

## **Estudo da evolução da coleta de esgoto na bacia do Arrudas**

João Paulo Lopes Rigotto<sup>1</sup>

Sirlei Geraldo de Azevedo<sup>2</sup>

**Resumo:** Este trabalho tem o objetivo de estudar os fatores envolvidos na qualidade das águas do Ribeirão Arrudas, bem como averiguar a evolução das ações envolvidas na despoluição da bacia nos últimos anos. Apesar da bacia em estudo estar localizada em uma das áreas mais economicamente desenvolvidas do país, a Região Metropolitana de Belo Horizonte, existem grandes problemas de saúde pública e ambientais que estão relacionados à deficiência no manejo de esgotos.

**PALAVRAS-CHAVE: ESGOTO. ARRUDAS. VAZÃO.**

**Abstract:** This work aims to study the factors involved in the water quality of Arrudas river and ascertain the progress of the actions involved in cleaning up the basin in recent years. Although the study watershed be located in one of the most economically developed the country, the Metropolitan area of Belo Horizonte, there are major problems of public and environmental health that are related to a deficiency in the management of sewage.

**Keywords:** SEWER. ARRUDAS. FLOW

**Resumen:** Este trabajo tiene como objetivo estudiar los factores que intervienen en la calidad del agua del río Arrudas y determinar el progreso de las acciones involucradas en la limpieza de la cuenca en los últimos años. A pesar de que la cuenca de estudio se encuentra en uno de los más desarrollados económicamente el país, las regiones metropolitanas de Belo Horizonte, existen importantes problemas de salud pública y del medio ambiente que están relacionados con una deficiencia en la gestión de las aguas residuales.

**Palabras clave:** ALCANTARILLADO. ARRUDAS. FLUJO.

### **1 Introdução**

O Governo do Estado de Minas Gerais criou em 2004, a Meta 2010, com o objetivo de revitalizar a Bacia do Rio das Velhas, possibilitando nadar, pescar e navegar. No encerramento desta Meta, o Governador reafirmou o compromisso, lançando a Meta 2014. Para se alcançar o sucesso dessa meta, além das ações implantadas para o sistema de esgotamento sanitário é preciso a participação da sociedade na ligação das residências nas redes coletoras oficiais, do poder público na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, na preservação de áreas verdes e matas

---

<sup>1</sup>Formando em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia Kennedy

<sup>2</sup>Especialista em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental pela UFMG , Professor de Saneamento Básico da Escola de Engenharia Kennedy

ciliares, nas práticas sustentáveis e nos projetos de Educação Ambiental que são fundamentais para alcançar tais objetivos.

Os benefícios trazidos pela correção dos lançamentos de esgoto indevidos, consolidados através de um criterioso monitoramento dos corpos receptores e controle operacional são evidenciados na melhoria da qualidade das águas, refletindo positivamente no bem estar da população e na preservação do meio ambiente.

Visando o esclarecimento da população com relação a fatores básicos no encaminhamento correto de esgotos, o trabalho caracteriza o modelo de urbanização da bacia, o esgoto, modelo de coleta de esgoto vigente, poluição difusa e apresenta dados da evolução da coleta.

## **2 Desenvolvimento**

### **2.1 A bacia do ribeirão arrudas.**

A bacia do Ribeirão Arrudas está quase que totalmente inserida no município de Belo Horizonte, sendo um pequeno trecho na divisa entre Belo Horizonte e Contagem e o trecho final do talvegue principal após a ETE Arrudas, passando pelo município de Sabará, que pouco contribui para a poluição das águas da bacia. Pode se dizer de maneira geral, que as características da bacia são as características encontradas no município de Belo Horizonte. A Região Metropolitana de Belo Horizonte(RMBH) é a região mais densamente povoada do estado de Minas Gerais, além de possuir um dos maiores parques industriais do Brasil.

### *2.1.1 Dados Demográficos de Belo Horizonte*

Segundo os dados mais recentes do IBGE, Belo Horizonte tem 2.479.165 habitantes, densidade demográfica de 7.167,00 hab./km<sup>2</sup> e índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 2010 (IDHM 2010) igual a 0,810.

Um critério interessante para avaliar o modelo de urbanização de um município é a participação de cada setor da economia no seu PIB (Produto Interno Bruto). O PIB de Belo Horizonte é de 55 bilhões de reais e o PIB por habitante de 23.053,07 reais. Participação no PIB por Setores é composta da seguinte forma: Indústria - 14,2%; Comércio e Serviços - 58,7%; Adm. Pública/Seg. Social - 10,8%; Impostos líquidos - 16,2%. O PIB de Belo Horizonte representa 1,3% do PIB do Brasil. Belo Horizonte é hoje uma das mais importantes capitais do país, apresentando uma alta densidade demográfica e alto índice de industrialização em comparação à outras capitais.(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE)

### *2.1.2 Dados Climáticos e Geográficos de Belo Horizonte.*

O município de Belo Horizonte possui um clima ameno, tropical, com média de 21,1°C. Estações climáticas bem definidas, com índices pluviométricos que variam mensalmente entre, 276mm de novembro a março a 42mm de abril a outubro (média do período 2000-2012). Belo Horizonte apresenta um regime de chuvas estável, apresentando um desvio ao longo dos anos pequeno. (INMET – Instituto Nacional de Meteorologia)

Com um relevo acidentado a região é composta de rochas cristalinas, com ramificações da Cordilheira do Espinhaço. Belo Horizonte tem seu ponto culminante na Serra do Curral, a 1395 metros de altitude em relação ao nível do mar e altitude média de 852 metros. (PRODABEL E SMAPU - Prefeitura Municipal de Belo Horizonte)

## **2.2 Legislação das águas aplicável à bacia.**

A RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, como o próprio texto declara, “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.”. Esta classificação é baseada em outras normas e convenções, além de ter por base critérios que são citados nas considerações iniciais da resolução, como:

"Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;"

"Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água." (Resolução No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, pagina 2.)

