é aquela que fornece água de boa qualidade e ininterruptamente, fica evidente a importância de preservá-las. No entanto, para que isso seja feito de forma mais adequada, é importante conhecer suas diferentes características e classificações.

Com relação ao tipo de afloramento, as nascentes podem ser classificadas como difusas ou de encosta (olhos d'água). Quando se originam em um único ponto devido ao encontro de camadas impermeáveis com a superfície do solo, normalmente em encostas de morros, serras ou partes elevadas do terreno, são denominadas nascentes de encosta. Já nas partes mais baixas do terreno, ocorre o armazenamento da água infiltrada que faz com que o nível do lençol freático suba até a superfície, ocorrendo o encharcamento do solo e o surgimento de várias pequenas nascentes espalhadas pelo terreno brejoso, originando as veredas, que são nascentes difusas originárias de rios subterrâneos, geralmente em espaços com solos hidromórficos e buritis representando a vegetação típica. Caso a vazão seja grande, pode originar o tipo de nascente com acúmulo inicial, comum quando a camada impermeável fica paralela à parte mais baixa do terreno, formando um lago. Já no que diz respeito à posição, as nascentes são denominadas fixas ou pontuais quando não mudam de posição ao longo do ano, ou móveis quando se desenvolvem no fundo das calhas e migram de acordo com o regime das chuvas, sendo controladas pela saturação do lençol freático. Com relação ao regime de água apresentado, as nascentes podem ser classificadas como perenes, ou seja, cujo fluxo de água é contínuo ao longo do ano; temporárias, em que só há fluxo em períodos chuvosos; ou efêmeras, que aparecem em períodos de chuva e perduram apenas por algumas horas ou dias (PARANÁ, 2010). Na tabela 3.2 são apresentados resumidamente os tipos de classificações das nascentes explicitadas, as quais são representadas na figura 3.5.

Tabela 3.2 – Resumo da classificação de nascentes.

CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES		
POSIÇÃO	REGIME DE VAZÃO	FORMAÇÃO
Fixas ou pontuais	Perenes	De encosta
Móveis	Intermitentes	Difusas
	Efêmeras	

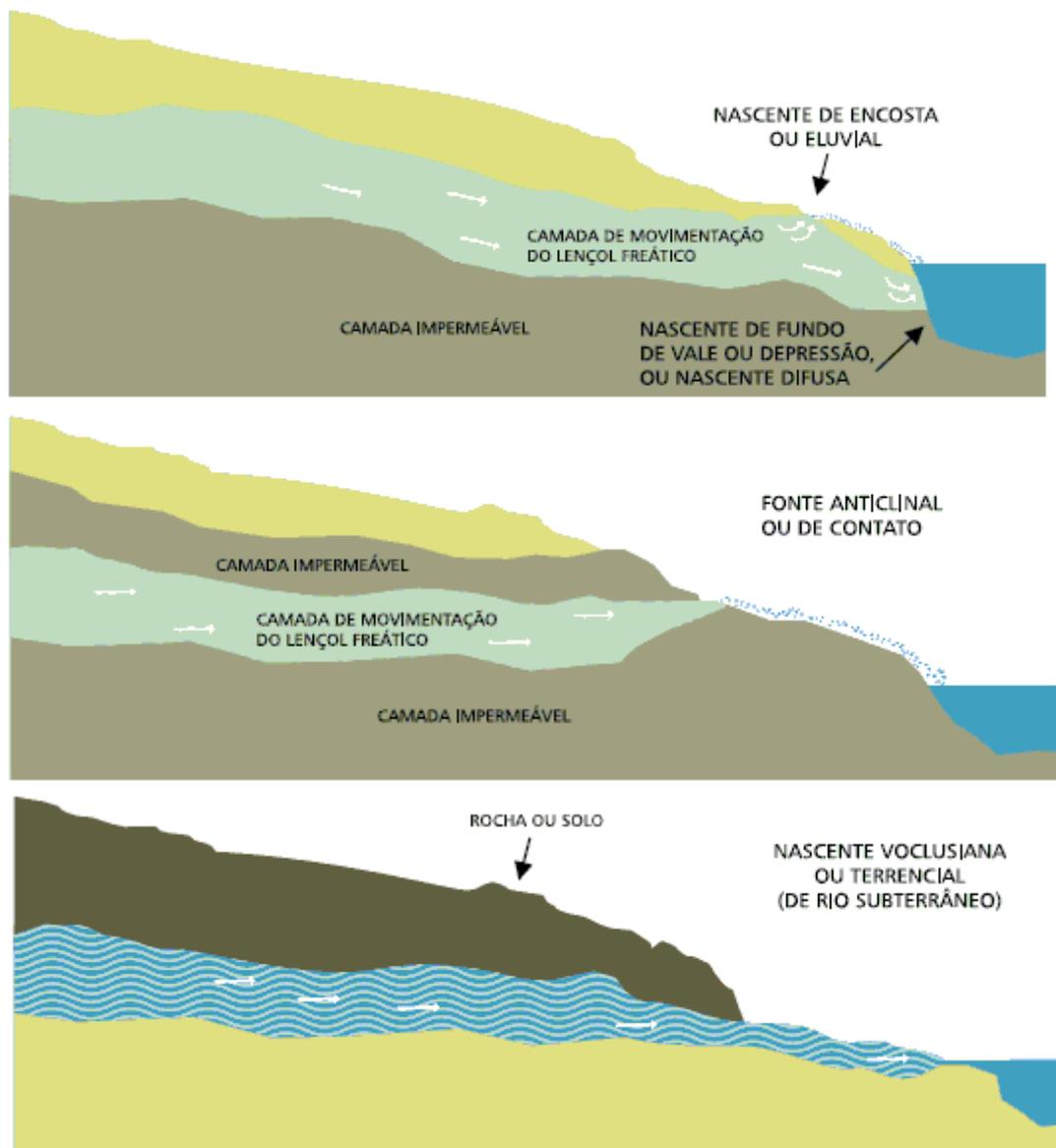


Figura 3.5 - Desenho esquemático dos tipos de nascentes mais comuns: nascente de encosta, nascente de contato e nascente de rio subterrâneo (difusas). Fonte: CALHEIROS *et al.* (2009).

Além das classificações das nascentes descritas anteriormente, também é possível classificá-las quanto ao seu estado de conservação e degradação, apesar de não haver um padrão definido na literatura científica para esse tipo de classificação. Logo, para esse estudo serão adotadas as classificações estabelecidas pelo Programa “Adote uma Nascente”, do governo do estado de São Paulo, que também foi usado no “Plano Nascente: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio São Francisco” (MOTTA; GONÇALVES, 2015). Esses programas estabelecem a seguinte classificação quanto ao grau de conservação das nascentes:

- **Nascente preservada:** Nascentes que apresentam APP preservada e sem interferência antrópica;
- **Nascente relativamente conservada (perturbada):** Caracterizada por presença de gramíneas que dificultam a regeneração da mata nativa; não há presença de gado; há remanescentes de vegetação próximos com alto índice de biodiversidade;
- **Nascente degradada:** Caracterizada por ser recoberta por espécies exóticas, sobretudo pastagem; ausência de regeneração natural; ausência de banco de sementes/plântulas; presença de gado no entorno; solo pobre em nutrientes e não há remanescentes de vegetação significativos nas proximidades.

Para uma melhor adequação à esse trabalho, também será inserida uma nova classificação para um grau de degradação intermediário, conforme descrito a seguir:

- **Nascente relativamente degradada:** Caracterizada pela presença de espécies exóticas, sobretudo gramíneas; média regeneração natural; presença de animais exóticos (cavalos, gado); remanescentes de vegetação com um índice intermediário de biodiversidade.

### 3.3.2 – Aspectos Legais

De acordo com o artigo 225 da Constituição Federal, é dever do poder público e da coletividade defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações, visto que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. Nesse sentido, alguns dispositivos legais foram criados para disciplinar o uso dos recursos naturais, incluindo leis, resoluções, decretos e outros instrumentos que objetivam a sustentabilidade de exploração dos mesmos, incluindo das nascentes. Portanto, serão destacadas algumas legislações pertinentes para o estudo sobre preservação e recuperação de nascentes.

### 3.3.2.1 – Código Florestal e suas modificações - Lei 12.651/12

Dentre as disposições do novo Código Florestal com implicações nas nascentes, a Lei 12.651 de 25 de Maio de 2012 dispõe o seguinte com relação às Áreas de Proteção Permanente:

*“(...) Art. 3<sup>o</sup> Para os efeitos desta Lei, entende-se por:*

*(...)*

*II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;*

*(...)*

*Art. 4<sup>o</sup> Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:*

*(...)*

*IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (...)*”

O Novo Código Florestal Brasileiro foi, e continua sendo, um tema bastante polêmico entre ambientalistas e desenvolvimentistas. Como o antigo Código Florestal, Lei 4771 de 15 de setembro de 1965, sofria diversas alterações, tanto por meio de suplementações por resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – como por normas estaduais e municipais, essa norma foi revogada pela Lei nº 12.651/2012, tentando evitar diversos problemas de ordens econômicas, técnicas e jurídicas, sobretudo no que diz respeito ao uso e ocupação do solo (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2014).

No entanto, as mudanças relativas ao novo Código Florestal facilitaram o desmatamento, em parte, ao diminuir o tamanho de áreas que antes deviam ser totalmente preservadas. No caso de Áreas de Preservação Permanente, o novo Código Florestal autoriza a supressão ou a intervenção de vegetação nativa em hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental, desde que devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2014).

No caso de nascentes, as mudanças no código florestal permitem uma elasticidade em relação ao desmatamento e recuperação de sua Área de Preservação Permanente. Na antiga lei 4771/1965, a APP de nascentes era de 50 metros no seu entorno e só poderia haver supressão dessa vegetação nativa protetora no caso de utilidade pública. Vale ressaltar que esses 50 metros também valiam para veredas, contanto a partir do limite do espaço brejoso e encharcado. Caso houvesse desmatamento da APP de nascentes, deveria haver sua completa recuperação e o proprietário estaria sujeito a sanções e penalidades, visto que, de acordo com a Lei de Crimes Ambientais 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, (Artigo 39), é proibido “destruir ou danificar floresta da área de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção”. Caso esse tipo de infração ocorra e não haja a recomposição da vegetação pelo agente, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei, é prevista pena de detenção de um a três anos, multa, ou ambas as penas, cumulativamente. Se o crime for culposos, a pena será reduzida à metade. O mesmo ainda ocorre atualmente, com a diferença de que para a nova lei 12.651/2012, caso o desmatamento da vegetação nativa protetora de nascentes tenha ocorrido antes de 22 de Julho de 2008, só é obrigatório ter 15 metros recuperados em seu entorno. Além disso, também passou a ser admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural.

Essa elasticidade dada pelo novo Código Florestal Brasileiro ocorreu pela anistia dada aos proprietários rurais em áreas desmatadas anteriormente a 22 de Julho de 2008, como pode ser verificados nos artigos seguintes da Lei 12.651/2012:

*“(...) Art. 3<sup>o</sup> Para os efeitos desta Lei, entende-se por:*

*(...)*

*IV - área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio; (...)*”

*“(...) Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008. (...)*”

*“(...) § 5º Nos casos de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d’água perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 (quinze) metros. (...)”*

O novo Código Florestal procura encontrar alternativas para alcançar um equilíbrio entre economia e meio ambiente, de modo a não prejudicar produtores e, ao mesmo tempo, manter restrições de uso do solo de modo a preservar as áreas que devem ser protegidas. Esse equilíbrio entre produções agropecuárias e o meio ambiente deve ser encontrado, uma vez que a economia brasileira depende dessas atividades e estas dependem de um meio ambiente propício e saudável, já que sem solo fértil, água abundante e clima favorável, a economia é prejudicada. No entanto, nessa tentativa a nova lei dispõe de algumas falhas que muitas vezes favorecem grandes produtores, porém trazem desvantagens ao meio ambiente com a redução de áreas que deveriam ser ambientalmente protegidas.

No caso dos Estados da União que possuem sua própria legislação ambiental, como é o caso do Estado de Goiás, essas e outras dificuldades encontradas na interpretação da lei 12.651/12 acabam permanecendo e dificultando a proteção e conservação do meio ambiente.

#### 3.3.2.2 - Lei 13.123/97 e os recursos hídricos no estado de Goiás

O estado de Goiás, ao qual pertence o município de Novo Gama, possui sua Política Estadual de Recursos Hídricos que estabelece normas, orientações e um sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos integrado à gestão ambiental. O objetivo dessa política, de acordo com o artigo 2º, é “assegurar que a água, recurso natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem estar social, possa ser controlada e utilizada, em quantidade e em padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo território do Estado de Goiás”.

Dentre as diretrizes da Lei 13.123 de 1997, vale ressaltar que, conforme o artigo 4º, o Estado deve assegurar meios financeiros e institucionais para o atendimento de cuidados relativos a seus recursos hídricos, destacando-se:

*“(...) Art. 4º - Por intermédio do sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos, o Estado assegurará*

*meios financeiros e institucionais para atendimento do disposto nos arts. 132 e 140 da Constituição Estadual e especialmente para:*

*I - utilização racional dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), assegurando o uso prioritário para o abastecimento das populações;*

*II - maximização dos benefícios econômicos e sociais resultantes do aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos;*

*III - proteção das águas contra contaminações físicas, químicas e biológicas que possam comprometer sua quantidade e qualidade e seu uso atual e futuro;*

*VI - desenvolvimento de programas permanentes de conservação e proteção das águas subterrâneas contra poluição e super exploração;*

*VII - prevenção da erosão do solo nas áreas urbanas e rurais, com vistas à proteção contra a poluição física e o assoreamento dos corpos d'águas;*

*(...)"*

Ademais, é pertinente destacar que, ainda conforme essa Lei, também cabe ao Estado de Goiás a realização de ações integradas nas bacias hidrográficas que visam tratar qualquer tipo de rejeito antes do lançamento em corpos d'água e em áreas de recarga hidrogeológicas, para evitar a contaminação de aquíferos e nascentes. Juntamente com essa e outras ações cabíveis ao Estado para preservar o meio ambiente e seus recursos hídricos, também é função do Estado estabelecer programas conjuntos com municípios, tais como:

*"(...) Art. 8º Art. 8º - O Estado realizará programas conjuntos com os municípios, mediante convênios de mútua cooperação, assistência técnica e econômico-financeira, com vistas ao seguinte:*

*II - implantação, conservação e recuperação das áreas de proteção permanente obrigatória;*

*III - zoneamento das áreas inundáveis, com restrições a usos incompatíveis nas áreas sujeitas a inundações frequentes e manutenção da capacidade de infiltração do solo;*  
*VI - combate e prevenção das inundações e erosão;*  
*(...)*”

Essa Lei também dispõe de vários instrumentos legais disponíveis para a gestão dos recursos hídricos, tais como a outorga de direito de uso. Este instrumento é um ato administrativo, pelo qual o poder público outorgante transfere ao usuário o direito de uso da água, por um prazo determinado, dentro das condições expressas no respectivo ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal, a depender do domínio a que o manancial esteja sujeito. O estabelecimento dos critérios de outorga de direito de uso das águas é vinculado à disponibilidade hídrica e é dependente dos sistemas jurídicos e econômicos locais (TUNDISI *et al.* 2002; SILVA *et al.* 2006). Para que o sistema de outorga seja efetivo, é necessário ter o conhecimento do comportamento fluviométrico da bacia hidrográfica como um todo. Para isso, é necessário um monitoramento contínuo e realização de estudos complementares dos dados históricos de vazão dos mananciais para se obter vazões de referência para cada tipo de uso (FIOREZE *et al.*, 2008).

Nesse contexto, o artigo 10 da Lei 13.123 de Julho de 1997 estabelece que a outorga de direito de uso, ou seja, a prévia autorização ou licença para determinado uso da água aos órgãos ou entidades competentes, é necessária na implantação de qualquer empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos, superficiais e/ou subterrâneos, ou na execução de obras ou serviços que alterem seu regime, qualidade ou quantidade. Essa outorga pode ocorrer de três formas distintas, conforme detalhadas no artigo 11 desta lei.

*“(...) Art. 11 - Ressalvados os casos de competência privativa da União, as águas públicas de domínio do Estado de Goiás somente poderão ser derivadas após cadastramento e outorga da respectiva concessão, autorização ou permissão expedida pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, na seguinte conformidade:*

*I - concessão, sempre que a utilização dos recursos hídricos for de utilidade pública;*

*II - autorização, quando a utilização dos recursos hídricos não for de utilidade pública;*

*III - permissão, quando a utilização dos recursos hídricos não for de utilidade pública e demande vazão insignificante, observadas as condições atuais e futuras do uso na bacia hidrográfica.(...)”*

Essa legislação, por esses diferentes meios de obtenção de outorga, visa simplificar a regularização de pequenas interferências nos recursos hídricos, incluindo nascentes. No entanto, apesar da maior facilidade outorga para usos de baixo impacto, esse instrumento só é dispensável parcial ou totalmente em casos em que há necessidade de prevenir ou reverter grave degradação ambiental.

Dentre as atividades sujeitas à outorga de direito de uso no estado de Goiás, previstas no artigo 03 da Resolução nº09 de 04 de maio de 2005, destaca-se a extração de água de aquíferos subterrâneos, os quais fazem parte do sistema de alimentação das nascentes, seja para abastecimento público, para consumo final ou insumo de processo produtivo. Outros usos para demais corpos d'água também são estabelecidos nessa resolução, tais como uso de corpo d'água para transporte ou disposição final de esgotos e demais resíduos; uso para fins de aproveitamento de potenciais energéticos, entre outros.

Assim, eventuais captações de águas em nascentes, a depender do tipo de uso, como relatado na lei, precisam contar com as devidas autorizações governamentais para serem legais. Dessa forma, além da exigência de outorga, a legislação ambiental do Estado de Goiás também alia outros instrumentos para proteção das nascentes e cuidados com a vegetação à ela circundante, com diretrizes que se baseiam nas metas principais da política brasileira de recursos hídricos, ou seja, no uso racional da água dentro de um processo de desenvolvimento sustentável, garantindo sua qualidade e disponibilidade para gerações futuras.

### **3.3.3 – Preservação e Recuperação de Nascentes**

Para preservar e recuperar nascentes, é necessário buscar intervenções que as considerem como um sistema integrado. Foi visto que as nascentes são originadas de processos do ciclo hidrológico, em especial da infiltração da água no solo. Como esse processo não é

resultante apenas da área circundante da nascente, toda a área de contribuição da bacia deve ser avaliada quanto ao uso e ocupação do solo e suas interferências no ciclo hidrológico e na formação e disponibilidade hídrica das nascentes. Além disso, no que diz respeito à recuperação de nascentes já degradadas, devem ser avaliadas atividades humanas na área da bacia que afetam não só a quantidade, como também a qualidade das águas das nascentes. Nesse contexto, percebe-se que, em geral, nascentes e cursos d'água apresentam muitas estratégias comuns de preservação e recuperação, que se baseiam em técnicas de intervenção que visam combater a erosão, melhorando as características físicas do solo; mitigar perdas de água por evaporação e do seu consumo pelas plantas; minimizar contaminações químicas e biológicas e, principalmente, aumentar a infiltração das águas pluviais no solo (MOTTA; GONÇALVES, 2015).

Nesse contexto, dentre os fatores mais importantes nessa fase de seleção, muitos autores destacam alternativas voltadas à reintegração de rios e córregos como elementos da paisagem. Isso envolve a tentativa de manutenção dos cursos de água e de suas nascentes na sua forma mais natural possível, medidas de prevenção contra inundações, valorização estética e paisagística e criação de espaços recreacionais para o público com acesso aos rios (ROHDE *et al*, 2006). Para que isso seja possível, é essencial a preservação e recuperação da cobertura vegetal, visto que é um dos fatores mais importantes para reduzir o escoamento superficial e, conseqüentemente, os picos de cheia, trazendo como benefício adicional menor erosão e menor produção de sedimentos que depositam nas nascentes e rios (DIAS; ANTUNES, 2010). Nesse sentido, segue abaixo algumas possíveis alternativas para preservar e recuperar nascentes e suas APPs:

a) **Revegetação do entorno das nascentes**

A mata ciliar é essencial para garantir a qualidade e até aumentar a quantidade de água na nascente. Conforme o artigo 2º da Lei Federal nº 4771/65 – Código Florestal, alterada pela Lei Federal nº 7803/89, é obrigatória a presença de vegetação nativa nas nascentes, em um raio de 50 m. Logo, se há mata ciliar desmatada no entorno de uma nascente, é essencial a recomposição dessa vegetação. Com a medida de revegetação é possível prevenir a erosão do solo, preservar sua camada superficial e ainda favorecer a infiltração, diminuindo o volume de escoamento superficial. Tais benefícios são importantes pois levam ao restabelecimento do balanço natural de uma bacia urbanizada (REZENDE, 2010). Dentre os tipos de cobertura vegetal, a que exerce efeito mais significativo sobre as nascentes é a cobertura florestal, sendo sua composição dependente de cada situação específica. Assim, é

muito importante conhecer as espécies e como se dá sua contribuição hidrológica para fazer-se melhor uso. Além disso, para a recuperação florestal efetiva de uma área é necessária uma elevada diversidade compatível com o tipo de vegetação nativa ocorrente no local, devendo ser distribuídas segundo sua adaptação ao solo, principalmente quanto à umidade. Para isso, é preciso distinguir, inicialmente, o tipo de nascente para saber se o afloramento causa ou não acúmulo inicial de água e então avaliar o grau de encharcamento do solo, a submersão das raízes, a profundidade do perfil e a fertilidade do solo, que são fatores determinantes para a escolha das plantas mais adequadas ao ambiente. Caso não haja esse tipo de planejamento, replantios descuidados podem provocar efeitos negativos na área, como por exemplo a redução da água de nascentes ao eleger espécies que extraem volumes de água superiores ao que o solo pode fornecer ou mesmo por haver evapotranspiração que exceda a água reposta pelas chuvas (BARRETO *et al.*, 2007). Logo, as condições atuais do local, tais como topografia, clima, regime hídrico, tipo de solo, espécies de plantas, fertilidade natural e graus de degradação pelo tipo de uso e ocupação do solo são aspectos indispensáveis a serem avaliados no processo de revegetação. A partir desse diagnóstico, diversas técnicas podem ser adotadas, tais como: plantio de mudas, nucleação, semeadura direta, indução e/ou condução da regeneração natural (CALHEIROS *et al.*, 2009).

