

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Meta 2014



Revitalização da Bacia do Rio das Velhas

Equipe Projeto Manuelzão- Fundep

Marcus Vincius Polignano – Coordenador geral

Elizabeth Ibrahim – Engenheira ambiental

Gislane Alves – Estagiária

Nathália Vieira – Estagiária

BELO HORIZONTE/MG

JUNHO/2012

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. HISTÓRICO	8
2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA DO RIO DAS VELHAS	8
2.2 HISTÓRICO DO PROCESSO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO DAS VELHAS - META 2010/2014.....	11
2.3 META 2014.....	12
3. OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GERAL.....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4. METODOLOGIA	16
5. POLUIÇÃO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS.....	18
5.1 CONCEITO DE POLUIÇÃO PONTUAL.....	18
5.2 CONCEITO DE POLUIÇÃO DIFUSA	18
5.3 PARÂMETROS INDICADORES DE POLUIÇÃO DIFUSA E PONTUAL	21
5.4 FATORES DE PRESSÃO RELACIONADAS A POLUIÇÃO DIFUSA E PONTUAL EXISTENTES NA BACIA.....	25
5.4.1 URBANIZAÇÃO	27
6. FONTES DE POLUIÇÃO DIFUSA POR SUB-BACIAS.....	30
7. BIOMONITORAMENTO – A VOLTA DOS PEIXES	46
8. ESTRATÉGIAS PARA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL	52
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
10. REFERÊNCIAS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Bacia do Rio das Velhas	10
Figura 2 Área do epicentro da Meta 2014	15
Figura 3. Grau de urbanização nas últimas duas décadas.	29
Figura 4 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia	30
Figura 5 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia	31
Figura 6 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia do Ribeirão da Mata	34
Figura 7 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia do Rio Taquaraçu	36
Figura 8 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia do Rio Maracujá	38
Figura 9 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia do Rio Itabirito.	40
Figura 10 Mapa de uso e ocupação do solo das sub-bacias dos ribeirões Sabará, da Prata, Água Suja e Macacos.	43
Figura 11 Imagens de degradação no Alto Rio das Velhas.	44
Figura 12 Gráfico de Curvas de riqueza de espécies, por local de amostragem,	48
Figura 13 Distribuição da matrinhã (<i>Brycon orthotaenia</i>) ao longo da bacia do rio das Velhas. As cores representam as fases de estudos: azul (1999-2000), verde (2006-2007) e verde claro (2010-2011). Figura adaptada de Alves et al. (2010.)	50
Figura 14 Distribuição do dourado (<i>Salminus franciscanus</i>) ao longo da bacia do rio das Velhas. As cores representam as fases de estudos: azul (1999-2000), verde (2006-2007) e verde claro (2010-2011). Figura adaptada de Alves et al. (2010).	51
Figura 15 Fluxograma de estratégias para o controle do poluição difusa e pontual na bacia do rio das Velhas	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Contribuição específica dos poluentes pontuais e difusos nos Estados Unidos.	19
Tabela 2 Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de resultados em desacordo com os limites da DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 em toda a bacia do rio das Velhas, no ano 2009	24
Tabela 3 Indicadores e Fontes de Poluição por estação de amostragem (BV) em 2009	26
Tabela 4 População dos municípios na área da Meta 2014.....	28
Tabela 5 Fatores de pressão associados aos indicadores de degradação no ribeirão Arrudas.....	33
Tabela 6 Fatores de pressão associados aos indicadores de degradação no ribeirão da Onça.....	33
Tabela 7 Fatores de pressão e indicadores de degradação no ribeirão da Mata.....	35
Tabela 8 Fatores de pressão associados aos indicadores de degradação no rio Taquaraçu	37
Tabela 9 Importantes fatores de pressão associados aos indicadores de degradação	40
Tabela 10 Importantes fatores de pressão associados aos indicadores de degradação	42
Tabela 11 Importantes fatores de pressão associados aos indicadores de degradação	46
Tabela 12 Localização dos amostrados ao longo do rio das Velhas, em UTM, entre 2010 e 2012.	47

1. INTRODUÇÃO

As poluições hídricas são caracterizadas como alterações indesejáveis que podem causar danos ou prejuízos aos seres humanos e ao ambiente. As fontes dessa poluição podem ter características pontuais ou difusas (BILBAO, 2007).

As fontes difusas de poluição geram os maiores problemas ambientais encontrados nas bacias hidrográficas o que compromete a qualidade da água bem como os diversos usos múltiplos existentes (PUSCH, 2007).

Nas áreas urbanas ou nas áreas rurais, observa-se que a poluição difusa está tão ou mais presente que a poluição pontual, porém sua identificação e percepção são demasiadamente menores, por ser distribuída em todo o contexto local e regional. As dispersões destes resíduos causam a falsa impressão que o evento e os problemas advindos dela estão minimizados. Mas é inegável que os efeitos danosos tornam-se cada vez mais frequentes e são intensificados de maneira progressiva.

Devido a origem da poluição difusa ser bastante diversificada, os eventos que mais contribuem para essa poluição são resíduos acumulados em ruas, o desgaste das ruas pelos veículos, resíduos da fauna, resíduos de combustíveis, óleo e graxas de veículos, atividades de construção, atividades de mineração, poluentes do ar, entre outros. Quando se fala em água como veículo para o escoamento, a precipitação hídrica é o evento mais comum, pois, com a erosão das gotas acontece à desagregação dos sedimentos do solo e junto com resíduos suspensos, o escoamento envolve as partículas por meios de arraste, suspensão e diluição. (FENDRICH et al, 1988).

Por ser diversificada sua origem, torna-se um pouco mais minuciosa a caracterização e quantificação da poluição difusa ao nível de bacia hidrográfica, pois depende da interação dos diversos fatores originários tais como a intensidade e duração das precipitações, o tipo de solo, suas formas de uso e a fisiografia do terreno (MANSOR et al. 2006).

Vale ressaltar que as fontes pontuais são consideradas localizadas; geralmente estão em locais onde as contaminações atingem o meio aquático de

forma concentrada. Possuem fácil visualização, devido a existirem tubulações aparentes ou um significativo acúmulo de resíduos em uma pequena área. As fontes difusas, por se tratarem de impurezas, possuem uma dispersão maior no corpo hídrico, dificultando a quantificação e a caracterização das fontes poluidoras. As áreas que apresentam mais frequência desse tipo de poluição são caracterizadas por haver atividades em torno do rio ou mesmo da bacia hidrográfica (BILBAO, 2007; ANDREOLI *et al.*, 2003; TOMAZ, 2006, SOTTORIVA *et al.* 2011).

Em Minas Gerais, especificamente na bacia hidrográfica que compreende o Rio das Velhas, a atividade humana remonta a uma época, relacionada ao Ciclo do Ouro. Destacando atividades humanas envolvidas em processos de erosão acelerada e degradação dos cursos de água. Coincidente com a porção interior do Quadrilátero Ferrífero, esta bacia é palco de diversos conflitos ambientais principalmente aqueles ligados à mineração e à preservação de mananciais para o abastecimento da região metropolitana de Belo Horizonte (CAMARGOS, 2005), o que demanda uma ação emergencial de ações voltadas para a gestão ambiental.

O Projeto Estratégico¹ Revitalização da Bacia do Rio das Velhas – Meta 2014, tem por diretriz ***assegurar a volta dos peixes e nadar na região metropolitana de Belo Horizonte*** (RMBH). Tendo em vista esses objetivos a serem alcançados com a Meta 2014, será necessário um grande esforço e a convergência de interesses por parte dos governos estadual e municipal, do setor privado e da sociedade civil.

A partir dos resultados obtidos com o projeto de revitalização do Rio das Velhas, intitulado como Projeto Estruturador Meta 2010, o Rio das Velhas foi enquadrado como classe II. Ocorre que, infelizmente, devido ao alto índice de poluição vários tributários do Rio das Velhas não chegam a atingir a classe II, o que inviabilizou a natação na região metropolitana em 2010.

Sendo assim, o avanço necessário é fazer com que todos os afluentes do Rio das Velhas na região do epicentro da Meta atinjam classe II até 2014.

O que se pretende com este projeto é elaborar um diagnóstico preliminar identificando os parâmetros que desqualificam as águas dos afluentes como classe

¹ Projetos Estratégicos são compostos por um conjunto de iniciativas para o ordenamento do Estado em torno do Plano Diretor de Desenvolvimento Econômico Integrado (PDDI) do Governo de Minas, tendo objetivos e metas definidas.

II e as possíveis fontes de poluição pontual e difusa que comprometem o processo de revitalização.

O presente documento apresenta as múltiplas fontes de poluição, especialmente as difusas, demonstrando a necessidade da participação de diferentes atores no campo econômico, governamental e social para desenvolver ações visando o controle das fontes poluidoras, a fim de que a Meta 2014 não fique centrada somente na questão do esgotamento sanitário e nas ações da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).

O resultado deste trabalho será apresentado aos subcomitês através de seminários por sub-bacias, a fim de que esses auxiliem na identificação de prováveis fontes de poluição difusa, e estabeleçam pactuações de controle e prevenção.

Inicialmente serão realizadas as ações de mobilização e educação ambiental para 2012 no âmbito da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento (SEMAD) em parceria com o Projeto Manuelzão tendo como base este Diagnóstico Preliminar.

Portanto, o presente diagnóstico visa apresentar a importância e o significado da poluição difusa na área do epicentro da Meta 2014, os diversos usos e ocupação existente, a relação destes com os agentes de poluição monitorados na bacia hidrográfica e apresentar estratégias de adequação ambiental.

2. HISTÓRICO

2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA DO RIO DAS VELHAS

O rio das Velhas tem sua nascente principal na cachoeira das Andorinhas, Município de Ouro Preto, numa altitude de aproximadamente 1.500 m. Toda a bacia compreende uma área de 29.173 Km², onde estão localizados 51 municípios que abrigam uma população de aproximadamente 4,5 milhões de habitantes (destes, aproximadamente 89% residem em distritos e municípios integralmente inseridos na bacia), segundo os últimos dados estatísticos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010).

O rio das Velhas deságua no rio São Francisco em barra do Guaicuí após quase 800 km, Distrito de Várzea da Palma, numa altitude de 478 m, com uma vazão média de 300 m³/s. A bacia hidrográfica é dividida em trechos, segundo os cursos alto, médio e baixo (Guimarães, 1953 apud ENGEVIX, 1994).

Alto rio das Velhas: compreende toda a região denominada Quadrilátero Ferrífero, tendo o Município de Ouro Preto como o limite sul dessa região e os Municípios de Belo Horizonte, Contagem e Sabará como limite ao norte. Uma porção do Município de Caeté faz parte do alto rio das Velhas, tendo a Serra da Piedade como limite leste. Médio rio das Velhas: ao norte traça-se a linha de limite desse trecho da bacia coincidindo com o rio Paraúna, o principal afluente do rio das Velhas e, a partir de sua barra, segue-se para oeste, na mesma latitude do divisor de águas ao norte do córrego Salobinho, continuando pela linha divisória dos Municípios de Curvelo e Corinto.

Baixo rio das Velhas: compreende, ao sul, a linha divisória entre os Municípios de Curvelo (apenas o Distrito de Thomaz Gonzaga), Corinto, Monjolos, Gouveia e Presidente Kubitscheck e, ao norte, os Municípios de Buenópolis, Joaquim Felício, Várzea da Palma e Pirapora.

Entre os afluentes do rio das Velhas destacam-se, na margem direita, o ribeirão Jaboticatubas (Município de Jaboticatubas), o rio Cipó (afluente do rio Paraúna localizado entre os Municípios de Santana de Pirapama, Presidente Juscelino e Gouveia), o rio Paraúna, principal afluente do rio das Velhas, e o ribeirão Curimataí (Município de Buenópolis). Na margem esquerda destacam-se os

ribeirões Arrudas e Onça que drenam a Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH, o ribeirão Jequitibá (Sete Lagoas), o ribeirão da Onça (Cordisburgo), o ribeirão do Picão (Curvelo), o ribeirão Bicudo (Corinto) e o ribeirão do Cotovelo (município de Pirapora). A densidade da rede de drenagem natural apresenta maior riqueza hidrográfica entre os afluentes da margem direita, fato associado às características geológicas da bacia. Essa região apresenta regime de tipo pluvial, onde, no período de chuvas (outubro-março), verifica-se uma grande elevação no nível das águas, conforme pode ser observado na figura 1.

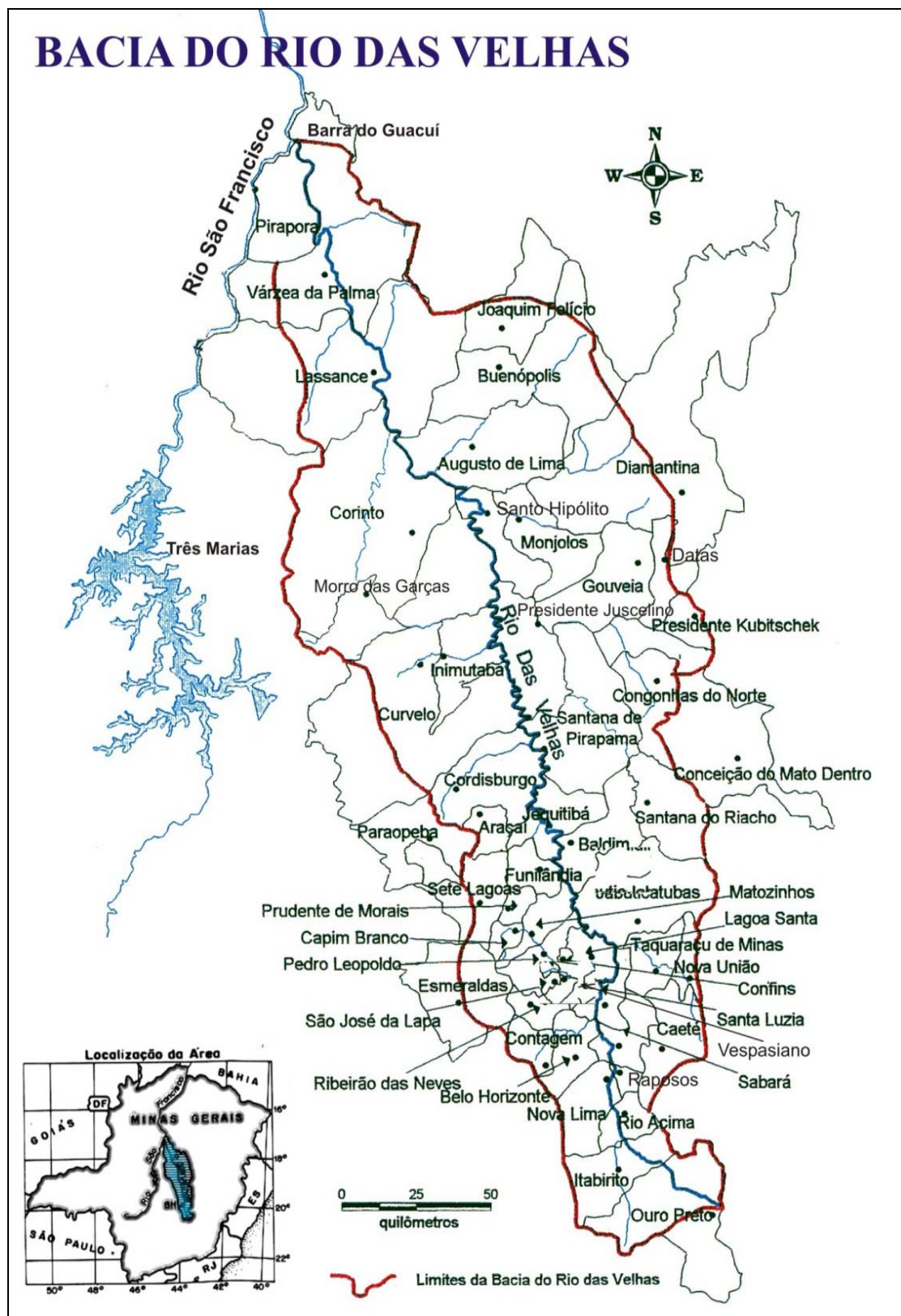


Figura 1 Bacia do Rio das Velhas

2.2.HISTÓRICO DO PROCESSO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO DAS VELHAS - META 2010/2014

São inegáveis os resultados positivos obtidos pela Meta 2010. Talvez o maior, mais visível e simbólico tenha sido à volta dos peixes. Algumas espécies já podem ser capturadas na região próxima à Lagoa Santa.