O enquadramento de um corpo receptor se dá pelo seu uso pretendido, visando a sanidade da população e o equilíbrio ecológico. Se trata de uma meta de uso, que deve obrigatoriamente ser alcançada ou mantida.

O Ribeirão Arrudas é considerado um corpo receptor que deve ter suas águas, segundo os parâmetros estabelecidos pela resolução, enquadradas na “Classe 2” para águas doces, isso significa que os índices de qualidade da água devem ser o suficiente para serem destinadas:

- "ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no274, de 2000;
- à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- à aquicultura e à atividade de pesca."

Os índices de qualidade suficientes para a água poder ser usada para as atividades determinadas são:

"Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O<sub>2</sub>;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;

VII - clorofila a: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm<sup>3</sup>/L; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lento" (Resolução No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, pagina 3.).

As exceções descritas são itens que tem uma tolerância maior, por se tratar de uma classe "inferior" a Classe 1, logo, se nem estes itens puderem ser atendidos, o corpo de água não pode ser considerado nos padrões de Classe 2.

### **2.3 Meta 2014: consolidar a volta dos peixes e nadar no rio das velhas na Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2014**

A Meta 2014 é um conjunto de compromissos que o poder público através das prefeituras de Belo Horizonte, Santo Hipólito e o governo do estado de Minas

Gerais, firmou junto a sociedade civil representada pelos comitês das bacias hidrográficas do Rio das Velhas e Rio São Francisco além do Projeto Manuelzão-UFMG, principal incentivador desta meta.

O compromisso tem uma meta ousada como o próprio título do documento dispõe; “DOCUMENTO COMPROMISSO PELA REVITALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO DAS VELHAS: ASSEGURAR A VOLTA DO PEIXEEO NADAR NA RMBH EM 2014”. A Meta 2014 foi fixada após o sucesso parcial da Meta 2010. A Meta 2010 é predecessora à Meta 2014 e previa resultados e diretrizes similares a atual. Segundo o documento de compromisso de 2014 foi alcançado sucesso qualitativo nas atividades desempenhadas no período de vigência da Meta 2010 de 60%.

A bacia Ribeirão Arrudas é um dos focos geográficos da Meta 2014 por estar na RMBH, que é a região mais densamente povoada do estado e por consequência a grande agressora da bacia do Rio das Velhas. As ações estratégicas previstas para o Ribeirão arrudas visam sua despoluição até seu enquadramento na Classe 2 de água doce segundo a Resolução do CONAMA número 357 de 17 de março de 2005. Entre as ações a serem adotas está a coleta, interceptação e tratamento de esgotos da sub-bacia do Ribeirão Arrudas. O documento declara que:

"Para se atingir a Meta 2014, será necessário um novo arranjo institucional, não pode ser somente um projeto da Companhia de Saneamento de Minas Gerais, COPASA. A Meta terá que pautar os diversos setores como planejamento, desenvolvimento econômico, meio ambiente, saúde, com respeito a biodiversidade e aos ecossistemas."(Documento de compromisso META 2014, ano 2010, pagina 1.)

## **2.4 Propriedades do esgoto**

### *2.4.1 Características Físicas do Esgoto*

A composição dos esgotos em geral é:

- 99.87% de água
- 00.04% de sólidos sedimentáveis
- 00.02% de sólidos não sedimentáveis
- 00.07% de substâncias dissolvidas

Tendo em vista a prevalência da água no esgoto, no que diz respeito às propriedades físicas ele é considerado exatamente igual a água.

Uma variável muito importante se tratando do lançamento e tratamento de esgoto é a quantidade de oxigênio dissolvido na água (O.D.). É o O.D. que cria as condições para as bactérias conseguirem processar a matéria orgânica dissolvida na água.

O O.D. disponível na água varia pelo regime em que a água escoa, lamelar ou turbulento, quando há regime crítico ou turbulento a água é aerada. E varia também pela lei de Henry que diz que um gás é solúvel em um líquido variando proporcionalmente à pressão e inversamente a temperatura, e pela lei de Dalton que diz que a pressão independente de cada gás em uma mistura de gases externa a um líquido é proporcional à participação de cada gás na mistura do líquido (NUVOLARI, 2011).

### *2.4.2 Características Químicas e Biológicas*

Os principais elementos químicos presentes em esgotos domésticos são o, Carbono ( C ), Hidrogênio ( H ), Oxigênio ( O ), Nitrogênio ( N ), Fósforo ( P ), Enxofre ( S ) e outros microelementos. Cerca de 99.9% do esgoto é água, do

restante cerca de 75% geralmente é matéria orgânica, onde proliferam microrganismos e organismos patogênicos, há também a ocorrência de metais pesados e poluentes tóxicos.

