

**Diagnóstico de degradação do Rio Santa Bárbara no trecho urbano do município de São  
Gonçalo do Rio Abaixo (MG)**

**Diagnosis of degradation of the Santa Bárbara River in the urban area of the  
municipality of São Gonçalo do Rio Abaixo (MG)**

**Diagnóstico de degradación del Río Santa Bárbara en el tramo urbano del municipio de  
São Gonçalo do Rio Abaixo (MG)**

**Hugo Carvalho de Andrade**

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: [hugo.c.andrade@hotmail.com](mailto:hugo.c.andrade@hotmail.com)

**Pedro Henrique Ferreira Gomes**

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: [pedrohfgomes@hotmail.com](mailto:pedrohfgomes@hotmail.com)

**Juni Cordeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9371-8385>

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: [juni.cordeiro@funcesi.br](mailto:juni.cordeiro@funcesi.br)

**Shirlei Luana Chaves e Sousa Pereira**

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: [shirlei.pereira@funcesi.br](mailto:shirlei.pereira@funcesi.br)

**Miriam Barros Assis Duarte**

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: [miriam.duarte@funcesi.br](mailto:miriam.duarte@funcesi.br)

**José Luiz Cordeiro**

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: [jl Luiz.cordeiro@funcesi.br](mailto:jl Luiz.cordeiro@funcesi.br)

Recebido: 22/10/2018 | Revisado: 25/11/2018 | Aceito: 12/12/2018 | Publicado: 18/12/2018

**Resumo**

No decorrer da história verifica-se que o surgimento das cidades está vinculado à proximidade de um curso hídrico. Neste contexto insere-se o município de São Gonçalo do Rio Abaixo (MG) que surgiu e se desenvolveu às margens do Rio Santa Bárbara. Dessa forma, este trabalho objetivou elaborar o diagnóstico de degradação de um trecho de 5,35 km deste rio e a

proposição de medidas visando sua restauração. Para tal, foi utilizada a pesquisa de campo para a observação das condições fluviais e ambientais, tais como morfologia e diversidade de habitats; além da análise de documentos referentes à qualidade da água e de imagens de satélite obtidas nos anos de 2007 a 2017 para avaliação do uso do solo no trecho analisado. Considerando a análise das imagens de satélite, notou-se a expansão da área urbanizada e a supressão da vegetação em alguns trechos do Rio Santa Bárbara. Além disso, verificou-se, de maneira geral, uma degradação considerada “média” para o trecho analisado, uma vez que o curso hídrico, apesar de estar em leito natural, recebe efluentes *in natura*. Com relação às técnicas de restauração propostas, visto que há localmente assoreamento e deslizamento das margens, podem ser utilizadas estacas vivas e biomantas para controle destes. Por fim, mostra-se necessária uma preservação contínua do curso hídrico, para isso, além de técnicas adequadas visando a mitigação dos impactos ambientais negativos identificados, as ações a serem implementadas devem envolver a sensibilização e participação da população local.

**Palavras-chave:** Impacto ambiental; Mata ciliar; Qualidade ambiental; Técnicas de restauração; Urbanização.

### **Abstract**

In the course of history, the emergence of cities is linked to the proximity of a water course. In this context, the municipality of São Gonçalo do Rio Abaixo (MG), is located and developed on the banks of the Santa Bárbara river. Thus, this work aimed at the elaboration of the diagnosis of degradation of a stretch of 5.35km of this river and to propose of measures aimed at its restoration. For this, field research was used to observe the fluvial and environmental conditions, such as morphology and habitat diversity; in addition to the analysis of documents related to water quality and satellite images obtained in the years 2007 to 2017 to evaluate the use of the soil in the analyzed section. Considering the analysis of the satellite images, it was noticed the expansion of the urbanized area and the suppression of the vegetation in some stretches of the Santa Bárbara River. In addition, a degradation considered "average" for the analyzed section was verified, since the water course, although it is in natural bed, receives *in natura* effluents. Regarding the proposed restoration techniques, since there is locally silting and sliding of the margins, live cuttings and biomantas can be used to control these. Finally, a continuous preservation of the water course is necessary, so that, in addition to adequate techniques to mitigate the negative environmental impacts identified, the actions to be implemented should involve the awareness and participation of the local population.