A Meta 2010 foi um sucesso, principalmente na região do baixo e do médio rio das Velhas. Estas áreas, beneficiadas pelas intervenções na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), apresentaram melhorias significativas na qualidade das suas águas.

Em 2009 foi realizada na grande expedição pelo Rio das Velhas, saindo da Cachoeira das Andorinhas - Ouro Preto até a foz em Barra do Guaicuí-Várzea da Palma, oportunidade na qual foi possível comprovar a melhoria da qualidade das águas ao longo do rio e a volta dos peixes na região do médio Velhas. Houve a participação de milhares de pessoas na passagem da expedição pelas cidades da bacia. Os relatos de pescadores, ribeirinhos e os dados obtidos pela Expedição Manuelzão 2009 demonstraram que o rio iniciou o seu processo revitalização, e o “milagre da multiplicação dos peixes” foi confirmado por todos.

Podemos afirmar que, numa avaliação qualitativa, a meta 2010, atingiu 60% do esperado. O rio não só deixou de piorar, da forma vegetativa esperada, como melhorou o que nos permite afirmar que o ganho foi de mais de 100%. Demonstrou na prática que a sociedade pode reverter o processo de degradação desde que estabeleça esse objetivo como uma meta política pactuada entre sociedade e Estado.

Infelizmente os avanços não foram suficientes para nadar na região metropolitana, em função do alto índice de coliformes nesta região.

Do ponto de vista social e político a Meta 2010, idealizada e proposta pelo projeto Manuelzão, permitiu a construção de uma rede de parcerias envolvendo o governo do estado e sociedade civil num movimento sinérgico em prol da revitalização do rio. Pela primeira vez na história de Minas Gerais, as políticas públicas e práticas empresariais estão sendo avaliadas pela qualidade das águas do rio. Há que se lamentar na meta 2010 a pouca participação do setor empresarial e de muitas prefeituras da bacia.

O biomonitoramento realizado nos últimos dez anos pelo Projeto Manuelzão, pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG constatou que os peixes que subiam cerca de 200 km na bacia em 2000, já foram identificados ao longo de 580 km do rio em 2010, chegando bem próximo às áreas consideradas mais degradadas na RMBH.

O principal fator responsável pelos resultados obtidos pela meta 2010 foi o volume de esgoto tratado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) na bacia do rio das Velhas, que passou de 41 milhões de m³ em 2003 para 85 milhões de m³ em 2008, atingindo a meta de 127 milhões de m³ de esgoto tratado em 2010. Segundo dados da COPASA, foram investidos cerca de R\$ 1,3 bilhão em 172 obras de infra-estrutura. Entre as principais ações estão às construções de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), o desenvolvimento do programa caça-esgoto, implantação e ampliação das redes coletoras, implantação de interceptores de esgoto, além da construção de Unidade de Tratamento de Resíduos (UTR) na ETA (Estação de Tratamento de Água) de Bela Fama, Nova Lima.

O saneamento ambiental das sub-bacias do Arrudas e do Onça foi o primeiro foco das ações de recuperação da qualidade das águas na bacia, por serem esses os principais poluidores da bacia. A RMBH, apesar de ocupar apenas 10% da área territorial da bacia, é a principal responsável pela degradação do Rio das Velhas, concentrando mais de 70% da população da bacia, com um processo intenso de urbanização e industrialização.

2.3. META 2014

Em 14 de agosto de 2010, foi realizado o evento simbólico de “nadar no rio das Velhas”, na região de Santo Hypolito, marcando o final da meta 2010 e, na mesma oportunidade, foi assinado o Termo de Compromisso para dar continuidade ao processo de revitalização com criação da **Meta 2014 - assegurar a volta dos peixes e nadar na região metropolitana do rio das Velhas**.

A Meta 2014 propõe três focos de atuação:

O primeiro foco –epicentro- corresponde a recuperação da região mais degradada da calha do Velhas, que é a RMBH.

O segundo foco é na preservação ou conservação da bacia do Cipo-Paraúna, reserva biológica natural da bacia do Velhas.

E o terceiro foco é nas ações de preservação e recuperação das dezenas de sub-bacias do Velhas, envolvendo todas as prefeituras e empresas das respectivas áreas hidrográficas e em torno da liderança e função legal atribuída aos Subcomitês de bacias que integram o sistema Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – CBH Velhas.

A sequência do processo de revitalização vai requerer um grande esforço político-institucional para pactuar algumas questões importantes, como a proposta de construção de barragens, atividades de mineração, uso e ocupação do solo, gestão de resíduos sólidos e tratamento de esgotos em todos os municípios da bacia e tratamento terciários nas ETE's de Belo Horizonte.

Os dados existentes demonstram ainda a presença de poluição química e microbiológica relacionada à poluição pontual e difusa, que necessita ser melhor avaliada e acompanhada. Estas questões deverão ser focos das próximas etapas do processo de revitalização da bacia do rio das Velhas.

É necessário um novo Plano Diretor do Rio das Velhas e a pactuação de um novo projeto de desenvolvimento humano e econômico compatível com um rio classe II, respeito ao enquadramento das águas e necessidade da integração entre gestão ambiental e gestão das águas.

Ações estratégicas da Meta 2014:

- 100% de interceptação dos esgotos de Belo Horizonte;
- Revitalização do ribeirão Pampulha-Onça e Arrudas;
- Tratamento de esgotos de todas as cidades da bacia do ribeirão da Mata;
- Tratamento de esgoto de Sabará – Caeté-Sabará;
- Tratamento de esgoto de Nova Lima – Água Suja;
- Fortalecimento do comitê de bacia e um novo plano diretor da bacia;
- Garantir que todos os afluentes sejam no mínimo classe II, e os que estão em classe especial e I assim se mantenham;
- Integração de gestão ambiental com a gestão das águas, com respeito ao enquadramento dos cursos de água;

- Tratamento terciário nas ETE's;
- Tratamento adequado dos resíduos sólidos;
- Política de agroecologia e combate ao agrotóxico;
- Saneamento rural;
- Política de conservação de mananciais.

A Meta 2014 corrobora para um novo arranjo institucional, pois não pode ser considerado somente um projeto da COPASA, tem que envolver outros setores governamentais como agricultura, meio ambiente, saúde, planejamento, desenvolvimento econômico e educação, bem como prefeituras, comitê de bacia hidrográfica, ministério público, setores empresariais e sociedade civil.

Portanto, o objetivo maior da meta 2014 é a conquista de uma sociedade mais justa, saudável, com sustentabilidade ambiental, que seja um exemplo de gestão ambiental.

Para que possamos atingir a **Meta 2014 - assegurar a volta dos peixes e nadar na região metropolitana do rio das Velhas** é fundamental atuar na região do epicentro da degradação (figura 2), identificando os agentes e as fontes de poluição pontual e difusa que comprometem a qualidade das águas da bacia baseando-se no padrão classe II pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

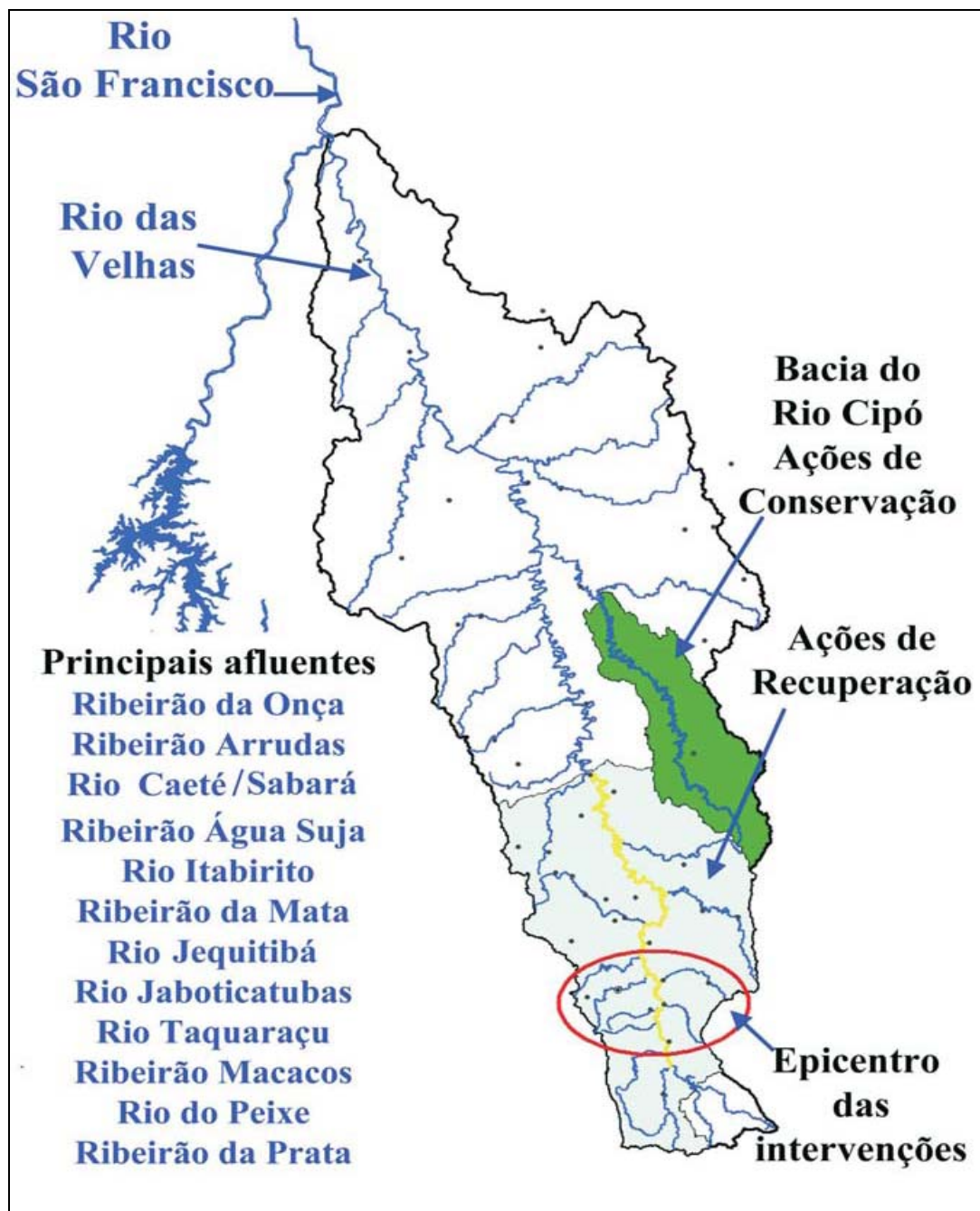


Figura 2 Área do epicentro da Meta 2014

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Elaborar um diagnóstico preliminar da situação da poluição difusa na área de abrangência da meta 2014 com a finalidade de apresentar para a sociedade civil, empresas e poder público os desafios a serem enfrentados, e a necessidade de pactuação de responsabilidades para o controle da poluição industrial e difusa.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Demonstrar a importância e o significado da poluição difusa na área de abrangência da Meta 2014 através de compilação de dados secundários já existentes;
- Descrever os fatores de pressão relacionados com a geração da poluição difusa na região do epicentro da Meta 2014;
- Utilizar este diagnóstico nos seminários de mobilização e pactuação pré-meta 2014 nas sub-bacias.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para condução do diagnóstico preliminar envolveu as seguintes etapas

- Etapa 1: Definição conceitual de poluição difusa e pontual, agentes e fontes geradoras que podem impactar a qualidade das águas na bacia do rio das Velhas na área do epicentro da meta 2014, com base na consulta de referências bibliográficas;

- Etapa 2: Identificação e descrição da situação atual da qualidade da água bem como prováveis parâmetros indicativos de poluição difusa e pontual na região do epicentro da meta 2014, com base na consulta de pesquisas já realizadas, consultas diretas ao banco de dados do projeto, bem como de órgãos governamentais;

- Etapa 3: Apresentação de mapa de atividades antrópicas possíveis de fontes geradoras de poluição.

5. POLUIÇÃO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS

5.1. CONCEITO DE POLUIÇÃO PONTUAL

A poluição pontual é originada principalmente de efluentes domésticos e industriais e pode ser detectada bem como relacionada à sua fonte original de degradação, a partir da identificação das substâncias contaminantes.

Levando em consideração a poluição pontual, pode-se afirmar que a qualidade da água de um rio urbano está diretamente relacionada às condições de infra-estrutura de uma determinada região. O lançamento de resíduos da rede coletora de esgotos diretamente no corpo de água é um exemplo deste tipo de poluição (AISSE et al., 2006).

5.2. CONCEITO DE POLUIÇÃO DIFUSA

A poluição difusa ou não-pontual ocorre onde os poluentes aderem-se aos corpos de água distribuídos ao longo de parte de sua extensão. Tal é o caso típico da poluição veiculada pela drenagem pluvial natural, que é descarregada no corpo de água de uma forma distribuída, e não concentrada em um único ponto.

Porto (1995) e Temas (2006; 2007) argumentam que a poluição difusa é complexa e provém de diversas fontes, tais como freios de automóveis, resíduos de pneus, resíduos de pinturas em geral, fezes de animais, resíduos de ferro, zinco, cobre e alumínio de materiais de construção, deposição seca e úmida de particulados de hidrocarbonetos, restos de vegetação, derramamentos, erosão fuligem, poeira, enxofre, metais, pesticidas, nitritos e nitratos, cloretos, fluoretos silicatos, cinzas, compostos químicos e resíduos sólidos, entre outros.

Além das fontes acima citadas, corroboram para a poluição difusa as ligações clandestinas de esgotos, efluentes de fossas sépticas, vazamentos de tanques de combustível enterrados, restos de óleo lubrificante, tintas, solventes e outros produtos tóxicos despejados em sarjetas e bueiros também contribuem para o aumento das cargas poluidoras transportadas pelas redes de drenagem urbana (TUCCI, 2005).

Segundo (NOVOTNY, 1991), cinco condições caracterizam as fontes difusas de poluição, o lançamento da carga poluidora é intermitente e está relacionado à precipitação; os poluentes são transportados a partir de extensas áreas; as cargas poluidoras não podem ser monitoradas a partir de seu ponto de origem, mesmo porque é impossível identificar sua origem exata; o controle da poluição de origem difusa obrigatoriamente deve incluir ações sobre a área geradora da poluição, em vez de incluir apenas o controle do efluente quando do lançamento; é difícil o estabelecimento de padrões de qualidade para o lançamento do efluente, uma vez que a carga poluidora lançada varia com a intensidade e a duração do evento meteorológico. Além de outros fatores que tornam a correlação vazão x carga poluidora praticamente impossível de ser estabelecida.

Vale destacar, que a poluição causada por cargas difusas não era reconhecida até o final de 1960. No entanto, calcula-se 50% da carga de poluição que adentra uma bacia é proveniente de fontes difusas. Conforme Yagow & Shanholtz (1996), a poluição por cargas difusas é causa da principal degradação de corpos de água superficiais nos Estados Unidos, sendo que a poluição proveniente de atividades agrícolas contribui com cerca de 72% da poluição total, em 48 estados pesquisados em 1992 pela Environmental Protection Agency (EPA).

A tabela abaixo ilustra a relação entre agentes poluidores, fontes difusas face às fontes pontuais.

Tabela 1: Contribuição específica dos poluentes pontuais e difusos nos Estados Unidos.

Poluente	% das fontes pontuais	% das fontes difusas
Carência Química de Oxigênio (CQO)	30	70
Fósforo Total (P _T)	34	66
Azoto Kjeldahl Total (TKN)	10	90
Chumbo (Pb)	43	57
Cobre (Cu)	59	41
Cádmio (Cd)	84	16
Zinco (Zn)	30	70

Fonte: Adaptado de EPA (1984) in Novotny (1995).

A gestão da poluição difusa pode ser dividida nas seguintes categorias (Novotny e Olem, 1994):

- **Controle a partir da fonte** - Evita que os poluentes entrem em contacto com a chuva e/ou escoamento (e.g.: adoção de gasolinas sem chumbo e limpeza das estradas).