#### **b) Regeneração Natural**

Refere-se ao processo em que a sucessão secundária conduz a regeneração da vegetação após ter sofrido interferências, como por exemplo, o desmatamento. Essa condução se dá por vários estágios sucessionais, a partir da substituição de espécies de diferentes espécies ao longo do tempo, até o ecossistema se reestruturar. No entanto, esse processo ocorre de forma diferenciada em cada área, visto que depende de diversos fatores, tais como: quantidade de vegetação remanescente, banco de sementes no solo, rebrota de espécies arbustivo-arbóreas, proximidade de fontes de sementes e intensidade e duração da interferência (ATTANASIO *et al.*, 2006).

Em geral, essa técnica é usada em áreas pouco perturbadas onde a maioria das características bióticas e abióticas das formações típicas das áreas são mantidas. Esse tipo de alternativa desempenha importante papel na manutenção da quantidade e qualidade das águas, estabilidade dos solos e controle de processos erosivos. No entanto, para uma recuperação mais rápida da vegetação, é necessário que se crie condições mais favoráveis possíveis, ou seja, deve-se isolar as áreas e retirar os fatores que causam impactos

negativos a sua regeneração natural. Para isso, é importante que inicialmente se faça a limpeza ao redor das mudas e árvores pequenas existentes pois, caso haja espécies invasoras, como gramíneas exóticas e trepadeiras, pode prejudicar a regeneração natural das espécies arbóreas e, nesses casos, essas populações devem ser controladas ou substituídas por outras espécies favoráveis à regeneração natural (POESTER *et al.*, 2012). Outro requisito importante para o sucesso dessa técnica é o preenchimento dos trechos vazios com plantios, os quais podem seguir técnicas simples, como apenas plantar mudas de algumas espécies facilitadoras de rápido crescimento, sendo comum a bracinga e fumeiro-bravo, ou mais complexos e de maior diversidade. Além disso, uma medida facilitadora para a ocorrência da regeneração natural é a instalação de poleiros na área. Estes podem ser artificiais ou formados por pequenos grupos isolados de árvores bem copadas, o que permite o pouso de pássaros que acabam deixando sementes (BAGGIO, 2013).

Apesar da regeneração natural ser um processo de fácil restauração e de baixo custo, já que se baseia basicamente no isolamento da área de fatores de perturbação e em ações de manejo que potencializam a autorecuperação da vegetação, costuma ser um processo lento. Logo, essa técnica é mais adequada em situações que objetivem a restituição da vegetação e proteção do solo e da água a longo prazo (POESTER *et al.*, 2012).

### c) **Criação de Corredores Verdes**

Corredores verdes são parques lineares ao longo de ribeiras, encostas ou vales, que necessitam de menos espaço aberto do que parques convencionais e possibilitam diversas atividades recreativas (SALICI, 2013). De acordo este mesmo autor, existem diversas vantagens associadas aos corredores verdes. Uma delas está associada à barreira de proteção criada por eles aos cursos d'água, já que as plantas evitam a entrada de poluentes devido a sua capacidade de absorção de nutrientes provenientes do escoamento superficial, por exemplo. Além disso, por aumentar as áreas permeáveis, a infiltração é mais intensa devido a uma zona de amortecimento que é criada, reduzindo significativamente os riscos de inundação. Tem-se também uma melhoria no microclima, criação de oportunidades diversas de recreação, conservação da biodiversidade local e ainda a redução da erosão das margens e do assoreamento de trechos à jusante. Logo, visto que áreas de lazer e recreação são permitidas em áreas de APP, desde que compatíveis com a função ambiental dessa área, essa alternativa pode ser interessante para áreas de nascentes urbanas.

#### **d) Melhoria nos Sistemas de Saneamento**

Uma gestão ineficiente dos sistemas de saneamento em uma cidade certamente irão interferir na quantidade e qualidade das águas de nascentes urbanas, seja pela captação superior ao suportado pela nascente, ou pela poluição gerada tanto por lixo quanto por esgoto dispostos indevidamente que podem ser carreados pelas águas pluviais durante enxurradas e contaminar corpos hídricos. Dessa forma, a destinação e tratamento adequados dos esgotos sanitários, efluentes e resíduos agroindustriais, assim como dos resíduos sólidos urbanos são alternativas essenciais para proteger nascentes urbanas. Além disso, no quesito da drenagem urbana, algumas alternativas se baseiam na implantação de dispositivos que minimizem as enxurradas e favoreçam a infiltração da água de chuva, como, por exemplo, pequenas bacias de captação de enxurradas nas encostas dos morros. Outra opção é a implantação de bacias de infiltração lateralmente às estradas vicinais, de modo a evitar o carreamento do solo aos cursos de água e favorecer a infiltração da água de chuva (BRASIL, 2006).

Além das alternativas abordadas anteriormente, o Ministério da Saúde ainda sugere algumas outras ações que são mais direcionadas para proteger nascentes e cursos d'água que sofrem interferências da agricultura, tais como: Utilização e manejo corretos de áreas de pastagem, de modo a evitar a degradação da vegetação e o endurecimento do solo por excessivo pisoteamento de animais (o que dificulta a infiltração da água de chuva); utilização e manejo adequados do solo nas culturas agrícolas, visando prevenir erosão e carreamento de sólidos para os cursos de água, por meio de técnicas apropriadas; utilização correta de agrotóxicos e fertilizantes, de modo a evitar a contaminação dos aquíferos; estímulo, para os agricultores, à utilização de sistemas de irrigação mais eficientes no consumo de água e energia.

Apesar da diversidade de alternativas possíveis para preservar e recuperar nascentes, cursos d'água e suas áreas de APP, existem algumas dificuldades na aplicação dessas medidas na prática, principalmente no que diz respeito a áreas ribeirinhas ocupadas de forma irregular e à resistência dessas populações em desocuparem essas áreas. Além disso, recursos financeiros insuficientes, indisponibilidade de áreas e falta de políticas públicas e de planos eficientes que envolvam uma avaliação integrada do saneamento, meio ambiente e população também são grandes impasses (OLIVEIRA, 2011). No entanto, apesar da existência de dificuldades e limitações para realizar intervenções que consideram um desenvolvimento urbano integrado, já existem alguns programas e práticas com essa visão

sendo implementados no Brasil e no mundo, como serão explicitados no subtópico seguinte.

### **3.3.4 - Programas e práticas de revitalização ambiental**

Estudos recentes revelam que as intervenções mais atuais para recuperação de nascentes e rios se diferem bastante daquelas que costumavam ser praticadas no passado, visto que o foco atual se dá em ações mais abrangentes que buscam a melhoria da qualidade da água e também a reinserção de nascentes, rios e córregos na paisagem urbana, levando em consideração a participação das comunidades na articulação de ações (SÁNCHEZ; JACOB, 2013). Nesse contexto, principalmente países desenvolvidos têm implementado vários programas de revitalização de nascentes e cursos d'água que levam em consideração a conservação e recuperação dos ambientes fluviais com base em uma abordagem sistêmica de ações de gestão de recursos hídricos. Nos Estados Unidos, a EPA (Environmental Protection Agency) desenvolveu um programa nacional que obriga todas as cidades com mais de 100 mil habitantes a utilizar um programa baseado em BMP (Best Management Practices), que são ações de controle e melhoria de qualidade e de condições físicas dos corpos d'água (EPA). A fim de cumprir suas metas, as BMPs são implementadas para tratar três fatores principais: controle dos fluxos de escoamento, controle das fontes de poluição e redução da poluição difusa dos rios. Para isso, pode-se aplicar tanto medidas estruturais quanto não-estruturais, a depender de diversos fatores, tais como: área de drenagem, solo disponível e sua tipologia, eficiência de remoção de poluentes desejada, custos, dentre outros. Portanto, para uma seleção mais apropriada das BMPs a serem utilizadas em um local específico, é necessário avaliar cuidadosamente os fatores citados anteriormente para se obter sucesso (EPA). As práticas estruturais, por se basearem em intervenções físicas, requerem custos mais elevados. Dentre as principais medidas estruturais que têm sido adotadas, destacam-se: bacias de infiltração, filtros de areia, sistemas de retenção, sistemas vegetados, entre outros (HORNER, *et al.* 2001). Em substituição ou complementação a essas medidas, também foram desenvolvidas práticas não-estruturais, que tem como vantagem custos menores que as estruturais, já que não exigem a implementação de estruturas físicas, mas sim ações de gestão por toda a bacia. Dentre elas, destaca-se o gerenciamento de áreas verdes e sua conservação, programas de educação ambiental, planejamento e desenvolvimento de baixo impacto, práticas de manutenção e monitoramento, entre outras (COSTA, 2008).

No caso do Brasil, um programa intitulado como DRENURBS, foi iniciado em 2001 com o objetivo de promover a recuperação ambiental do município de Belo Horizonte, implementando diversas ações de melhoramento ambiental, tendo como base algumas BMPs. Esse programa teve como premissa tratar os problemas sanitários e ambientais de forma integrada no nível da bacia hidrográfica. Para isso, algumas das intervenções propostas pelo programa contemplam as seguintes ações (MEDEIROS, 2009):

- Aumento da permeabilidade do solo com o uso de calhas vegetadas;
- Implantação de parques e APPs ao longo dos cursos d'água;
- Implantação de bacias de retenção para reduzir risco de inundações;
- Integração dos corpos d'água como elementos da paisagem urbana;
- Inclusão da sociedade nos processos de decisão relativos à recuperação dos espaços urbanos;
- Promoção de ações voltadas para a conscientização e o estímulo às atitudes de valorização dos recursos hídricos como componentes indispensáveis à qualidade ambiental que é direito de todos.

Tendo em vista que, a princípio, toda a superfície de uma pequena bacia é responsável pela formação e manutenção de uma nascente e, conseqüentemente, dos rios e córregos que elas abastecem, todas essas ações praticadas pelo programa DRENURBS são essenciais para a proteção e recuperação de nascentes e cursos d'água.

#### 4 - METODOLOGIA

A etapa inicial desse projeto constituiu-se na formação de um embasamento teórico acerca do tema proteção e recuperação de nascentes. Para isso, foram feitas consultas a materiais diversificados, tais como livros, periódicos, artigos, revistas científicas, legislações, teses e dissertações pertinentes ao tema, de modo a compreender melhor como ocorre a degradação de nascentes pela urbanização, os principais impactos nos mais variados âmbitos e avaliar as técnicas utilizadas em diferentes lugares do país e do mundo para mitigar esses efeitos. Essa pesquisa bibliográfica serviu como base para buscar as melhores alternativas de recuperação aplicáveis para as nascentes do Ribeirão Paiva.

A segunda etapa do trabalho se baseou em quatro visitas de campo, que subsidiaram a escolha das nascentes, cujo critério considerou o nível de degradação já existente em cada uma e suas proximidades com o perímetro urbano. Além disso, as informações obtidas *in loco* foram utilizadas posteriormente para complementar a caracterização ambiental da área de estudo. Essas visitas aconteceram da seguinte maneira:

- Visita 1 (setembro/2015): reconhecimento do município de Novo Gama e de suas problemáticas, juntamente com uma equipe da Promotoria do Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Envolveu visitas a nascentes, Ribeirão Paiva e uma escola pública.
- Visita 2 (outubro/2015): acompanhamento de mapeamento de áreas do Novo Gama por alunos de arquitetura da Universidade de Brasília.
- Visita 3 (março/2016): escolha, georeferenciamento de cada nascente com o uso de GPS e avaliação das cinco nascentes com acompanhamento da fiscal do Meio Ambiente Wagda Barbosa.
- Visita 4 (maio/2016): ida ao SERPAJUS para conhecer o trabalho feito pela ONG.

A terceira etapa do trabalho concentrou-se na estruturação da base de dados para fazer a caracterização ambiental do município de Novo Gama, englobando aspectos demográficos, socioeconômicos, hidrográficos, uso e ocupação do solo, vegetação e condições de saneamento urbano. Essa parte do diagnóstico foi baseada em dados secundários obtidos do Plano Diretor do Município de Novo Gama, Plano de Regularização Fundiária Sustentável de Novo Gama, estudos prévios do projeto

RIDE/DF, além de órgãos como IBGE, TERRACAP e SANEAGO. Nessa etapa também foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento e análise espacial. A princípio, para representar o crescimento populacional próximo às nascentes em estudo ao longo dos anos, foi utilizado o google Earth como ferramenta, adquirindo imagens de três anos diferentes e marcando as coordenadas de cada nascente nas imagens. A seguir, com o auxílio do QGis e dados de base da Terracap, foi gerado um mapa para localizar o município de Novo Gama com relação ao Distrito Federal, destacando os rios que delimitam a cidade e fazendo o traçado do Ribeirão Paiva até o rio em que ele desemboca.

A quarta etapa se baseou no diagnóstico ambiental das nascentes estudadas. Para isso, também utilizou-se o geoprocessamento e, com o auxílio do QGis e ArcGis a partir de base de dados da Terracap, SIEG e USGS. Primeiramente gerou-se mapas para cada uma das nascentes, considerando suas coordenadas adquiridas em campo com GPS, e delimitando a APP de 50 metros de cada uma delas. Em seguida foi gerado o mapa de risco a partir da análise de tabulação cruzada entre as classes de vulnerabilidade de mapas de relevo e de solo da região das nascentes. Além disso, considerou-se informações obtidas nas visitas de campo, a partir de indicadores e parâmetros de degradação dos cursos d'água propostos por POMPEO e RIGOTTI (2001), com adaptações (tabela 4.1). No entanto, como o número de visitas não foi suficiente para um diagnóstico preciso dos parâmetros definidos, uniu-se esses dados ao que foi obtido por percepções visuais, dados secundários e informações obtidas por meio de entrevistas com funcionários da Secretaria e Promotoria do Meio Ambiente do município, com fundadores da SERPAJUS e conversas com pessoas da comunidade durante as visitas.

Para classificar cada uma das nascentes quanto ao seu grau de conservação e degradação, foram adotadas as classificações estabelecidas pelo Programa “Adote uma Nascente”, do governo do estado de São Paulo. Já com relação à posição, tipo de afloramento e formação, utilizou-se informações da fiscal do meio ambiente, Wagda Barbosa, e observação visual, baseando-se nos conceitos de CALHEIROS (2009) e PARANÁ (2010) definidos no tópico 3.3.1.

Por fim, a partir das imagens georreferenciadas e com o auxílio do programa QGis, juntamente com os estudos *in loco*, foram identificadas as principais causas e o grau de deterioração das nascentes. Com isso, foi feito um levantamento de métodos e técnicas de proteção e recuperação das áreas das nascentes com base no grau e tipo de degradação predominante em cada uma delas, além de analisar a situação das nascentes com base nas

leis 12.651/12 (Novo Código Florestal) e 13.123/97 (Lei de recursos hídricos do Estado de Goiás).

Tabela 4.1 - Indicadores e parâmetros de degradação. Adaptado de POMPEO e RIGOTTI (2011).

<b>INDICADORES</b>	<b>PARÂMETROS</b>
<b>Mata Ciliar</b>	Corte ou remoção da vegetação
	Substituição da vegetação nativa por espécies exóticas
<b>Mata Galeria</b>	Corte ou remoção da vegetação
	Substituição da vegetação nativa por espécies exóticas
<b>Poluição</b>	Presença de resíduos sólidos depositados nas nascentes
	Lançamento de efluentes, conexões de esgoto
	Lançamento de águas pluviais urbanas
<b>Erosão e Assoreamento</b>	Processos erosivos visíveis nas margens
	Sedimentos nas margens
<b>Edificações</b>	Presença de edificações residenciais, Comerciais e/ou industriais nas áreas de APP
	Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública nas áreas de APP
<b>Fauna</b>	Presença de animais silvestres nativos
	Presença de animais exóticos
<b>Tipo de exploração</b>	Consumo Humano
	Lavagem de roupas
	Agricultura
	Dessedentação de animais
	Lazer

O diagrama a seguir (Figura 4.1) ilustra, de forma esquemática, a metodologia adotada neste trabalho.

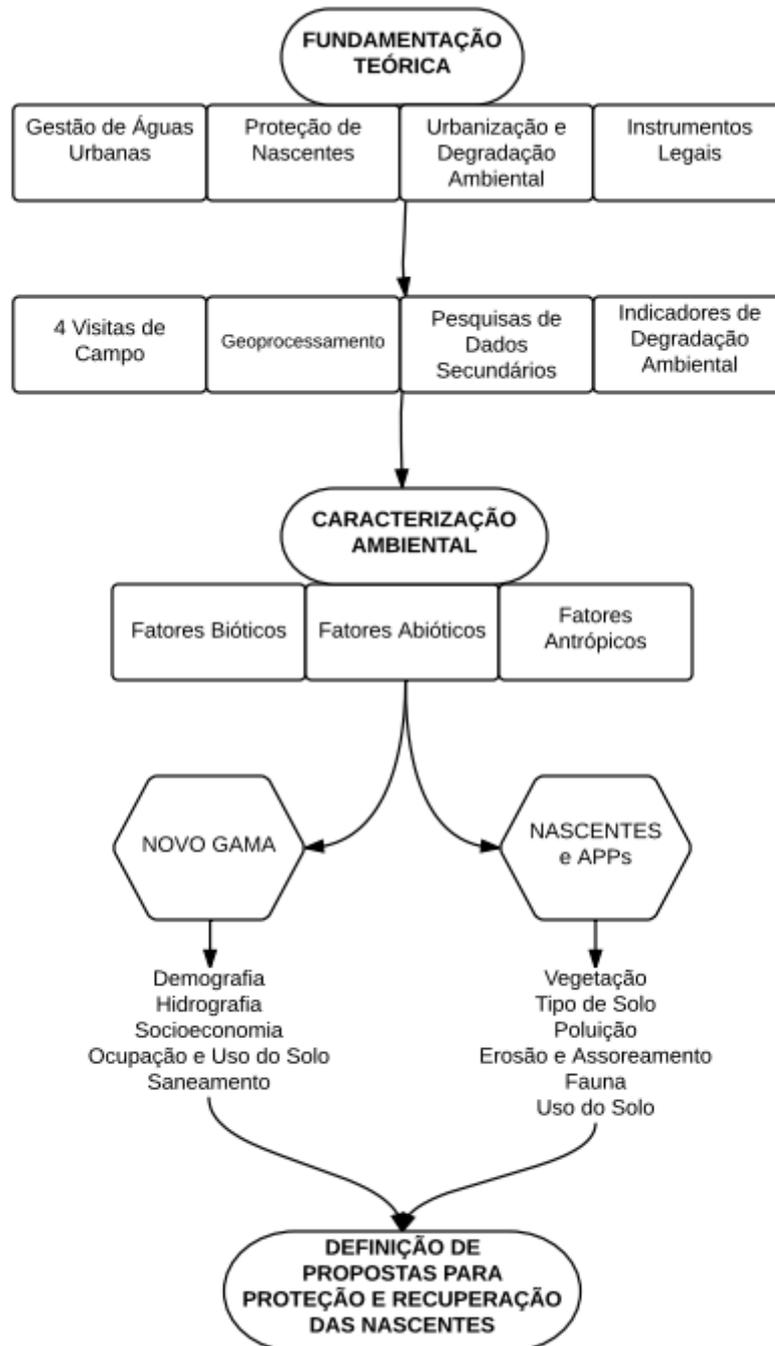


Figura 4.1 - Diagrama da metodologia desenvolvida no presente trabalho.

## 5 - RESULTADOS

### 5.1 – CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO NOVO GAMA

Esta etapa do diagnóstico foi feita a partir da escolha de cinco nascentes do Ribeirão Paiva, sendo escolhidas as que se localizavam dentro da área urbana do município e as mais degradadas por essa urbanização, com graus de degradação aparentemente diferentes, em que quatro das nascentes são do tipo pontual e uma do tipo difusa com fitofisionomia de Vereda. Para isso, as características gerais do município de Novo Gama foram obtidas a partir de dados secundários referentes à criação e crescimento do município em estudo e de imagens georreferenciadas por nós, tendo como principais fontes a Secretaria e Promotoria de Meio Ambiente do Município de Novo Gama, IBGE, Plano de Regularização Fundiária de Goiás e Pré-diagnóstico de Saneamento Básico dos Municípios da RIDE DF e Entorno. As cinco nascentes estudadas estão localizadas na figura 5.1.

- Nascente 1 – Bairros Pedregal e Vila União
- Nascente 2 – Bairro Grande Vale
- Nascente 3 – Bairro Negreiros
- Nascente 4 – Bairro Negreiros
- Nascente 5 – Bairro Lunabel

#### NASCENTES ESTUDADAS EM NOVO GAMA - GO

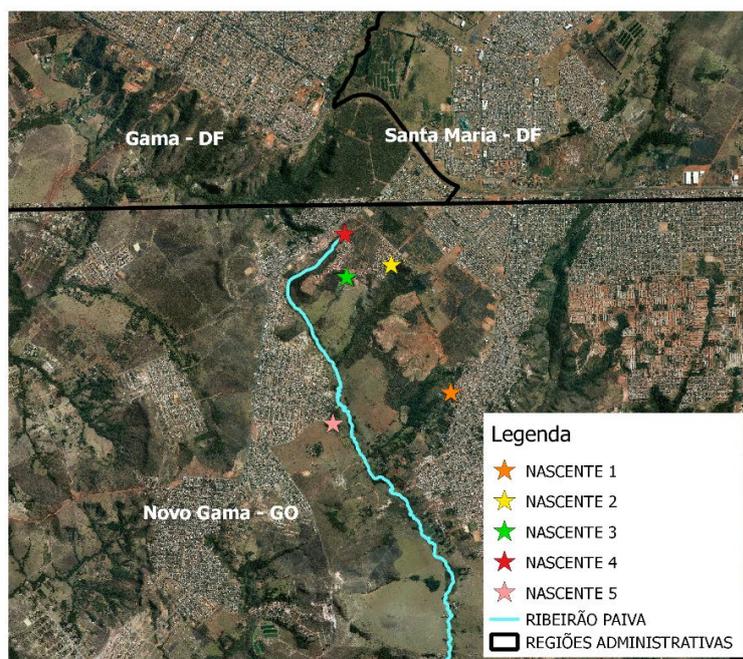


Figura 5.1 – Localização das nascentes em estudo. Fonte: Terracap (2015).