**Keywords:** Environmental impact; Riparian forest; Environmental quality; Restoration techniques; Urbanization.

## Resumen

En el transcurso de la historia se verifica que el surgimiento de las ciudades está vinculado a la proximidad de un curso hídrico. En este contexto se inserta el municipio de São Gonçalo del Río Abajo (MG) que surgió y se desarrolló a orillas del Río Santa Bárbara. De esta forma, este trabajo objetivó elaborar el diagnóstico de degradación de un tramo de 5,35 km de este río y la proposición de medidas para su restauración. Para ello, se utilizó la investigación de campo para la observación de las condiciones fluviales y ambientales, tales como morfología y diversidad de hábitats; además del análisis de documentos referentes a la calidad del agua y de imágenes de satélite obtenidas en los años de 2007 a 2017 para la evaluación del uso del suelo en el tramo analizado. Considerando el análisis de las imágenes de satélite, se notó la expansión del área urbanizada y la supresión de la vegetación en algunos tramos del Río Santa Bárbara. Además, se verificó, de manera general, una degradación considerada "media" para el tramo analizado, una vez que el curso hídrico, a pesar de estar en lecho natural, recibe efluentes in natura. Con respecto a las técnicas de restauración propuestas, ya que hay localmente asentamiento y deslizamiento de los márgenes, se pueden utilizar estacas vivas y biomasas para control de éstos. Por último, se muestra necesaria una preservación continua del curso hídrico, para ello, además de técnicas adecuadas para la mitigación de los impactos ambientales negativos identificados, las acciones a ser implementadas deben involucrar la sensibilización y participación de la población local.

**Palabras clave:** Impacto ambiental; Bosque de ribera; Calidad ambiental; Técnicas de restauración; Urbanización.

## 1. Introdução

Ao longo da história, pode-se observar que o desenvolvimento das cidades tem uma relação com a proximidade de riachos, córregos e rios, uma vez que estes são utilizados para o transporte de cargas, irrigação, recreação, busca por alimentos, criação de animais e, principalmente, para o abastecimento da população que vive no seu entorno (REZENDE, 2016).

Contudo, os usos múltiplos dos cursos hídricos podem resultar na sua degradação por meio da poluição, lançamento indevido de efluentes, pela erosão e assoreamento dos cursos d'água, dentre outros. Com esses fatores, as fontes de água potável tornam-se impróprias para

consumo, lazer e demais atividades (HOLZ, 2011).

Diversos impactos referentes à qualidade da água são acarretados por aglomerados urbanos, relacionados à infraestrutura no ambiente urbano, tais como a falta de tratamento de esgoto; a não implementação da rede de drenagem urbana, ocorrendo constantes inundações com o aumento da impermeabilização do solo; ocupações do leito dos cursos d'água; impermeabilização e canalização dos rios urbanos; além da deterioração da qualidade da água por lançamento de efluentes não tratados (TUCCI, 2008).

De acordo com Garcias e Afonso (2013), a poluição dos rios brasileiros é aumentada pelo descontrole da ocupação de suas margens, sobretudo pela população mais carente, que não possui condições sanitárias, contribuindo para insalubridade desses ambientes. Contudo, o problema de ocupação urbana não é exclusividade da classe mais pobre, uma vez que em algumas cidades podem ser observados prédios, para diversos tipos de usos, em situação irregular, ocupando as margens dos rios que tiveram suas matas ciliares e suas faixas de proteção suprimidas.

Neste contexto se insere o Rio Santa Bárbara, que percorre parte da cidade de São Gonçalo do Rio Abaixo (MG) que, por sua vez, possui 10.818 habitantes e uma área de 363,81 km<sup>2</sup> (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2018). Ressalta-se que este rio, por fazer parte do centro urbano da cidade de São Gonçalo do Rio Abaixo foi se descaracterizando com o passar dos anos, ocorrendo, localmente, lançamento de esgoto e resíduos sólidos, que podem levar à degradação da paisagem e da qualidade da água.

Dentre os procedimentos que podem ser utilizados para a restauração de um rio estão aqueles que objetivam atenuar o seu índice de degradação, normalmente analisados apenas quanto ao custo-benefício. Entretanto, quando considerados os aspectos ambientais isso deve ser revisto, buscando-se a construção de cidades mais sustentáveis (CARDOSO, 2012). Faz-se importante salientar que neste sentido, a restauração consiste em recuperar as condições sustentáveis do ecossistema, a partir da identificação das alterações antrópicas ou naturais que afetam ou dificultam seu restabelecimento (BOF, 2014).

Dessa forma, este trabalho objetivou elaborar o diagnóstico das condições fluviais e ambientais do Rio Santa Bárbara nas proximidades do perímetro urbano do município de São Gonçalo do Rio Abaixo e a proposição de medidas visando sua restauração.

## 2. Metodologia

O município de São Gonçalo do Rio Abaixo está localizado a 84 km de Belo Horizonte, na região central do Estado de Minas Gerais. Destaca-se que o município está inserido na região geográfica conhecida como Quadrilátero Ferrífero, que possui as maiores reservas de minério de todo o Brasil. Além disso, verifica-se no município uma facilidade de acesso às diversas regiões do país, uma vez que é cortada por uma rodovia federal (BR-381) e uma estadual (MG-129), possibilitando um fácil escoamento de produtos (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO, 2013).