- Inconvenientes de se lançar esgotos in natura em corpos d'água.

Característica	Inconveniência
Matéria Orgânica Solúvel	Depleção do O.D.(eliminação completa ou parcial), mau cheiro, eliminação de formas de vida animal complexas.
Elementos potencialmente tóxicos	Cianetos, arsênio, cádmio, chumbo e outros metais pesados. É um problema de acordo com a quantidade.
Cor e Turbidez	Interferem na fotossíntese das algas e são indesejáveis do ponto de vista estético.
Nutrientes	Em excesso o nitrogênio e o fósforo aumentam a eutrofização, criando um meio ótimo para as algas, indesejável em áreas de lazer.
Matérias Refratários	Formam espuma nos rios.
Óleos e graxas	Indesejáveis esteticamente e matam os microrganismos responsáveis pela decomposição biológica, eles morrem em concentrações acima de 20 mg/l.
Ácidos e Álcalis	Variações do pH do líquido interferem da decomposição biológica.
Materiais em suspensão	Geralmente provocam decomposição anaeróbia em pontos de acumulo onde a correnteza é lenta, causando mau cheiro pela eliminação do enxofre.
Temperatura elevada	Como visto nas propriedades físicas, quanto mais quente menor é o nível de O.D., interferindo na capacidade de autodepuração dos rios.

(NUVOLARI, 2011, pagina 191)

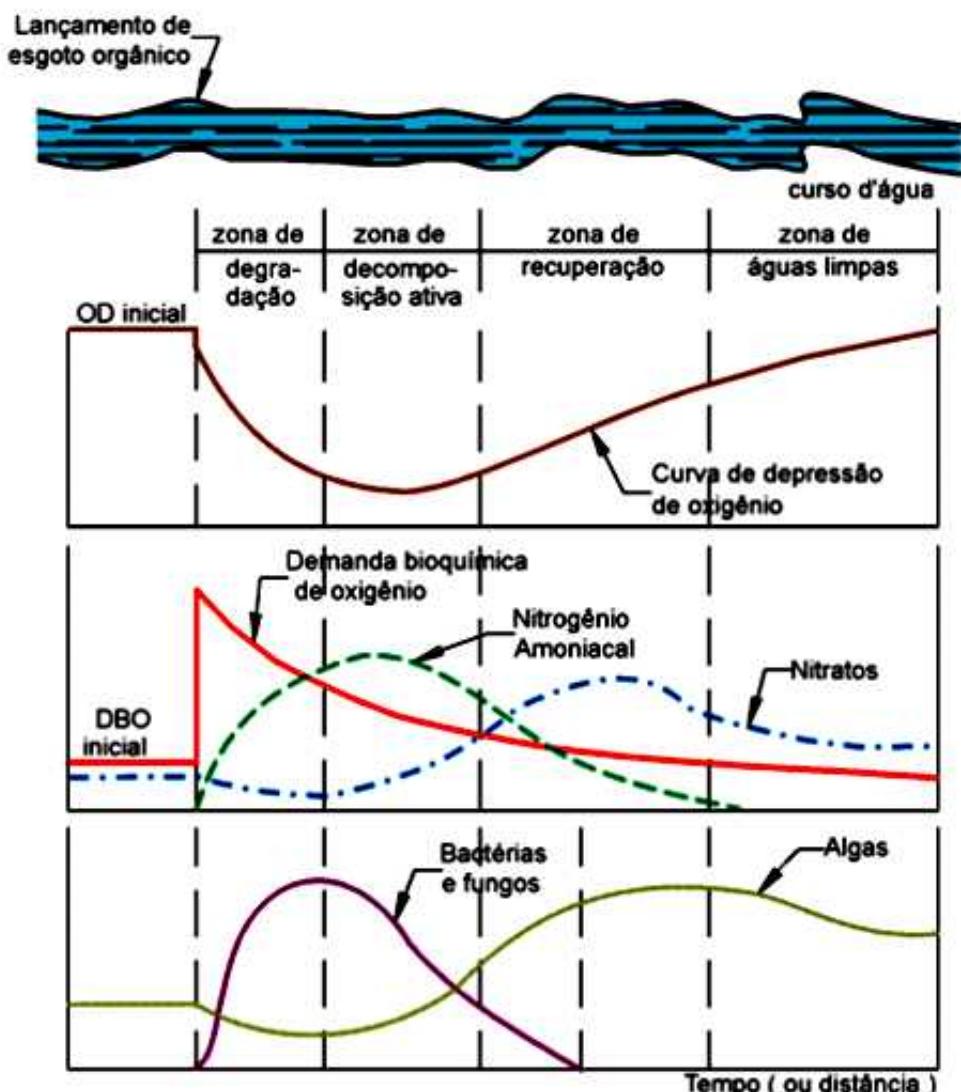
Como se pode observar, o que define se um agente presente no esgoto é prejudicial ou não é sua concentração em relação as características do curso receptor.