Elaboração: Luciana Borges da Costa e Bárbara Tobias da Fonseca.

### **5.1.1 – Histórico**

O Ribeirão Paiva está localizado em Novo Gama, Goiás, um dos municípios pertencentes à RIDE/DF (Região Integrada de Desenvolvimento). Esse município está no planalto central, possuindo um clima tropical e faz parte da microrregião da Fazenda Alagado e localiza-se a cerca de 180 km da capital goiana e a 40 km de Brasília, na Região do Entorno Sul da Capital Federal, possuindo uma área total de 194 km<sup>2</sup>, sendo 95 km<sup>2</sup> de área urbana. O município faz limite ao Norte com o Distrito Federal, ao Sul com o município de Luziânia, a Oeste com Santo Antônio do Descoberto e a Leste com Valparaíso de Goiás (RÊSES ; SILVA, 2015)

O Novo Gama nasceu em meados de 1974, com o chamado Parque Estrela Dalva VI (conhecido por Pedregal) e em 1978 deu-se início à construção do Bairro de Novo Gama, quando ainda fazia parte da cidade de Luziânia. Apenas em 1995 o município de Novo Gama alcançou sua autonomia político-administrativa e sua emancipação (RÊSES; SILVA, 2015).

### **5.1.2 – Aspectos Socioeconômicos**

O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) do município é 0,684, de acordo com o PNUD Brasil (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), sendo inferior ao IDH médio do Estado de Goiás (0,735), considerado IDHM médio de acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD, 2013). O PIB (Produto Interno Bruto) de Novo Gama é de R\$ 161.413.610, também um pouco acima da média estadual (148.274.00) (PNUD, 2010). No entanto, a renda per capita da maior parte da população é baixa e há uma elevada vulnerabilidade socioeconômica, contendo índice de desemprego de 11,22% e taxa de analfabetismo de 7,3%, consideradas altas. O PIB (Produto Interno Bruto) do município está fortemente vinculado ao setor de serviços (comércio varejista), agricultura e pecuária, pequenas indústrias de cerâmica, granjas, fábricas de doces, tijolos e telhas e frigoríficos. No entanto, produz um impacto pouco expressivo no comércio e no setor de serviços por demandar mão de obra pouco qualificada e de baixa remuneração. Vale ressaltar que a maioria da população economicamente ativa trabalha no Distrito Federal (RÊSES; SILVA, 2015).

### **5.1.3 – Aspectos Demográficos**

O Novo Gama apresentou taxa de crescimento populacional acentuada devido ao fluxo migratório elevado característico de toda região do Entorno Sul do Distrito Federal. Vale

ressaltar que essa ocupação foi motivada inicialmente pela construção e consolidação de Brasília, estabelecendo-se uma população de trabalhadores, de modo geral, de baixa renda e baixo nível de escolaridade, que via essa região como oportunidade de emprego (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2013).

A expansão urbana acelerada atrelada à ausência de políticas públicas integradas e à grande flexibilidade com relação ao parcelamento e uso do solo para fins urbanos, possibilitou a ocupação informal do Novo Gama dissociada de infraestrutura adequada (IPEA, 2013). Esse significativo crescimento populacional do município de 2000 a 2012 é ilustrado no gráfico da figura 5.2 de acordo com dados do Censo Demográfico do IBGE, sendo a estimativa populacional para 2015 de 106.647 habitantes.

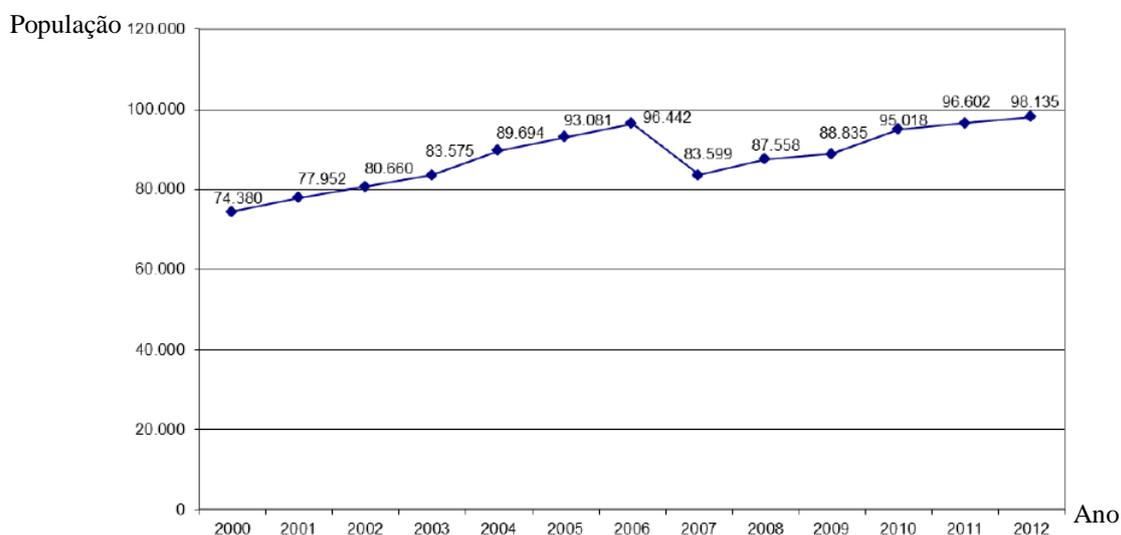


Figura 5.2 - Evolução do Número de Habitantes no município de Novo Gama – 2000 – 2012. Fonte: IPEA (2013).

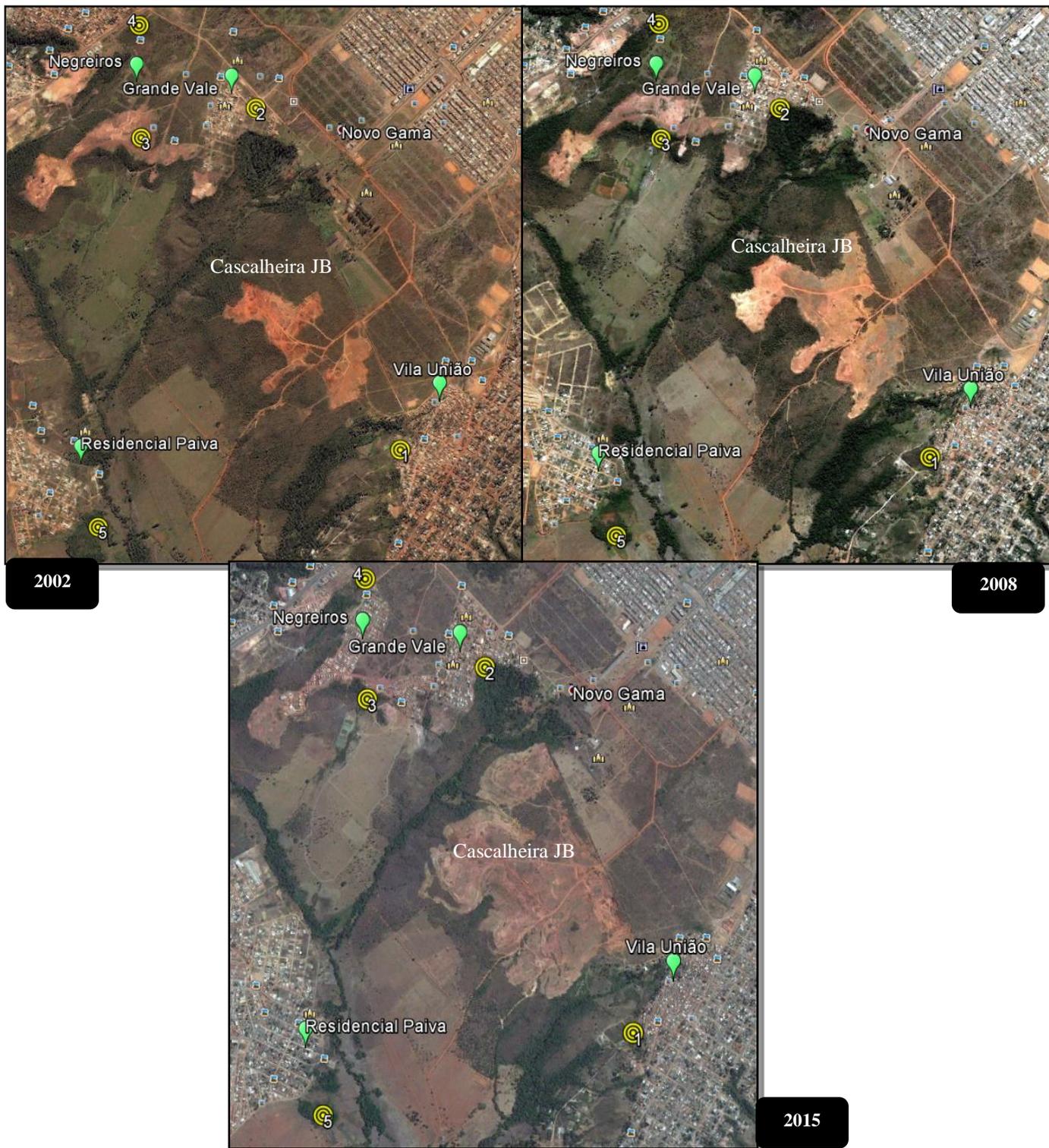


Figura 5.3 – Evolução do crescimento populacional e expansão da área degradada pela Cascalheira JB nos anos 2002, 2008 e 2015 nas áreas próximas às nascentes 1, 2, 3, 4 e 5 do Ribeirão Paiva. Fonte: Google Earth (2016).

Com relação ao desenvolvimento urbano nos últimos anos, pode-se perceber na figura 5.3 que houve um aumento da densidade demográfica nos bairros Grande Vale, Negreiros e Residencial Paiva, nos quais situam as nascentes estudadas nesse trabalho. Além disso, é perceptível o aumento no tamanho da área de exploração da Cascalheira JB.

#### **5.1.4 – Ocupação e uso do solo**

Um dos instrumentos de gestão territorial utilizados para regular a ocupação do solo é o zoneamento urbano que, através de estudos detalhados da área, avalia a viabilidade ambiental de diferentes tipos de ocupação em cada área específica, de acordo com as potencialidades e vulnerabilidades dos fatores ambientais que compõem o meio. Assim, o Plano Diretor do Município de Novo Gama definiu um macrozoneamento urbano para o município, que inclui Zona de Uso Misto (ZUM), Zona de Adensamento Restrito (ZAR), Zona de Atividades Econômicas (ZAE), Zonas de Expansão Urbana (ZEU), Zona de Proteção Ambiental (ZPA) e Zonas Especiais, conforme ilustrado na Figura 5.4. No entanto, a existência desse zoneamento não garante uma ocupação adequada uma vez que há possibilidade de falha na definição de zonas para diferentes potencialidades além de não observância por parte da população e agentes econômicos do que foi planejado no zoneamento.

Apesar da cidade contar com um macrozoneamento urbano, ela não possui um Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE), importante instrumento de organização territorial da Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentado pelo decreto nº 4.297/2002, cujo objetivo é viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a proteção ambiental. A ausência deste instrumento, as falhas no macrozoneamento, e as ocupações irregulares sem planejamento são os principais fatores que causam a intensificação da degradação ambiental no município, inclusive das nascentes, que sofrem com ocupações residenciais e comerciais em áreas de recarga de aquíferos e com os impactos diretos provenientes da população. Isso acontece por não considerar as vulnerabilidades e potencialidades das áreas de nascentes e nas demais áreas da cidade em sua gestão territorial que, caso fosse realizado, reduziria ações degradadoras da qualidade do meio ambiente.

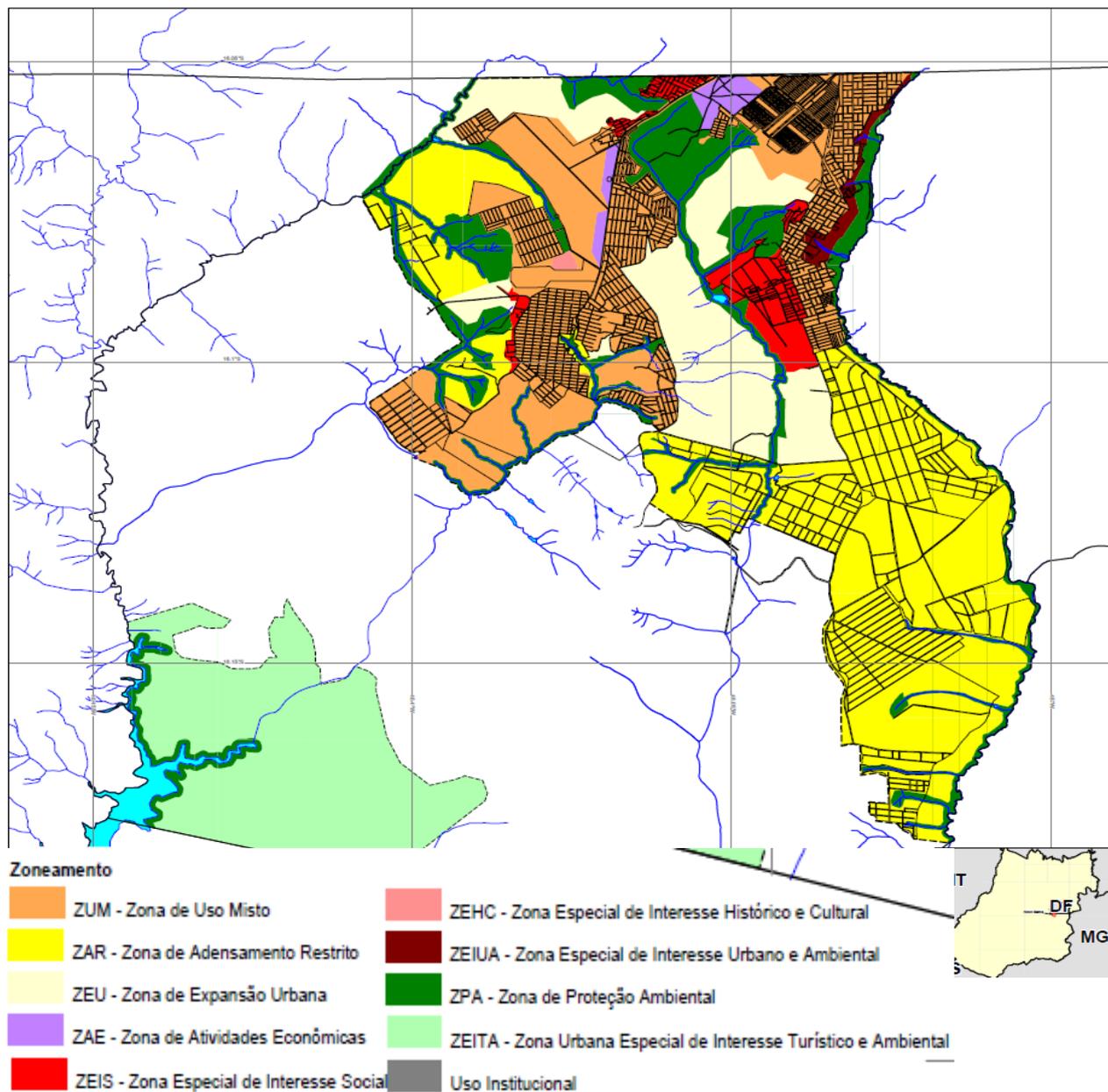


Figura 5.4 - Macrozoneamento do município de Novo Gama com detalhamento da área de estudo. Fonte: Novo Gama (Cidade) (2013).

Ao avaliar a localização do Ribeirão Paiva e de suas nascentes, verifica-se que fazem parte de uma zona de proteção ambiental, onde teoricamente não poderia ser ocupado. No entanto, quatro áreas do município foram identificadas sobrepostas ou nas proximidades da APP do rio Paiva: Residencial Negreiros, Vila União, Grande Vale e Residencial Paiva (área onde se localiza o bairro Lunabel), conforme detalhadas na tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Caracterização das áreas com interferência no Ribeirão Paiva. Adaptado de Plano de Regularização Fundiária Sustentável de Goiás (2013).

	RESIDENCIAL NEGREIROS	VILA UNIÃO	GRANDE VALE	RESIDENCIAL PAIVA (Lunabel)
<b>LOCALIZAÇÃO DAS NASCENTES</b>				
Nascentes	3 e 4	1	2	5
<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA</b>				
População Estimada	1.297	1.610	1.330	2058
Tamanho da área (ha)	15,08	15	15,8	16,6
Caracterização do entorno	Área fragmentada em três porções de ocupação. APP do Rio Paiva está localizado entre duas porções da área.	Entorno parcialmente urbanizado. Ocupação na APP do Rio Paiva.	Entorno sem urbanização. Ocupação próxima à Área de Preservação Permanente - APP Rio Paiva.	Entorno parcialmente urbanizado.
<b>USO, OCUPAÇÃO E PARCELAMENTO DO SOLO</b>				
Taxa de Ocupação do solo	Baixa taxa de ocupação (0,18)	Média taxa de ocupação (0,88)	Baixa taxa de ocupação (0,4)	Baixa taxa de ocupação (0,33)
Tipologia de Uso do Solo	Residencial	Residencial e comercial	Residencial	Residencial e comercial
Necessidade de Recuperação de Área Ambiental	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>INFRAESTRUTURA</b>				
Sistema de Esgotamento Sanitário	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Parcialmente atendido
Drenagem Pluvial	Inexistente	Parcial em vias com guia	Inexistente	Guia e bocas coletoras
Pontos de Inundação, Assoreamento, Erosão	Pontos de erosão	Erosão, pontos de inundação	Pontos de erosão	Pontos de erosão
Coleta de lixo	Parcialmente atendido: há acúmulo de lixo. Frequência: Duas vezes por semana	Parcialmente atendido: muito acúmulo de lixo. Frequência: Três vezes por semana	Parcialmente atendido: há acúmulo de lixo. Frequência: Três vezes por semana	Parcialmente atendido: acúmulo de lixo. Frequência: Três vezes por semana

## 5.1.5 – Saneamento

### 5.1.5.1 – Resíduos Sólidos

Segundo estudos desenvolvidos no âmbito do Plano de Saneamento das RIDES (DF e Entorno), dentre todos os componentes do saneamento básico, os resíduos sólidos são

principal problema no município de Novo Gama. Essa lacuna impacta diretamente a qualidade da água de nascentes e córregos do município, além de ser um risco também para as águas subterrâneas, visto que o município conta com substrato rochoso e lençol freático elevado, com altos riscos de contaminação. São produzidos aproximadamente 60 ton/dia de resíduos urbanos no município. Os resíduos comuns da cidade são coletados pela empresa Grupo Meios, com uma frequência média de três vezes por semana e levados para o lixão da cidade, localizado no bairro Lago Azul. A abrangência e periodicidade da coleta são ilustrados na figura 5.5.

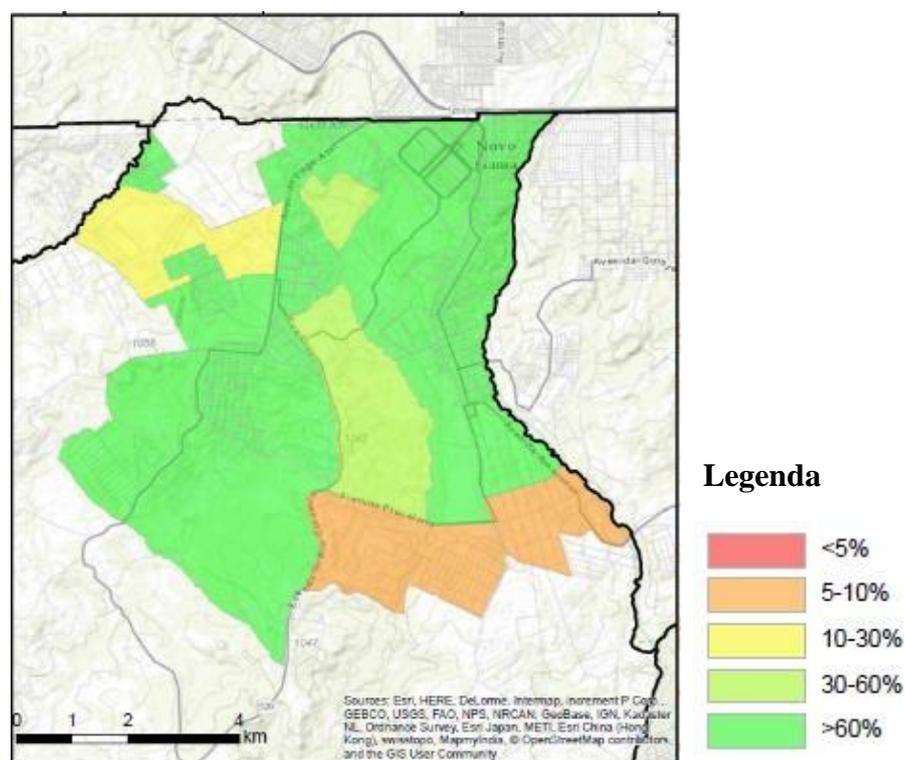


Figura 5.5 - Porcentagem de população atendida por coleta de lixo em área urbana. Fonte: RIDE/DF (2015)

Apesar da ampla área atendida por esse serviço, numa rápida visita às áreas urbanas do município pode-se avaliar que há falhas no sistema de coleta de resíduos sólidos uma vez que há na região uma quantidade considerável de lixo disposto em locais inapropriados (figura 5.6), o que pode também ser reflexo da ausência de educação ambiental e de consciência a respeito dos riscos e impactos que esse lixo pode causar. Além disso, não há uma cobrança de taxa pelo serviço de coleta de resíduos sólidos e não existe no município um plano de resíduos sólidos em vigor, o que intensifica ainda mais essa problemática.