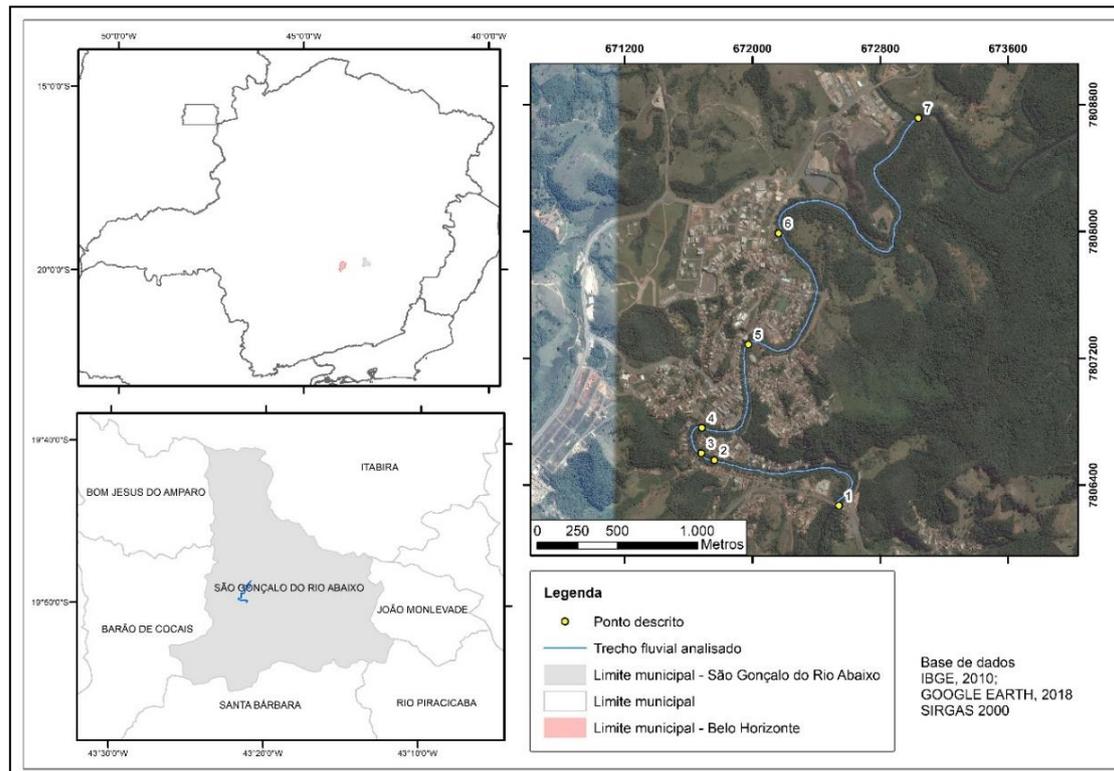
De acordo com Departamento de Água e Esgoto - DAE (2018) de São Gonçalo do Rio Abaixo, a cidade não possui tratamento de esgoto, assim, os efluentes são lançados *in natura* no Rio Santa Bárbara. Ressalta-se que a cidade possui uma Estação de Tratamento de Água (ETA) que capta água de uma nascente próxima à Mina de Brucutu, abastecendo 100% da área urbana.

Nesta pesquisa utilizou-se uma abordagem qualitativa que, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), se relaciona com o levantamento, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados, não requerendo o uso de técnicas e métodos estatísticos. Desta forma, a pesquisa qualitativa foi empregada nesta pesquisa nas observações em campo para avaliação dos aspectos geomorfológicos e as interferências antrópicas no trecho selecionado ao longo do Rio Santa Bárbara.

Este trabalho utilizou como método a pesquisa de campo, que segundo Gerhardt e Silveira (2009), é realizada por meio de observações de fatos e fenômenos, e o levantamento de variáveis, de acordo como ocorrem. Assim, foi realizada uma visita de campo ao longo do Rio Santa Bárbara em seu trecho urbano no município de São Gonçalo do Rio Abaixo no mês junho de 2018, com o objetivo de elaborar o diagnóstico de degradação deste.

Esta pesquisa empregou como instrumentos de coleta de dados a observação e a análise documental. Destaca-se que a observação foi empregada para a avaliação dos indicadores propostos por Cardoso (2012) considerando os parâmetros ambientais e fluviais em um trecho de 5,35 km do Rio Santa Bárbara, correspondendo ao segmento formado entre a ponte na BR-381 até a confluência com o Rio Una (Figura 1).

Figura 1 – Localização do trecho selecionado para esta pesquisa ao longo do Rio Santa Bárbara, município de São Gonçalo do Rio Abaixo (MG)



Fonte: Modificado de IBGE (2010), Google Earth (2018).

Ao longo deste segmento foram analisados os indicadores a partir do levantamento em campo de sete pontos (Quadro 2), que permitiram a elaboração do diagnóstico de degradação e a proposição de alternativas de intervenção visando a restauração fluvial.

Com relação à análise documental, foram analisadas imagens de satélite da região, obtidas entre os anos de 2007 a 2017, disponíveis no Google Earth, buscando identificar mudanças no uso do solo e na morfologia fluvial ao longo do trecho selecionado. Além disso, foram analisados os dados de monitoramento do Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM) para obtenção de informações sobre os indicadores de qualidade da água da estação RD027, localizada a jusante do trecho analisado.