- **Modificações hidrológicas** - Têm como objetivo controlar a poluição difusa emitida e transportada na superfície de escoamento (e.g.: pavimentos permeáveis e trincheiras de infiltração).

- **Controle da emissão** - Esta categoria pretende atenuar os poluentes entres as áreas de origem e o meio receptor (e.g.: canais relvados e valas de filtração).

- **Tratamento** - Este corresponde ao último recurso para a resolução da poluição difusa em meios urbanos. Deve ser sempre integrado num sistema global de gestão de águas pluviais que inclua os três pontos anteriores.

A identificação da fonte de contaminação neste caso é mais complexa, pois o escoamento superficial e subsuperficial são os agentes dominantes do transporte de poluentes. O carácter sazonal e a capacidade de atingir extensas áreas são fatores que também complicam o seu controle. Eventos de precipitação podem elevar as concentrações de metais tóxicos no corpo receptor, a níveis agudos (ELLIS, 1991).

De acordo com os estudos científicos, a melhor forma de impedir ou diminuir a poluição difusa é o manejo adequado do solo, que deve ser realizado em toda a bacia hidrográfica, sempre respeitando as suas características, o regime das chuvas e as atividades humanas desenvolvidas.

A manutenção das matas ciliares constitui talvez a mais importante medida mitigadora, pois essas servem de barreira física impedindo que sedimentos, resíduos de adubos e defensivos agrícolas atinjam os cursos de água, segundo SANTOS & MAILLARD (2005).

Segundo Loague *et al.* (1998), prognosticar poluição por fontes difusas tem sido um desafio para os cientistas de diversas áreas relacionadas a tal problema, porque é preciso dispor de muito tempo e trabalho para se monitorar e modelar o escoamento superficial.

No Brasil, a experiência com cargas poluidoras de origem difusa é escassa. Alguns trabalhos nacionais buscaram aprofundar o conhecimento disponível sobre a geração e afluência dessas cargas e seus impactos na qualidade da água (Brites & Gastaldini, 2007; Dalcanale, 2004; De Luca et al., 1991; Eiger, 2002; Gomes & Chaudhry, 1981; Martins, 2006; Paz & Gastaldini, 2003; Porto & Masini, 2001, Prime, 1998). Um dos principais limitantes deste tipo de estudo é a natureza dessa poluição e a maneira como deve ser mensurada.

A identificação da poluição difusa devido à pluviosidade é mais complexa que as descargas das águas residuais urbanas, devido a (Delville, 1994):

Intermitência do fenômeno dos poluentes – a descarga faz-se de uma forma descontínua e aleatória ao longo da ocorrência da pluviosidade.

Grande variabilidade qualitativa dos poluentes – as concentrações e as cargas de poluentes podem variar entre dois aglomerados, dois escoamentos no mesmo local, ou ao longo de um mesmo escoamento.

No caso da bacia do rio das Velhas, observa-se um efeito sinérgico e sistêmico entre a poluição pontual e a difusa. Grande parte da Poluição Pontual não está devidamente monitorada quanto a carga de efluentes e, conseqüentemente, comportam-se na prática como não controlada.

5.3. PARÂMETROS INDICADORES DE POLUIÇÃO DIFUSA E PONTUAL

Todas as atividades antrópicas relacionadas com a poluição difusa e pontual dos corpos hídricos deixam “sinais” perceptíveis diagnosticados através da análise da qualidade das águas.

Existem diversos parâmetros que podem ser utilizados para demonstrar a poluição das águas da bacia, e indicar prováveis fontes de poluição, destacamos entre eles:

- **Turbidez** indica a presença de matéria em suspensão na água, como argila, substâncias orgânicas finalmente divididas, organismos microscópicos e outras partículas. O efeito destas substâncias na água é a de que as águas tornam-se turvas e perdem a transparência. Atividades extrativas minerárias e processos erosivos são fontes importantes de geração de turbidez.

• **Presença de coliformes fecais**, especialmente de coliformes termotolerantes indica a contaminação microbiológica das águas, como decorrência do lançamento de esgotos não tratados;

• **Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido (OD)** evidenciam a forte interferência sobre a qualidade dos corpos de água da bacia, exemplo disso são os lançamentos de esgotos não tratados e outros fatores como a erosão e o desmatamento do solo.

• **Contaminação por tóxicos indicam a presença de poluição química** importante provocada por diferentes fontes antrópicas:

- A ocorrência de níquel total nas águas pode estar associada às atividades de mineração, extração de argila, areia e calcário, além de indústrias cimenteiras e siderúrgicas desenvolvidas na região.
- O chumbo total reflete diretamente aos lançamentos de efluentes industriais sendo fábricas de cimento e cal; de tijolos, siderurgia, produtos químicos, papel e papelão, têxtil, curtume e de tratamento de superfícies metálicas, atividades provenientes da exploração de areia, utilização de agroquímicos pode propiciar a permanência de valores de chumbo total.
- O arsênio é um contaminante que fica em destaque devido às atividades de extração e beneficiamento de minérios na bacia, além de atividades industriais, que constituem uma fonte potencial de metais pesados e substâncias tóxicas para a qualidade das águas do rio das Velhas.
- O fósforo total também está associado a fontes difusas, uma vez que as terras agricultadas utilizam adubação fosfatada. As descargas de esgotos sanitários, os detergentes fosfatados que são empregados em larga escala domesticamente, constituem uma grande fonte de fósforo.
- A ocorrência de cianeto reflete devido aos impactos decorrentes das atividades industriais, destacando-se os ramos metalúrgico e químico.
- O alumínio dissolvido pode estar associado a poluição por origem difusa ocasionado pelas áreas de pastagens e de plantio presentes na

região, e também ao lançamentos de efluentes industriais das fábricas de cimento e cal; de tijolos e siderurgia desenvolvidas na região.

No relatório anual IGAM de 2009, observou-se quantidade significativa de contaminantes tóxicos na bacia do rio das Velhas. Em período chuvoso a contaminação por tóxicos aumentou, o que confirma a importância da poluição difusa na alteração da qualidade das águas na bacia do rio das Velhas.

A tabela 2 apresenta o percentual de violações em ordem decrescente do valor obtido para cada parâmetro, indicando os contaminantes mais críticos na bacia do rio das Velhas. Esses resultados permitem o conhecimento das principais interferências em atividades predominantes na bacia, como os lançamentos de esgotos domésticos, as atividades minerárias e industriais, além de outras formas de uso ou problemas naturais do solo da bacia (IGAM, 2009).

Tabela 2 Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de resultados em desacordo com os limites da DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 em toda a bacia do rio das Velhas, no ano 2009.

PARÂMETRO	Nº DE VIOLAÇÃO	Nº TOTAL DE COLETAS	% VIOLAÇÃO
Coliformes Termotolerantes	100	140	71,4%
Manganês Total	72	132	54,5%
Fósforo Total	63	140	45,0%
Arsênio Total	48	116	41,4%
Turbidez	54	140	38,6%
Cor Verdadeira	42	110	38,2%
Sólidos em Suspensão Totais	46	140	32,9%
Demanda Bioquímica de Oxigênio	26	140	18,6%
Níquel Total	21	114	18,4%
Oxigênio Dissolvido	21	140	15,0%
Chumbo Total	19	132	14,4%
Cromo Total	13	92	14,1%
Óleos e Graxas*	15	110	13,6%
Cianeto Livre***	5	52	9,6%
Clorofila a	11	136	8,1%
Cianeto Total****	3	43	7,0%
Alumínio Dissolvido	5	76	6,6%
Substâncias Tensoativas	5	114	4,4%
Nitrogênio Amoniacal Total	3	140	2,1%
Zinco Total	2	122	1,6%
Ferro Dissolvido	2	127	1,6%
pH in loco	2	140	1,4%
Cobre Dissolvido	1	128	0,8%
Fenóis Totais	1	136	0,7%
Bário Total	0	76	0,0%
Boro Total	0	70	0,0%
Cádmio Total	0	109	0,0%
Cloreto Total	0	140	0,0%
Densidade de Cianobactérias	0	84	0,0%
Mercúrio Total	0	116	0,0%
Nitrato	0	140	0,0%
Nitrito	0	102	0,0%
Selênio Total	0	74	0,0%
Sólidos Dissolvidos Totais	0	140	0,0%
Sulfato Total	0	86	0,0%
Sulfeto**	0	88	0,0%

Fonte: IGAM, 2009

Foi observada nos corpos de água da UPGRH – SF5 (Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos) no ano de 2009 a contaminação por tóxicos (CT) Média e Alta. A quantidade de chumbo total foi o responsável por 100% de CT Média e Alta no ribeirão da Mata, nos rios de Itabirito e Taquaraçu. Os resultados de arsênio foram os responsáveis pela ocorrência de CT Alta e Média no rio das Velhas e no ribeirão Água Suja, com 81 e 80% respectivamente. Os

contaminantes de cianeto e nitrogênio amoníaco foram os responsáveis pela ocorrência Média e Alta de CT no ribeirão do Onça. No ribeirão das Neves também foram registradas ocorrências de chumbo e nitrogênio amoniacal, e no rio Jaboticatubas o cianeto e o chumbo, que são os responsáveis pela CT Média e Alta. Todos esses resultados refletem os impactos dos lançamentos de esgotos domésticos e efluentes do diversificado de parque industriais dos municípios da RMBH que chegam a esses corpos de água (IGAM, 2009).

É importante destacar que os pontos de monitoramento da UPGRH encontram-se predominantemente na calha e que a grande parte dos contaminantes vem dos afluentes, que não possuem pontos de monitoramento, dificultando assim a identificação mais precisa das fontes de origem (tabela 3).

5.4.FATORES DE PRESSÃO RELACIONADAS A POLUIÇÃO DIFUSA E PONTUAL EXISTENTES NA BACIA

Dentre os fatores de pressão antrópicos que afetam a quantidade e qualidade das águas, há que se destacar o processo de urbanização e adensamento humano, o parcelamento do solo, atividades agropecuárias, atividades extrativas, minerais e a industrialização. É importante afirmar que estes fatores atuam de forma sistêmica e sinérgica potencializando os impactos negativos sobre a bacia.

Na tabela abaixo são apresentados os fatores de pressão, associados aos indicadores de degradação por ponto de amostragem de qualidade de água na bacia do rio das Velhas (BV) que comprometem a qualidade da água, valores acima de classe II definidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 3 Indicadores e Fontes de Poluição por estação de amostragem (BV) em 2009

Região	Classe	Fatores de pressão	Indicadores de degradação em 2009
R.Velhas (BV013) (Rio das Velhas logo a montante da foz do rio Itabirito)	2	Atividade mineraria, lançamento de esgoto sanitário, carga difusa.	Coliformes termotolerantes, cor verdadeira, manganês, Níquel total, sólidos em suspensão totais e turbidez.
R.Itabirito (BV035) (Rio Itabirito a jusante da cidade de Itabirito)	2	Atividade mineraria, lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial, resíduo sólido urbano, expansão urbana, carga difusa.	Chumbo total, Coliformes Termotolerantes, cor verdadeira, Fósforo total, Manganês total, Níquel total, Sólidos em suspensão totais, Turbidez.
R.Velhas (BV037) (Rio das Velhas logo a jusante da foz do Rio Itabirito)	2	Atividades mineraria, lançamento de esgoto sanitário, assoreamento, carga difusa.	Coliformes termotolerantes, cor verdadeira, fósforo total, manganês, Níquel total, sólidos em suspensão totais e turbidez.
R.Velhas (BV139) (Rio das Velhas a montante da ETA/COPASA, em Bela Fama)	2	Atividades mineraria, lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluentes industrial assoreamento, expansão urbana.	Arsênio total, cor verdadeira, coliformes termotolerantes, fósforo total, sólidos em suspensão total e turbidez.
Rib.Água Suja (BV062) (Ribeirão ÁGUA SUJA próximo da sua foz no Rio das Velhas)	2	Atividades mineraria, lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluentes industrial, erosão, resíduo sólido urbano, expansão urbana.	Arsênio total, Cianeto total, Coliformes termotolerantes, DBO, Fósforo total, Manganês, total, Óleos e Graxas e OD.
R.Velhas (BV063) (Rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão Água Suja)	2	Atividades mineraria, lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluentes industrial assoreamento, carga difusa.	Arsênio total, Chumbo total, Coliformes termotolerantes, cor verdadeira, cromo total, Fósforo total, Manganês total, Níquel total, sólidos em suspensão totais e Turbidez
R.Velhas (BV067) (Rio das Velhas a montante do ribeirão Sabará)	2	Atividades minerária, lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluentes industrial assoreamento, carga difusa.	Arsênio total, Chumbo total, Coliformes Termotolerantes, Cor verdadeira, Cromo total, Fósforo total, Manganês total, Níquel total, Sólidos em suspensão totais e Turbidez.
Rib.Sabará (BV076) (Ribeirão Sabará próximo a sua foz no rio das Velhas)	3	Atividades mineraria, lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluentes industrial, resíduo sólido urbano, expansão urbana.	Coliformes Tremotolerantes, Fósforo total e Óleos e Graxas.
Rib.Arrudas (BV155) (Ribeirão Arrudas próximo de sua foz no Rio das Velhas)	3	Lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluentes industrial, resíduo sólido urbano, expansão urbana, assoreamento, erosão.	Clorofila-a, Coliformes Termotolerantes, cor verdadeira, DBO, Fósforo total, Manganês total, OD e Substancias Tensoativas.
R.Velhas (BV083) (Rio das velhas logo a jusante do Ribeirão Arrudas)	3	Resíduo sólidos urbano, lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial, assoreamento, expansão urbana, erosão.	Coliformes Termotolerantes, cor verdadeira, Cromo total, DBO, Fósforo total, Manganês total, Níquel total, Óleos e Graxas, sólidos em suspensão total e Turbidez

Tabela 3 Indicadores e Fontes de Poluição por estação de amostragem (BV) em 2009 (continuação)

Rib.Onça(BV154) (Ribeirão do Onça próximo a sua foz no Rio das Velhas)	3	Lançamento esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial, resíduo sólido urbano, expansão urbana, assoreamento.	Cianeto, Clorofila-a, Coliformes termotolerantes, cor verdadeira, DBO, Fósforo total, Nitrogênio Amoniacal total, Óleos e Graxas, OD e Sólidos em suspensão totais.
R.Velhas(BV105) (Rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão do Onça)	3	Lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluentes industrial, assoreamento, resíduo sólido urbano, expansão urbana, carga difusa.	Cianeto, Coliformes termotolerantes, cor verdadeira, Cromo total, DBO, Fósforo total, Manganês total, Níquel total, OD, Sólidos em suspensão totais, substâncias Tensioativas e Turbidez.
Rib.Neves(BV160) (Ribeirão das Neves próximo de sua foz no rio das Velhas)	2	Atividade mineraria, lançamento esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial, resíduos sólidos urbanos, expansão urbana	Alumínio dissolvido, Chumbo total, Cobre dissolvido, Coliformes termotolerantes, cor verdadeira, Cromo total, DBO, Fósforo total, Manganês total, Níquel total, Nitrogênio Amoniacal total, OD, Sólidos em suspensão total, Turbidez e Zinco total.
Rib.Mata(BV130) (Ribeirão da Mata próximo de sua foz no rio das Velhas)	2	Atividade mineraria, lançamento esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial, assoreamento, expansão urbana.	Alumínio Dissolvido, Chumbo total, Coliformes, termotolerantes, cor verdadeira, Cromo total, DBO, Fósforo total, Manganês total, Níquel total, OD, Sólidos em suspensão totais, Turbidez, Zinco total.
R.Velhas(BV153) (Rio das Velhas a jusante do Ribeirão da Mata)	3	Lançamento esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial, resíduo sólido urbano, erosão, assoreamento, carga difusa.	Arsênio total, Coliformes Termotolerantes, Cor verdadeira, Cromo total, DBO, Fosforo total, Manganês total, Níquel total, OD, Sólidos em suspensão totais e Turbidez.
R.Vermelho (BV133) (Rio Vermelho a jusante da cidade de Nova União)	1	Atividade mineraria, lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial, resíduo sólidos urbanos.	Coliformes termotolerantes, Ferro dissolvido, Manganês total, Sólidos em suspensão totais e Turbidez.
R.Taquaraçu (BV135) (Ro Taquaraçu próximo a sua foz no rio das Velhas)	1	Atividade mineraria, agropecuária, lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial.	Chumbo total, Coliformes Termotolerantes, DBO, Sólidos em suspensão total e Turbidez.