Figura 5.6 - Foto de área próxima à nascente 1 do Ribeirão Paiva, Novo Gama, GO. Fonte: Arquivo Pessoal (2015).

#### 5.1.5.2 – Drenagem Urbana

A população da cidade enfrenta frequentemente problemas com alagamento em períodos de chuvas intensas, sendo as possíveis causas para esse impacto a ocupação desordenada do solo, o depósito de resíduos sólidos em vias urbanas e a falta de um sistema eficiente de drenagem urbana. De acordo com estudos realizados por alunos de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, na disciplina Planejamento Urbano, em 2015, eventos de alagamentos em algumas áreas urbanas decorrem de falha no traçado de vias urbanas que foram definidas perpendicularmente às curvas de nível.

Além disso, observa-se que diversas áreas erodidas (figura 5.7) são encontradas ao longo da cidade de Novo Gama. Esses problemas como alagamentos e erosões, abrange grande parte do município, fazendo com que algumas áreas baixas recebam bastante água de escoamento. Com isso, é necessário investir em obras que possam melhorar o sistema, como melhorias tanto na microdrenagem quanto na macrodrenagem, principalmente nos bairros de Lago Azul e Pedregal que contam com diversos processos erosivos.



Figura 5.7 – Foto de erosão na nascente 2 do Ribeirão Paiva. Fonte: Arquivo Pessoal (2015).

#### 5.1.5.3 – Esgotamento Sanitário

Novo Gama conta uma parcela de apenas 30% a 40% de rede de esgoto, do tipo rede condominial, serviço concedido à SANEAGO (RIDES/DF). Existem muitas ligações clandestinas de esgoto na cidade, principalmente nos bairros Boa vista 1 e 2 e Lunabel.

O esgoto coletado pela rede é encaminhado para tratamento na ETE Lago Azul, cujas etapas de tratamento existentes são: tratamento preliminar, estação elevatória de esgotos brutos, lagoas anaeróbias, lagoas facultativas e lançamento no curso d'água. Existe um grande problema com relação ao destino do lodo gerado, visto que a ETE foi proibida pela SEMARH/GO de continuar destinando o lodo ao aterro da Cidade Ocidental. Com isso, o lodo está indo provisoriamente para o lixão do Novo Gama.

Em parte da periferia da cidade, em geral, ainda são usadas fossas rudimentares enquanto que uma minoria da população é atendida por rede geral e fossa séptica, como pode ser verificado nas figuras 5.8 e 5.9. Devido à precariedade do sistema de esgotamento sanitário, o risco de contaminação dos cursos hídricos existentes na cidade é muito elevado. Para amenizar esse problema, está prevista a implantação de uma nova ETE que possa tratar tanto o esgoto do Novo Gama e da cidade de Valparaíso (RIDES/DF).

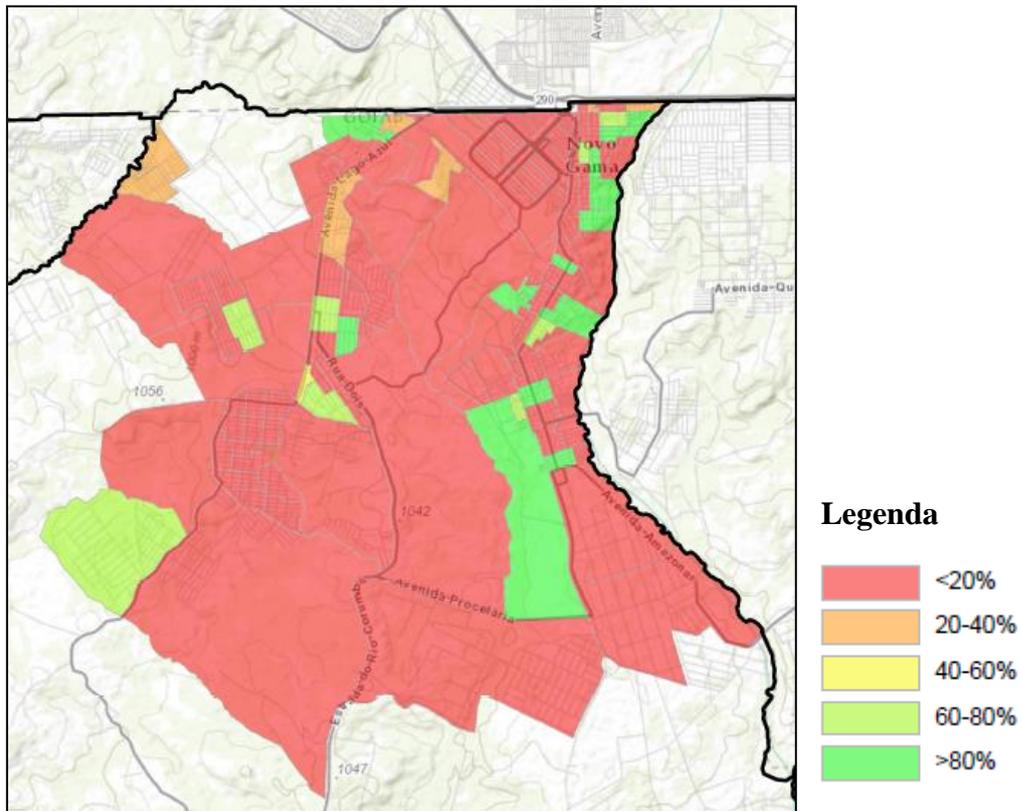


Figura 5.8 - Porcentagem de população atendida por rede geral e fossa séptica em área urbana. Fonte: RIDE/DF (2015).

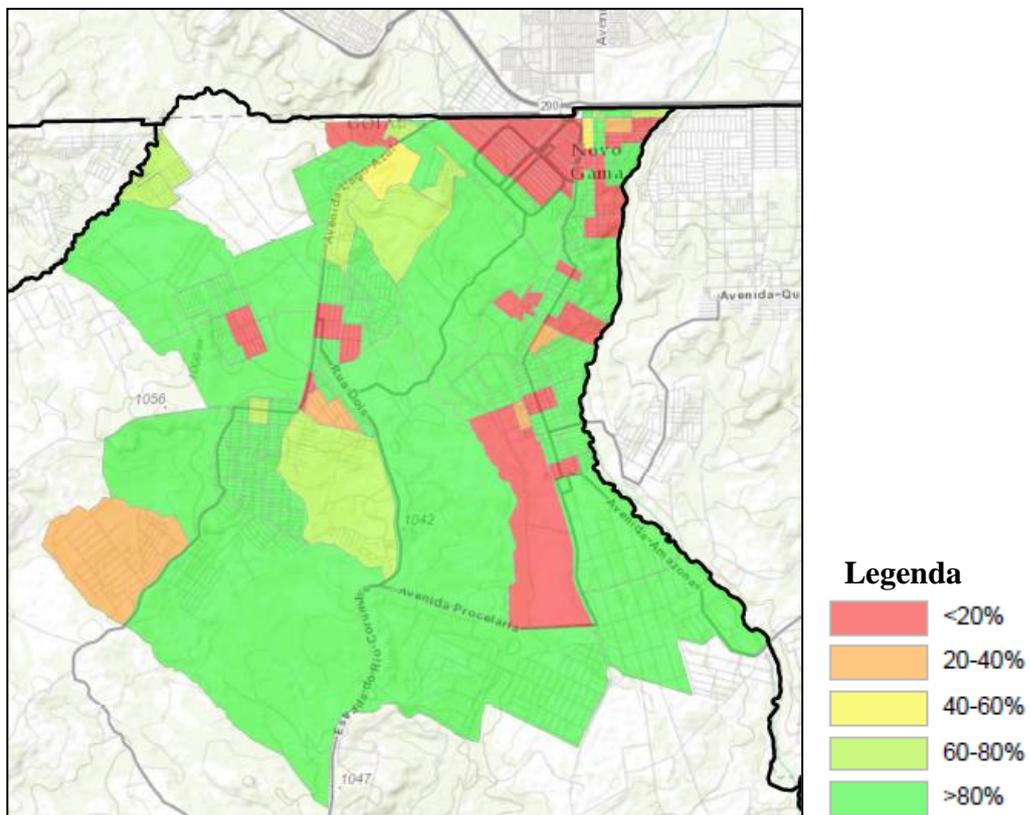


Figura 5.9 - Porcentagem de população atendida por fossa rudimentar e outros sistemas em área urbana. Fonte: RIDE/DF (2015).

#### 5.1.5.4 – Sistema de Abastecimento de Água

Até 1988, a população de Novo Gama, ainda conhecida como Pedregal, não dispunha de água encanada e os moradores tinham que perfurar cisternas para obter água em suas residências. Após a iniciativa de membros da comunidade de Novo Gama que constataram que a maior prioridade dos moradores era a construção de um sistema de água tratada, foi criado o Movimento Água para Todos, com o apoio da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Esse movimento impulsionou o projeto do sistema de tratamento de água, o qual foi implementado em 1988 para atender inicialmente cerca de 45.000 habitantes (RÊSES ; SILVA, 2015).

Atualmente, a captação superficial do município de Novo Gama - GO é realizada no Ribeirão Santa Maria, em área de elevada degradação ambiental. A prestação desse tipo de serviço é realizada por um convênio entre a SANEAGO responsável por 30%, e a CAESB, que contribui com 70% da água. Segundo um pré-diagnóstico realizado pelo projeto RIDE, o sistema de abastecimento de água do município contém uma elevatória de água bruta, uma ETA e mais cinco elevatórias de água tratada. Além disso há sistemas isolados por poços tubulares profundos e desinfecção. Ainda segundo informações da RIDE, técnicos da SANEAGO reconhecem e consideram que a qualidade da água no ponto de captação não é boa. Um dos motivos para a baixa qualidade da água bruta captada para Novo Gama é a localização do ponto de captação a jusante da cidade de Santa Maria – DF, ponto que recebe águas pluviais dessa cidade e lançamentos de esgotos sanitários do condomínio Porto Rico – DF.

Além disso, há um grande número de invasões na área e a existência de hortas plantadas na a montante da nascente que podem comprometer a qualidade da água devido ao uso de agrotóxicos. Verifica-se ainda nessa área a inexistência da disposição correta dos resíduos do tratamento, o que deve ser revisado para que não piore ainda mais a poluição dos mananciais. Essa poluição aumenta os riscos para população, já que a maioria não é atendida por rede geral, e sim por poços e nascentes (figuras 5.10 e 5.11).

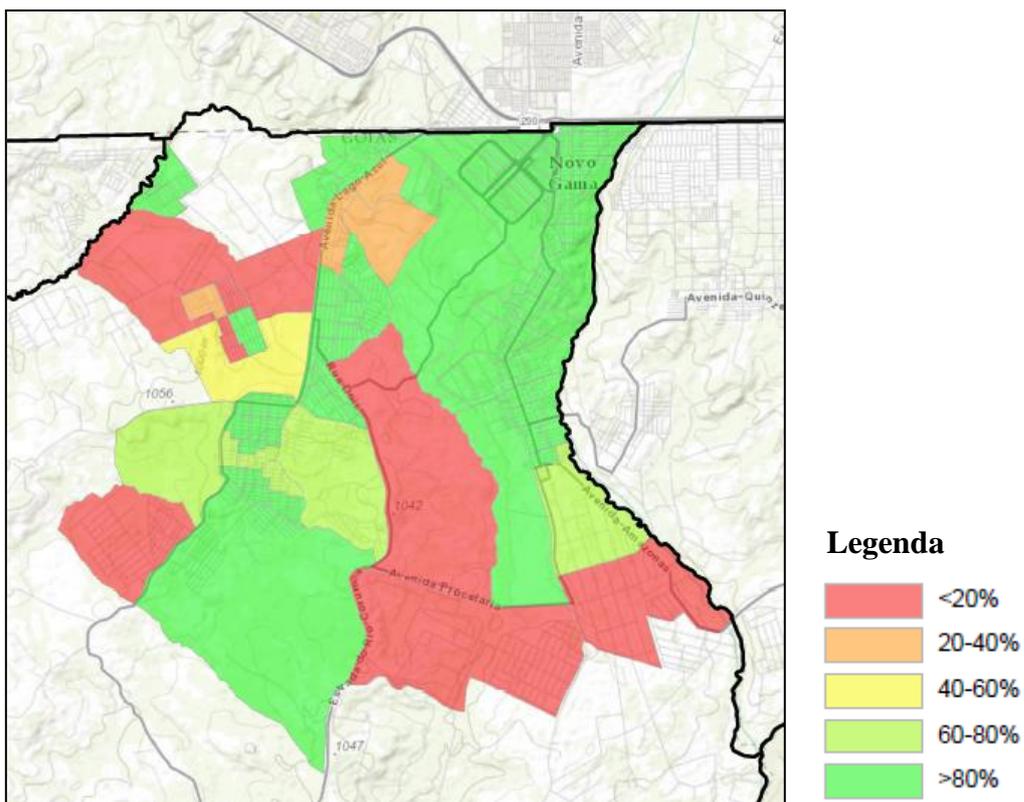


Figura 5.10 – Porcentagem da população atendida por rede geral de abastecimento de água. Fonte: RIDE/DF (2015).

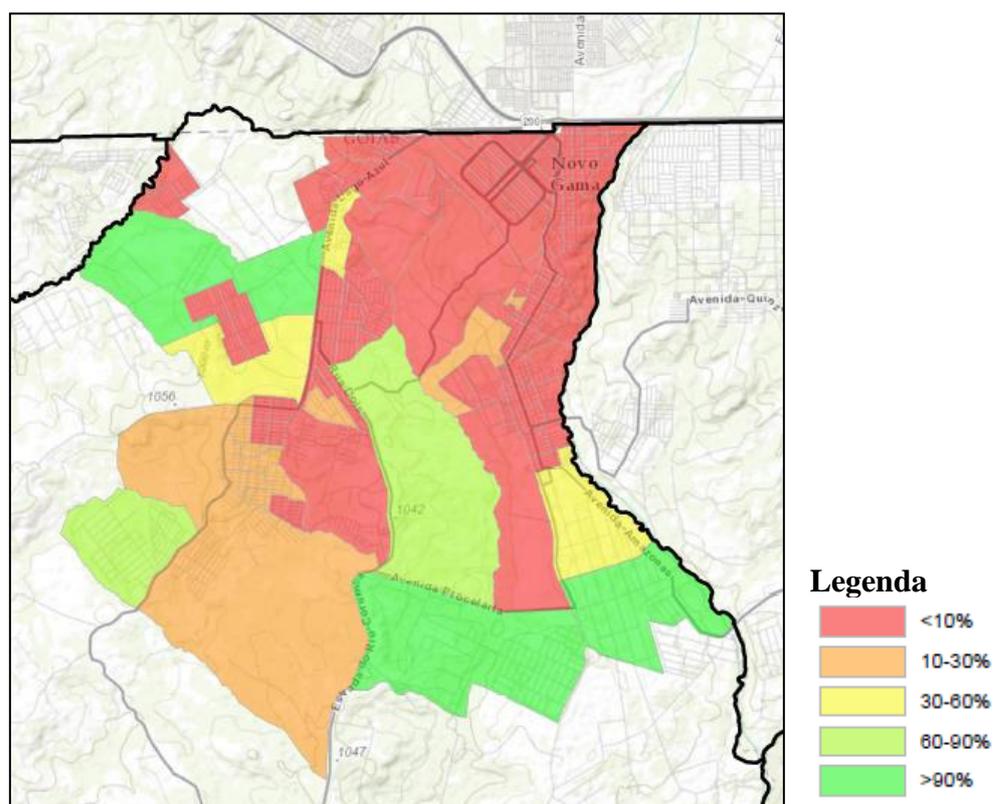


Figura 5.11 – Porcentagem da população atendida por poços ou nascentes. Fonte: RIDE/DF (2015).

### 5.1.5.5 – Resumo do Sistema de Saneamento de Novo Gama

A figura 5.11 apresentada a seguir mostra uma visão geral da estrutura de saneamento do município, inclusive dos bairros onde se localizam as cinco nascentes em estudo.

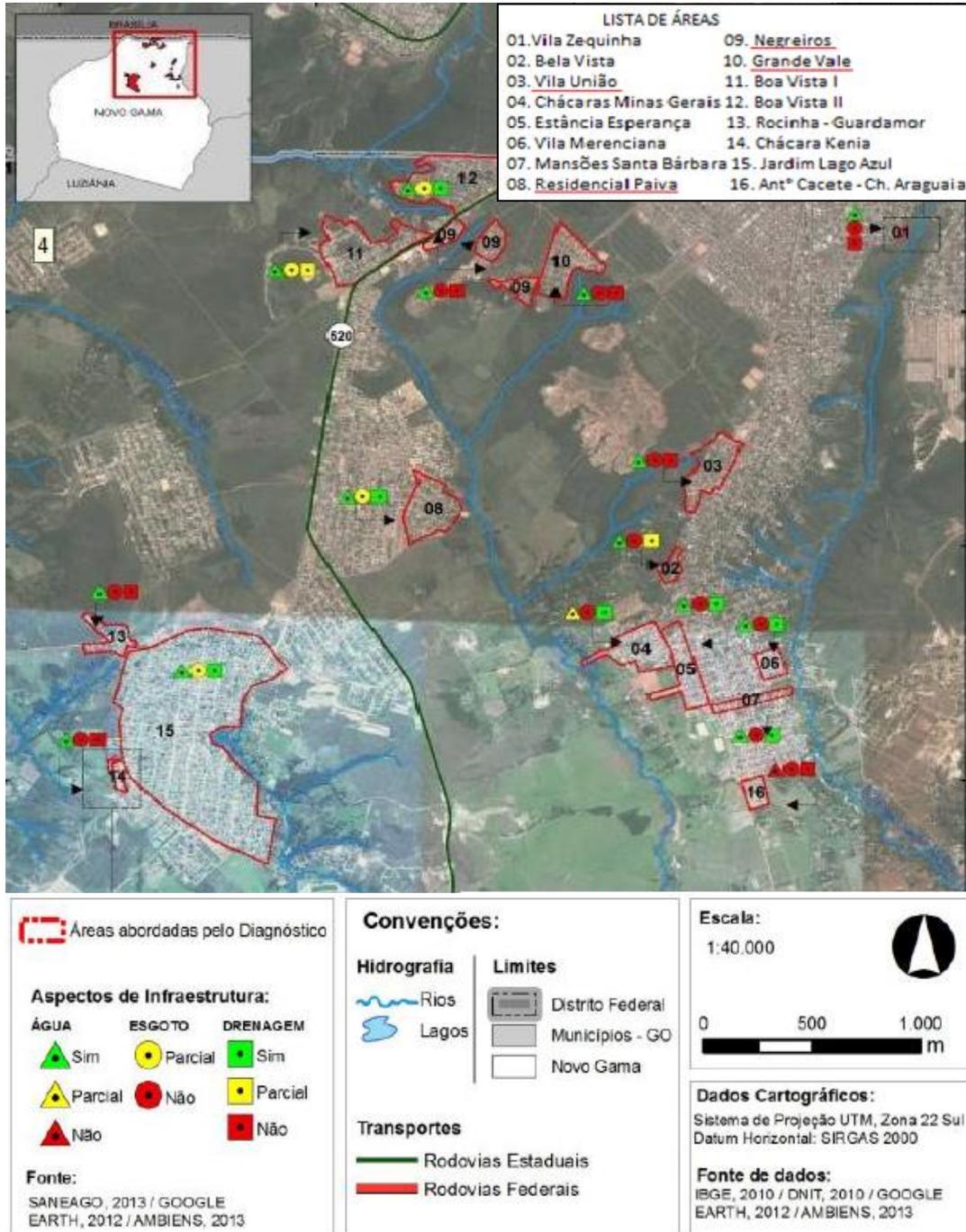


Figura 5.12 - Mapa de Infraestrutura de Saneamento, Novo Gama – GO. Fonte: Plano de Regularização Fundiária Sustentável – Município de Novo Gama (2013).

### 5.1.6 – Áreas de Risco

Segundo o Plano de Regularização Fundiária Sustentável do município de Novo Gama, foram verificadas áreas que apresentam alguma espécie de risco, ou seja, áreas que apresentam alguma vulnerabilidade ambiental no uso e ocupação do solo, com suscetibilidade à inundação, erosão e desmoronamento de encostas. Além disso, foram verificadas áreas que, apesar de não representarem, aparentemente, riscos, são consideradas áreas em observação, em virtude da sobreposição com questões ambientais ou das faixas de domínio de estradas. As regiões de risco identificadas em Novo Gama estão listadas na tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Riscos correspondentes a diferentes regiões do Novo Gama. Fonte: Plano de Regularização Fundiária Sustentável – Município de Novo Gama – GO (2013).

<b>REGIÕES</b>	<b>TIPOS DE RISCO</b>
Vila Zequinha	Áreas com declividade acentuada
Bela Vista – Estrela D’Alva	Áreas com declividade acentuada e erosão
Vila União	APP do Ribeirão Paiva
Chácaras Minas Gerais	Erosão e pontos de inundação
Residencial Paiva	Pontos de erosão
Boa Vista I	Áreas com declividade acentuada
Boa Vista II	Áreas com declividade acentuada
Antônio Cacete – Chácaras Araguaia	Ponto de erosão

Além dessa avaliação de riscos a partir do Plano de Regularização Fundiária Sustentável, também foi feito um mapa de vulnerabilidade (Figura 5.15) a partir do Modelo Digital de Elevação produzido pelo satélite ASTER obtido junto à plataforma do U.S. Geological Survey (USGS), referente ao relevo, e de dados do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), referente à pedologia. Abaixo, estão os mapas de relevo (Figura 5.13) e de pedologia (Figura 5.14), respectivamente, da área a qual pertence o município de Novo Gama, utilizados para a produção do mapa de vulnerabilidade.