#### 2.4.3 O processo de Autodepuraração

O que acontece geralmente quando esgotos são lançados em cursos d'água é que eles criam condições favoráveis para a proliferação das bactérias

decompositoras, desequilibrando as condições naturais do rio. Consumindo mais oxigênio do que há disponível pela ação das algas, equilíbrio atmosférico e turbulência do próprio curso, como a figura 1, a seguir:

Figura 1: Consequências do lançamento de carga orgânica em um curso d'água



Fonte: MOTA, S. Preservação e conservação de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro: ABES, 1995, pg. 83. (adaptado)

O gráfico demonstra a capacidade de autodepuração de cursos d'água, todas as curvas apresentadas tendem a retornar para sua condição original. Parar cursos como o Ribeirão Arrudas que apresentam vários pontos de lançamento, esse gráfico

se matem verdadeiro. Porém as curvas de tornam mais delgadas se mantendo durante todo o trecho de lançamentos em seus máximos e mínimos.

#### *2.4.4 Índices de DBO e DQO*

A DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio, é a quantidade necessária de oxigênio dissolvido aos microrganismos na estabilização da matéria orgânica. Quanto maior a massa de matéria orgânica pelo volume de água, maior o DBO, a unidade usual é mg/L. A DBO é dada em função dos dias e da temperatura de decomposição até a MO (Matéria Orgânica) se tornar inerte.

O teste de DQO – Demanda Química de Oxigênio, visa medir a demanda de oxigênio pela oxidação química dos elementos orgânicos presentes na água. Mede a oxidação dos compostos orgânicos em condições ácidas e sob ação de calor. Pelo fato de durante o teste ser oxidado orgânicos não biodegradáveis e também inorgânicos, o teste apresenta variações, O DQO sempre é maior que o DBO proporcional a ele. A grande vantagem do DQO é a velocidade do teste que dura cerca de 3 horas. A relação DBO/DQO segundo Von Sperling (1996<sup>a</sup>) é geralmente de 1,76 a 2,4 para esgotos domésticos.

### **2.5 Sistema separador absoluto**

Segundo a norma brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986) o sistema de esgoto sanitário separador é o “conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, somente esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”.

Como podemos observar a definição preza pela segurança do sistema e pela exclusividade de se transportar apenas esgotos sanitários em uma rede, restando às águas pluviais serem transportadas por outro conduto. Esta separação é feita no Brasil desde o início do século XX, por motivos que serão citados a seguir.

No sistema de esgotamento sanitário de maneira geral se conduz esgotos domésticos, industriais e águas de infiltração, parcela de água que penetra nos condutos e nos poços de vista (PV) através do solo e que apresentam valores pequenos. Já no sistema de esgotamento e águas pluviais é levado em consideração apenas águas advindas de chuvas, já que pelo seu caráter de comportar grandes vazões, as águas de infiltração representam uma parcela ainda mais insignificante.

Resumindo, o Sistema Separador Absoluto é constituído por dois sistemas distintos de canalizações, um exclusivo para esgoto sanitário outro exclusivo para águas pluviais.

Existem vários modelos de coleta de esgotos, esses são divididos em dois grupos, os dinâmicos e estáticos. Os estáticos, como fossas, não são recomendados para o atendimento de grandes populações concentradas, como a da bacia do rio arrudas, pelo seu alto custo, difícil manutenção e risco à saúde pública caso sejam mau executados e mantidos, logo não serão analisados. Os modelos dinâmicos são o Separador Absoluto e o Sistema Unitário, que apresenta apenas uma canalização para esgotos sanitários e pluviais.

A seguir é apresentada as características de cada um destes esgotos.

<b>Características</b>	<b>Esgotos Sanitários</b>	<b>Esgotos Pluviais</b>
Vazões	Pequenas, Continuas e Constantes.	Grandes, Sazonais e intermitentes, grandes variações.
Problemas no Lançamento	Contaminação dos cursos d'água por consequência danos à saúde da população.	Erosões, Desmoronamentos, Inundações, necessidade de dissipadores de energia.
Canalizações recomendadas e econômicas.	Pequenas, dimensionadas para uma variação menor de vazão, feitas e material resistente a corrosão e desgaste mecânico.	Grandes, de perfil variável, geralmente feitas em concreto armado, dimensionadas para absorver com segurança chuvas de recorrência mínima de 10 anos.
Comprimento	Praticamente igual ao comprimento das ruas, não havendo escoamento a céu aberto.	Menor que o comprimento das ruas, podendo escoar por sarjetas.
Prioridade	Alta, independente de fatores culturais, financeiros e geográficos.	Vária muito de acordo com fatores geográficos e financeiros.

(NETTO, 1977)

Como é possível observar por ter necessidades tão distintas os dois efluentes não devem ser misturados. A pena de gerar altos custos na execução, no tratamento, manutenção das redes além dos gastos com saúde também aumentarem.

As desvantagens são mais evidentes principalmente em países tropicais e em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. O modelo do Sistema Unitário apresenta vantagens apenas em casos muito específicos para países com as características do Brasil, como o de pequenas populações que estão à beira de grandes corpos d'água com alta capacidade de autodepuração.