Fonte: Relatório anual do IGAM 2009

5.4.1. URBANIZAÇÃO

Dentre os fatores de pressão para a geração da poluição difusa na região do epicentro da meta 2014 ganha destaque o processo de urbanização. A poluição difusa nos centros urbanos é formada por resíduos de origem bastante diversificada, como os provocados pelo desgaste do asfalto pelos veículos, o lixo acumulado nas ruas e calçadas, as decomposições orgânicas, as sobras de materiais das atividades de construção, os restos de combustível, óleos e graxas deixados por veículos, poluentes do ar, entre outros.

De modo geral, a poluição gerada em áreas urbanas tem origem no escoamento superficial sobre áreas impermeáveis. Esse processo carrega o material, solto ou solúvel que se transforma em cargas poluidoras bastante significativas. Além disso, a impermeabilização leva ao aumento do número de vezes em que a bacia produz escoamento superficial e ao aumento também das velocidades de escoamento, gerando maior capacidade de arraste e, portanto, maiores cargas poluidoras. Uma vez que as redes de drenagem urbana são responsáveis pela veiculação dessas cargas e sabe-se hoje que se constituem em importantes fontes de poluição de rios, lagos e estuários (DOUGLAS M, 2008).

Os dados apresentados na tabela 4 e na figura 3 comprovam o crescimento das cidades no Alto Rio das Velhas na região da Meta 2014.

Tabela 4 População dos municípios na área da Meta 2014

Municípios	Área da unidade territorial (km ²)	População		
		1991	2000	2010
Baldim	556, 266	8.452	8.155	7.913
Belo Horizonte	331, 400	2.017.128	2.238.526	2.375.151
Caeté	542,571	33.152	36.299	40.750
Capim Branco	95,333	6.346	7.900	8.881
Confins	42,355	-	4.880	5.936
Contagem	195,268	448.991	538.017	603.442
Esmeraldas	911,418	24.285	47.090	60.271
Funilândia	199,796	2.617	3.281	3.855
Itabirito	542,609	32.095	37.901	45.449
Jaboticatubas	1.114,155	12.720	13.530	17.134
Jequitibá	445,029	5.047	5.171	5.156
Lagoa Santa	230,082	29.731	37.872	52.520
Matozinhos	252,280	23.636	30.164	33.955
Nova Lima	429,063	53.326	64.387	80.998
Nova União	172,131	-	5.427	5.555
Pedro Leopoldo	292,989	41.588	53.957	58.740
Prudente de Moraes	124,189	6.769	8.232	9.573
Raposos	72,169	14.180	14.289	15.342
Ribeirão das Neves	154,501	143.696	246.846	296.317
Rio Acima	229,812	7.063	7.658	9.090
Sabará	302,173	89.736	115.352	126.269
Santa Luzia	235,327	137.686	184.903	202.942
São José da Lapa	47,929	6.841	15.000	19.799
Sete Lagoas	537,638	143.950	184.871	214.152
Taquaraçu de Minas	329,240	3.373	3.491	3.794
Vespasiano	71,180	47.743	76.422	104.527
Total:	8.456.903 Km²	3.3451	3.989.621	4.407.511

Fonte: Censo IBGE 1991,2000,2010

Dentre os efeitos típicos da urbanização inclui a modificação dos canais da macro-drenagem, a alteração das margens e da vegetação ribeirinha, o aumento nas taxas de erosão com conseqüente aumento no assoreamento e variação nos hidrogramas, com aumento dos volumes e picos de vazão.

Esse processo de urbanização, em grande parte desordenado, gera pressão sobre o ambiente e a demanda por serviços públicos especialmente no que se refere ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos.

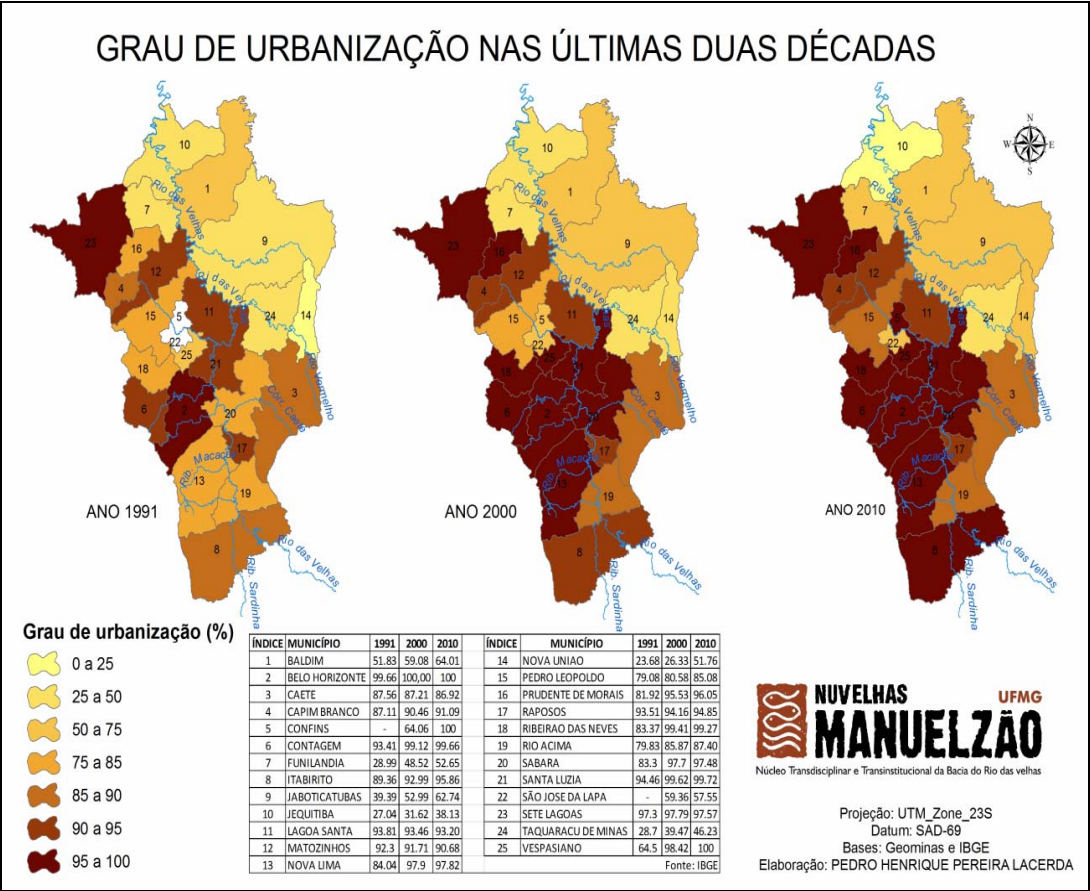


Figura 3. Grau de urbanização nas últimas duas décadas.

6. FONTES DE POLUIÇÃO DIFUSA POR SUB-BACIAS

- Sub-bacias do Ribeirão da Onça e Ribeirão Arrudas

Contribuintes da margem esquerda do rio das Velhas, as sub-bacias dos ribeirões da Onça e Arrudas apresentam grande similaridade em termos de uso e ocupação do solo (figuras 4 e 5). A ocupação urbana é muito expressiva nessas sub-bacias que abrangem toda a área do município de Belo Horizonte e parte de Contagem, os mais populosos de Minas Gerais e, portanto, da bacia do rio das Velhas.

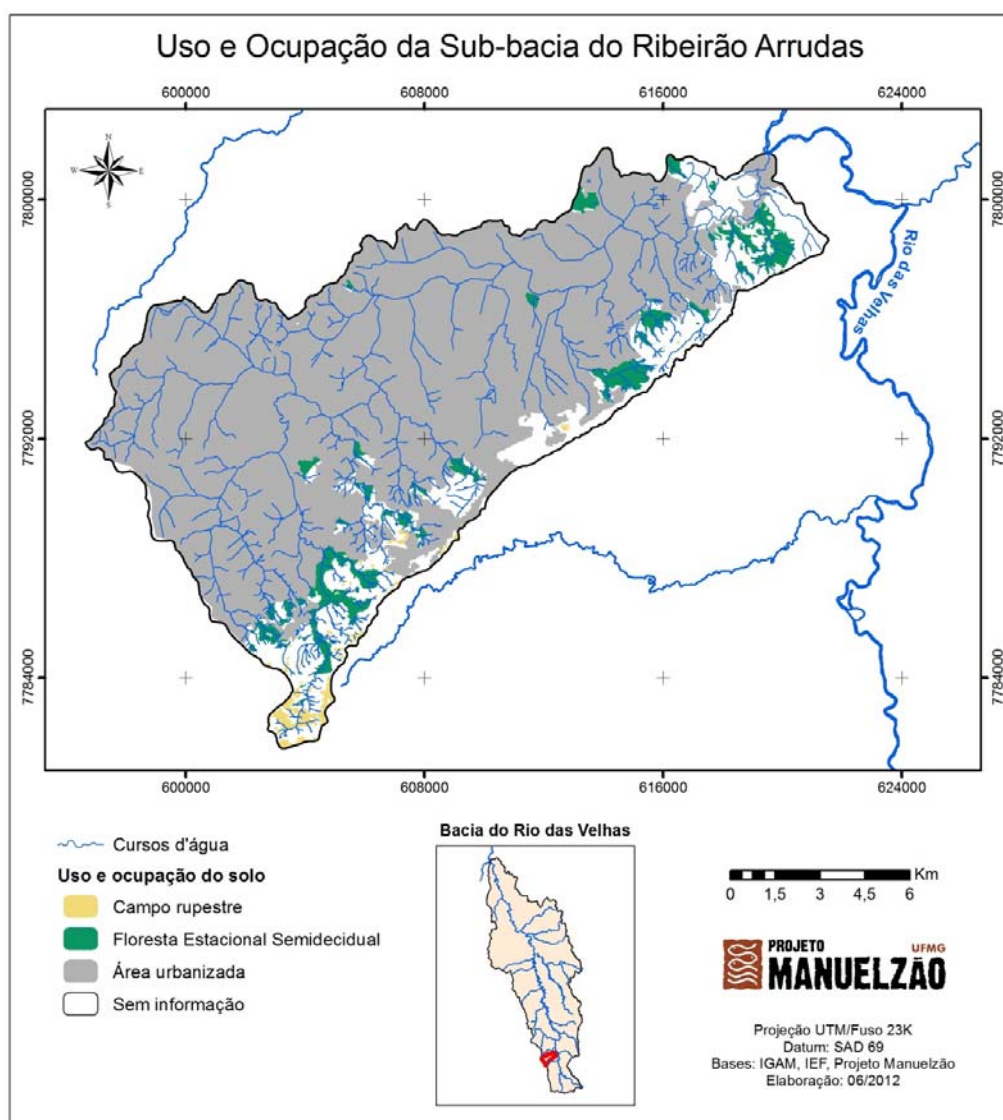


Figura 4 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia

A ampla alteração das condições naturais impõe às cidades um novo sistema que é, em grande parte, regulado pelas próprias atividades humanas, não consoantes com a regulação da natureza. Por se localizarem na porção mais alta da bacia do rio das Velhas, a poluição oriunda dessas sub-bacias, altamente antropizadas, compromete toda a qualidade da água à jusante, expondo o Velhas a uma condição crítica em que a capacidade de resiliência é largamente ultrapassada na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

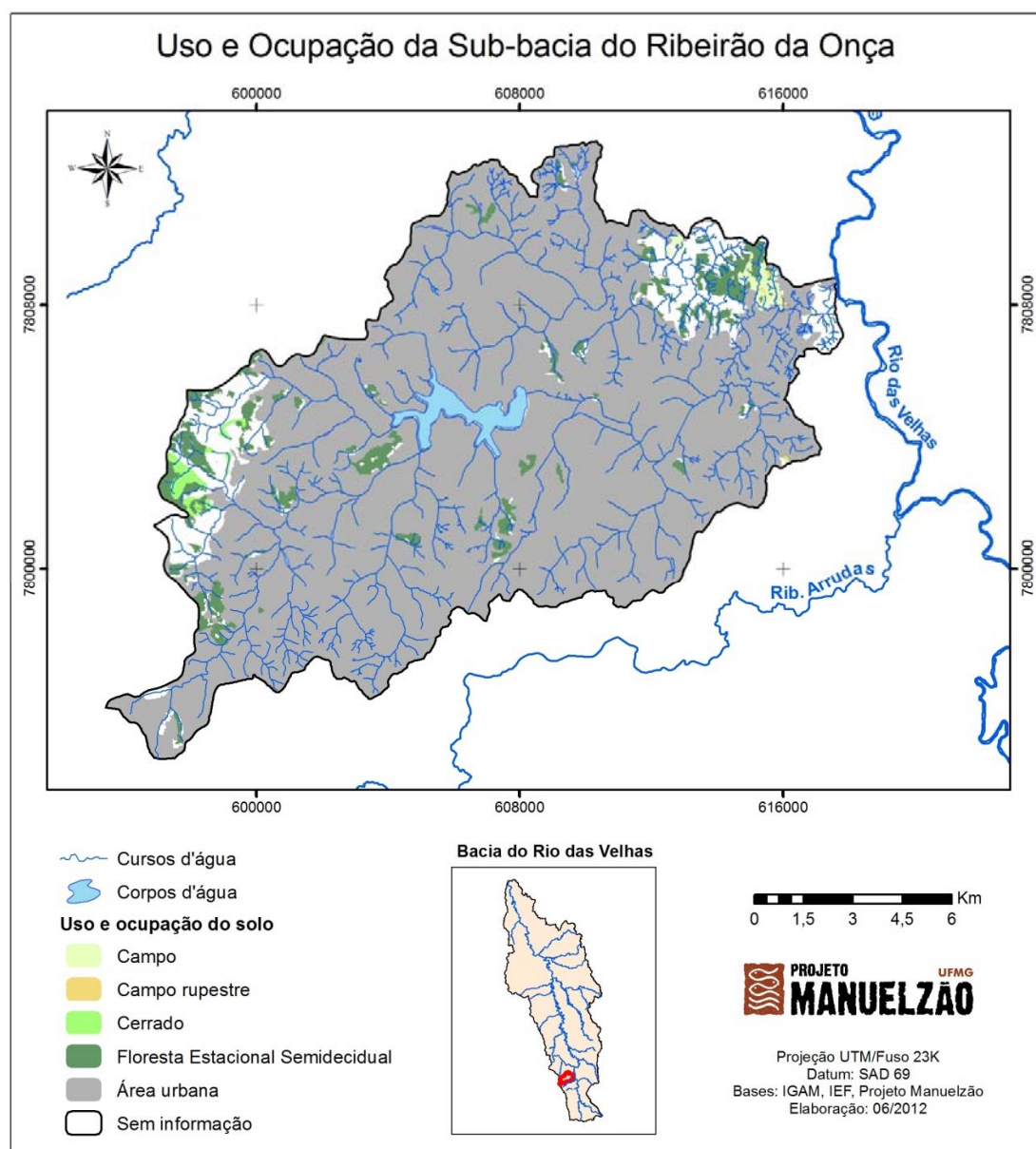


Figura 5 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia

Aproximadamente 79% da área da sub-bacia do Arrudas (Figura 4) é urbana enquanto que na sub-bacia do ribeirão da Onça, esse índice é de cerca de 85%

(Figura5). Tal como explicitado no item 5.6, nas áreas urbanas as fontes de poluição difusa são bastante diversificadas e de característica intermitente. A poluição difusa apresenta fontes essencialmente ligadas ao meio urbano, como àquelas relacionadas à grande quantidade de veículos (óleos, graxas, resíduos de pneus, material particulado), às atividades industriais e aos sistemas de esgotamento sanitário e drenagem pluvial.

No período chuvoso, a remoção úmida de poluentes atmosféricos, especialmente de material particulado e metais pesados provenientes sobretudo de veículos automotores e atividades industriais, também contribuem para o aumento da poluição difusa.

Além de lavar a superfície altamente impermeabilizada e que acumula sedimentos e resíduos líquidos e sólidos, as águas pluviais carregam grande quantidade de sedimentos oriundos de áreas de construção civil para os cursos d'água.