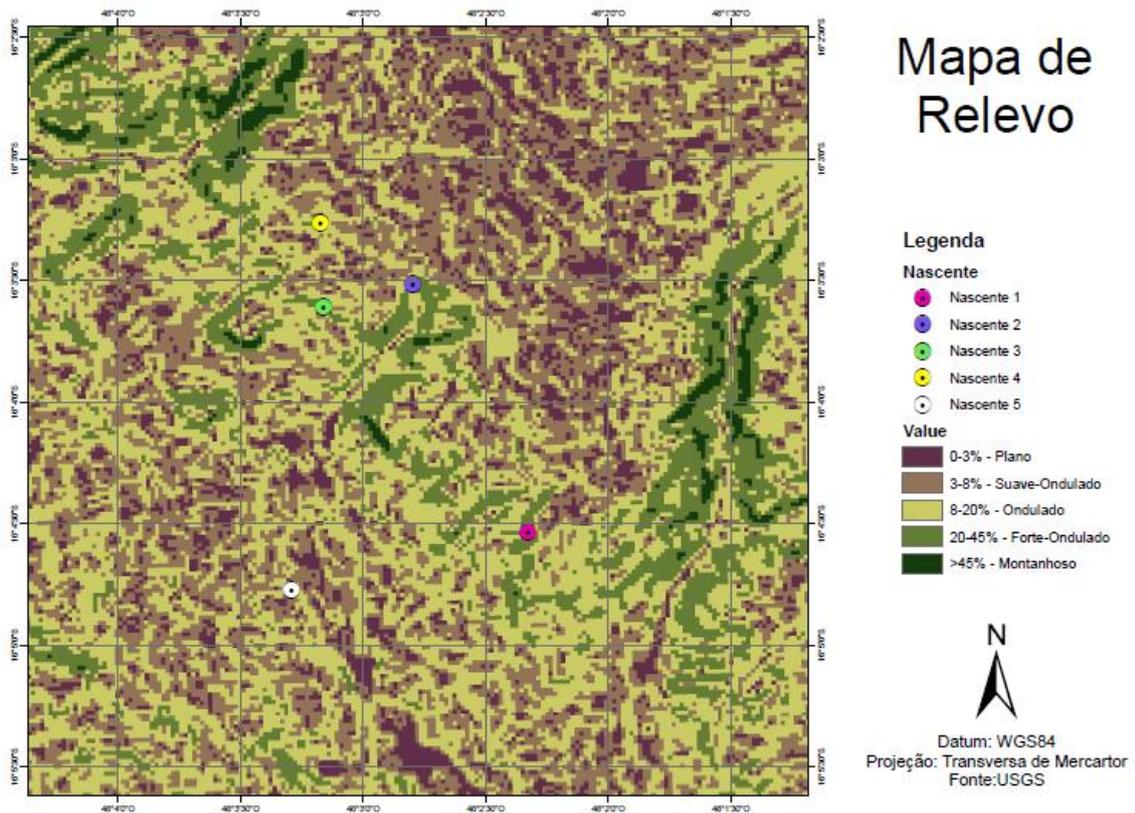


Figura 5.13: Mapa de Relevo da Região de Novo Gama – GO. Fonte: USGS (2011).

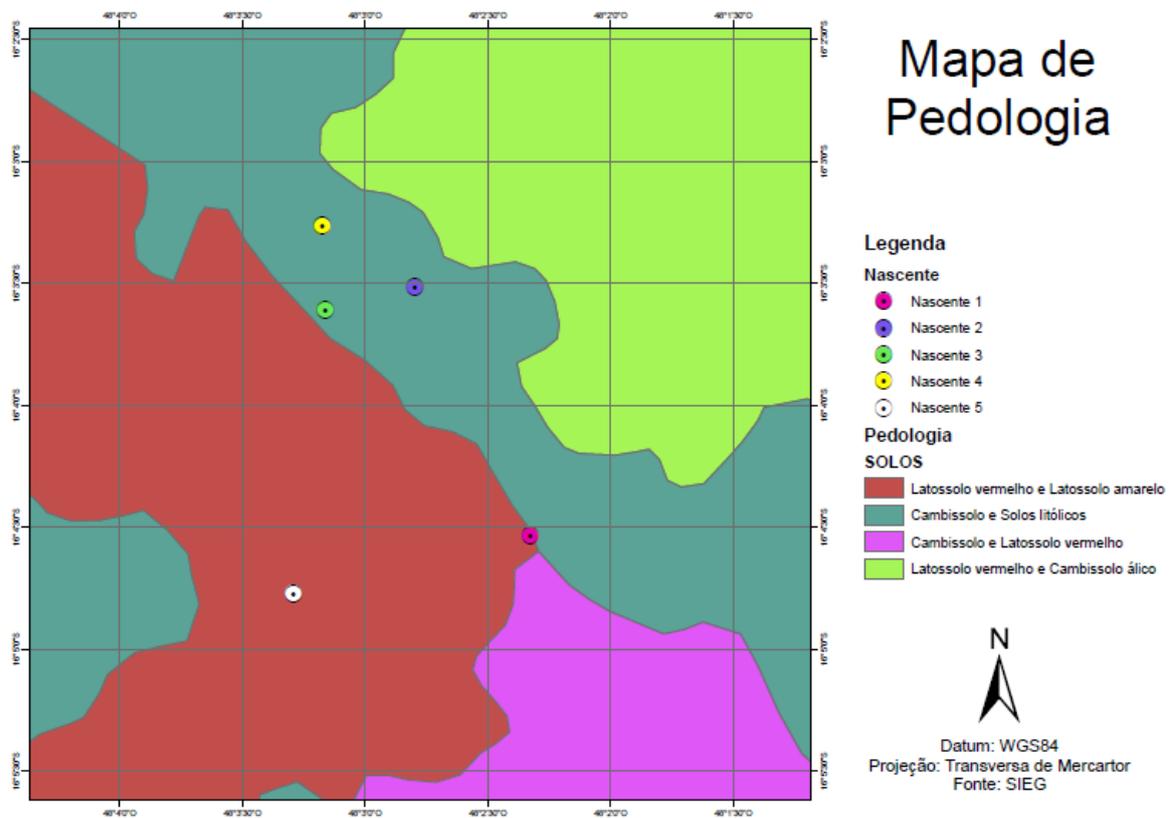


Figura 5.14: Mapa de Pedologia da Região de Novo Gama – GO. Fonte: SIEG (2005).

O mapa de relevo foi gerado no software ArcGis e classificado segundo o grau de erodibilidade adotado por Silva *et al.* (2015). Da mesma forma, o mapa de pedologia foi classificado pelo grau de erodibilidade adotado pelo mesmo autor. O mapa de vulnerabilidade foi elaborado a partir de uma análise de tabulação cruzada entre as classes de vulnerabilidade de cada mapa. Para cada combinação de graus de erodibilidade é estabelecida uma classe de vulnerabilidade. Este critério adotado para a definição das classes tem por base o Relatório Orientações para o Combate a Erosão do Estado de São Paulo, Bacia do Prado Grande, produzido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

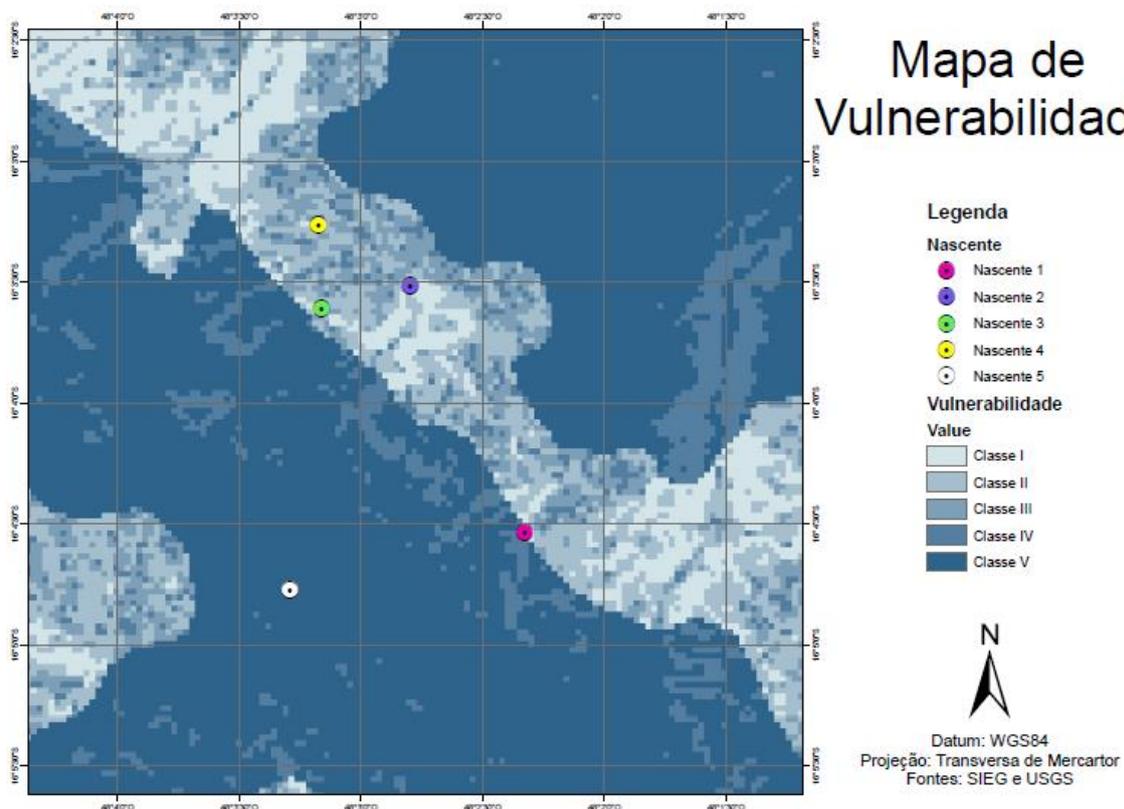


Figura 5.15: Mapa de Vulnerabilidade da região de Novo Gama – GO (2016).

Elaboração: Luciana Borges da Costa e Bárbara Tobias da Fonseca.

A partir do cruzamento das cinco classes de relevo e das quatro classes de solos, são geradas novas cinco classes de vulnerabilidade à erosão laminar. São essas classes (ITP, 1990):

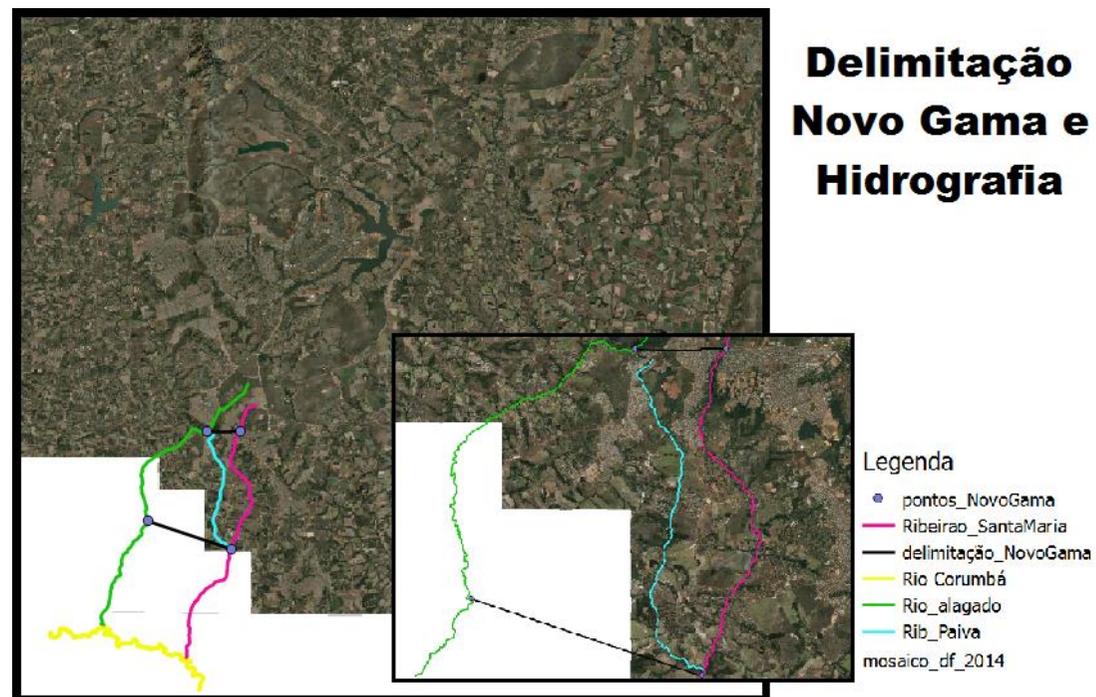
- Classe I: EXTREMAMENTE VULNERÁVEL – Onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, indicados para preservação ou para reflorestamento.

- Classe II: MUITO VULNERÁVEL – Onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, parcialmente favoráveis à ocupação por pastagem, sendo mais apropriados para o reflorestamento
- Classe III: MODERADAMENTE VULNERÁVEL – Onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes.
- Classe IV: POUCO VULNERÁVEL – Onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicado a pastagens e culturas perenes e, eventualmente, a culturas anuais, porém exigindo práticas intensivas mecanizadas e controle da erosão.
- Classe V: POUCO A NÃO VULNERÁVEL – Correspondendo a terrenos sem problemas e com problemas simples especiais de conservação, podendo ser utilizados com qualquer tipo de cultura.

Como pode-se observar no mapa de vulnerabilidade, a nascente 1 se situa em uma região que possui classe IV de vulnerabilidade, sendo pouco vulnerável à erosão laminar. A nascente 2 e 3 se encontram em uma região que possui classe I de vulnerabilidade, sendo, assim, regiões extremamente vulneráveis à processos erosivos. A nascente 4 se situa em uma região classificada como classe II, ou sejam muito vulnerável à denudação. A nascente 5 se encontra em uma região de classe V, sendo classificada como pouco a não vulnerável à processos erosivos. Dessa forma, as nascentes 2, 3 e 4 se encontram nas áreas mais vulneráveis à erosão, necessitando de maior atenção à proteção dessas nascentes, principalmente em relação ao uso e ocupação das áreas circunvizinhas.

### **5.1.7 – Hidrografia**

O município de Novo Gama está inserido na Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba, segunda maior unidade da Região Hidrográfica do Paraná. As microbacias do município em estudo pertencem aos cursos d'água Ribeirão Santa Maria e Rio Alagado, que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbá, onde está inserido o Ribeirão Paiva (SEPLAN), cuja localização está ilustrada na figura 5.16. No presente trabalho serão estudadas cinco delas, localizadas nos seguintes bairros: Vila União, Grande Vale, Negreiros e Lunabel.



(b)

Figura 5.16 – Bacia Hidrográfica do Rio Corumbá. Fonte: EPE (a), Delimitação do Município de Novo Gama e Hidrografia. Fonte: TERRACAP (b).

### 5.1.8 - Vegetação

O município de Novo Gama faz parte do bioma Cerrado, o qual é caracterizado por sua elevada diversidade biológica, porém com ameaça de extinção de muitas de suas espécies de fauna e flora. Nesse sentido, vale destacar que a instituição Conservation International incluiu esse bioma entre os 25 pontos prioritários mundiais para ações de proteção e preservação (BARRETO *et al.*, 2007).

De forma mais específica, as áreas de estudo do presente trabalho encontram-se em regiões de vegetação denominada como cerrado *stricto sensu*, que é uma fitofisionomia característica do bioma savânico, com árvores baixas e retorcidas, inclinadas, com ramificações irregulares e tortuosas, e geralmente com evidência de queimadas. O cerrado *stricto sensu* está dentro do cerrado *lato sensu*. (WALTER; RIBEIRO, 1996).

O IBGE caracteriza o cerrado *lato sensu* nas fitofisionomias como savana florestada, savana arborizada, savana parque e savana gramíneo-lenhosa. Cada tipo de fitofisionomia apresenta um gradiente de biomassa que está intimamente relacionado com as características dos solos. Estes são predominantemente classificados como latossolos vermelhos submetidos a profundo intemperismo tipicamente profundos, uniformes, porosos, ácidos, pobres em bases trocáveis e ricos em óxidos de alumínio e de ferro (GOODLAND; FERRI, 1979). A forma de menor biomassa é chamada campo limpo, e na sequência crescente, campo sujo, campo cerrado, cerrado *stricto sensu* e cerradão, especificadas na tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Gradientes de biomassa no cerrado Lato Sensu e suas características. Fonte: COUTINHO, 1990.

GRADIENTES DE BIOMASSA CERRADO LATO SENSU	
Campo Limpo	Fisionomia herbácea, com poucos arbustos e nenhuma árvore.
Campo Sujo	Fisionomia herbáceo-arbustiva com arbustos e subarbustos espaçados entre si.
Campo Cerrado	Fisionomia arbustivo-arbóreo e árvores esparsadas.
Cerrado Stricto Sensu	Fisionomia característica do bioma savânico, com árvores baixas e retorcidas, arbustos, subarbustos e ervas.
Cerradão	Formação florestal com elementos xeromórficos e composição mista de espécies comuns ao cerrado <i>stricto sensu</i> , matas de galeria e florestas decíduais.

## **5.2 – CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS NASCENTES**

Para elaborar propostas de ações para proteção e recuperação das nascentes do Paiva, foi realizado um levantamento da qualidade ambiental das áreas de entorno das nascentes selecionadas nas quatro visitas feitas. Vale ressaltar que esse levantamento não foi baseado em dados históricos, sendo produzido a partir das visitas feitas em campo. Para avaliar ambientalmente cada nascente em estudo, a tabela 5.4 foi preenchida durante as visitas de campo em cada uma das cinco nascentes, obtendo informações para um diagnóstico detalhado de cada uma delas e de suas APPs. A seguir, são apresentados os resultados desse levantamento para cada nascente analisada.

Tabela 5.4 - Caracterização das nascentes de acordo com indicadores e parâmetros pré-definidos.

INDICADORES	PARÂMETROS	NASCENTE 1		NASCENTE 2		NASCENTE 3		NASCENTE 4		NASCENTE 5	
		SIM	NÃO								
Mata Ciliar	Corte ou remoção da vegetação	x		x			x	x		x	
	Substituição da vegetação nativa por espécies exóticas	x		x			x	x		x	
Mata Galeria	Corte ou remoção da vegetação	x		x			x	x			x
	Substituição da vegetação nativa por espécies exóticas	x			x		x		x		x
Poluição	Presença de resíduos sólidos depositados na área das nascentes	x		x			x	x		x	
	Lançamento de efluentes, conexões de esgoto		x	x			x	x		x	
	Lançamento de águas pluviais urbanas	x		x			x	x			x
Erosão e Assoreamento	Processos erosivos visíveis nas margens		x	x			x		x		x
	Sedimentos nas margens		x	x			x		x		x
Edificações	Presença de edificações residenciais, Comerciais e/ou industriais nas áreas de APP	x		x			x	x		x	
	Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública nas áreas de APP		x		x		x		x		x
Fauna	Presença de animais silvestres nativos	x		x		x		x		x	
	Presença de animais exóticos		x		x		x	x		x	
Tipo de exploração	Consumo Humano		x		x		x		x		x
	Lavagem de roupas		x		x		x		x		x
	Agricultura	x			x		x		x		x
	Dessedentação de animais		x		x		x	x		x	
	Lazer	x			x		x	x		x	

### 5.2.1 – Nascente 1

A primeira nascente visitada localiza-se em uma propriedade privada rural dentro do perímetro urbano, na divisa entre os bairros Pedregal e Vila União, ambos irregulares. Não há identificação (placas ou faixas) sobre a existência da nascente. A nascente se encontra em um terreno declivoso e muito próxima da zona residencial da fazenda que se localiza

no topo desse terreno. Ainda é possível identificar a Cascalheira JB a uma distância de aproximadamente 0,43 km da nascente.

Verificou-se que a nascente 1 (figura 5.17) está em local com mata ciliar e galeria parcialmente preservadas, com corte ou remoção parcial da vegetação em sua proximidade, em que uma pequena parcela de vegetação nativa foi substituída por espécies de capim. A localização da nascente e respectiva APP estão apresentadas na figura 5.18. Essa nascente possui fitofisionomia de mata galeria com cerrado *stricto sensu* e seu solo é latossolo vermelho e latossolo amarelo, conforme mapa de pedologia da figura 5.14 (SIEG, 2005). A água apresentava-se com coloração transparente e sem odor.



Figura 5.17 – Foto da nascente 1 do Ribeirão Paiva. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Não havia depósito de lixo em suas margens no dia da visita, porém foram encontrados alguns resíduos próximos à nascente, que devido à sua localidade, que fica numa baixada muito próxima às zonas residenciais que invadem a APP podem ser carreados pelas enxurradas em períodos chuvosos, poluindo as nascentes. Além disso, verificou-se a presença de esgotos nas ruas próximas à propriedade onde a nascente se encontra, sendo também uma provável fonte de poluição que pode ser carreada com as águas pluviais, além de poder infiltrar no lençol freático. De acordo com informações da fiscal do meio ambiente, Wagda Barbosa, a SANEAGO pretende implantar redes de esgoto nas proximidades da nascente, mas o processo de licenciamento ainda está em andamento.

Com relação à fauna, não foi visto nenhum animal nas margens da nascente no dia da visita. No entanto, um funcionário da propriedade relatou a presença frequente de macacos e aves, porém, nenhum animal exótico costuma frequentar a área.

As águas dessa nascente são exploradas basicamente para abastecer um tanque de peixe existente na propriedade e para suprir atividades de agricultura familiar realizadas pelo proprietário. De acordo com relatos de um funcionário da propriedade, algumas vezes pessoas invadem a nascente para lazer, principalmente em períodos muito quentes. Além disso, antigamente também era comum o uso da água para lavagem de roupas, o que também não acontece mais, muito provavelmente devido à expansão da rede de abastecimento de água da cidade.