Em vários países da Europa o Sistema Unitário é usado e as características congruentes de todos estes países são: Altos índices de desenvolvimento humano e índices pluviométricos regulares, com picos de precipitação em períodos curtos. Estes fatores tornam possível a adoção do Sistema Unitário, pela população

conseguir arcar com o alto custo inicial e pelas grandes vazões serem concentradas possibilitando o desvio dos efluentes direto para o corpo receptor sem prejudicar a qualidade da água e nem o tratamento dos efluentes na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

## **2.6 Poluição difusa**

### *2.6.1 As enxurradas*

As enxurradas e por consequência o carregamento de poluentes que atingem os corpos d'água em bacias urbanizadas, aumentam de forma permanente com o desenvolvimento das cidades. O fato gerador deste fenômeno é a impermeabilização da superfície de escoamento das águas.

Assim como ocorre aumento das vazões de pico em bacias impermeabilizadas, a velocidade de escoamento geralmente também aumenta, fato que pode ser facilmente entendido considerando que os coeficientes de atrito de canais artificiais são usualmente menores que o de canais naturais. A capacidade abrasiva da água aumenta proporcionalmente à sua velocidade, logo as velozes enxurradas urbanas aumentam显著mente a capacidade da água de destacar das superfícies pelas quais ela passa sedimentos e agentes poluentes.

O problema da poluição difusa se torna mais sensível, quanto maior for o período de estiagem, aumenta o tempo disponível para as fontes poluidoras se acumularem. Desta maneira quando ocorre as primeiras chuvas depois de um longo período de estiagem, há um aumento significativo do potencial poluidor das enxurradas . A poluição difusa apresenta um problema real e que precisa ser levado em consideração, principalmente para pequenos corpos receptores, como é o caso do Ribeirão Arrudas. (Prodanoff, 2005)

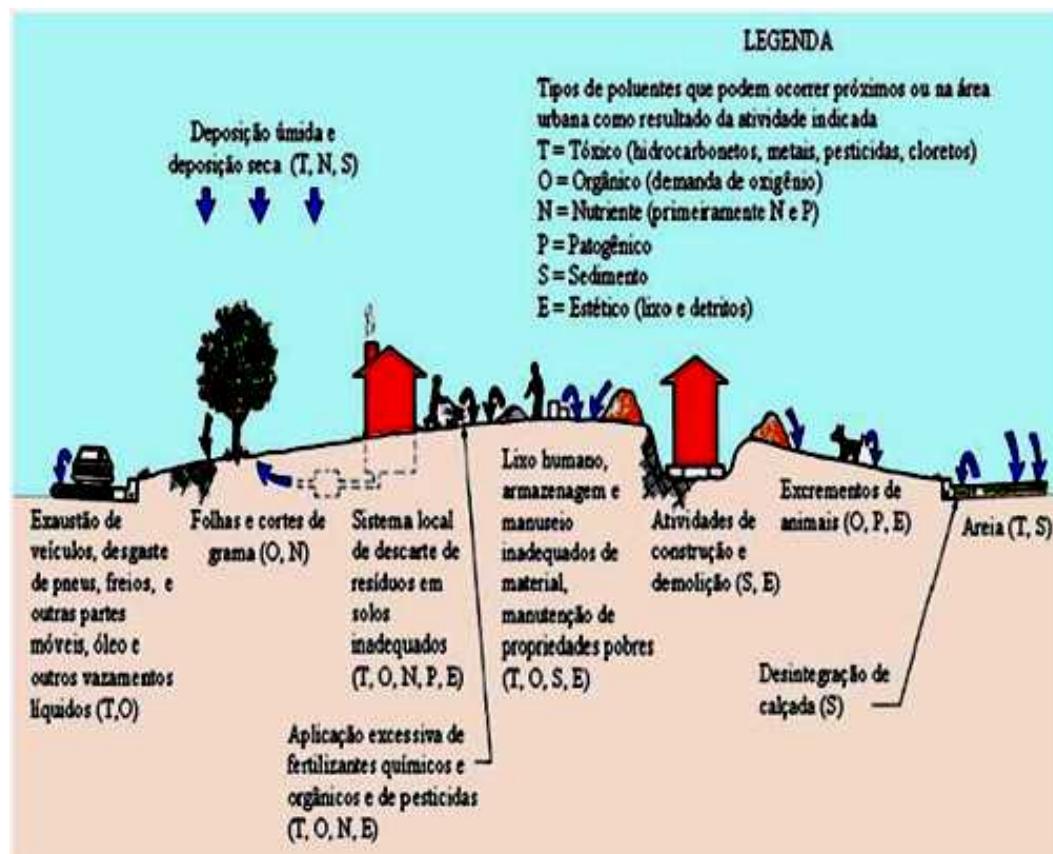
## *2.6.2 Fontes de Poluição*

A classificação dos diversos tipos de poluição é de extrema importância para se determinar a sanidade de um corpo receptor, porém se tratando de poluição difusa a separação das fontes poluidoras é dificultada pelo grande numero de agentes atuantes na área de uma bacia urbanizada. Entretanto, é possível eleger de maneira qualitativa e quantitativa, os agentes que usualmente mais poluem em meios urbanos. As principais fontes poluidoras são, SARTOR e BOYD (1972):

- 1)Pavimentação das ruas. Os componentes oriundos da degradação da superfície de rolamento.
- 2) Motores dos Veículos. Os veículos podem contribuir com uma larga variedade de materiais.
- 3)Deposição atmosférica. Os poluentes atmosféricos resultam ou de processos naturais ou de processos antropogênicos.
- 4)Vegetação. Folhas, grama, galhos e outros tipos de plantas que caem ou são depositados na área urbana.
- 6)Lixo. O lixo domiciliar, especialmente quando não degradável.
- 7)Derramamentos. Este óbvio poluente superficial pode incluir quase todas as substâncias jogadas nas ruas das cidades. Sujeira, areia, entulho e cascas são os exemplos mais comuns. Os derramamentos industriais e químicos são potencialmente os mais sérios.
- 8)Agroquímicos.
- 9) Locais de construção. A erosão do solo proveniente de áreas em construção e vários outros tipo de resíduos provenientes da construção civil.