A ausência de mata ciliar ao longo dos cursos d'água também propicia que os sedimentos cheguem com mais facilidade aos rios e córregos. Além disso, a canalização da maior parte dos cursos d'água nessas sub-bacias contribui para que os sedimentos e substâncias que ali chegam não se depositem no leito do rio, sendo levados para o rio das Velhas, aumentando principalmente sua turbidez (sólidos em suspensão e dissolvidos).

Em ambas sub-bacias, a poluição difusa é constatada pela presença permanente de substâncias tensoativas (provenientes de sabonetes, detergentes, dentífrico, etc.), óleos e graxas e acréscimo de coliformes termotolerantes nas amostras de qualidade da água, realizada no encontro desses ribeirões com o rio das Velhas (IGAM, 2009). As tabelas 5 e 6 apresentam os principais fatores de pressão e os indicadores de degradação para essas sub-bacias.

Tabela 5 Fatores de pressão associados aos indicadores de degradação no ribeirão Arrudas

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO
BV155	3	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Resíduo sólido urbano Expansão urbana Assoreamento Erosão	Clorofila-a, Coliformes termotolerantes, Cor Verdadeira, DBO, Fósforo Total, Manganês Total, OD e Substâncias Tensoativas.	DBO, Fósforo Total, Coliformes Termotolerantes, OD e Manganês Total.

BV155: Ribeirão Arrudas próximo de seu encontro com o rio das Velhas.

Fonte: IGAM, 2009.

Tabela 6 Fatores de pressão associados aos indicadores de degradação no ribeirão da Onça

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO
BV154	3	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Resíduo sólido urbano Expansão urbana Assoreamento	Cianeto, Clorofila-a, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, DBO, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, Óleos e graxas, OD e Sólidos em Suspensão Totais.	DBO, Fósforo Total, Coliformes Termotolerantes, OD, Óleos e Graxas e Nitrogênio Amoniacal Total.

BV154: Ribeirão da Onça próximo de sua foz, em Santa Luzia. Fonte: IGAM, 2009.

Fonte: IGAM 2009

- Bacia do Ribeirão da Mata

Juntamente com os ribeirões da Onça e Arrudas, o ribeirão da Mata contribui significativamente para a piora da qualidade das águas do rio das Velhas.

A área urbana nessa sub-bacia é uma das principais fontes de poluição difusa. A ocupação urbana nessa região se intensificou nos anos 80 e 90 quando a metrópole, Belo Horizonte, começa a expulsar para além de seus limites, a população de renda mais baixa, que se concentrou principalmente no município de

Ribeirão das Neves. Apesar de ocupar aproximadamente 13% da área total da bacia, a falta de saneamento ambiental, com o lançamento *in natura* da maior parte de seus esgotos nos cursos d'água, é o principal fator de impacto (figura 6).

A exploração de areia e os efluentes industriais de fábricas de cimento e cal e siderurgia são apontadas pelo IGAM (2009) como as principais fontes responsáveis pelo aumento da Contaminação por Tóxicos e substâncias como níquel total e alumínio dissolvido, acima dos limites estabelecidos em lei, em análises realizadas ao longo de 2009 (Tabela 7).

Ressalta-se que as supracitadas fontes de poluição difusa, sobretudo a exploração de areia, também fornecem uma quantidade muito grande de sedimentos que são levados aos cursos d'água quando da ocorrência de chuvas, contribuindo para o assoreamento, uma vez que rios e córregos não tem energia suficiente para transportar a sobrecarga de sedimentos.

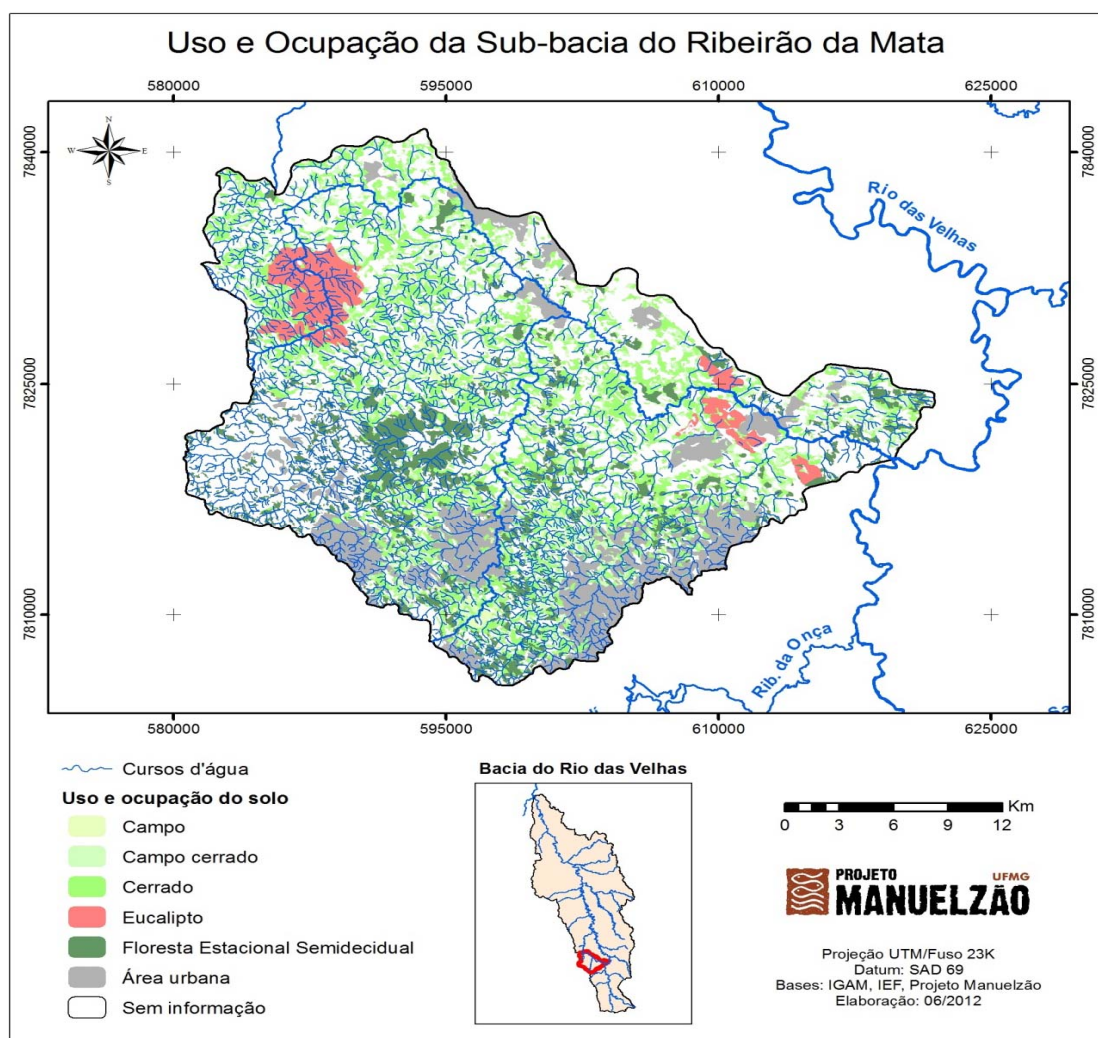


Figura 6 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia do Ribeirão da Mata

Tabela 4 Fatores de pressão e indicadores de degradação no ribeirão da Mata

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO
BV130	2	Atividade minerária Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Assoreamento Expansão urbana	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total , Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Cromo Total, DBO, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, OD, Sólidos em Suspensão Totais, Turbidez e Zinco Total.	Coliformes Termotolerantes, Manganês Total, Fósforo Total, OD e DBO.

BV130: Ribeirão da Mata próximo de sua foz. Fonte: IGAM, 2009.

Fonte: IGAM 2009

- Bacia do rio Taquaraçu

Afluente da margem direita do rio das Velhas, o rio Taquaraçu apresenta bom índice de qualidade das águas, em razão, sobretudo, da baixa urbanização. As principais fontes de poluição difusa nessa sub-bacia estão relacionadas às atividades agropecuárias (infere-se que grande parte da porção sem informação no mapa de uso e ocupação do solo da sub-bacia corresponda a usos agropecuários – Figura 7).

A exposição do solo, por vezes em períodos cíclicos e a maior compactação gerada nas atividades agrícolas propicia a atuação mais acentuada de processos erosivos, sobretudo a erosão laminar, que contribuirá para o aumento da carga sedimentar que chega aos cursos d'água. (Prato *et al.* (1989) *apud* RAPOSO *et al.*, *op. cit*) defendem que aproximadamente 46% dos sedimentos que chegam aos cursos d'água são provenientes de atividades agropecuárias.

Além disso, o uso inadequado de agrotóxicos provê grande quantidade de substâncias tóxicas que poderão ser carregadas para os rios. Os principais fatores de impactos e indicadores de degradação estão apontados na tabela 8.

A maior manutenção de formações florestais nas margens dos cursos d'água pode contribuir significativamente para a melhor qualidade da água na sub-bacia do Rio Taquaraçu, retendo a poluição difusa. (Copper *et al.* (1987) *apud* RAPOSO, *et*

al., op. cit) verificaram que a mata ciliar é capaz de barrar de 80 a 90%, aproximadamente, dos sedimentos em áreas agrícolas. Isso se dá não só pela retenção física dos sedimentos mas também por processos químicos, além de contribuir para a estabilidade dos solos, diminuindo os processos erosivos.

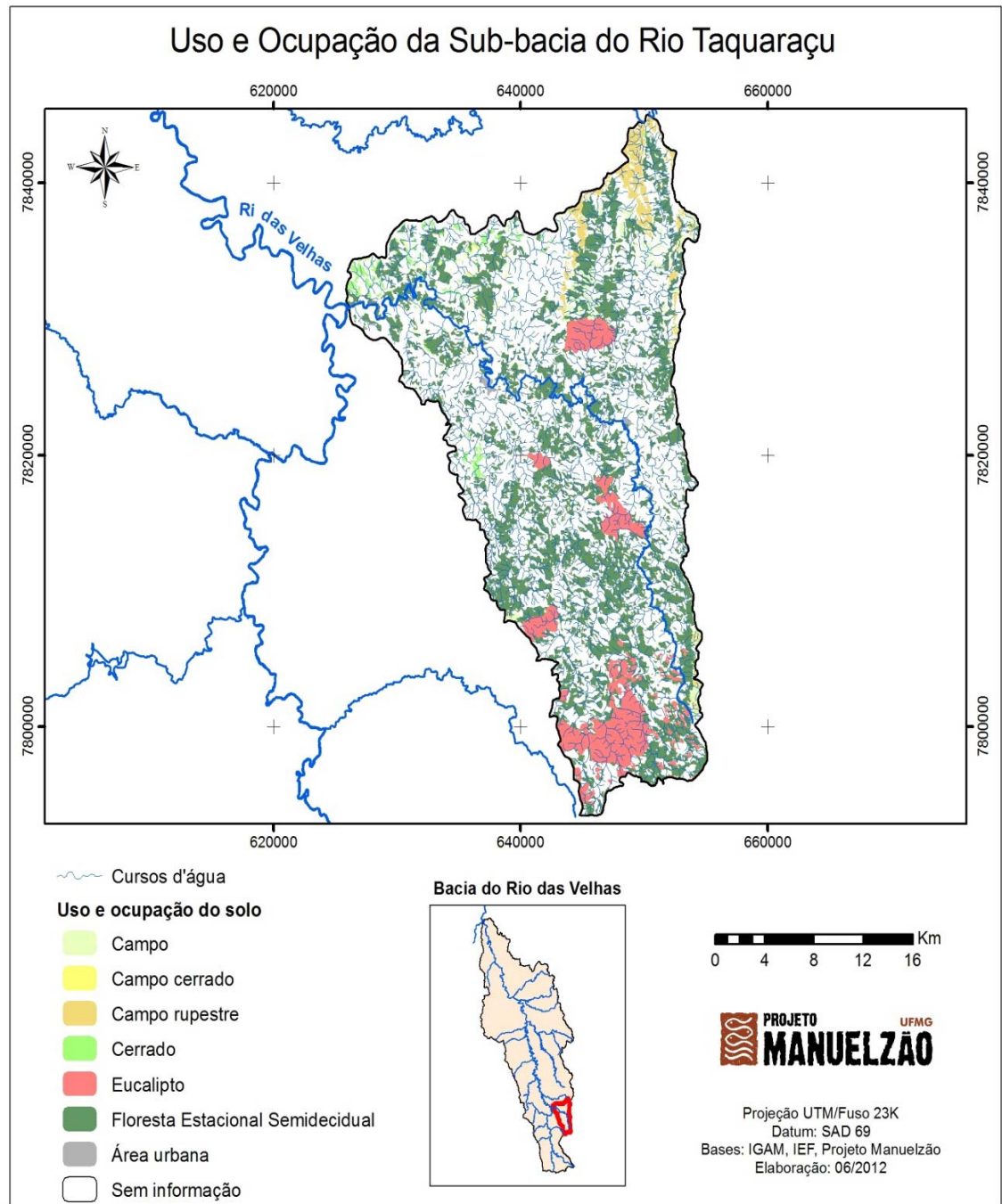


Figura 7 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia do Rio Taquaraçu

Tabela 8 Fatores de pressão associados aos indicadores de degradação no rio Taquaraçu

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO
BV135	1	Atividade minerária Agropecuária Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial	Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, DBO, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.	Coliformes Termotolerantes, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Turbidez e Alumínio Dissolvido.

BV135 Rio Taquaraçu próximo de sua foz no rio das Velhas. Fonte: IGAM, 2009

Fonte: IGAM, 2009

- Bacia do rio Maracujá

Segundo pesquisa realizada por Raposo *et al.* (2009), a bacia do rio Maracujá apresenta a segunda maior contribuição de sedimentos em suspensão para o rio das Velhas, tendo apresentado um valor médio de 45,36 UNT. Como se observa na Figura 8, na bacia do rio Maracujá é possível verificar a presença de vegetação arbórea principalmente nas áreas de cabeceira de drenagem no Embasamento.

Nas regiões próximas aos cursos d'água percebe-se uma perda da mata ciliar em razão de usos como os urbanos, agropastoris e atividades de extração. Raposo *et al.* (2009) constataram que nesta bacia as Áreas de Preservação Permanente (APP's) somam cerca de 26% da área total da bacia. No entanto, 21% dessa área se encontram ocupada por atividades humanas. Copperet *al.* (1987)⁵ *apud* Santos (2005) constataram que a movimentação de sedimentos em áreas agrícolas é retida em cerca de 80% a 90% pela mata ribeirinha, comprovando a importância de sua preservação. Após a confluência com este tributário o rio das Velhas.

Bacellar *et al.* (2001; 2005) destacam que na bacia do Rio Maracujá cerca de 70% das voçorocas estão diretamente associadas a atividades antrópicas, o que comprova a poluição difusa na região. Entre essas atividades destacam-se o

desmatamento e a construção de cercas, estradas, ou de qualquer outra obra que tenha interferido diretamente no regime hidrológico local atuando na concentração de fluxos superficiais de água.