Quadro 2 – Coordenadas geográficas dos pontos observados ao longo do Rio Santa Bárbara, município de São Gonçalo do Rio Abaixo (MG)

Ponto observado	Coordenadas UTM		Altitude (m)
	E	N	
1	672541,194	7806269,333	644
2	671760,279	7806555,651	633
3	671679,94	7806600,618	639
4	671683,517	7806760,136	634
5	671974,977	7807286,657	647
6	672162,72	7807988,713	652
7	673038,606	7808715,547	627

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto ao tratamento dos dados, esta pesquisa utilizou a análise de conteúdo. Segundo Moraes (1999), a análise de conteúdo é uma metodologia de pesquisa utilizada para interpretar e descrever todo conteúdo analisado de todas as classes, buscando atingir uma compreensão do seu significado em um nível superior de uma leitura comum. Desse modo, a análise de conteúdo foi empregada para o tratamento dos dados qualitativos da pesquisa, relacionados ao diagnóstico de degradação, descrição do uso do solo nos locais visitados e dos fatores que podem interferir na qualidade da água.

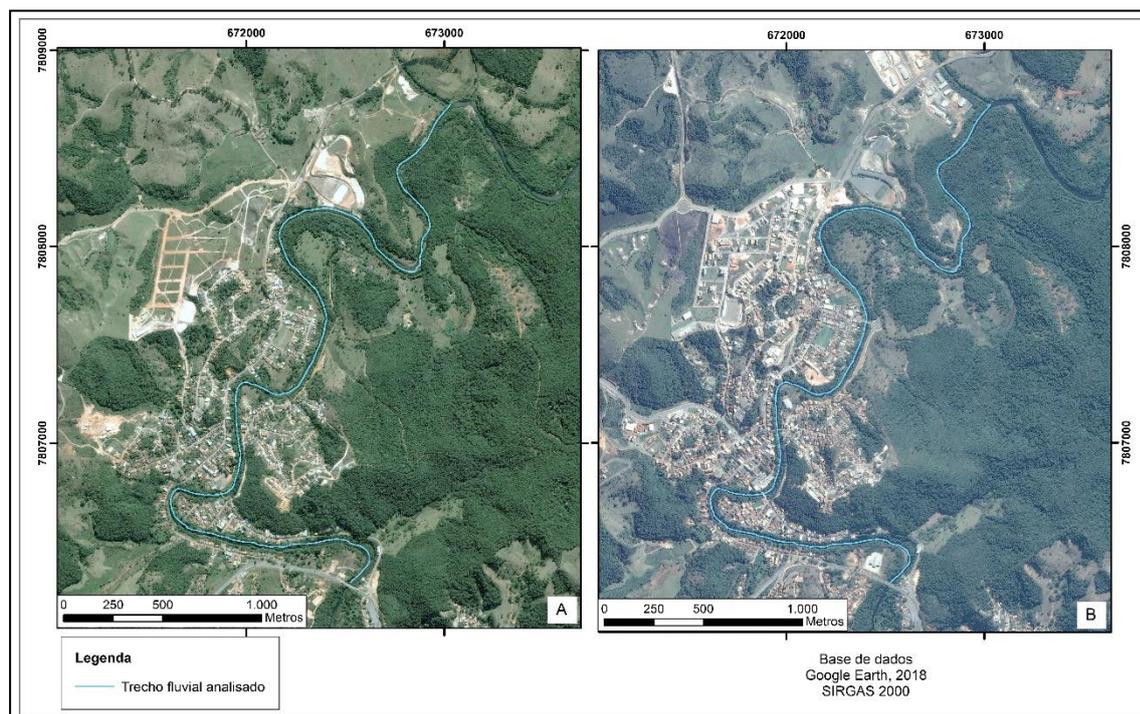
### 3. Resultados e discussão

O trecho do Rio Santa Bárbara selecionado para realização deste trabalho está situado na área urbana do município de São Gonçalo do Rio Abaixo, totalizando 5,35 km de extensão e se estendendo da ponte na BR-381 até a confluência com o Rio Una, a jusante do trecho estudado.

Por meio de imagens de satélite obtidas no Google Earth entre os anos de 2007 a 2017 (Figura 2), foi possível identificar mudanças relacionadas ao uso do solo ao longo do trecho selecionado. Assim, na imagem de satélite referente ao ano de 2007, nota-se o surgimento de construções em vários locais próximos ao rio, sendo um deles o Distrito Industrial I ao norte da área de estudo (Figura 2A).

Neste contexto, Lustosa *et al.* (2018) ressaltam que quando ocorre o processo de desmatamento de uma área, o solo fica exposto ao desenvolvimento de processos erosivos que, por sua vez, podem ser intensificados em períodos de chuva, ocorrendo o carreamento de sedimentos para o rio.

Figura 2: Imagens de satélite do trecho selecionado ao longo do Rio Santa Bárbara no município de São Gonçalo do Rio Abaixo (MG), obtidas nos anos de 2007 (A) e de 2017 (B)



Fonte: Modificado de Google Earth (2018).