A figura 2 ilustra como ocorre os principais eventos que geram a poluição difusa em meio urbano. (Prodanoff, 2005)

Figura 2 – Principais Fontes de Poluição no Meio Urbano.



WALESCH (1989)

## 2.7 O manejo das águas residuais

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais, COPASA, é uma das maiores empresas de saneamento da América latina. Trata-se de uma empresa de capital público e privado, possui ações negociadas na bolsa de valores. A COPASA tem sua origem na antiga Companhia Mineira de Água e Esgoto, COMAG. A COPASA é a responsável pela operação dos sistemas de água e esgoto na RMBH desde a época que era chamada de COMAG.

Por se tratar de uma empresa de saneamento básico, é creditado à COPASA grande responsabilidade ambiental. Segundo a Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007, parte da sua função é ajudar a promover o equilíbrio ambiental das bacias

hidrográficas em que ela atua, através do tratamento de 100% dos esgotos residuais domésticos e quando couber também o tratamento de resíduos industriais. Em outras palavras, promover a universalização do acesso.

Visando cumprir a lei e corrigir problemas históricos relacionados à urbanização, a COPASA promove obras e ações voltadas à identificação, interceptação e tratamento de esgoto. O programa Caça Esgoto é o responsável por identificar os lançamentos ilegais na região metropolitana de Belo Horizonte, este programa é o meio pelo qual decisões são tomadas, traçando o perfil da região investigada e possibilitando o investimento em de maneira pontual e eficiente.

O programa Caça Esgoto é subordinado à Divisão de Macro-Operação de Esgoto, DVME. Além de monitorar e identificar lançamentos ilegais o DVME também opera redes com diâmetros >400 mm, estações elevatórias e desarenadores. O programa Caça Esgoto usa a estratégia de identificação sistemática de lançamentos de esgoto residual em galerias pluviais, esgotos pluviais em redes de esgotamento sanitário, lançamentos de esgotos residuais diretamente nos cursos de água e monitoramento da qualidade das águas da RMBH.

## **2.8 Resultados e discussões**

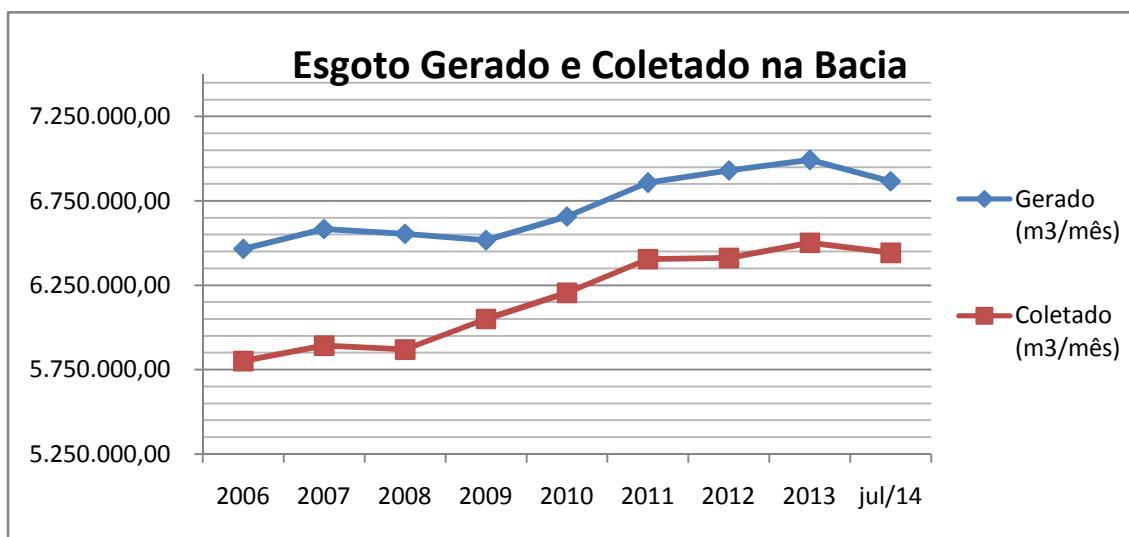
### *2.8.1 Dados obtidos da bacia do Arrudas*

A bacia do Ribeirão Arrudas engloba os municípios de Contagem, Belo Horizonte e Sabará, os dados apresentados são obtidos por processos de micro e macro medição disponíveis nestes três municípios. As vazões foram obtidas do programa de informações gerencias da COPASA.