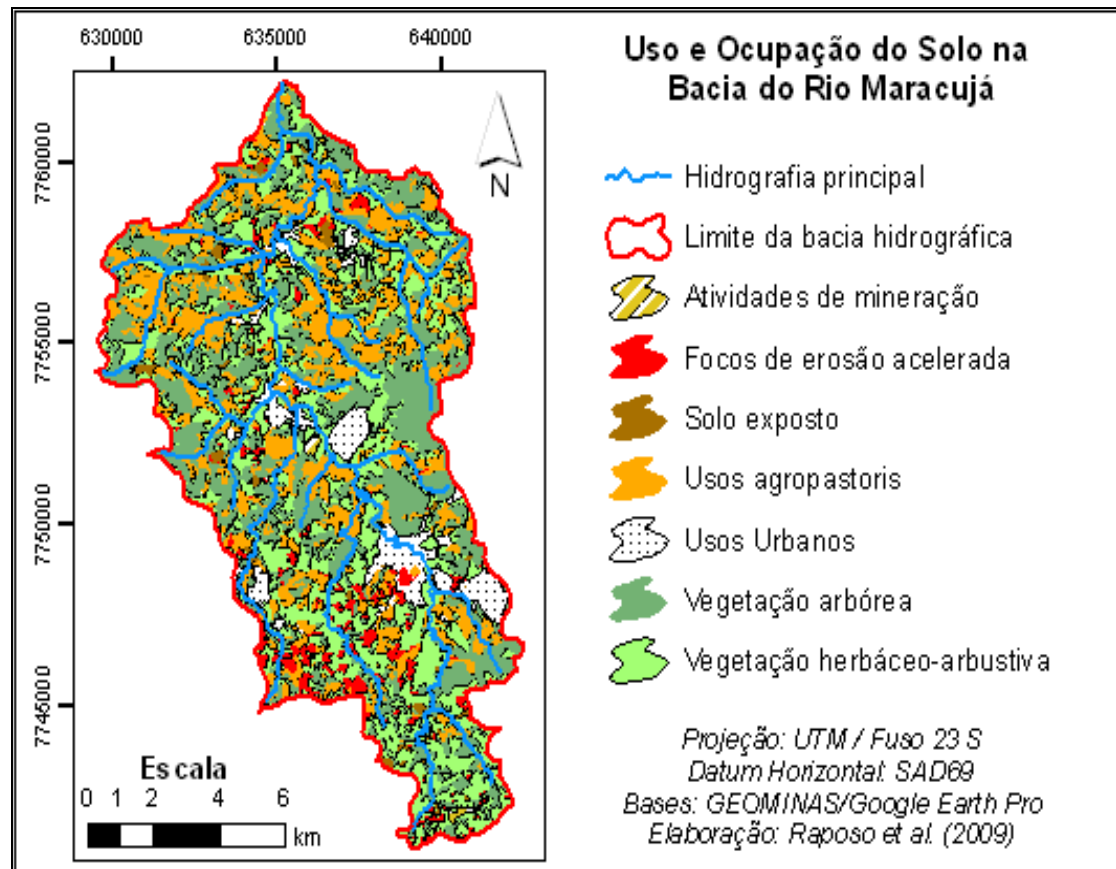


Figura 8 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia do Rio Maracujá

- Bacia do rio Itabirito

Por sua vez, a bacia do rio Itabirito foi a que apresentou a média de turbidez mais elevada. Isso pode ser relacionado principalmente com a poluição difusa, uma vez que ocorre à contribuição de sedimentos em suspensão de suas sub-bacias no período chuvoso e pela área urbana (lançamento de efluentes) no período seco. O rio das Velhas antes da confluência com o Itabirito apresentou um valor médio de turbidez de 39,99 UNT. Após a confluência este valor quase que duplica, chegando a 79,86 UNT, o segundo maior ao longo de todo o alto rio das Velhas, o que mostra o papel marcante da bacia do rio Itabirito na produção de sólidos em suspensão.

Como se observa no mapa da figura 9, a bacia do Rio Itabirito possui uma quantidade relevante de vegetação de porte arbóreo (34,1%), concentrada principalmente em áreas do Embasamento Cristalino, onde o solo é mais desenvolvido, e ao longo dos cursos d'água. Apesar disso, essa área ainda é muito utilizada para o desenvolvimento de atividades agropastoris, devido à disponibilidade hídrica, aos solos mais propícios aos cultivos e ao relevo mais suave para a criação de rebanhos. Arcova e Cicco (1999) e Almeida e Schwarzbold (2003) constataram maiores valores de turbidez em áreas de agricultura e pecuária que em áreas florestadas, já que essas favorecem a compactação e exposição do solo.

Como lembra Prato *et al.* (1989), a agricultura é fonte de poluição difusa contribuindo com cerca de 46% de sedimentos aos cursos d'água. Já as áreas de vegetação herbáceo-arbustiva estão presentes principalmente nas regiões mais elevadas da bacia, com destaque para o Sinclinal Moeda devido às rochas mais resistentes que não propiciam um solo bem desenvolvido. A mineração é bastante comum nesta sub-bacia, estando concentrada em áreas com rochas ricas em ferro do Supergrupo Minas (itabiritos).

A mineração é uma atividade fortemente impactante, pois ao provocar desmatamento, revolvimento de solo e alteração do relevo natural ela pode promover a erosão e a contaminação dos cursos d'água por resíduos. Outros impactos associados à mineração podem ser os assoreamentos, o aumento da turbidez, e a contaminação por metais pesados.

A atividade de dragagem se concentra ao longo do ribeirão do Saboeiro, que apresenta marcantes trechos de assoreamento crítico (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Por fim, os focos de erosão acelerada nesta bacia estão geralmente relacionados à erosão remontante nas cabeceiras das principais sub-bacias em áreas do Supergrupo Minas, ou então se encontram nas áreas do Embasamento Cristalino.

Vale observar que a elevada turbidez apresentada pelas sub-bacias dos rios Itabirito e Maracujá tem forte relação com os abundantes voçorocamentos encontrados na área do Embasamento Cristalino, onde as rochas possuem elevada fragilidade natural. Entretanto, os voçorocamentos podem ser originados e intensificados por atividades humanas (tabela 9).

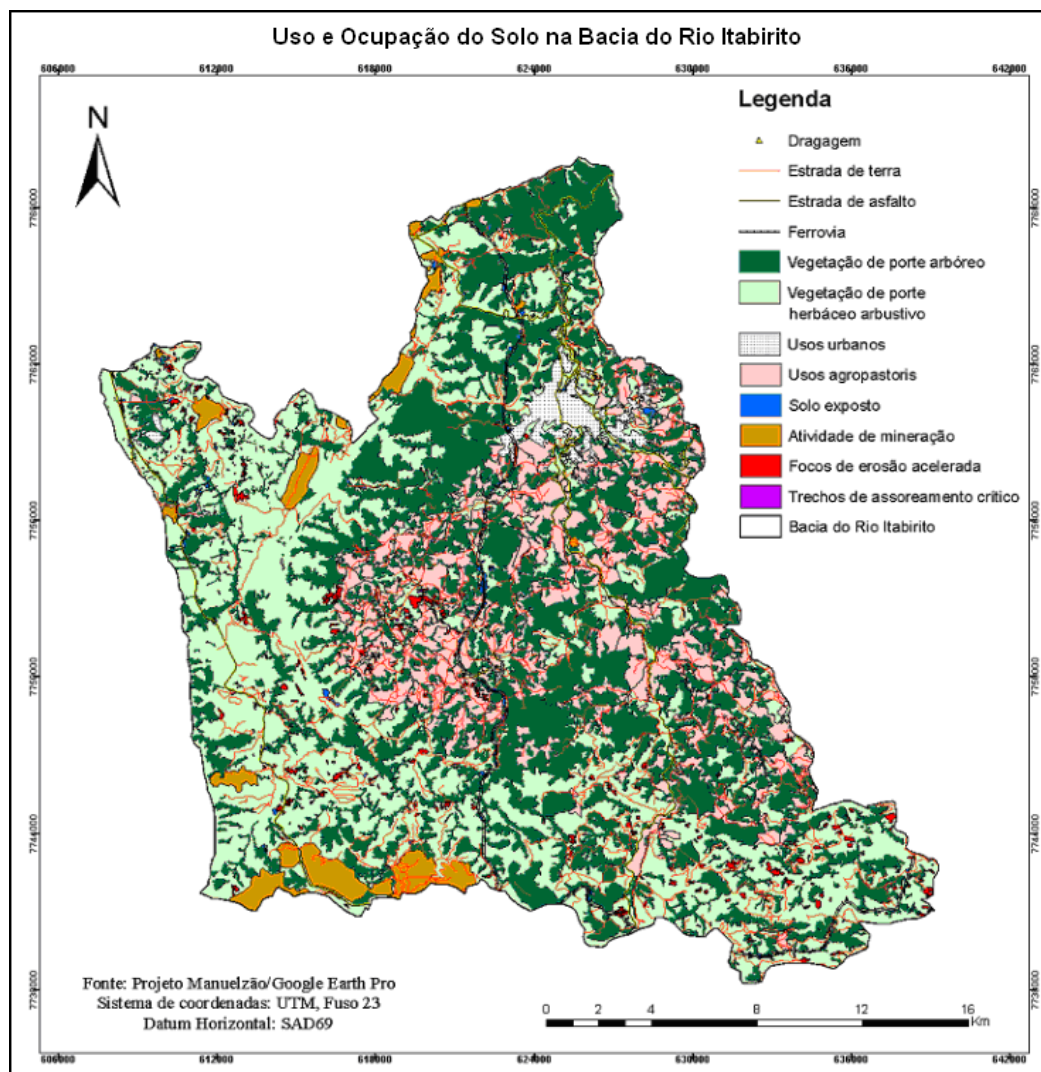


Figura 9 Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia do Rio Itabirito.

Fonte: Oliveira et al. (2009).

Tabela 9 Importantes fatores de pressão associados aos indicadores de degradação

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO
BV035	2	Atividade minerária Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Resíduo sólido urbano Expansão urbana Carga difusa	Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.	Manganês Total, Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, Chumbo Total, Turbidez e Sólidos em Suspensão Totais.

BV035 Rio Itabirito a jusante do rio Itabirito/ Fonte: IGAM, 2009.

- Ribeirão Macacos

A bacia do ribeirão dos Macacos possui características de uso e ocupação semelhantes às da bacia do Córrego Água Suja, porém se destaca a área relativa à mineração, que em percentuais é a maior dentre as sub-bacias estudadas. A turbidez do rio das Velhas após a confluência com o ribeirão Macacos diminui em relação ao ponto anterior, apesar deste apresentar a terceira maior turbidez dentre os afluentes. Isso pode significar que a elevada quantidade de sólidos acrescentada anteriormente pelo rio Itabirito é diluída pelo acréscimo de água sem grande quantidade de sedimentos por parte de outros afluentes deste trecho (não amostrados), ou que há pontos neste trecho (poços) que estejam atuando na retenção desses sedimentos. Se a carga de sedimentos em suspensão acrescentada pelo ribeirão dos Macacos não impacta significativamente o rio das Velhas, o mesmo não vale para a carga de leito. A quantidade de carga grosseira que chega ao ribeirão é tão grande que entulhou sua calha a ponto de mantê-la suspensa em relação à lâmina d'água do rio das Velhas e de construir um cone aluvial em sua foz. Este cone se comporta como uma barreira aos fluxos na calha do rio das Velhas, provocando o turbilhonamento da água, o que pode levar ao revolvimento de sedimentos depositados.

A grande quantidade de carga grosseira está ligada à intensa atividade de mineração nesta bacia. Essa mesma atividade nas cabeceiras do Rio Maracujá também provocou o entulhamento da calha de tal forma que na estação seca em alguns trechos do rio os fluxos superficiais são mínimos, expondo uma enorme quantidade de areia.

- Córrego Água Suja

Na bacia do Córrego Água Suja se observa a relevância da área urbana (Nova Lima), na porção central da mesma, e de áreas de mineração no norte e sudoeste da bacia, onde se encontram as formações ferríferas. Associada às litologias resistentes do Supergrupo Minas e às partes altas do Supergrupo rio das Velhas ocorre a vegetação de porte herbáceo-arbustivo.

Na figura 10 e 11 mostra que a região sofre ameaças de desmatamento, devido a extração ilegal da Candeia; da mineração de pedras preciosas como o

topázio imperial, do Caulim e do Ouro, e o parcelamento do solo para chácaras de lazer.

A agricultura aparece espalhada pela bacia, e se refere principalmente a sítios e chácaras. A vegetação de porte arbóreo, por sua vez, se concentra na porção nordeste da bacia. A tabela 10 demonstra os principais fatores de pressão relacionados aos indicadores de degradação no ano de 2009 do ribeirão Água Suja, comprovando que a poluição difusa vem interferindo na qualidade da água dessa região.

Tabela 10 Importantes fatores de pressão associados aos indicadores de degradação

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO
BV062	2	Atividade minerária Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Erosão Resíduo sólido urbano Expansão urbana	Arsênio Total, Cianeto Total, Coliformes Termotolerantes, DBO, Fósforo Total, Manganês Total, Óleos e Graxas e OD.	Manganês Total, Fósforo Total, Arsênio Total, DBO e Coliformes Termotolerantes.

BV062 - Ribeirão Água Suja próximo de sua foz no rio das Velhas

Fonte: IGAM, 2009

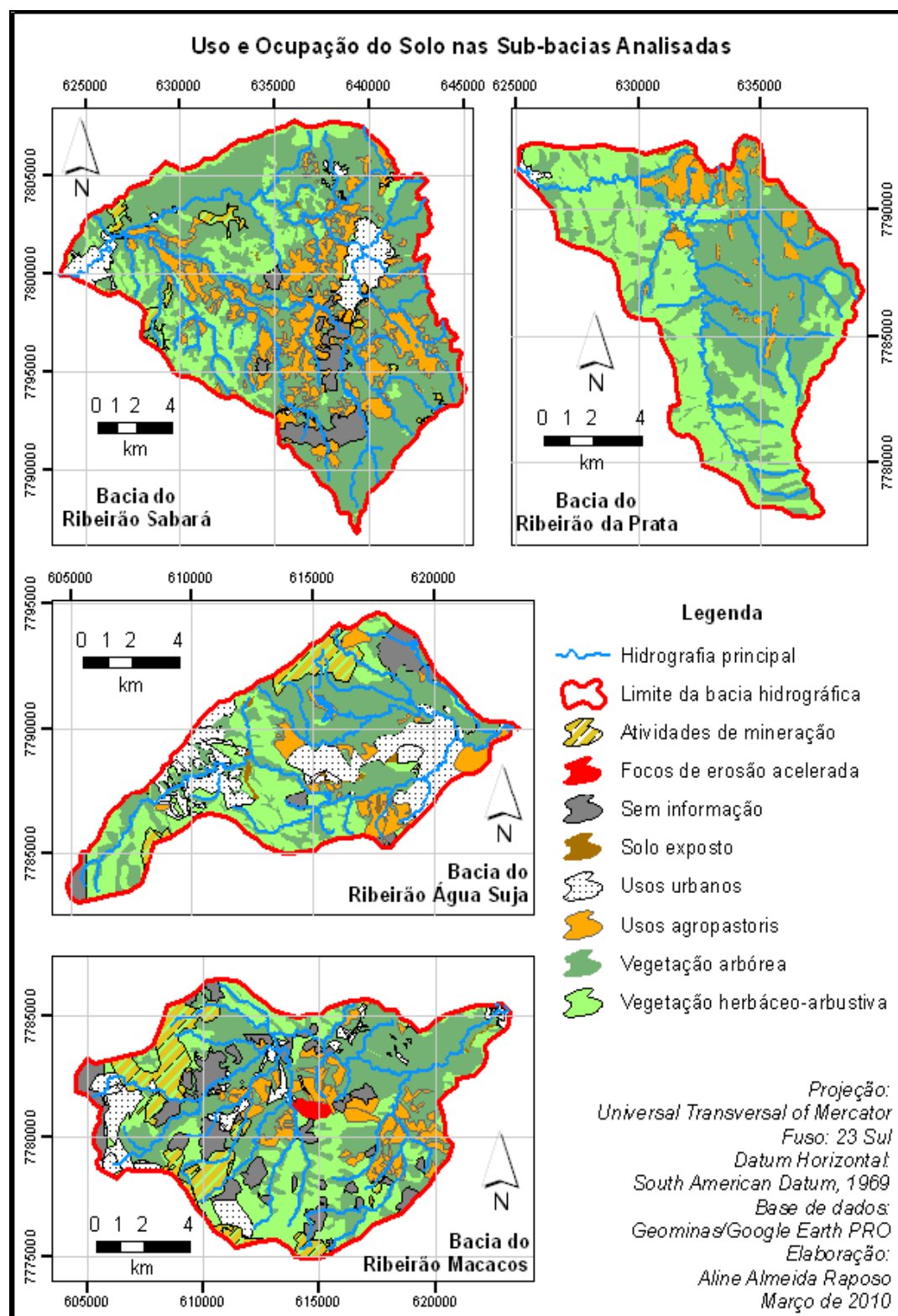


Figura 10 Mapa de uso e ocupação do solo das sub-bacias dos ribeirões Sabará, da Prata, Água Suja e Macacos.

Fonte: Oliveira et al. (2009).

Construção de estrada. Retirada de Mata Atlântica em áreas de APPs. Honório Bicalho – Nova Lima de 2007 a 2011



Acima parte da mata degradada, abaixo Ribeirão Macacos encaixado a 10 metros de distância do desmatamento



Árvores grandes caídas as margens e dentro do ribeirão Macacos



Figura 11 Imagens de degradação no Alto Rio das Velhas.