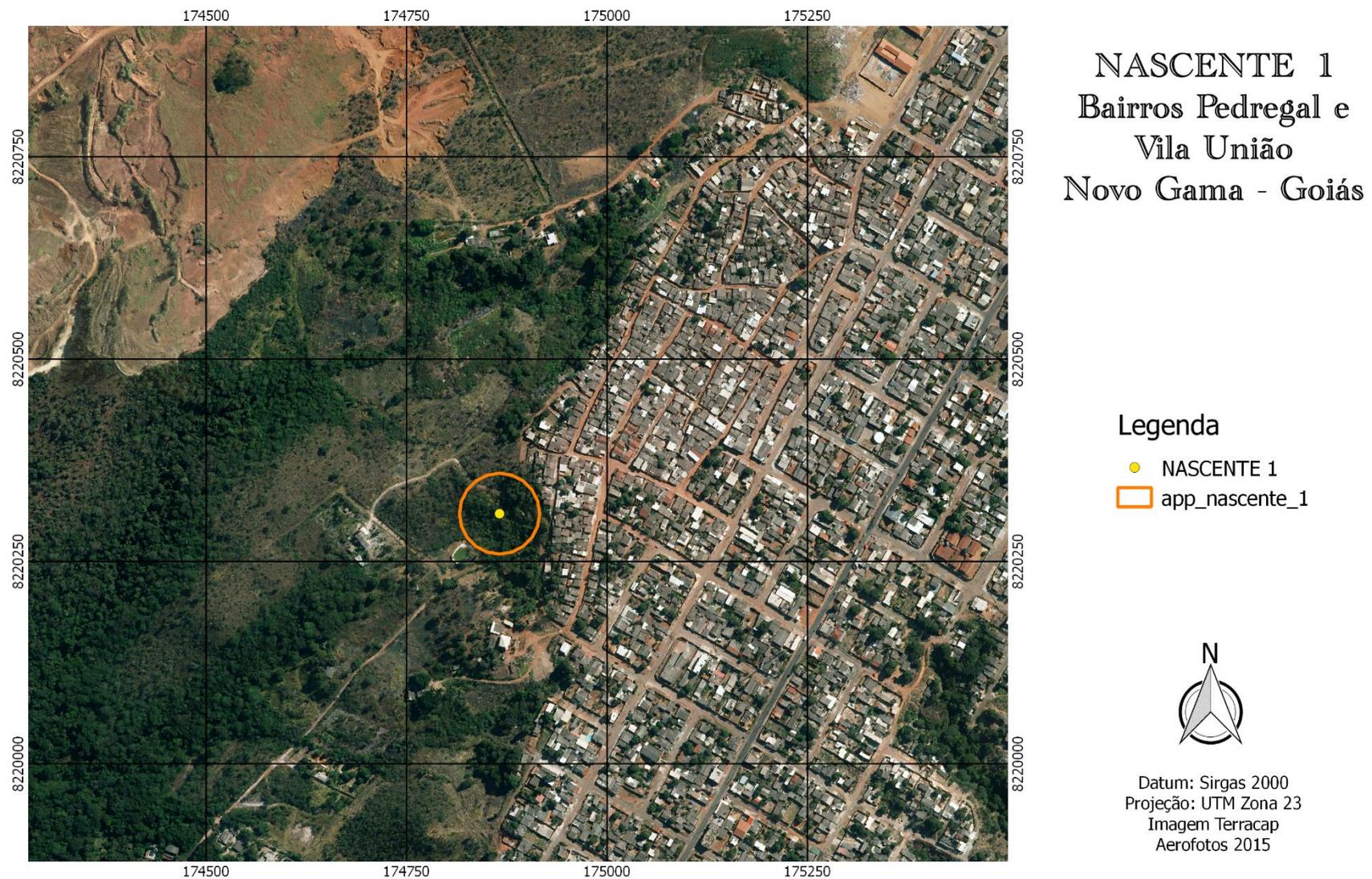


Figura 5.18 – Localização da nascente 1 e delimitação de sua APP de 50 metros. Elaboração: Luciana Costa e Bárbara Tobias (2016).

### 5.2.2 – Nascente 2

O segundo ponto visitado localiza-se numa propriedade privada no bairro Grande Vale, a uma distância de aproximadamente 0,45 km da Cascalheira JB, e foi denominado de “nascente 2”, conforme mostrada no mapa da figura 5.20. No entanto, trata-se de uma área que contém um conjunto de nascentes reunidas em um mesmo lugar. A água da nascente visitada apresentou-se transparente e sem odor.

A fitofisionomia e o solo na área caracterizam-se por cerrado *stricto sensu* e cambissolo e solos litólicos, respectivamente (SIEG, 2005). A nascente não possui sua vegetação ciliar e de galeria por causa de uma erosão causada na área, consequência do fluxo superficial das águas pluviais que descem as encostas. Segundo relato de Wagda Barbosa, fiscal do meio ambiente do município, houve um aumento significativo da erosão nos últimos meses. Como a visita foi feita no mês de março, período chuvoso, possivelmente o aumento da erosão se deu pela ocorrência da drenagem preferencial, ou seja, o escoamento da chuva em um único local do terreno, potencializando o processo erosivo. Além disso, uma parcela pouco significativa mais afastada da nascente foi parcialmente desmatada e invadida por espécies de gramíneas.

Com relação à poluição, as principais fontes são lixos e esgotos advindos de áreas residenciais que se encontram dentro e próximas da APP. Esse aspecto foi enfatizado por um morador que, no dia da visita, reclamou da irregularidade das coletas de lixo. Além disso, foram encontradas ligações clandestinas de esgoto nas áreas à jusante das nascentes escoando mata a fora e um grande acúmulo de resíduos sólidos, tanto nas suas margens quanto nas encostas e ruas acima delas (figura 5.19). Como o terreno é muito íngreme, muito lixo de vários tipos e esgoto podem ser levados às nascentes durante enxurradas. Logo, é uma área de impacto ambiental iminente, muito contaminada e apresenta risco à saúde pública local.



Figura 5.19 – Foto de acúmulo de lixo nas margens da nascente e ligação clandestina de esgoto. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Com relação à fauna silvestre local, ela se encontra praticamente inexistente, por ser um ambiente urbanizado. Segundo relatos da fiscal do meio ambiente, praticamente só há presença de macacos e aves ocasionalmente. No dia da visita, não foi visto nenhum animal exótico na área.

Não foi verificado nenhum tipo de exploração explícita da área, provavelmente pela dificuldade de acesso.



Figura 5.20 – Localização da nascente 2 e delimitação de sua APP de 50 metros. Elaboração: Luciana Costa e Bárbara Tobias (2016).

### 5.2.3 - Nascente 3

A terceira nascente localiza-se no bairro Negreiros, dentro de uma Reserva Legal que está cercada. Dentre as nascentes visitadas, aparentemente, esta é a mais preservada. A água se encontrava transparente, sem nenhum odor característico. Além disso, não se detectou lixo nas margens. O solo da área onde se encontra a nascente foi identificado como cambissolo e solo litólico (SIEG, 2005) e a nascente brota de dentro de uma gruta. Sua fitofisionomia é de mata galeria com cerrado *stricto sensu*.

Existe uma placa do IBAMA na entrada da Área de Reserva Legal indicando que a água não é potável. Apesar desse indicativo, no dia da visita havia uma evidência de utilização da água da nascente, devido à presença de tubulação que transportava água da nascente (figura 5.21). Segundo a fiscal que acompanhava a visita, possivelmente essa água captada seria usada em obras próximas. Este foi o único tipo de exploração identificado. Além disso, como informação adicional, a fiscal também relatou a presença de fossas sépticas na área de residências que fazem limite com a APP dessa nascente.



Figura 5.21 – Foto de captação de água da nascente. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Essa área de Reserva Legal é relativamente próxima da área urbana (figura 5.22), que encontra-se no limite da Área de Preservação Permanente. Não há nenhum indicativo de erosão ou assoreamento na área. Com relação à fauna, verificou-se o mesmo das nascentes anteriores, ou seja, não há animais exóticos, apenas nativos, principalmente macacos e aves.



NASCENTE 3  
Bairro Negreiros  
Novo Gama - Goiás

Legenda

- NASCENTE 3
- app\_nascente\_3



Datum: Sirgas 2000  
Projeção: UTM Zona 23  
Imagem Terracap  
Aerofotos 2015

Figura 5.22 – Localização da nascente 3 e delimitação de sua APP de 50 metros. Elaboração: Luciana Costa e Bárbara Tobias (2016).

#### 5.2.4 – Nascente 4

Essa nascente (figura 5.23) está localizada no bairro Negreiros, em uma propriedade privada e sua localização e delimitação da APP estão ilustradas no mapa da figura 5.25. Próximo à área, existe um posto de gasolina e plantações de milho.

A nascente 4 possui fitofisionomia de mata galeria com cerrado *stricto sensu* e seu solo é composto por cambissolo e solos litólicos (SIEG, 2005).

Há mata ciliar nos arredores da nascente, havendo indícios de corte ou remoção parcial da vegetação nativa. Além disso, não foram identificados processos erosivos visíveis na margem.



Figura 5.23 – Foto da nascente 4. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

A área da nascente se trata de uma área bastante fragilizada pela presença de resíduos sólidos urbanos e vazamento da rede de esgoto (figura 5.24) das áreas residenciais existentes dentro da APP. O lixo atinge a nascente tanto por lançamento direto, devido à proximidade das residências e por invasão da população na localidade da nascente para lazer, o que pode contribuir com a poluição e a degradação da região de forma indireta, que podem ser carreados com as águas pluviais. Além disso, verificou-se a presença de óleo no solo, porém não foi possível identificar a fonte. Além da presença de animais nativos na área, também verificou-se presença de cavalos (animais domésticos) nas proximidades da nascente. Diante disso, infere-se que um dos usos da água é para dessedentação desses

animais, visto que foram identificadas pegadas nas margens. A presença desses animais também contribui para a desestabilização das margens da nascente e compactação do solo da margem. Além disso, a água também possivelmente é contaminada por esses animais, já que seus dejetos foram encontrados nas margens das nascentes. Outro tipo de uso comum dessa nascente, por estar no perímetro urbano e ser de fácil acesso, é com a finalidade de lazer.



Figura 5.24 – Foto de vazamento de rede de esgoto próximo à nascente 4. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

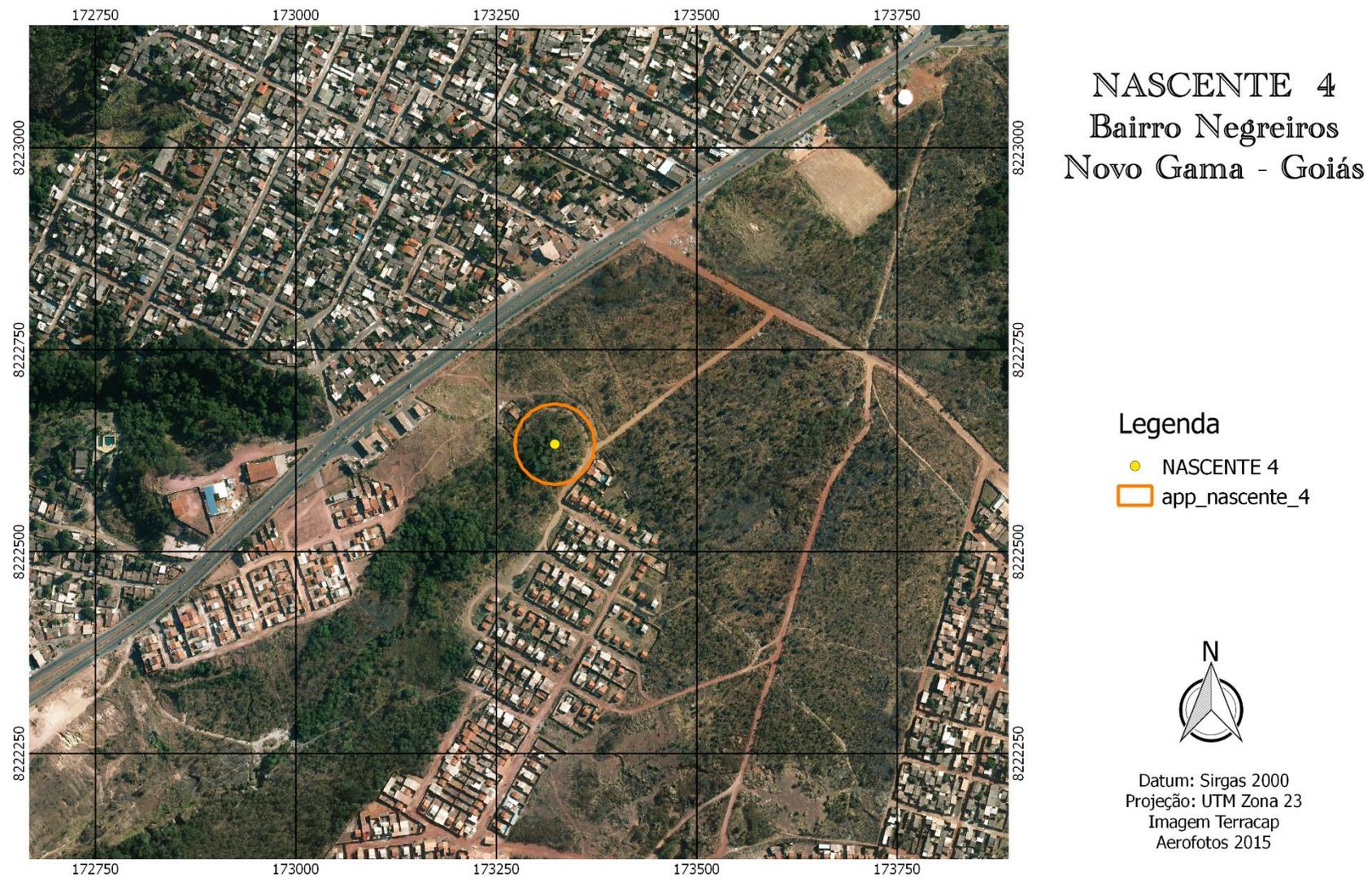


Figura 5.25 – Localização da nascente 4 e delimitação de sua APP de 50 metros. Elaboração: Luciana Costa e Bárbara Tobias.

### 5.2.5 – Nascente 5

A última nascente visitada localiza-se no bairro Lunabel, em área pública, e a delimitação de sua APP é ilustrada na figura 5.29. Essa nascente é classificada como difusa, pois tem fluxo de água em vários pontos do terreno. Além disso, a formação vegetal na área é repleta de buritis, o que é característico de Vereda (figura 5.26), e o solo é hidromórfico do tipo latossolo vermelho e latossolo amarelo (SIEG, 2005). Não foi identificado corte nem substituição da vegetação nativa em torno da nascente, porém há desmatamento de vegetação em área próxima.



Figura 5.26 – Foto da nascente 5 – Vereda. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

No dia da visita, identificou-se a presença de uma bomba de sucção na nascente (figura 5.27). No entanto, não se sabe a destinação da água bombeada nem a procedência da bomba.



Figura 5.27 – Foto de bomba de sucção na nascente 5. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Na nascente em si e em suas margens não há presença de lixo. Porém, nas redondezas da área, caracterizada por edificações residenciais, há muitos resíduos dispostos de forma inadequada. Além disso, outra fonte de poluição visível é o esgoto clandestino sendo lançado diretamente no córrego, perto da vereda, além de vazamento nas ruas (figura 5.28) que serão levados para as nascentes juntamente com as águas pluviais, agravando o quadro de poluição.



Figura 5.28 – Foto de vazamento de esgoto próximo à nascente 5. Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Além de animais nativos, existem também cavalos na área. Pegadas de animais identificadas na margem da nascente indica que provavelmente um dos usos dessa água é para dessedentação de animais. Isso pode contribuir para a contaminação das águas pelos dejetos desses animais além de causar a compactação do solo e a degradação da mata ciliar, podendo provocar erosões com o tempo.



## NASCENTE 5 Bairro Lunabel Novo Gama - Goiás

### Legenda

- NASCENTE 5
- app\_nascente\_5



Datum: Sirgas 2000  
Projeção: UTM Zona 23  
Imagem Terracap  
Aerofotos 2015

Figura 5.29 – Localização da nascente 5 e delimitação de sua APP de 50 metros. Elaboração: Luciana Costa e Bárbara Tobias (2016).

## 6 – CLASSIFICAÇÕES E ANÁLISES

### 6.1 – CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES

#### 6.1.1 – Quanto ao tipo de nascente

A tabela 6.1 abaixo mostra a classificação de cada uma das nascentes visitadas quanto à posição, ao regime de vazão e à sua formação. Essa tabela foi produzida a partir dos conceitos de Calheiros *et al.* (2009), e de Paraná (2010), descritos na revisão bibliográfica referente à nascentes.

Tabela 6.1 – Classificação das nascentes visitadas. Fonte: Calheiros *et al.* (2009) e Paraná (2010).

CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES		1	2	3	4	5
Posição	Fixa ou Pontual	x	x	x	x	
	Móvel					
Regime de vazão	Perene	x	x	x	x	x
	Intermitente					
	Efêmera					
Formação	De encosta	x	x	x	x	
	Difusa					x

Logo, pode-se perceber que as nascentes visitadas têm classificações similares, sendo quase todas elas fixas ou pontuais e com fluxo perene. Apenas com relação à formação que a nascente 5 se difere das outras, sendo esta difusa enquanto que as demais são de encosta.

#### 6.1.2 – Quanto ao grau de degradação

De acordo com as análises realizadas em campo e com as classificações estabelecidas pelo Programa “Adote uma Nascente”, do governo do estado de São Paulo (MOTTA; GONÇALVES, 2015), descritas no tópico 3.3.1., as nascentes também foram classificadas quanto ao grau de degradação, como pode ser visto na tabela 6.2. A partir dessa avaliação, pode-se concluir que as nascentes 4 e 5 são a que apresentam maior grau de degradação.

Tabela 6.2 – Classificação das nascentes em estudo quanto ao grau de degradação. Fonte: MOTTA; GONÇALVES (2015).

Grau de degradação	NASCENTES				
	1	2	3	4	5
Preservada			x		
Perturbada	x	x			
Relativamente degradada				x	x
Degradada					

## **6.2 – ANÁLISES**

### **6.2.1 – Quanto à legislação**

Apesar de haver indícios de supressão de vegetação em várias APPs das nascentes em estudo, não verificou-se atividades exploratórias muito degradantes dentro das APPs, tais como criação de gado ou agricultura intensiva, apesar de terem sido encontrados outros tipos de degradação. A única nascente na qual constatou-se atividades agrícolas dentro da área de proteção foi a nascente 1. No entanto, por se tratar de agricultura familiar em uma área pequena, esse tipo de intervenção é considerada de baixo impacto e está de acordo com os requisitos da Lei 12.651/2012, visto que intervenções por plantio de espécies vegetais que não excedam 5% da APP são permitidas (§ 2º, inciso X), assim como a construção da moradia de agricultores familiares (inciso VI). Com relação às atividades da cascalheira, mesmo que não ocorra dentro das APPs, causa uma grande supressão de vegetação em áreas que podem corresponder a recarga de nascentes, além de serem uma ameaça com relação à sedimentos e assoreamento por se aproximar cada vez mais de algumas nascentes.

Com relação ao disposto no Novo Código Florestal sobre limites de Áreas de Proteção Permanente de nascentes, verificou-se que as nascentes 2 e 5 (figuras 5.20 e 5.29) possuem habitações irregulares dentro do raio de 50 metros que são reservados para a APP. Essas invasões provavelmente ocorreram devido à falta de planejamento do desenvolvimento urbano e ausência de fiscalização e/ou interferências do poder público para o impedimento dessas construções. Logo, se essas áreas continuarem sendo negligenciadas, os riscos de aumentar o índice de invasões em APPs tende a aumentar, como é o caso das demais nascentes, onde já há residências próximas ao limite dos 50 metros que devem ser protegidos.

Ao avaliar o que dispõe a legislação do Estado de Goiás com relação aos recursos hídricos, percebe-se uma disparidade entre o que deveria ser feito e o que de fato é realizado no município de Novo Gama. Um dos pontos mais relevantes destacados na lei e que claramente não é providenciado pelo Estado é a proteção das águas contra contaminações físicas, químicas e biológicas que possam comprometer sua quantidade e qualidade e seu uso atual e futuro, conforme descrito no artigo 4º, II da Lei Estadual 13.123 de 1997, visto que praticamente todas as nascentes visitadas têm suas APPs contaminadas de alguma forma, principalmente por resíduos sólidos e esgoto, comprometendo as águas das

nascentes. Além disso, a lei também prevê em seu artigo 8º a interação entre o estado e municípios para realizar programas de conservação e recuperação de APPs.

No entanto, na prática não há programas em vigor referentes a gestão ambiental, o que justifica a vulnerabilidade das nascentes do Ribeirão Paiva que não recebem a proteção necessária. Outro ponto importante que vale destacar é a prevenção contra erosão do solo e contra a poluição, que também não ocorre, o que foi constatado por dados do diagnóstico RIDE/DF e pelas visitas de campo, verificando erosões como da nascente 2 (figura 5.6). Logo, percebe-se a ausência do cumprimento da legislação ambiental em Novo Gama.

## **7 - PROPOSTAS E RECOMENDAÇÕES PARA PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DAS NASCENTES DO RIBEIRÃO PAIVA**

Diante do diagnóstico ambiental realizado no município e nas nascentes em estudo, verificou-se que os principais impactos sofridos pelas nascentes são:

- Perda de vegetação nativa e de mata ciliar;
- Poluição por resíduos sólidos e esgoto provenientes da área urbana;
- Contaminação e compactação do solo pela presença de animais;
- Erosão (mais evidente apenas na nascente 2).

Logo, levando em consideração esses impactos, foram propostas algumas medidas, tanto técnicas quanto de gestão, para a proteção e recuperação dessas nascentes e de suas APPs. Para isso, foram utilizadas medidas estudadas na revisão bibliográfica aplicáveis para as áreas estudadas, assim como trabalhos de proteção de nascentes já realizados, como o Programa “Adote uma Nascente”, do governo do estado de São Paulo e o “Projeto de Recuperação de Nascentes da Bacia do Paranoá-Corumbá” no Distrito Federal, por exemplo. Um resumo dos aspectos de degradação e das propostas são apresentados na tabela 7.1, e serão detalhados posteriormente. É importante ressaltar que essas ações devem ocorrer concomitantemente, ou seja, de forma integrada, para se alcançar resultados melhores e mais consistentes.