Ainda em 2007 ocorreu a retirada de mata ciliar (ao norte da Figura 2A, próximo a confluência com Rio Una) para implantação de áreas de cultivo, o que pode ter aumentado a quantidade de sedimentos transportados para o rio, podendo levar à degradação da qualidade da água deste. Segundo Martins (2014), o desmatamento da vegetação ciliar ocorre para a criação de áreas de cultivo e de pastagens, ou, devido à expansão das áreas urbanas. Entretanto, o Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) estabelece que as faixas marginais de qualquer curso hídrico, ou seja, as matas ciliares, são consideradas Áreas de Proteção Permanente (APPs), ressaltando o papel destas para a contenção de resíduos que seriam carreados para o curso hídrico (BRASIL, 2012).

Por meio das imagens de satélites analisadas, é possível notar que no ano 2010 ocorreu um replantio de matas ciliares ao norte da área de estudo. Já em 2014, com as obras do Distrito Industrial I concluídas, o solo dessa área foi impermeabilizado, contribuindo para o aumento do escoamento superficial, que pode acelerar o desenvolvimento de processos erosivos.

Em 2017 os mesmos fatores (retirada de matas ciliares e impermeabilização do solo) dos anos anteriores podem ser observados, além do fato de que a vegetação situada a leste do Parque de Exposições (porção centro-norte da Figura 2B) apresentava indícios de

desmatamento, podendo aumentar o desenvolvimento de processos erosivos. Ainda na imagem obtida em 2017, nota-se que algumas áreas na região central das imagens foram desmatadas para a construção de casas.

À vista disso, pode-se observar que as principais mudanças na área, ao longo do período analisado, correspondem à retirada da mata ciliar para a construção do Distrito Industrial da cidade e casas em vários locais próximos ao rio. Assim, a análise das imagens de satélite possibilitou um levantamento geral das mudanças na área em estudo, etapa necessária para o diagnóstico de degradação do trecho fluvial selecionado.

### **3.1. Diagnóstico de degradação**

O diagnóstico das condições fluviais e ambientais de um curso hídrico deve ser realizado para trechos classificados como homogêneos, definidos a partir da delimitação da área da bacia e identificação da rede de drenagem (CARDOSO, 2012).

A Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 09, de 19 de abril de 1994, que classifica a classe de qualidade da água da Bacia do Rio Piracicaba, define que o trecho 19, abrangendo o segmento do Rio Santa Bárbara analisado nesta pesquisa, é classificado como Classe 2 (MINAS GERAIS, 1994).

Assim, de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM e Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG) nº 01, de 05 de maio de 2008, águas Classe 2 podem ser utilizadas para recreação de contato primário, como natação, e para abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional (MINAS GERAIS, 2008).

Salienta-se que a avaliação do nível de degradação do trecho selecionado do Rio Santa Bárbara ocorreu por meio da observação e descrição dos indicadores ambientais e fluviais propostos por Cardoso (2012) em sete pontos.

Dessa forma, o desenvolvimento longitudinal é avaliado quanto à planta (largura e sinuosidade), perfil (declividade) e continuidade (CARDOSO, 2012). Assim, uma vez que não foram observadas alterações antrópicas na calha do Rio Santa Bárbara no trecho analisado, não há degradação quanto a esse indicador.

Por sua vez, a seção transversal, segundo Baptista e Pádua (2016), corresponde ao resultado obtido através da análise da forma (configuração do seu leito e margens), conectividade entre a calha, a planície fluvial e o lençol freático e o tipo de revestimento empregado. Visto que o rio está em sua forma natural, a degradação considerando este indicador é ausente.

A integridade morfológica, de acordo com Cardoso (2012), é representada essencialmente pela estabilidade das margens do curso hídrico, estando associada a aspectos geológicos, pedológicos, hidrológicos dentre outros. Verificou-se que a integridade morfológica variou nos pontos observados, uma vez que no ponto 1 este indicador pode ser considerado instável dada a presença de deslizamento na encosta e evidências de assoreamento no leito fluvial (Figura 3A), já nos pontos 4 e 5 foram observados trechos assoreados (Figura 3B); enquanto nos pontos 2, 3, 6 e 7 as margens mostraram-se estáveis e íntegras. Assim, quanto a este indicador, a degradação pode ser classificada como baixa.

Segundo Baptista e Pádua (2016), o regime hidrológico está associado ao uso e ocupação do solo e ao revestimento da calha fluvial, sendo considerado um indicador importante, dada sua influência nas condições de escoamento e na funcionalidade dos canais, podendo refletir nos aspectos de vulnerabilidade e susceptibilidade a inundações com danos. Neste sentido, apesar da existência de porções assoreadas ao longo do trecho analisado, não há relatado de ocorrências de inundações nos últimos 12 anos, desta forma, considerando este indicador, a degradação é ausente.