• Ribeirão da Prata

O maior valor de turbidez encontrado ao longo do rio das Velhas se refere à jusante da bacia do ribeirão da Prata. Os dados de uso e ocupação desta sub-bacia (Figura 10) permitem afirmar que este elevado valor de turbidez não possui relação única com a mesma. Isso porque de todas as sub-bacias selecionadas esta foi a que apresentou uma maior preservação de suas áreas verdes. Na bacia do Ribeirão da Prata ocorre uma presença significativa de vegetação arbórea nas áreas de cabeceiras de drenagem, em fundos de vale (mata ciliar) e em partes mais baixas da bacia.

Encontra-se também uma expressiva área de vegetação de porte herbáceo-arbustivo, também em áreas de cabeceiras e em interflúvios localizados na porção leste da bacia, onde a altimetria é mais elevada. Trata-se de campos de altitude e rupestres, pois ocorrem sobre rochas resistentes, como quartzitos e itabiritos, presentes nos topos e cristas das serras. Usos antrópicos ocorrem na porção norte

da bacia em áreas ocupadas por uso agropastoril e numa pequena área a noroeste, ocupada pela mancha urbana de Raposos. Desse modo, o fato da turbidez no rio das Velhas apresentar um valor elevado após a confluência com o rio da Prata revela que existem outros fatores que interferem no aumento desta turbidez. Estes podem estar relacionados a fontes pontuais e difusas de poluição como lançamentos de efluentes, ou ainda a outras sub-bacias à montante como, por exemplo, a bacia do ribeirão Água Suja. O elevado valor na taxa de turbidez reflete a incidência de processos erosivos nesta sub-bacia causando o transporte de sólidos em épocas de chuvas intensas das áreas desprovidas de vegetação, áreas de exploração mineral ou de passivos ambientais e de áreas urbanas. Neste caso, a análise baseada apenas em dados de uso do solo não permite explicar a elevada turbidez verificada, podendo haver condicionantes naturais para isso, como a elevada erosividade dos rios da borda leste da bacia do alto rio das Velhas.

- Ribeirão Sabará

A bacia do ribeirão Sabará é rica em usos agropastoris, sobretudo pastagens, ficando as áreas agrícolas restritas à porção sudeste (Figura 10). Percebe-se em sua porção central uma perda significativa da mata ciliar para este uso e para o uso urbano. Ainda assim, esta bacia possui a maior porcentagem de mata preservada de todas as sub-bacias (56,2%), o que pode favorecer a retenção de sedimentos, os quais poderiam ocasionar a elevação da turbidez e o assoreamento se chegassem aos cursos d'água. Dessa forma, a turbidez revelada nesta sub-bacia pode estar mais relacionada ao lançamento de efluentes que a processos erosivos.

Destaca-se que no trecho em que cruza a cidade de Sabará o ribeirão é canalizado, o que compromete sua dinâmica hidrossedimentar natural. Vale observar que à montante da confluência com este ribeirão o rio das Velhas apresentou alto valor de turbidez (81,9 UNT), mas à jusante este valor cai para 59,1 UNT. Isso nos releva que, em razão de sua turbidez relativamente baixa, o ribeirão Sabará contribui para a diluição dos sólidos em suspensão no rio das Velhas. A tabela 10 demonstra os principais fatores de pressão relacionados aos indicadores de degradação no ano de 2009 do ribeirão Sabará, comprovando que a poluição difusa vem interferindo na qualidade da água dessa região.

Tabela 11 Importantes fatores de pressão associados aos indicadores de degradação

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO
BV076	3	Atividade minerária Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Resíduo sólido urbano Expansão urbana	Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total e Óleos e Graxas.	Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, Óleos e Graxas, Turbidez e Cor Verdadeira.

BV076 Ribeirão Sabará próximo de sua foz no rio das Velhas

Fonte: IGAM, 2009

7. BIOMONITORAMENTO – A VOLTA DOS PEIXES

Como um dos grandes objetivos da Meta 2014 é assegurar a volta dos peixes no trecho metropolitano do Rio das Velhas e importante saber como a biota aquática vem se comportando com o impacto causado pela poluição difusa na bacia.

O rio das Velhas vem sendo monitorado pelo Projeto Manuelzão desde 1999, antes do início das intervenções visando a sua revitalização. Os resultados demonstraram o forte impacto negativo da RMBH sobre a fauna de peixes.

O Núcleo Transdisciplinar e Transinstitucional para Revitalização da Bacia do Rio das Velhas (NUVELHAS/Projeto Manuelzão/UFGM), por meio de uma parceria entre a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP) - Contrato nº 10.2387, realizou pesquisas de biomonitoramento no período de 2010-2011 para verificar os avanços alcançados, conforme pode ser observado na Tabela 12.

Após a instalação e início da operação da ETE Arrudas em 2005, novas campanhas foram realizadas e demonstraram os efeitos positivos sobre a ictiofauna, com o aumento de algumas espécies em direção à RMBH. No final de 2009, entrou em operação outra estação de tratamento de esgotos de grande porte, a ETE Onça.

Tabela 12 Localização dos amostrados ao longo do rio das Velhas, em UTM, entre 2010 e 2012.

Ponto	Nome	Coordenadas UTM	Altitude
SB1	São Bartolomeu	23 K 649643 N / 7753383 E	979 m
BF2	Rio Acima (Bela Fama)	23 K 622465 N / 7785940 E	699 m
SL3	Santa Luzia	23 K 618839 N / 7806758 E	676 m
LS4	Lagoa Santa	23 K 616225 N / 7838074 E	637 m
SR5	Santa Rita do Cedro	23 K 589326 N / 7920593 E	550 m
SG6	Senhora da Glória	23 K 585963 N / 7962563 E	505 m
LA7	Lassance	23 K 547758 N / 8023897 E	486 m
BG8	Barra do Guaicuí	23 K 519102 N / 8092982 E	461 m

A figura 12 demonstra as curvas de registros das espécies pelos pontos de amostragem, nas três fases distintas de estudos, quais sejam, (a) antes das ETE Arrudas e Onça, entre 1999 e 2000, (b) depois do início da operação da ETE Arrudas (2006-2007) e (c) após o início da operação da ETE Onça (2010-2011). Esta última fase refere-se aos dados inéditos aqui apresentados. O ponto SL-3, por ter sido amostrado somente na última fase, não é representado nesta figura comparativa.

Apesar de haver algumas variações entre os pontos de amostragem na comparação entre os períodos, nota-se que há uma tendência de aumento da riqueza no ponto SH-6. Com o aumento do tratamento dos esgotos da RMBH, observou-se nos períodos subsequentes uma atenuação da diminuição da riqueza logo abaixo do rio Arrudas e ribeirão do Onça (ponto LS-4). Por outro lado, no baixo rio das Velhas os efeitos deste tratamento foram menos visíveis.

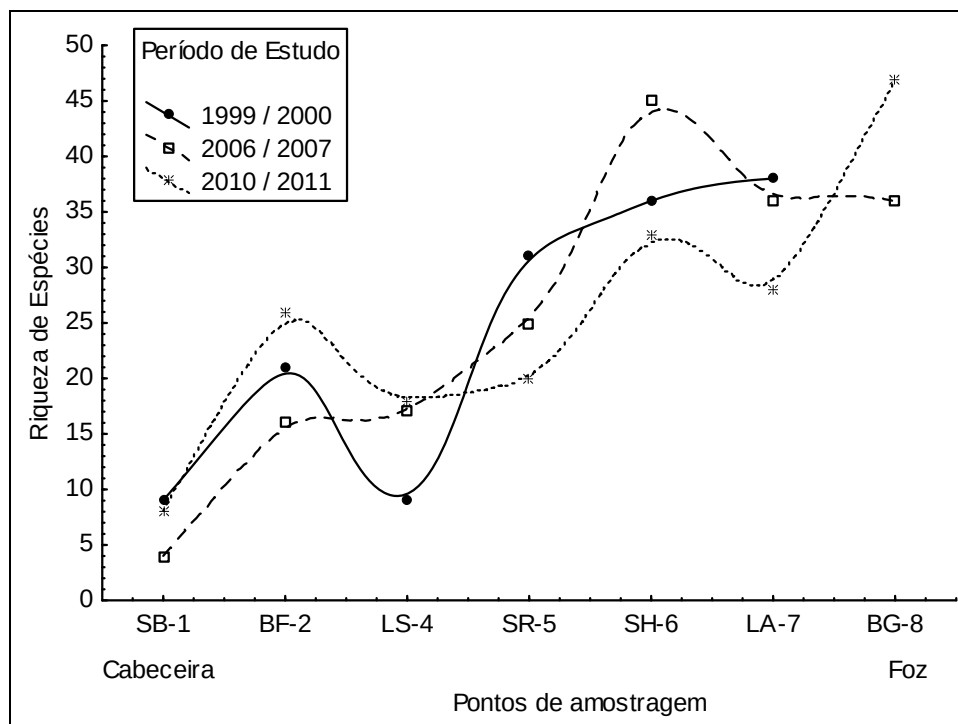


Figura 12 Gráfico de Curvas de riqueza de espécies, por local de amostragem,

A situação, conforme ressaltado anteriormente em relação ao ponto SL-3 adicionado somente nesta fase, ainda não é a ideal, porém há indícios de melhoria. Um desses sinais é o aumento da área de ocorrência de certas espécies-chave, consideradas bioindicadoras, por serem migradoras, sensíveis à queda da qualidade da água ou por dependerem de um ambiente preservado para completarem seu ciclo de vida. Houve o primeiro registro da matrinhã (*Brycon orthotaenia*) no ponto de Bela Fama (Município de Rio Acima) e do dourado (*Salminus franciscanus*) registrado em poder de pescadores na cidade de Rio Acima, demonstrando a passagem pela pior parte do rio das Velhas (na RMBH). Essas espécies podem ser consideradas bioindicadoras por serem sensíveis à poluição e por serem migradoras, ou seja, dependem de um trecho extenso do rio para cumprir o seu ciclo de vida. A matrinhã, ainda, é dependente da mata ciliar para obter itens alimentares de sua dieta (frutos, sementes e insetos terrestres).

O ponto introduzido nesta etapa SL-3 (em Santa Luzia) mostrou ser o mais poluído, com os piores valores de parâmetros limnológicos, como Oxigênio Dissolvido por exemplo. A má qualidade do ambiente neste trecho do rio das Velhas é reflexo da falta de tratamento de esgotos nesse município e também por ser o local mais próximo da foz do rio Arrudas e córrego do Onça. Os peixes, um dos

bioindicadores utilizados neste projeto (juntamente com invertebrados bentônicos), exprimem a condição ambiente.

Esse é o caso da matrinchã, que além de ser migradora é uma espécie que se alimenta de fruto, sementes e insetos provenientes da mata ciliar. Nas três fases de estudo a espécie vem ampliando a sua área de ocorrência, e nesta fase ultrapassou a RMBH, alcançando o ponto BF-2, em Bela Fama (Nova Lima) – Figura 13. Outra espécie, também migradora, que atingiu a porção superior da bacia, foi o dourado, registrado em Rio Acima Figura 14.

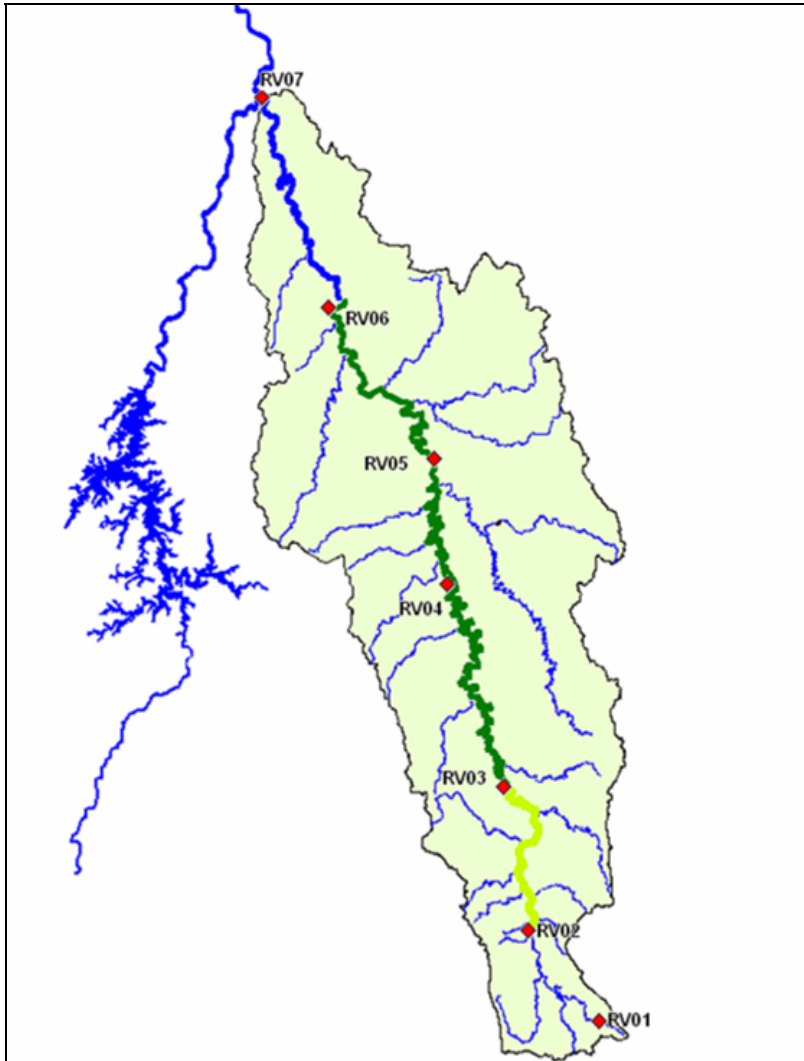


Figura 13 Distribuição da matrinhã (*Brycon orthotaenia*) ao longo da bacia do rio das Velhas. As cores representam as fases de estudos: azul (1999-2000), verde (2006-2007) e verde claro (2010-2011). Figura adaptada de Alves et al. (2010.)

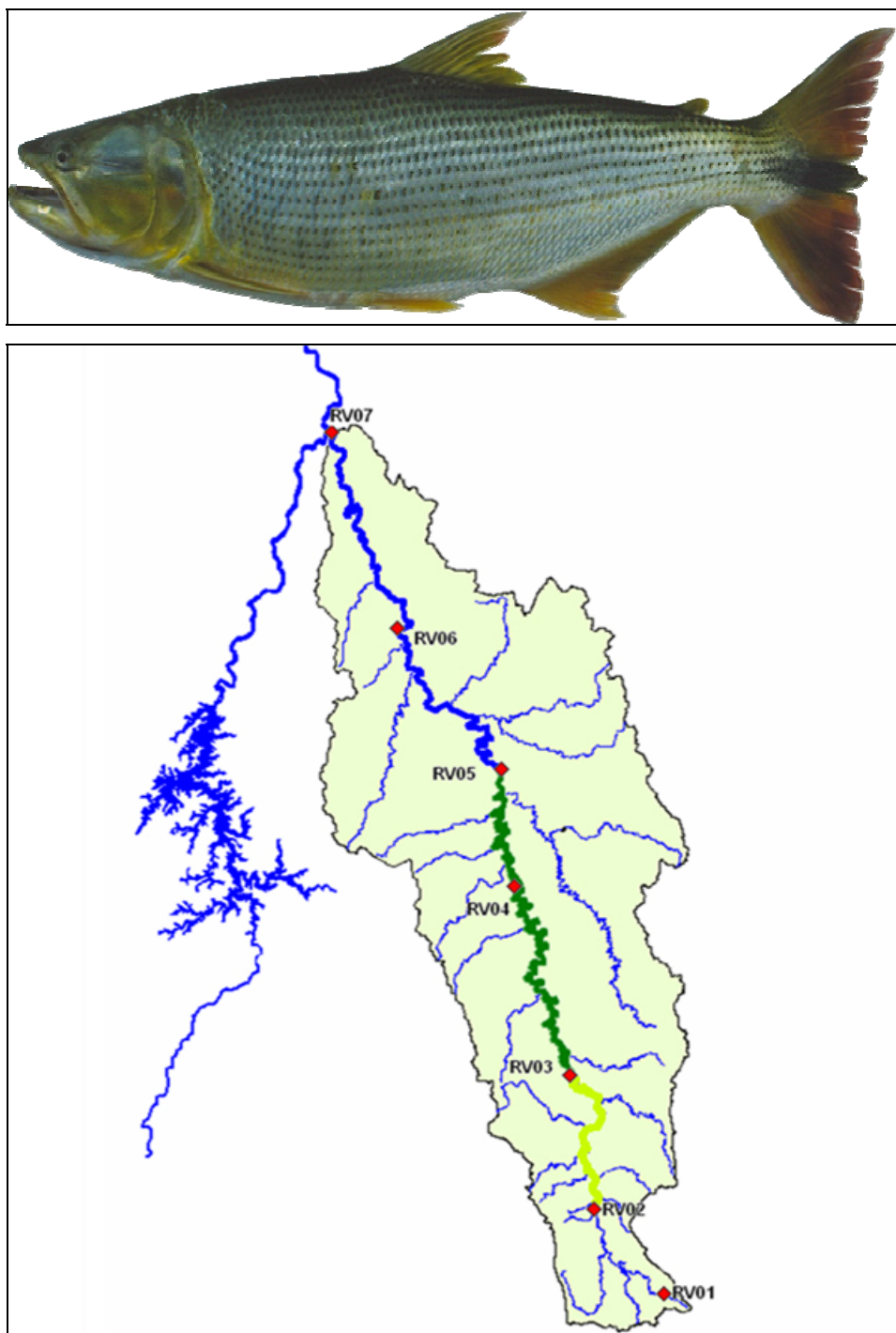


Figura 14 Distribuição do dourado (*Salminus franciscanus*) ao longo da bacia do rio das Velhas. As cores representam as fases de estudos: azul (1999-2000), verde (2006-2007) e verde claro (2010-2011). Figura adaptada de Alves et al. (2010).