Todo esgoto que passa pela ETE Arrudas é tratado, ela sozinha representa mais de 95% do esgoto tratado na Bacia. O estudo leva em consideração apenas a evolução da vazão de esgoto tratado na ETE Arrudas. O horizonte de pesquisa foi

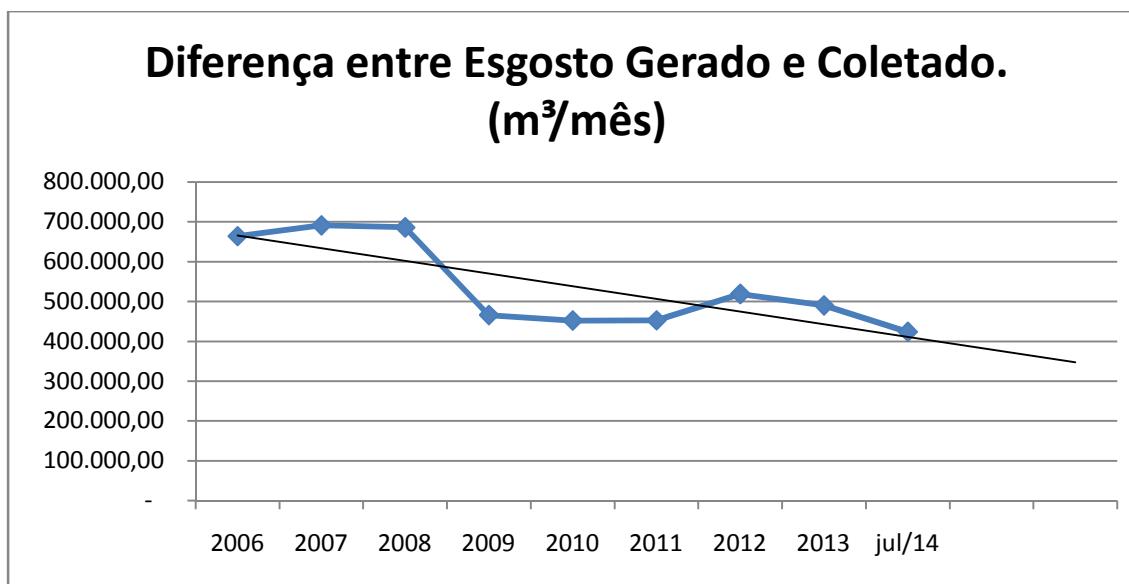
definido de 2006 à 2014, são oito anos de dados tratados representados nos gráficos 1,2 e 3, a seguir.

Gráfico 1 – Evolução do esgoto Gerado e Coletado



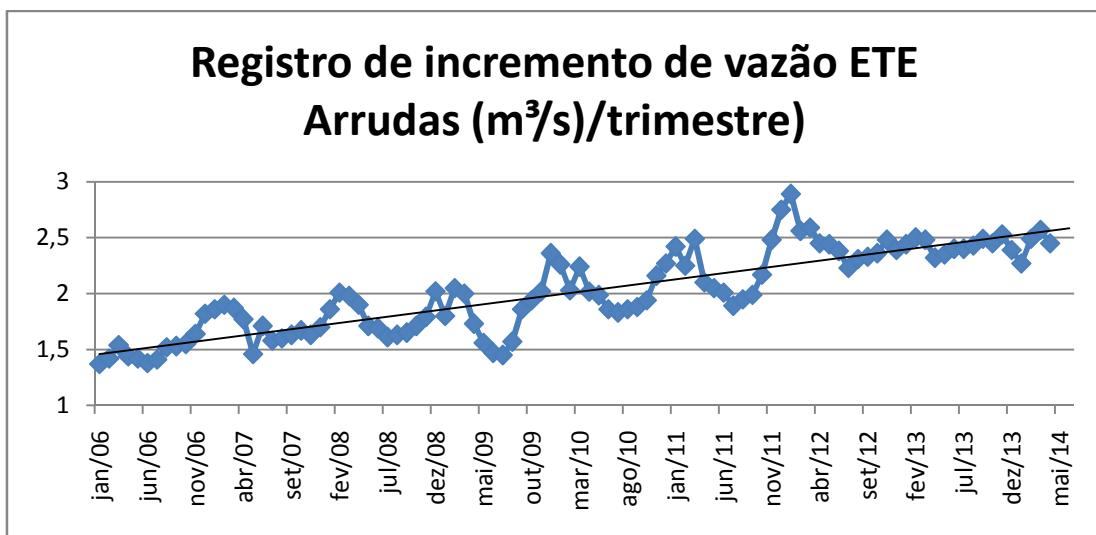
Fonte: Gráfico produzido pelo autor a partir de dados fornecidos pela Copasa

Gráfico 2 – Diferença entre Esgoto Gerado e Coletado:



Fonte: Gráfico produzido pelo autor a partir de dados fornecidos pela Copasa

Gráfico 3 – Evolução das vazões tratadas pela ETE Arrudas:

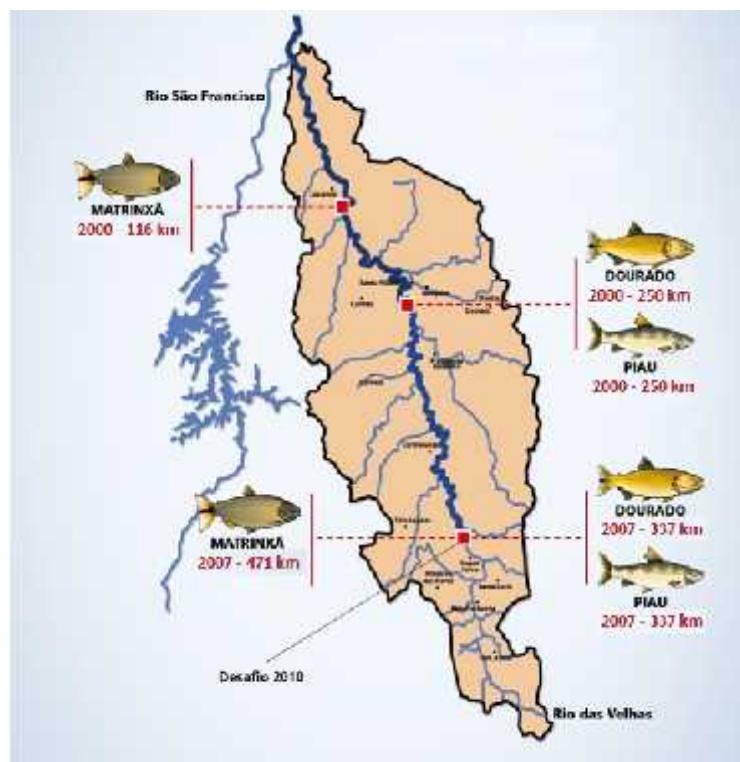


Fonte: Gráfico produzido pelo autor a partir de dados fornecidos pela Copasa

### 2.8.2 Pesquisa do Projeto Manuelzão

A vida voltando ao Rio das Velhas demonstra os resultados da pesquisa desenvolvida pelo Projeto Manuelzão onde pode-se observar através da pesquisa a melhoria da qualidade das águas, tomando-se como referência, a existência de espécies que antes viviam somente próximos à foz do rio São Francisco e que hoje passaram a ser catalogadas espécies nas regiões próximas à capital, conforme pode ser demonstrada na figura 3, a seguir:

Figura 3 – Pesquisa desenvolvida pelo projeto Manuelzão.



Fonte: Projeto Manuelzão

### 3 Conclusão

Como é possível observar pelo gráfico 1, ambas as curvas, de esgoto gerado e coletado apresentam comportamento muito semelhante. A diferença entre esses dados pode ser evidenciado pelo gráfico 2 remetendo-nos à quantidade de esgoto que foi lançado ilegalmente na bacia ano a ano. Pela linha de tendência traçada, conseguimos observar que mesmo havendo incremento na quantidade de esgoto produzida, por ações de correção de lançamento ilegais a diferença entre o esgoto gerado e coletado tende a cair. Isso pode estar associado aos investimentos em redes coletoras ao longo da bacia; além de identificação de pontos onde devem ser melhorados os índices de coleta.

Os dados apresentados pela linha de tendência observada gráfico 2 são confirmados pelos do gráfico 3, onde se tem clara tendência de aumento de vazão de esgoto tratado pela ETE Arrudas.

De maneira prática isso significa que, há menos esgoto sendo despejado ilegalmente na bacia ribeirão Arrudas em 2014 do que em 2006. E a tendência é que cada vez menos esgoto seja despejado à medida que amplia-se o sistema de coletas.

Todos os esforços podem ser evidenciados pela melhoria das águas e são referenciados pelas metas 2010 e 2014, além de pesquisas desenvolvidas pelo Projeto Manuelzão que demonstram a melhoria da qualidade das águas com evidências de espécies de peixes que no ano de 2000 viviam somente na foz do rio São Francisco e que atualmente já vivem na região metropolitana de Belo Horizonte, caracterizando assim, a melhoria da qualidade das águas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALÉM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. T. Coleta e transporte de esgoto sanitário. São Paulo: Escola Politécnica, USP. 547 p. 1999.

BARROS, R.T.V.; CHERNICHARO, C.A.L.; HELLER, L.; VON SPERLING, M. (ed) Manual de saneamento e proteção ambiental para apoio aos municípios (Volume 2). Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA-UFMG / Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM. 1995.

HELLER, L.; PÁDUA, V.L. (org.). Abastecimento de água para consumo humano. 2ed. 2v. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. 859p. (Ingenium).  
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. (s.d.). Acesso em 15 de Setembro de 2014, disponível em [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (s.d.). Acesso em 15 de Julho de 2014, disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br): (FONTE SITE  
IBGE:<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=310620&search=minas-gerais|belo-horizonte>)

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3ed. Campinas: Editora Átomo. 494 p. 2010

NETTO, J. M. (1977). Manual de Hidráulica. São Paulo: BLUCHER.  
NUVOLARI, A. (2011). Esgoto sanitário; coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Blucher

PRODABEL E SMAPU - Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. (s.d.). Acesso em 20 de Agosto de 2014, disponível em [prodabel.pbh.gov.br](http://prodabel.pbh.gov.br)

Prodanoff, J. H. (2005). AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO DIFUSA GERADA POR ENXURRADAS . Universidade Federal do Rio de Janeiro

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. (s.d.). Acesso em 15 de Setembro de 2014, disponível em [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)