Com relação à diversidade de habitats, faz-se necessário analisar aspectos como o desenvolvimento longitudinal, forma da seção, tipo de revestimento, dentre outros, já que estes aspectos possuem relação direta com o curso hídrico, determinando diferentes nichos para as espécies locais (CARDOSO, 2012). Apesar do trecho fluvial analisado ser em leito natural, mantendo sua sinuosidade natural e sem alterações na calha, a vegetação é localmente esparsa. Assim, esse indicador apresentou uma degradação média nos pontos 1, 2, 3, 4 e 5; baixa no ponto 6 e muito baixa no ponto 7, visto que este local possui vegetação densa. Desse modo, a degradação considerando este indicador é moderada, já que a maioria dos pontos exhibe vegetação nativa, porém pouco densa. Entretanto, destaca-se que em algumas porções do trecho analisado, não há vegetação devido às ações antrópicas relacionadas à expansão urbana e criação de animais.

Para Baptista e Pádua (2016), a existência de vegetação marginal ao longo curso hídrico, tem um papel significativo com relação à proteção das suas margens, melhoria da qualidade da água, crescimento de habitats diversificados e controle da erosão e assoreamento. Dessa forma, a vegetação ciliar na margem esquerda dos pontos 1, 2, 3, 4, 5, 6 mostra-se esparsa (Figura 3C), enquanto no ponto 7, esta é densa. Já a vegetação ciliar observada na margem direita nos pontos 1, 2, 3, 4 é esparsa, no ponto 5 não há mata ciliar, no ponto 6 a mata ciliar é contínua e no ponto 7 é densa. Assim, com relação à existência de vegetação ciliar, a degradação pode ser classificada como média no trecho analisado.

Figura 3: Pontos observados ao longo do trecho estudado no Rio Santa Bárbara em São Gonçalo do Rio Abaixo (MG) para a elaboração do diagnóstico de degradação fluvial e ambiental



(A) Trecho com deslizamento ao longo do Rio Santa Bárbara, ponto 1; (B) Assoreamento e presença de construções próximas ao Rio Santa Bárbara, ponto 5; (C) Presença de vegetação esparsa, ponto 2; (D) Esgoto sendo descartado diretamente no Rio Santa Bárbara (notar seta em vermelho), ponto 3.

Fonte: Acervo dos autores.

Quanto aos aspectos relacionados à qualidade da água, Cardoso (2012) ressalta que a análise pode ser realizada por amostragens e análise laboratorial e/ou observação. Assim, neste trabalho foi utilizado como critério para esse indicador o lançamento visível de esgotos e resíduos sólidos em suspensão. Dessa forma, nos pontos de 1 a 6 notou-se que as águas são caracterizadas por uma coloração verde, entretanto, apenas nos pontos 2, 3, 4 e 5 foi observado o lançamento de esgoto (Figura 3D), além disso, percebeu-se a presença de resíduos sólidos e de material em suspensão. Destaca-se que no ponto 7 não foram notadas alterações quanto a este aspecto. Desse modo, a degradação considerando esse indicador foi classificada como alta, dada a presença de lançamentos de esgotos e resíduos sólidos.

Destaca-se que o IGAM, órgão responsável pelo monitoramento da qualidade das águas fluviais mineiras, possui uma estação no Rio Santa Bárbara (RD027), localizada a jusante da área de estudo. De uma maneira geral, os resultados obtidos pelo IGAM foram satisfatórios nas 81 amostras coletadas entre os anos de 1998 a 2017, sendo possível notar que muitos parâmetros atendem aos limites preconizados pela Deliberação Normativa COPAM-CERH/MG nº 01/2008, como o chumbo total, cianeto total e ferro dissolvido (IGAM, 2018).

Em contrapartida, em algumas amostras analisadas, parâmetros como coliformes totais e estreptococos fecais apresentaram concentrações acima do permitido. Neste sentido, observou-se o valor de 120333 Número Mais Provável (NMP)/100ml de estreptococos fecais, obtido em amostra coletada no ano de 2014, sendo que este valor deve ser nulo (0), indicando, assim, a contaminação da água por esgoto doméstico (IGAM, 2018).

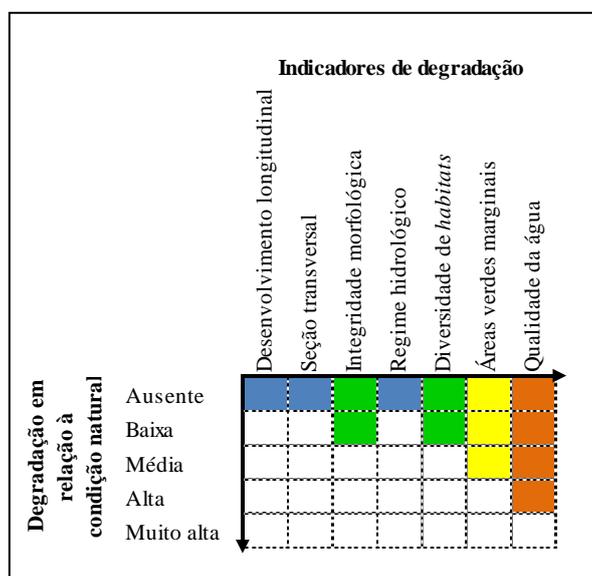
Uma vez que não há Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na cidade de São Gonçalo do Rio Abaixo, o esgoto é descartado diretamente *in natura* no Rio Santa Bárbara, correspondendo a um fator que pode provocar a degradação do corpo hídrico. Neste sentido, Silva e Gasparetto (2016) salientam que o esgoto sem tratamento correto contamina tanto o solo quanto água, degradando, por consequência, a qualidade da água e a paisagem local.