8. ESTRATÉGIAS PARA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

A situação diagnosticada mostra que uma melhor estratégia para minimizar os impactos ambientais negativos decorrentes da poluição hídrica seja pontual ou difusa, ou mesmo ocorrendo concomitantemente – mista, será através da adoção de uma visão sistêmica para a adequação dos problemas ambientais ilustrados na área urbana e rural, aliados à implantação de ações governamentais bem como a simplificação de procedimentos administrativos, conforme pode ser observado na figura 15.

É parte dessa estratégia ainda, que o poder público no cumprimento do seu dever intervenha perante a sociedade para adequação ambiental, bem como fiscalizar e posteriormente conduzir para regularização os empreendimentos que compreende a região em estudo. Portanto, o diagnóstico revelou a necessidade de integração do planejamento entre as três agendas ambientais – marrom, verde e azul, para condução da regularização ambiental.

Por parte da equipe do projeto Manuelzão, será apresentado os dados referentes a questão da poluição difusa e industrial a partir dos dados aferidos pelos índices de qualidade da água e uso e ocupação do solo por sub bacias, procurando identificar os aspectos e impactos ambientais para que os mesmos possam ser minimizados, compensados ou evitados, procurando pactuar as seguintes estratégias:

- Listar as atividades antrópicas relacionadas com a poluição difusa existentes por sub bacia;
- Identificar e acompanhar o monitoramento das empresas geradoras de efluente, pois como existe uma concomitância entre poluição pontual não controlada e difusa o controle das fontes pontuais é fundamental para se ter a real dimensão do impacto da carga difusa;
- Promover o georeferenciamento todos os pontos amostrados, bem como montar um banco de dados de cada sub-bacia onde contenham informações sobre o grau de uso e ocupação, seja rural, urbana ou industrial, bem como as estratégias adotadas;
- Mobilizar a sociedade civil para corroborar às ações de conservação da bacia estudada;

- Definir ações preventivas e corretivas após o diagnóstico final com vistas à adequação ambiental.

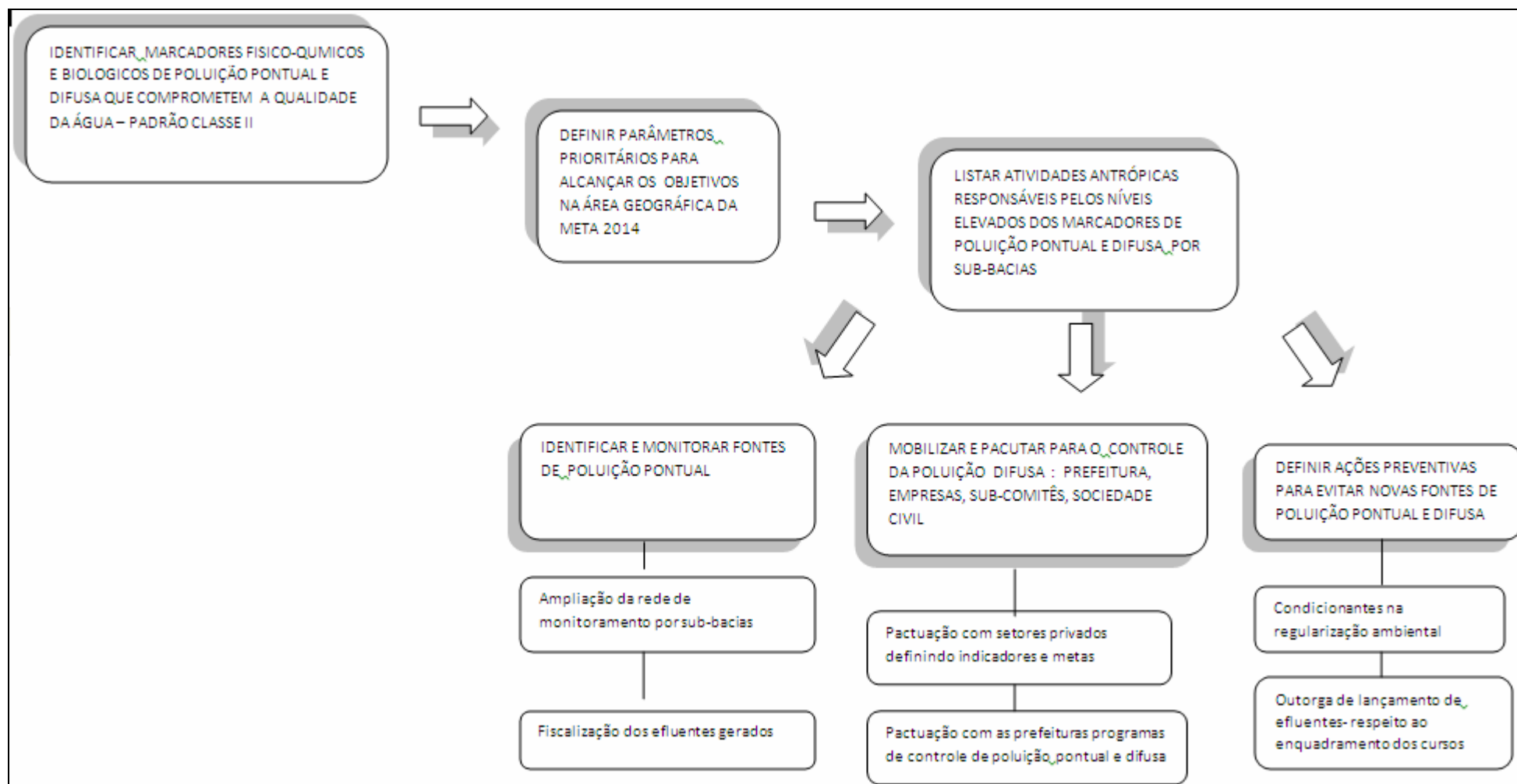


Figura 15 Fluxograma de estratégias para o controle do poluição difusa e pontual na bacia do rio das Velhas

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme já mencionado, a Meta 2014 propõe três focos de atuação, sendo a recuperação da região mais degradada da calha do Velhas, que localiza-se na região metropolitana de Belo Horizonte, a preservação ou conservação da bacia do Cipo-Paraúna, por ser uma reserva biológica natural da bacia do Velhas e ações de preservação e recuperação das dezenas de sub bacias do Velhas, envolvendo todas as prefeituras e empresas das respectivas áreas hidrográficas.

Observou-se neste diagnostico preliminar que a poluição difusa decorre dos diversos usos e ocupação, como a mineração, a atividade agropecuária e a urbanização, o que contribui significativamente para a alteração das características qualitativas e quantitativas das águas do rio das Velhas.

Outro ponto relevante é a retirada da vegetação que deixa o solo exposto, facilitando sua remoção e transporte para os cursos d'água próximos, causando o assoreamento.

Portanto, os dados deste diagnóstico demonstram a necessidade de envolvimento de todos; sociedade, governo estadual, prefeituras e setor produtivo (indústria, comércio, agropecuária) para reverter o processo de degradação do rio e alcançar a meta 2014.

10. REFERÊNCIAS

AISSE, M.M; DEBASTIANE, W. G.; BUDZIAK, M. F. **Modelagem Qualitativa da Água Aplicada a Sub-bacia da Barreirinha**. Relatório Final. Programa interdisciplinar de pesquisa e intervenção na Bacia do Rio de Belém. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUC, Curitiba, PR 2006.

ALMEIDA, M. B.; SCHWARZBOLD, A. **Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA)**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v. 8, n. 01 p. 81-97, 2003 .

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, A., **Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha**, Estado de São Paulo, *Scientia Forestalis*. (56): 125-134, 1999.

BACELLAR, L. A. P.; COELHO NETO, A. L.; LACERDA, W. A. **Fatores condicionantes do voçorocamento na bacia hidrográfica do rio Maracujá, Ouro Preto, MG**. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 6, Goiânia. [*Anais eletrônicos...*]. São Paulo: ABGE, v. 1, CD ROM, 2001.

BILBAO, D. **Termo de Referência para a Confecção do Manual de Prevenção da Poluição Difusa em Meio Antrópico**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Engenharia Ambiental, a Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

BRITES, A.P.Z; GASTALDINI, M.C.C. **Avaliação da Carga Poluente no Sistema de Drenagem de Duas Bacias Hidrográficas Urbanas**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 12, n. 4, 2007.

CAMARGOS, L. M. M.. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004/ Luíza de Marillac Moreira Camargos (coord.)**. - Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2005. 228

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA, 2012;
Disponível em:

[<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home>](http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home)

Acesso em 25 de junho de 2012.

COPPER, J. R., Gilliam, J. W, Daniels, R.B., Robarge, W.P. Riparian **areas as
filtres for agriculture sediment**, *Soil Science Society of America Journal*, 1987.
(51): 416-420.

DELVILE, J.-C. L. (1994). **Deppoluer les Eaux Pluviales – Contribution à
L’élaboration d’une Stratégie**. OTV.

DE LUCA, S.J.; MILANO, L.B.; IDE, C.N. **Rain and Urban Stormwater
Quality**. *Water Science and Technology*. Kyoto, v.23, pp.133-140, 1991.

Douglas M.Siqueira, 2008 Revista **SAMEAS**, Julho/Agosto/ Setembro 2008;
Poluição por cargas difusas. Associação dos Engenheiros da Sabesp

ELLIS, B. Urban Runoff Quality In The UK: **Problems, Prospects And
Procedures**. *Journal Applied Geography*, Vol II, 187-200, 1991.

FENDRICH, R.; OBLADEN, N.L.; AISSE, M. M.; GARCIAS, C. M. **Drenagem
e Controle da Erosão Urbana**. Curitiba, 1988. Págs. 23, 26 e 27.

GUIMARÃES, A. P. **Paisagem da bacia do rio das Velhas**. 1953. 123 f.
Tese (Provimento da cadeira de geografia física) - Faculdade de Filosofia,
Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1953.

GOMES, L.A.; CHAUDHRY, F.H. **Aspectos Qualitativos das Águas
Pluviais Urbanas**. In: 11º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA
SANITÁRIA E AMBIENTAL, Fortaleza, Anais... 1981.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS - IGAM, 2009
Monitoramento da qualidade das águas superficiais da bacia do rio das Velhas.
Relatório anual 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE (2010);
Indicadores demográficos. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso
em 25 de junho de 2012.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento das
águas Superficiais na Bacia do Rio das Velhas em 2003.** Belo Horizonte: IGAM,
2004. 161 p.

LIMA, M. (2001). **Águas Pluviais e Poluição Difusa em Meios Urbanos –
Quantificação e Tratamento.** Projecto Final de Curso; Escola Superior de
Tecnologia. Universidade do Algarve

LOAGUE. K.; CORWIN, D.L.; ELLSWORTH, T. R. **The Challenge of
Predicting Nonpoint Source Pollution.** Environmental Science & Technology, 1998,
p. 130-133.

MANSOR, M. T. C.; TEIXEIRA FILHO, J.; ROSTON, D. M. **Avaliação
preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do Rio
Jaguari, SP.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina
Grande, v.10, n.3, p.715–723, 2006.

MARTINS, E. S. P. R. & PAIVA, J. B. D. **Quantidade dos Recursos
Hídricos. In: Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas.**
ABRH. PortoAlegre. RS. 2001. 625 p.

MARCIA LIMA, 2003; DAVIDE SANTOS **Águas Pluviais e Poluição Difusa
em Meios Urbanos;** Dep. Eng. Civil; EST Ualg

NOVOTNY, V; IMHOOF, K. F.; KRENKEL. P.A; In **Hanbook os Urban Drainage and Wastewater Quality Difuse Pollution and Watershed Management**. Ed. John Willy & sone, inc, NY, EUA, 1999.

OLIVEIRA, L. A. F.; CARVALHO, A.; RAPOSO, A. A.; MAGALHÃES JR., A. P. **Análise das taxas de turbidez da bacia do rio Itabirito (Quadrilátero Ferrífero-MG) e suas relações com os usos e coberturas do solo da bacia**. In: Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 13, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV. v. 1. p. 450-465, 2009.

PAZ, M. F., GASTALDINI, M. C. C. **Comparação da Carga Difusa em Bacia Urbana e Rural**. In: 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Joinville, Anais... 2003

POLIGNANO. M. V.; LISBOA, A. H.; ALVES, A. L.; MACHADO, A. T. G. M.; PINHEIRO, T. M. M. & AMORIM, A. L. D. 2001. ***Uma viagem ao Projeto Manuelzão e à bacia do Rio das Velhas-Manuelzão vai à Escola***. Coleção Revitalizar. Belo Horizonte.

PORTO, Mônica F. **Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas**. TUCCI, C. E. M; PORTO, Rubem La Laina; BARROS, Mário T. de Barros (Org.). Drenagem Urbana. In:. Porto Alegre: ABRH e Editora da UFRGS, 1995, p. 387-414. (coleção ABRH de recursos hídricos; V.5).

PRATO, T; SHI, H; RHEW, R; BRUSVEN, M. ***Soil erosion and nonpoint-source pollution control in an Idaho watershed***. *Journal of Soil and Water conservation*. 44: 323-328, 1989.

PUSCH, P. B. **Inventário de Cargas de Metais a Partir de Fontes Difusas de Poluição**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

RAPOSO *et al.* (2009). **O USO DE TAXAS DE TURBIDEZ DA BACIA DO ALTO RIO DAS VELHAS – QUADRILÁTERO FERRÍFERO/MG – COMO INDICADOR DE PRESSÕES HUMANAS E EROSÃO ACELERADA.** Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, Set. 2010

SANTOS, N. A. P; MAILLARD, P. **Uso do Sensoriamento Remoto e de um Sistema de Informação Geográfica na Modelagem da Poluição Difusa na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.** In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Goiânia, Anais... , 2005.

SOTTORIVA, Ellen Mayara; GARCIAS, Carlos Mello. Poluição difusa urbana por compostos inorgânicos: avaliação da contribuição dos componentes do amianto presente nas telhas de fibrocimento e nos freios de veículos. **Ambient. constr. (Online)**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, set. 2011 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212011000300007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em de 29 junho de 2012.

TOMAZ, Plínio. Poluição Difusa. São Paulo: Navegar Editora, 2006.

TUCCI, C. E. M. Curso de Gestão das inundações urbanas. Porto Alegre: UNESCO – **Global Water Partnership South America - Asociación mundial del agua, 2005.** Disponível em: <[http://www.vitalis.net/Manual20Gestion%20de%20Inundaciones%20 Urbanas.pdf](http://www.vitalis.net/Manual20Gestion%20de%20Inundaciones%20Urbanas.pdf)> . Acesso em: 25 de junho de 2012