Tabela 7.1 – Fatores de degradação e propostas para conservação e recuperação das nascentes

<b>FATORES DE DEGRADAÇÃO</b>	<b>PROPOSTAS ESPECÍFICAS</b>
Perda de vegetação nativa e de mata ciliar	- Revegetação - Educação ambiental - Monitoramento
Poluição por lixo	- Plano de resíduos sólidos - Alternativas de drenagem - Educação ambiental - Fiscalização ambiental - Proteção, isolamento e sinalização
Poluição por esgoto	- Melhoria e monitoramento das redes de esgoto - Educação ambiental - Fiscalização ambiental - Proteção, isolamento e sinalização
Contaminação e compactação do solo por animais	- Fiscalização ambiental - Proteção, isolamento e sinalização
Erosão	- Alternativas de drenagem - Revegetação - Monitoramento

## **7.1 - PROTEÇÃO, ISOLAMENTO E SINALIZAÇÃO DA ÁREA DAS NASCENTES**

Como foi visto nas visitas de campo realizadas, principalmente as nascentes 1, 4 e 5 costumam ser utilizadas irregularmente pela população para lazer, sendo que as 4 e a 5 também contam com a presença de cavalos em suas margens, o que pode causar riscos de estabilidade do solo nas margens. Logo, isolar as APPs dessas nascentes deve ser a medida inicial a ser tomada no processo de proteção, de modo a evitar a invasão tanto de pessoas quanto de animais e, por conseguinte, impedir a contaminação por lançamento direto de resíduos e por dejetos de animais, além do pisoteio e compactação do solo causado por eles. Além de diminuir a poluição, reduz também os riscos de erosão.

O isolamento do entorno das nascentes com cercas convencionais é uma medida prática e de baixo custo. É importante salientar que a cerca deverá contornar toda a área coberta por vegetação nativa, num raio mínimo de 50 metros do olho-d'água. No entanto, se a APP no entorno da nascente possui ocupação consolidada (anterior a 22/07/2008), a cerca deverá contornar a área compreendida no raio mínimo de 15 metros do olho-d'água, conforme dita a nova lei 12.651/2012.

Visto que as nascentes 2 e 3 não têm nenhum tipo de isolamento e as demais possuem cercamento negligenciado, algumas obstruídas e outras que não abrangiam toda a APP, todas elas necessitam ser revistas e novas estratégias de proteção instauradas. Uma

alternativa possível para as nascentes mais ameaçadas, como a 4 e a 5, é a inserção de cercas vivas formando uma vegetação mais densa e reforçando as cercas de arame já existentes. Dessa forma, o cercamento e isolamento das nascentes atua como forma de proteção, complementando as técnicas vegetativas, para evitar a intensificação dos processos de degradação ocorrentes nas áreas.

Juntamente às cercas, uma outra proposta é a inserção de placas que indiquem a existência de nascentes em todas as nascentes em estudo e a substituição daquela já existente na nascente 4, visto que está praticamente ilegível pelas más condições. Como complemento, pode-se incluir propagandas publicitárias e placas educativas em locais estratégicos da cidade, como em escolas e em áreas próximas às nascentes, sensibilizando os moradores para não jogarem lixo no local e demonstrando a importância desses recursos. Esse tipo de instrumento, denominado ações de exortação, aliado a programas de educação ambiental podem trazer resultados positivos relativos a mudanças comportamentais da população com o meio ambiente.

## **7.2 - REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS DAS NASCENTES**

Com exceção da nascente 3, que está preservada e encontra-se em área de reserva legal, foi observada remoção parcial de mata ciliar e/ou de vegetação nativa próxima a todas as demais nascentes. Diante dessa situação, é importante a realização de plantios de enriquecimento e estímulo à regeneração natural nessas APPs de modo a restaurar gradualmente a mata protetora. Esses plantios podem seguir técnicas simples, plantando mudas de algumas espécies facilitadoras de rápido crescimento em adequação ao tipo de solo predominante em cada nascente, por exemplo. Espécies com excelente adaptação às condições adversas do cerrado podem ser a *marginata* e a *genipa americana*, as quais foram utilizadas em projetos de revegetação de áreas mineradas no Distrito Federal e obtiveram sucesso. Nas nascentes 1 e 2, por serem classificadas como relativamente conservadas, ainda há remanescentes de vegetação próximos e suas características bióticas e abióticas estão relativamente mantidas. Diante disso, a condução da regeneração seria uma técnica favorável para essa área, propiciando maior proteção da qualidade e quantidade das águas dessas nascentes a longo prazo.

Com relação às APPs das nascentes 4 e 5, classificadas como relativamente degradadas, onde a quantidade de espécies invasoras de gramíneas é mais relevante, é importante fazer a limpeza dessas antes do plantio para criar condições mais favoráveis para a recuperação da vegetação. É importante ressaltar que deve haver uma distribuição adequada da

vegetação, principalmente por meio da cobertura nas encostas mais íngremes, como é o caso das nascentes 1 e 2, e ainda nos topos de morros, com espécies arbóreas compatíveis ao clima e ao tipo de solo e que favoreçam a infiltração da água. Considerando algumas singularidades de cada área, é importante o auxílio de técnicos especializados para a recomposição da vegetação para que se alcance as melhores adequações para cada situação.

Vale lembrar que essas ações de recomposição da vegetação, seja pela condução da regeneração natural, plantio de espécies nativas ou ambos, são alternativas que independem de autorização do poder público, conforme artigo 6º da Resolução nº 369/2006 do CONAMA, o que facilita e favorece a realização dessas ações por interessados em contribuir com as áreas dessas nascentes.

Um dos impactos que seriam mitigados por esse tipo de ação é a erosão já existente na nascente 2, além de prevenir a ocorrência desse processo nas demais nascentes, principalmente a 1 que, por ser muito íngreme, é muito afetada pelas águas pluviais devido às condições impróprias de sistemas de drenagem pluvial, o que favorece processos erosivos. Além disso, o fato de várias residências estarem no limite das APPs, algumas já invadindo, como é o caso das APPs das nascentes 2 e 5, pode vir a causar desestabilização do solo com o tempo, o que também possibilita processos de erosão nessas áreas. Nesse contexto, a vegetação melhora a estrutura do solo pela adição de matéria orgânica e microrganismos que proporcionam maior agregação do solo, tornando-o menos suscetível à erosão. Além disso, a vegetação protege o solo do impacto direto de águas pluviais a partir de sua interceptação, o que diminui o escoamento superficial e facilita a infiltração das águas no solo, evitando fortes impactos da água e consequente desagregação e perdas do solo. Dessa forma, além de conter processos erosivos, as práticas vegetativas também contribuem indiretamente para minimizar os problemas de drenagem existentes na área, visto que aumentam o equilíbrio do ciclo hidrológico e, conseqüentemente, amenizam ou evitam enxurradas e contribuem para o abastecimento do lençol freático.

### **7.3 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Com o estabelecimento da Política Nacional do Meio Ambiente, a educação ambiental surgiu como política pública no Brasil orientada pelo Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA, 2015), que busca assegurar melhor qualidade de vida para toda a população brasileira, por intermédio de ações educativas que buscam o envolvimento e a

participação social na proteção, recuperação, conservação e manutenção das condições ambientais ao longo prazo (BRASIL, 2014).

No município de Novo Gama já existe uma iniciativa de uma organização não-governamental denominada SERPAJUS – Serviço de Paz, Justiça e Não Violência, na realização de programas de Educação Ambiental. Essa entidade não-governamental e sem fins lucrativos atua principalmente por meio de plantio de mudas e palestras em escolas em busca da conscientização da população acerca da importância da proteção e conservação de nascentes e matas ciliares. Dessa forma, membros da entidade buscam mostrar a capacidade e a necessidade da contribuição da população para a recuperação desses recursos naturais que compõem o meio ambiente em que vivem.

Uma proposta para o fortalecimento desses programas de educação ambiental que já são realizados no município é integrar a Universidade de Brasília a esse tipo de programa. A imersão da universidade, nesse contexto, é muito importante para consolidar mais projetos de Educação Ambiental na região, de forma permanente, delimitando ações específicas, juntamente com o SERPAJUS, para serem realizadas frequentemente. Dentre essas ações, pode-se fazer uma etapa focada especificamente nas nascentes do Ribeirão Paiva, começando pelas nascentes estudadas nesse trabalho, de modo que a comunidade compreenda, na prática, as dinâmicas para proteção e recuperação das nascentes e matas ciliares e a importância disso para a disponibilidade hídrica. Seguem algumas proposições possíveis no âmbito da Educação Ambiental para proteger e recuperar as nascentes em estudo:

- Capacitação de educadores para elaborar projetos pedagógicos focados na conservação e recuperação de nascentes;
- Cursos teóricos e práticos sobre conservação do solo e da água, gestão de recursos hídricos e restauração ecológica;
- Capacitação de estudantes e moradores para produzir mudas nativas adequadas a cada nascente a partir de orientações teóricas e práticas sobre técnicas de produção e manutenção de plantios de mudas;
- Orientações teóricas e práticas sobre capina seletiva, para retirar espécies invasoras nas áreas das nascentes, que prejudicam a regeneração natural (principalmente nascentes 1 e 2);
- Oficinas educativas para enfatizar o papel das nascentes no equilíbrio e na qualidade do meio ambiente em que as comunidades se inserem;

- Ações educativas para a retirada do lixo e entulho acumulados no entorno das nascentes do Paiva (principalmente nascentes 2, 4 e 5);
- Ações pedagógicas que incentivem o reaproveitamento e o descarte correto de resíduos sólidos;
- Oficinas educativas sobre legislações ambientais, com foco naquelas que incluem nascentes e APPs.

Medidas de educação ambiental semelhantes às propostas já foram utilizadas em vários projetos já realizados para recuperação de nascentes, tais como o projeto “Recuperando Nascentes, Garantindo Fontes de Vida”, realizado pela FUNDAÇÃO ÁGUA para recuperar 25 nascentes na bacia hidrográfica do Rio Guandu, e o “Projeto de Recuperação de Minas e Nascentes”, desenvolvido pela prefeitura de Osasco, em São Paulo. Ambas tiveram resultados positivos e destacaram a importância da etapa da educação ambiental e envolvimento da comunidade.

Para que essas ações sejam possíveis, no entanto, é crucial a criação de parcerias institucionais com órgãos governamentais, como a SANEAGO no âmbito estadual, A Secretaria de Meio Ambiente do Município e o Ministério do Meio Ambiente na esfera federal, por exemplo. Essas parcerias tendem a promover um maior fortalecimento das ações e programas a serem adotados e ainda uma aproximação entre a comunidade e órgãos do meio ambiente, incluindo prestadoras de serviço de saneamento, que tem um papel fundamental na proteção das fontes de água, e ainda com os executores da política pública ambiental. Além disso, parcerias com organizações ambientais, tais como a WWF – Brasil, a qual já está envolvida em projetos de recuperação de nascentes no Distrito Federal (Programa “Adote uma Nascente”), também propiciaria um fortalecimento institucional ainda mais expressivo.

Além disso, para a realização de palestras e cursos teóricos e práticos específicos, também é importante o estabelecimento de parcerias não só com a Universidade de Brasília, como já citado, mas também com outros estabelecimentos, tais como Embrapa Cerrado, por exemplo, que possam contribuir com a capacitação das pessoas da comunidade, de modo a suprir fatores relevantes que contribuem para a degradação, como a ausência de conhecimento básico sobre as dinâmicas ecológicas dos recursos hídricos e a carência de orientação técnica no município de Novo Gama. Assim, ao inserir a comunidade em ações de recuperação de nascentes a partir da educação ambiental, a população terá um conhecimento mais amplo das condições ambientais ao seu redor, desenvolvendo um

pensamento ambiental mais crítico que, com o tempo, os encorajará a buscar soluções por si só para problemas ambientais observados na área.

#### **7.4 – MONITORAMENTO AMBIENTAL**

No caso das nascentes em estudo, é interessante a realização de um monitoramento frequente, em pontos estratégicos, da qualidade da água das nascentes e do córrego Paiva, que contemple suas vazões hídricas, cobertura florestal e uso e ocupação do solo no entorno dessas nascentes. Para isso, será necessário um processo de coleta de dados, estudos e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, incluindo biológicas e físico-químicas da água. Esse instrumento permitirá a identificação e avaliação quantitativa e qualitativa das condições desses recursos hídricos ao longo do tempo, assim como as alterações vegetativas ao seu redor e a relação dessa degradação ambiental com a evolução e tipo de ocupação do uso do solo. Desse modo, o monitoramento auxiliará na identificação dos principais problemas de degradação das nascentes e suas principais causas, facilitando a escolha de medidas mitigadoras e interferências necessárias para sanar esses problemas, impedindo que estes alcancem dimensões maiores.

Um modelo de monitoramento ambiental interessante para ser aplicado nas nascentes do Paiva pode ser similar ao Projeto de Recuperação de Nascentes da Bacia do Paranoá-Corumbá, no Distrito Federal, o qual seleciona e capacita voluntários para monitorar a água em diferentes pontos da bacia hidrográfica. No caso da recuperação das nascentes em estudo, uma equipe de voluntários poderia ficar responsável por uma nascente específica. Dessa forma, a população de Novo Gama também participaria de parte do processo de monitoramento, o que serviria também como ação educativa visto que, na prática, eles teriam um melhor entendimento do real impacto da comunidade sobre os cursos d'água. Para que esse processo seja eficaz, também é necessário o estabelecimento de parcerias, por exemplo, com ONGs ambientais e com universidades próximas, tais como a Universidade de Brasília e a Universidade Federal de Goiás, para oferecer cursos de capacitação, apoio laboratorial, entre outros tipos de suporte básicos, além do apoio da Secretaria de Educação.

Outro instrumento de gestão ambiental indispensável para a preservação de todas as nascentes estudadas é a fiscalização ambiental, que tem por objetivo desenvolver ações de controle e vigilância para evitar atividades lesivas ao meio ambiente, dentre elas, a degradação de nascentes. Esse instrumento ainda se faz necessário para identificar redes

clandestinas de esgoto, vazamento de redes de esgoto e disposições irregulares de lixo, por exemplo, o que foi verificado em todos os bairros onde se localizam as nascentes estudadas. Esse tipo de ação de gestão (comando e controle) irá, inclusive, evitar captações irregulares nas nascentes, como foi averiguado nas nascentes 3 e 5, e avaliar a necessidade ou não de outorga para cada tipo de uso, de acordo com a Lei 13.123 de Julho de 1997 do estado de Goiás. Além disso, uma fiscalização eficiente pode impedir a expansão de invasões residenciais nas APPs, como já ocorre nas APPs das nascentes 2 e 5, enquanto que as outras já possuem residências bem no limite dos 50 metros da APP. Demais usos nas nascentes que eventualmente possam ocorrer e que sejam danosos à qualidade de suas águas e das APPs como um todo também podem ser prevenidos com uma fiscalização eficaz.

Apesar da organização institucional do município do Novo Gama já possuir uma Secretaria de Meio Ambiente, o quadro de servidores conta com apenas 1 fiscal ambiental. Por esse motivo, a fiscalização no município funciona basicamente por meio de provocação, ou seja, procede diligências de acordo com denúncias feitas pela população municipal. Logo, propostas para melhorar a fiscalização já existente é aumentar o número de fiscais ambientais no município e ainda inserir a fiscalização preventiva na área, impedindo a ocorrência de danos ambientais e diminuindo necessidade de aplicação das medidas punitivas.

Vale destacar que a Secretaria de Meio Ambiente possui interação positiva e cooperação com a Promotoria do Meio Ambiente, órgãos que mostraram interesse nesse tipo de estudo que agrega a interação entre população e meio ambiente. No entanto, para que essas instituições possam exercer com mais propriedade suas atribuições, com desdobramentos positivos para as comunidades e para a proteção das nascentes, além da motivação dos servidores, é necessário fortalecer institucionalmente a Secretaria de Meio Ambiente.

## **7.5 - ESGOTAMENTO SANITÁRIO E RESÍDUOS SÓLIDOS**

Conforme mostrado no diagnóstico ambiental, verifica-se que a situação tanto de lixo quanto de esgoto é precária no município de Novo Gama. Todos os bairros nos quais as APPs das nascentes em estudo se localizam apresentam acúmulo de lixo e esgoto em ruas próximas. Há ineficácia do sistema de resíduos sólidos e ausência de um sistema de esgotamento sanitário em praticamente todos esses bairros.

Propõe-se e considera-se de extrema importância a elaboração de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos para o município de Novo Gama. Com isso, haverá uma definição de metas a serem atingidas para resolver os problemas desse setor, por meio da implementação de diversos instrumentos de planejamento, criação de programas com vistas a reduzir e a prevenir a geração de resíduos, instituição da responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos, planos de gerenciamento, desde a logística da coleta do lixo até sua destinação final e a busca de soluções para disposição ambientalmente adequada do lixo.

Diante disso, esse plano certamente implicará em mudanças positivas na questão dos resíduos sólidos na cidade, concomitantemente com as ações de educação ambiental. Essas ações levarão à redução do acúmulo de lixo nas ruas e, conseqüentemente, nas APPs das nascentes, contribuindo fortemente com o aumento da qualidade das águas dos aquíferos e das nascentes.

Com relação à situação da contaminação das APPs por vazamento de redes de esgoto e pela presença de muitas redes clandestinas, como foi constatado pelas visitas de campo, a infraestrutura de esgotamento sanitário também deve ser amplamente reforçada. Não basta criar uma nova ETE para tratar o esgoto, conforme proposta que já está em andamento, de acordo com o pré-diagnóstico RIDE-DF. Além disso é preciso aumentar o atendimento por rede geral e/ou substituir as diversas fossas rudimentares existentes por fossas sépticas, responsabilidade da SANEAGO.

#### **7.6 – MEDIDAS SUSTENTÁVEIS DE DRENAGEM**

Soluções de drenagem urbana são essenciais para a recuperação das nascentes em estudo, visto que todas são atingidas por lixo advindos de águas pluviais, com exceção da 3, pelo que foi informado pela fiscal do meio ambiente, o que também foi possível prever pelas condições físicas de cada nascente, relatadas no diagnóstico. Além disso, essas informações mostraram que as mais atingidas são a 1 e a 2, por se localizarem em encostas muito íngremes, o que intensifica a concentração de poluentes lançados nessas nascentes e em seu entorno pelo escoamento das águas pluviais. Vale ressaltar que a nascente 2 merece uma prioridade ainda maior pois, além do acúmulo de lixo, há uma erosão se desenvolvendo rapidamente ocasionada pelas enxurradas.

Logo, para compensar esses efeitos da urbanização nas nascentes e corpos hídricos, é necessário a implementação de medidas compensatórias ou alternativas que atuem nos processos hidrológicos da área de forma sustentável, ou seja, medidas com foco no controle do escoamento na fonte a partir da melhoria da capacidade de infiltração ou da

detenção do escoamento extra advindo da urbanização (COSTA *et al.*, 2007). As medidas alternativas são as melhores opções a serem aplicadas na área, visto que sistemas convencionais de drenagem urbana, como canalização, por exemplo, objetivam a condução das águas pluviais para a jusante, o que geralmente não resolve os problemas, e sim agrava-os, pois amplia as vazões de pico e aumenta a quantidade de poluentes lançados nos corpos hídricos a jusante. O ideal para resolver problemas no sistema de drenagem do município é aplicar medidas não-estruturais em associação com medidas estruturais, já que na caracterização da área verificou-se a necessidade de melhorias em sua micro e macrodrenagem.

#### **7.6.1 – Medidas não-estruturais**

Dentre as medidas não-estruturais factíveis para a área em estudo propõe-se a criação de um plano de gestão da drenagem urbana que contemple medidas e instrumentos legais para minimizar e controlar a ocorrência de enxurradas e seus impactos nas nascentes. Também é interessante a implementação de estratégias das Melhores Práticas de Gestão (BMP), que se destinam à aproximação da drenagem urbana ao desenvolvimento sustentável. Isso inclui o aumento de áreas verdes não só nas APPs, como foi sugerido com a revegetação anteriormente, mas também ao longo do município, impulsionando a recarga de aquíferos e auxiliando no controle do escoamento. Também compreende essas práticas a educação ambiental para a conscientização da população e conseqüente redução de cargas poluentes difusas carregadas por águas pluviais às nascentes.

#### **7.6.2 – Medidas estruturais**

Nas áreas urbanizadas próximas a ambas as nascentes, as ruas não são pavimentadas, além de serem visivelmente compactadas, o que limita a infiltração da água e aumenta o escoamento superficial. Uma solução plausível a ser aplicada nessas áreas é o revestimento dessas ruas com pavimentos permeáveis, que são superfícies drenantes que infiltram, armazenam ou escoam águas provenientes do escoamento superficial para um reservatório de armazenamento, sendo considerado um tipo de controle na fonte. Com isso, há a redução da vazão drenada superficialmente, o controle de processos erosivos, o aumento da recarga de água subterrânea e a melhoria da qualidade das águas que chegam às nascentes e a outros corpos hídricos, visto que esses pavimentos possuem capacidade de remover partículas solúveis ou finos (ARAÚJO *et al.*, 2000).

Os pavimentos permeáveis mais comuns são do tipo concreto poroso ou blocos de concreto vazados. De acordo com estudos feitos por (ACIOLI, 2005), o primeiro tipo pode ser

aplicado para qualquer uso, desde que seja feito com estrutura reforçada para aumentar sua resistência, caso necessário, enquanto que o segundo tipo costuma ser usado apenas em praças, estacionamentos ou calçadas, por serem menos resistentes às tensões. Logo, uma proposta para a drenagem urbana nas áreas das nascentes é a cobertura das ruas com pavimentos permeáveis.

A eficácia dessa proposta é comprovada por experimentos realizados por ARAÚJO *et al.* (2000), que utilizaram um simulador de chuvas para comparar os valores de escoamento superficial gerado por seis diferentes superfícies utilizadas na pavimentação. Ao final, concluiu-se que, dentre elas, o concreto poroso e os blocos vazados apresentaram os menores valores de escoamento superficial (apenas 5%). Isso mostra que essa opção é eficaz na redução do escoamento superficial à jusante, ou seja, certamente reduziria enxurradas e, conseqüentemente, a concentração de lixo nessas nascentes advindos das águas pluviais. No entanto, os principais agravantes dessa proposta são os custos elevados. Por isso, os bairros contribuintes para impactos provenientes de águas pluviais nas nascentes 1 e 2 devem ser priorizados inicialmente, apesar de que uma maior eficiência seria atingida se essa medida compreendesse todo o município.