Outro fator a ser considerado é a presença de currais e chiqueiros com cercas somente para impedir que os animais se desloquem para lotes vizinhos e/ou para vias urbanas. Entretanto, como não há proteção junto às margens, estes animais podem alcançar o corpo hídrico.

Além disso, os chiqueiros não possuem higienização apropriada, pois não há uma destinação correta ou um tratamento adequado das fezes dos animais, que são lançadas diretamente no solo, próximo ao curso hídrico. Desta forma, pode ocorrer a contaminação tanto do solo quanto da água, já que esses resíduos posteriormente serão carreados para o rio pela ação das chuvas. Ricardo (2016) salienta que algumas estruturas como filtros anaeróbios, reatores UASB, lagoas de estabilização, biodigestores podem ser empregados, de um modo geral, para a diminuição dos danos ao solo e à água.

O Gráfico 1 mostra de forma sucinta os resultados da avaliação dos indicadores de degradação ambiental e fluvial aplicados ao trecho fluvial analisado, de acordo com a metodologia proposta por Cardoso (2012). Nota-se uma degradação “alta” quando considerada a dimensão ambiental, dado o lançamento de esgoto e presença de resíduos; por sua vez, considerando a dimensão fluvial, verificou-se uma degradação “ausente a baixa”, associada, principalmente, à degradação da mata ciliar em quase todos os pontos analisados.

Gráfico 1: Resultado da avaliação dos indicadores de degradação fluvial e ambiental do trecho do Rio Santa Bárbara analisado nesta pesquisa, município de São Gonçalo do Rio Abaixo, (MG)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Dessa forma, a partir da avaliação da degradação do trecho analisado ao longo do Rio Santa Bárbara, podem ser propostas técnicas de restauração visando mitigar os danos ambientais identificados.

### 3.2. Técnicas de restauração a serem implementadas

Para que ocorram intervenções em cursos hídricos, é necessário analisar e avaliar o local, assim como o nível de degradação deste (CARDOSO, 2012). Neste contexto, Baptista e Pádua (2016) ressaltam que os projetos de restauração mais efetivos têm como condição principal a atuação da sociedade civil, que deve participar dos processos de decisão, planejamento, implementação e fiscalização. Assim, a participação de diversos interessados em uma gestão participativa, fornecerá transparência e legalidade ao processo.

Após a checagem de campo, foi possível perceber diversos problemas ao longo do trecho fluvial analisado, representados, essencialmente, por deslizamento nas margens, assoreamento, retirada de mata ciliar, construções, aproximação de animais ao curso hídrico e descarte direto de esgoto no rio.

Desta forma, para controlar e/ou impedir a ocorrência de deslizamentos, sugere-se o emprego de solo reforçado, podendo ser utilizadas mantas geotêxtis e geogrelhas, até pneus

organizados horizontalmente, mas cobertos com solo compactado. Além disso, pode-se utilizar biomantas associadas a essa prática, buscando diminuir o escoamento superficial e o movimento de massa, assim como sugerido por Medeiros *et al.* (2014).

Nas áreas assoreadas recomenda-se a aplicação de estacas vivas ou mudas em formas de estacas, para aumentarem a estabilidade da área quando criarem raízes. Desse modo, Giangiulio (2009) indica a utilização de estacas nas margens de curso hídricos que exibem erosões e deslizamentos, dada a contribuição destas no processo de restauração de mata ciliar.

Já para o controle do escoamento superficial poderiam ser utilizados troncos de madeira e/ou rochas nas margens do curso hídrico para aumentar a rugosidade do solo, assim como salientado por Baptista e Pádua (2016). Além disso, recomenda-se o plantio de árvores e gramíneas que gerariam maior proteção ao solo e aumentariam a taxa de infiltração, diminuindo a velocidade do escoamento superficial no local e, por consequência, o desenvolvimento de processos erosivos.

De acordo com Martins *et al.* (2017), todas as técnicas de restauração citadas apresentam resultados satisfatórios para a estabilização e restauração do solo, se utilizadas levando em consideração o tipo de degradação e as especificidades do local onde devem ser empregadas. Além disso, pode-se destacar que por serem de bioengenharia, proporcionam um conforto natural ao ambiente e mantêm uma paisagem natural, já que se utiliza de vegetação, do próprio solo, de rochas, além de galhos e troncos de madeira que vão se incorporar ao local com passar do tempo.

Destaca-se que para a recomposição da mata ciliar, de acordo com Martins (2014), é necessário o estudo da vegetação local, buscando o plantio de espécies nativas. A recomposição é iniciada pelo plantio de espécies pioneiras (menos exigentes quanto aos nutrientes, contribuindo para a preparação do solo), que posteriormente, serão substituídas por espécies secundárias iniciais (médio porte), e em sequência, por espécies tardias e de clímax, atingindo o desenvolvimento máximo da vegetação local.