Existem ainda diversas outras medidas sustentáveis de drenagem urbana que poderiam ser opções para esse município e que contribuiriam indiretamente para a manutenção da qualidade das nascentes. No entanto, algumas dessas medidas podem ser muito onerosas e não costumam ser viáveis para atender apenas um objetivo único. Um exemplo disso é a bacia de retenção, que se destaca por seu caráter multifuncional que agrega em suas funções o controle de cheias, controle de poluição e ainda possibilita a criação de áreas verdes e recreacionais. A princípio, pode parecer uma opção interessante, porém, recomenda-se que sejam feitos estudos mais aprofundados no município de Novo Gama acerca da dimensão dos impactos causados pelas águas pluviais como um todo, não só nos cursos d'água, para avaliar a real necessidade e o custo-benefício desse e de outros tipos de medidas estruturais.

## **7.7 – ÁREAS RECREACIONAIS E DE INTEGRAÇÃO AMBIENTAL**

Foi constatado que existem algumas áreas no município de Novo Gama ainda desocupadas, subutilizadas ou com atividades irregulares, e muitas delas correspondem a áreas de recarga de nascentes do Ribeirão Paiva e outras. Verificou-se que algumas dessas áreas, atualmente, são utilizadas para despejo de resíduos, formando as denominadas áreas

órfãs contaminadas, ou seja, áreas cuja responsabilidade ambiental não está definida. Esse acúmulo indevido de lixo contribui para a disseminação de doenças para a população das proximidades, podendo ocasionar ainda a poluição do lençol freático, e, conseqüentemente, induzir o aumento de doenças de veiculação hídrica. Uma proposta para esses locais é fazer a descontaminação das áreas, cujo dever é do poder público, nesse caso, e posteriormente criar áreas recreacionais e de integração com o meio ambiente. Essa medida é viável para uma área de recarga do córrego Paiva localizada próxima à nascente 1 (figura 7.1), por exemplo. Esse espaço pode ser recreacional e ao mesmo tempo educativo, voltado tanto para atividades escolares, com jovens e adolescentes, quanto para a convivência da comunidade. Pode-se fazer um viveiro com a participação da comunidade como um todo, para plantar mudas a serem usadas na recuperação das nascentes e ainda uma horta comunitária, conforme plano já existente no SERPAJUS. Essa ação seria um ótimo impulso para a valorização do meio ambiente pela população, contribuindo até mesmo com aspectos estéticos do bairro.

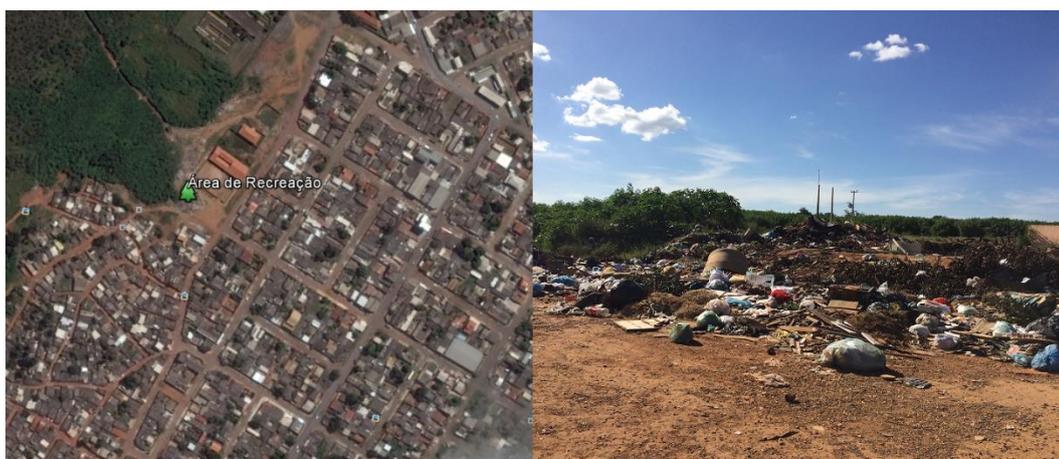


Figura 7.1 - Imagem de possível área de recreação e integração ambiental. Fonte: GOOGLE EARTH (2016) e Arquivo Pessoal (2016).

## 7.8 – ESTUDOS NA CASCALHEIRA JB

Ao mapear as nascentes, verificou-se que a Cascalheira JB encontra-se próxima a algumas delas, principalmente da 1, 2 e 3. Essa atividade é preocupante visto que ao comparar imagens satélites de 2008 e 2015, percebeu-se um grande avanço da área degradada pela cascalheira (figura 5.2). Apesar de conter a documentação ambiental exigida para a operação (Licença Ambiental Estadual - SECIMA/GO e autorização do DNPM/GO), essa atividade possivelmente impacta áreas de recarga do Ribeirão Paiva devido à supressão de vegetação e à geração de sedimentos que podem ser transportados às nascentes e ao

córrego por enxurradas. Diante dessa situação, é altamente recomendável que seja realizada com certa frequência a fiscalização das atividades dessa cascalheira para verificar se está cumprindo com a legislação de exploração mineral (7.805/89). Além disso, é importante fazer o monitoramento da qualidade da água nas nascentes por conta dos possíveis impactos ambientais causados pela cascalheira no Ribeirão Paiva e em suas nascentes. Para obter informações mais precisas sobre o nível de contribuição das atividades da cascalheira nesses cursos d'água, seriam necessários estudos aprofundados a longo prazo que avaliasse a evolução dos impactos dessas atividades nesses recursos hídricos. Essas propostas podem auxiliar na busca de ações mitigadoras que amenizem ou evitem efeitos negativos dessas atividades às nascentes e ao ribeirão, como assoreamento, por exemplo. É importante frisar que o ideal seria fazer o estudo para todas as nascentes. No entanto, para iniciar, deve-se priorizar as nascentes mais vulneráveis.

#### **7.9 – RESUMO DE PROPOSTAS APLICÁVEIS PARA CADA NASCENTE**

Diante das análises realizadas nas nascentes em estudo e das propostas apresentadas, a tabela 7.2 apresenta, de forma sintetizada, as propostas aplicáveis para cada nascente e seus respectivos tipos de intervenção, os impactos que podem ser prevenidos ou amenizados por cada proposta e possíveis agentes responsáveis por essas propostas para impulsionar as aplicações na prática.

Conforme apresentado na Tabela 7.2, observa-se que praticamente todas as nascentes precisam de ações similares, principalmente no que diz respeito às medidas de melhorias no saneamento, visto que é um problema que atinge a maior parte da cidade. Além disso, as propostas relacionadas a instrumentos da gestão ambiental, por serem mais amplas, tem a intenção de atingir todo o município, trazendo consequências positivas para todas as nascentes. Uma ressalva se dá à proposta da criação de uma área de recreação. Apesar de ser vantajosa de forma geral, foi proposta inicialmente para uma área específica próxima à nascente 1 pela viabilidade espacial, ou seja, por conter espaços vazios próximos possíveis para a sua concretização.

Tabela 7.2 – Resumos de propostas para proteção e recuperação das cinco nascentes do Ribeirão Paiva, Novo Gama - GO.

PROPOSTAS	NASCENTES	TIPO DE INTERVENÇÃO			IMPACTOS PREVENIDOS/AMENIZADOS	AGENTES RESPONSÁVEIS
		Estrutural	Não-Estrutural	Ambas		
Proteção, isolamento e sinalização	Todas	x			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactação do solo por animais</li> <li>• Desmatamento</li> <li>• Poluição direta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prefeitura Municipal de Novo Gama</li> <li>• Secretaria de Meio Ambiente</li> <li>• Proprietário(a) da área de localização da nascente</li> </ul>
Revegetação	1, 2, 4 e 5		x		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviação</li> <li>• Assoreamento</li> <li>• Contaminação</li> <li>• Erosão Laminar</li> <li>• Rebaixamento do lençol freático</li> <li>• Impermeabilização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prefeitura Municipal de Novo Gama</li> <li>• Secretaria de Meio Ambiente</li> <li>• Proprietário(a) da área de localização da nascente</li> </ul>
Educação Ambiental	Todas		x		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição</li> <li>• Desmatamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaria de Meio Ambiente</li> <li>• Secretaria de Educação</li> <li>• Universidades</li> <li>• ONGs</li> </ul>
Monitoramento e fiscalização	Todas		x		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição</li> <li>• Desmatamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaria de Meio Ambiente</li> </ul>
Melhorias no sistema de esgoto	Todas	x			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição difusa</li> <li>• Contaminação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SANEAGO</li> </ul>
Melhorias no sistema de resíduos sólidos	Todas			x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição difusa</li> <li>• Contaminação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prefeitura Municipal de Novo Gama</li> </ul>
Medidas sustentáveis de drenagem	Todas			x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviação</li> <li>• Contaminação</li> <li>• Erosão laminar</li> <li>• Taxas elevadas de escoamento superficial</li> <li>• Inundações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prefeitura Municipal de Novo Gama</li> <li>• Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos</li> </ul>
Áreas recreacionais e de integração ambiental	1	x			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupação irregular</li> <li>• Depósito de lixo</li> <li>• Impermeabilização</li> <li>• Rebaixamento do lençol freático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prefeitura Municipal de Novo Gama</li> <li>• Secretaria Municipal de Meio Ambiente</li> </ul>
Estudos na Cascalheira JB	Todas		x		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviação;</li> <li>• Assoreamento;</li> <li>• Supressão da vegetação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidades</li> <li>• Consultorias ambientais</li> </ul>

## **8 – CONCLUSÃO**

O presente estudo teve por objetivo propor ações para recuperação e proteção de nascentes do ribeirão do Paiva no município do Novo Gama. Por meio do levantamento de dados secundários e de visitas de campo, foi elaborado um diagnóstico ambiental preliminar de algumas nascentes espacialmente distribuídas em áreas urbanas do município.

Foi possível verificar a precariedade de desempenho das funções do poder público no município de Novo Gama nos mais diversos aspectos, com destaque para o socioambiental. Embora tenha sido observado através das visitas de campo o comprometimento profissional da Secretaria do Meio Ambiente do município, bem como da Promotoria do Meio Ambiente, o município carece de capacidade institucional para promover a proteção do meio ambiente com consequente melhoria da qualidade de vida das comunidades locais. Os resultados do trabalho mostram que, dentre as nascentes estudadas, apenas uma encontrava-se preservada, enquanto as demais estavam perturbadas ou relativamente degradadas. As principais fontes de degradação das nascentes em estudo têm relação com a ocupação urbana desordenada e a ineficiência dos sistemas de saneamento da cidade. Além da contaminação por resíduos sólidos e esgoto, provenientes tanto de lançamento direto quanto de enxurradas, as áreas das nascentes do Ribeirão Paiva estão se tornando cada vez mais suscetíveis a processos erosivos.

Outros impactos relevantes nessas nascentes se dão pela remoção, mesmo que parcial, de vegetação nativa, tanto nas APPs quanto em regiões próximas, o que influencia no balanço hídrico da bacia e na proteção das nascentes. Ademais, é evidente o descumprimento das Leis Ambientais ao se verificar que áreas que, em teoria, obrigatoriamente deveriam ser protegidas, estão sendo constantemente invadidas com implantação de residências irregulares.

Para evitar que esses impactos nas nascentes se intensifiquem e, por conseguinte, proporcionar melhor qualidade de vida à população daquelas áreas, é extremamente necessária uma abordagem sistemática que inclui ações estruturais e não estruturais.

Em vista disso, acredita-se que a implementação de programas de educação ambiental, monitoramento das áreas dessas nascentes, fiscalização ambiental mais rígida e frequente, medidas revegetativas, e melhorias nos sistemas de saneamento irão refletir positivamente na melhoria da qualidade das APPs e das águas dessas nascentes e ainda trazer benefícios para a população dessa região.

## 9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLI, L.A. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. Porto Alegre, RS. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós- Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Porto Alegre, 145 p. 2000.

ARAÚJO, P.R.; TUCCI, C.E.M; GOLDENFUM, J.A. “Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial”. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 3, p. 21-29. 2000.

ATTANASIO, C.M.; RODRIGUES, R.R.; GALDOLFI, S.; NAVE, A. **Adequação ambiental de propriedades rurais, recuperação de áreas degradadas e restauração de matas ciliares**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, 63 p. 2006.

AZEVEDO, RUY EMMANUEL SILVA DE; OLIVEIRA, VLÁDIA PINTO CIDAL DE. Reflexos do novo Código Florestal nas Áreas de Preservação Permanente – APPs – urbanas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 29, p. 71 – 91, abr. 2014.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A.; FELIZARI, S,R.; RUFFATO, A. **Recuperação e proteção de nascentes em propriedades rurais de Machadinho, RS**. Brasília, DF : Embrapa, 26 p. 2013.

BARRETO, S.R.; RIBEIRO, S.A.; BORBA, M.P (Coord). **Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas**. São Paulo: WWF – Brasil: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 140 p. 2007.

BRASIL. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa altera as Leis n<sup>os</sup> 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n<sup>os</sup> 4.771, de 15 de setembro de 1965,

e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília.

BRASIL. Lei n. 13.123, de 16 de julho de 1997. Estabelece normas de orientação à política estadual de recursos hídricos, bem como ao sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília.

BRASIL. Lei n.7.803, de 18 de julho de 1989. Altera redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Educação. **Educação Ambiental – Por um País Sustentável**. Documentos de Referência para o Fortalecimento da Política e do Programa Nacional de Educação Ambiental ProNEA. 112 p. Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária em Saúde. **Inspeção sanitária em abastecimento de água**. 84 p. Brasília, 2006.

CALHEIROS, R.O.; TABAI, F.C.V.; BOSQUILIA, S.V.; CALAMARI, M. Preservação e Recuperação das Nascentes de Água e Vida. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Departamento de Proteção da Biodiversidade. **Cadernos da Mata Ciliar**. São Paulo, nº 1, 2009.

CAVALCANTI, H. F. Consequências da urbanização desordenada em área de nascente. **Revista Didática Sistêmica**, v. 15, n. 1, p. 56-68. 2013.

Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba. Disponível em: <<http://www.cbhparanaiba.org.br/>> Acesso em: 20 de novembro de 2015.

COSTA. A.R.; SIQUEIRA, E.Q.; MENEZES FILHO, F.C.M. **Águas Pluviais - Curso Básico de Hidrologia Urbana - Guia do Profissional em Treinamento**. Brasília: ReCESA. 130 p. 2007.

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: J. G. Goldammer. Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges. Berlin, Springer-Verlag, Cap. 6, p. 82-103. 1990.

DIAS, F. S.; ANTUNES, P. T. **Estudo comparativo de projeto de drenagem convencional e sustentável para controle de escoamento superficial em ambientes urbanos**. Rio de Janeiro. 2010.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade de água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 25, n.1, p..115-125, jan./abr. 2005.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **AAI dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba**. Sondotécnica. 2013.

EPA. Guide of Storm Water Best Management Practices. Disponível em: <[http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/stormwater/upload/2006\\_10\\_31\\_guide\\_stormwater\\_usw\\_c.pdf](http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/stormwater/upload/2006_10_31_guide_stormwater_usw_c.pdf)> Acesso em: 31 de outubro de 2015.

EPA. United States Environmental Protection Agency. Disponível em:<<http://water.epa.gov/>> Acesso em: 01 de novembro de 2015.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte-MG. **Anais do VI ENCONTRO NACIONAL SOBRE MIGRAÇÕES**, v.6. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

FERREIRA, D.A.; DIAS, H.C.T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**. Sociedade de Investigações Florestais. Viçosa, v.28, n.4, p. 617-623. 2004.

FIOREZE, A. P.; DE OLIVEIRA, L. F. C. Usos dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás. **Pesquisa Agropecuária Topical**. Goiânia, v. 40, n. 1, p. 28-35, Janeiro/Março de 2010.

GOODLAND, R.; FERRI, M.G. **Ecologia de Cerrado**. São Paulo, EDUSP. 193 p. 1979.

HONDA, S. C. A. L.; VIEIRA, M. C. V.; ALBANO, M. P.; MARIA, Y. R. Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em Presidente Prudente (SP). **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 1, p.62-73. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente. Rio de Janeiro. 2. ed., 332 p. 2004.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Relatório de pesquisa 1.2 - Análise Comparativa das Funções Públicas de Interesse Comum. Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal. Novembro, 2013.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo, Bacia do Pardo Grande. São Paulo**, 3v. p. 28 – 184. (1990).

JUNIOR LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 242p. Piracicaba, 1986.

LIMA, W.P. Interceptação da chuva em povoamentos de eucalipto e de pinheiro. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n° 13, p.75-90, 1976.

MARTINS, S.V. **Recuperação de Matas Ciliares**. 2 ed., p. 255. Viçosa, MG. 2007.

MEDEIROS, I.H. PROGRAMA DRENURBS/NASCENTES E FUNDOS DE VALE: **potencialidades e desafios da gestão sócio-ambiental do território de Belo Horizonte a partir de suas águas. Belo Horizonte, MG**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós- Graduação do Departamento de Geografia, 189 p. Belo Horizonte, 2009.

MOTTA, E.J.O.; GONÇALVES, N.E.W. **Plano Nascente: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio São Francisco**. Companhia de

Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - Codevasf / Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2015.

Novo Gama (cidade). Plano Diretor de Novo Gama, Goiás. SEPLAN – Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento. Governo do Estado de Goiás.

ODUM, E. P; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

OLIVEIRA JÚNIOR, G.C; BARBOSA, W.; DA SILVA, M.L.; CARNEIRO, D.T.S.; FERREIRA, L.D.S.; DA COSTA, L.B.; CARNEIRO, R.S.G.S.; PAIVA, J. F. Relatório de estudo/pesquisa natural, social, econômica e educacional da microrregião do entorno de Brasília, dos municípios de Valparaíso de Goiás e de Novo Gama e suas regiões limítrofes. Observatório do Mundo do Trabalho. **Estudo de Implantação. Versão preliminar**. Goiânia, 2013.

OLIVEIRA, L.I.; LOUREIRO, C.O. Contaminação de aquíferos por combustíveis orgânicos em Belo Horizonte. **Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. 1998.

OLIVEIRA, R. P. Revitalização de Bacias Hidrográficas: a experiência de Belo Horizonte. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Maceió - AL. 2011.

PARANÁ. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Nascentes protegidas e recuperadas. Curitiba: SEMA, 2010.

PINTO, LILIAN VILELA ANDRADE; BOTELHO, SORAYA ALVARENGA; DAVIDE, ANTONIO CLAUDIO; FERREIRA, ELIZABETH. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, nº 65, p. 197-206, jun. 2004.

Plano de Regularização Fundiária Sustentável - PRFS/RIDE. Novo Gama. Governo de Goiás. 2013.

PNUD. **O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Série Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil. Brasília, PNUD, Ipea, FJP. 96p. (2013).

POESTER; G.C.; CASTRO, D.; MELLO, R.S.P.; BERGAMIN, R.S.; ZANINI, K.J.; MÜLLER, S.C.; DIAS, A.S.S. **Práticas para Restauração da Mata Ciliar**. Porto Alegre : Catarse – Coletivo de Comunicação, 60 p. 2012.

POMPÊO, C. A.; RIGOTTI, J. A. Estudo de Revitalização de Cursos d'água: Bacia Hidrográfica do Futuro Campus UFSC, Joinville – SC. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Maceió - AL. 2011.

Pré-diagnóstico do Saneamento Básico dos Municípios da RIDE DF e Entorno. (2015). Novo Gama, Goiás. (Não publicado).

RÊSES, E. S.; SILVA, L. A. Universidade de Brasília e Movimentos Sociais na Periferia da Metrópole: parceria no Entorno Sul do DF. In: RÊSES, E. S. (org.). **Universidade e Movimentos Sociais**. Belo Horizonte, MG: Fino Traço. p. 97 – 109. 2015.

REZENDE, O. M. **MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS: Uso de Paisagens Multifuncionais em Drenagem Urbana para Controle das Inundações**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010.

ROHDE, S.; HOSTMANN, M.; PETER, A.; EWALD, K.C. Room for rivers: An integrative search strategy for floodplain restoration. **Landscape and Urban Planning**, v.78, p.50-70. 2006.

SALICI, A. Greenways as a Sustainable Urban Planning Strategy. In: **Advances in Landscape Architecture**. p. 645-658. 2013.

SELLES, I. M. **Revitalização de Rios - Orientação Técnica**. SEMADS/GTZ, Projeto PLANÁGUA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Rio de Janeiro. 2001

SIEG – Sistema Estadual de Geoinformações de Goiás. Recorte do Mapa de Solos 1:250.000 do Plano diretor da Bacia do Rio Paranaíba. Folha SE 22-X-B. SAD 96. (2005).

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, P.M.; MELLO, C.R.; PIERANGELI, C. Vazões mínimas e de referência para outorga na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 374-380, 2006.

TUCCI, C. E. Água no meio urbano. In: **Água doce**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1997.

TUCCI, C. E. **Águas urbanas**. Estudos avançados, v. 22, n.63, p. 97-112. 2013.

TUCCI, C. E. **Gestão de Inundações Urbanas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: UNESCO. 2005.

TUCCI, C. E.; BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Ed. dos autores. 2003.

TUCCI, C. E.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e controle de erosão. IPH/UFRGS. 1998.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ROCHA, O. Ecossistemas de águas interiores. São Paulo: Escrituras, p. 153-194. 2002.

USGS – United States Geological Survey. ASTER Global DEM. (2011).

WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Fitossociologia de uma reserva ecológica de cerrado adjacente a plantios agrícolas. Anais do **VIII simpósio sobre cerrado – 1st International Symposium on Tropical Savanas**. Brasília, DF. 1996.

WOOLSEY, S. **Handbook for evaluating rehabilitation projects in rivers and streams**. 2005.

ZANZARINI, R. M.; ROSOLEN, V. Mata ciliar e nascente no Cerrado brasileiro. Análise e Recuperação Ambiental. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, 12, 701-712. 2008.