Além disso, recomenda-se o cercamento das margens, que como o nome já diz, corresponde a utilização de cercas que visam evitar a aproximação de animais ao rio, fazendo com que estes fiquem confinados em seus currais e chiqueiros. Ademais, o cercamento auxilia na regeneração da mata ciliar, oferecendo condições de auto recuperação das áreas degradadas (ZANZARINI; ROSELEN, 2018).

Calheiros *et al.* (2004) ressaltam que os animais devem ser afastados do meio hídrico, já que sem essa restrição, podem contaminar o solo com suas fezes, que mais tarde em períodos chuvosos, são carregadas até o curso hídrico, causando também sua contaminação. Neste sentido,

podem ser instalados biodigestores para que as fezes e as águas contaminadas com resíduos desses animais, sejam devidamente acondicionadas e posteriormente transformadas em biofertilizantes ou em biogás, evitando possíveis contaminações e dando um novo uso a esse material. Entretanto, assim como salientado por Ricardo (2016), deve-se analisar a viabilidade acerca da instalação desse sistema, levando em consideração os custos de implantação e operação.

Quanto ao esgoto, segundo Silva e Gasparetto (2016), é necessária a criação de uma ETE para o tratamento adequado deste, visando a remoção de poluentes e contaminantes para que possa ser descartado no rio sem causar danos ao ecossistema. Além disso, é necessário fiscalizar o sistema de esgotamento sanitário e realizar manutenções periódicas, pois em alguns locais visitados nesta pesquisa, foi possível observar canos rompidos, os quais podem levar à contaminação do solo e do curso hídrico pelo contato com o efluente.

Neste contexto, Silva e Gasparetto (2016) enfatizam que a área urbana contribui para a redução da qualidade da água, já que o solo se torna impermeável e o lixo (descartado indevidamente junto com fezes de animais) é carregado pelas águas da chuva que, por sua vez, alcançam o curso hídrico, causando sua contaminação.

Desta forma, levando em consideração a degradação existente nos cursos hídricos e a queda de qualidade das suas águas, deve-se promover uma proteção destes. Nesta acepção, ressalta-se a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, que estabelece que a água é um recurso natural limitado, de domínio público, que deve ser preservada visando assegurar sua disponibilidade à atual e às futuras gerações (BRASIL, 1997).

#### **4. Conclusão**

Nota-se nos cursos hídricos, principalmente naqueles inseridos nas áreas urbanas, uma intensa interferência antrópica, que pode promover a degradação de seus aspectos ambientais e fluviais. Nesse contexto se insere o Rio Santa Bárbara que “corta” o município de São Gonçalo do Rio Abaixo (MG).

Assim, este estudo teve como objetivo elaborar o diagnóstico de degradação do Rio Santa Bárbara em um trecho selecionado na área urbana do município de São Gonçalo do Rio Abaixo e propor técnicas de restauração visando mitigar os impactos negativos identificados.

A partir da análise de imagens de satélite, obtidas entre os anos de 2007 e 2017, foram identificadas mudanças relacionadas ao uso do solo na área de estudo, relacionadas à supressão vegetal em diversos locais. Além disso, pode-se observar o surgimento de construções nessas

áreas, como o Distrito Industrial, além de casas em locais que até então correspondiam à mata ciliar (APPs).

Com relação aos indicadores de degradação, divididos nas dimensões ambientais e fluviais, verificou-se que aqueles referentes à dimensão ambiental não foram satisfatórios. De maneira geral, a presença de esgoto descartado diretamente no curso hídrico e de resíduos suspensos contribuíram para a deterioração da qualidade da água e, conseqüentemente, para uma pior classificação desta dimensão. Já com relação aos indicadores fluviais, uma vez não foram verificadas alterações na forma e sinuosidade natural do rio, a degradação foi considerada “ausente a baixa”.

Após a análise dos indicadores, a degradação do trecho fluvial analisado foi classificada como “média”. Entretanto, faz-se importante salientar, que na ausência de intervenções visando a mitigação dos impactos negativos verificados, o prognóstico é de intensificação da degradação, dificultando assim uma possível restauração.

O desenvolvimento urbano sem um planejamento adequado e a ausência de uma ETE na cidade, contribuem para a degradação do curso hídrico, já que o esgoto é lançado diretamente neste, causando impacto na qualidade da água e degradando a paisagem. Além disso, a retirada de vegetação da margem para construções e a criação de animais correspondem a fatores identificados como responsáveis pela degradação do curso hídrico.

Para a restauração do trecho analisado, recomenda-se: para a redução dos processos erosivos, a implantação de biomantas; para o assoreamento, a utilização de estacas vivas, buscando uma maior estabilidade do solo; para a redução do escoamento superficial, a utilização de troncos de madeira e/ou rochas na margem do curso d'água. Destaca-se que para a recomposição da mata ciliar faz-se necessária a caracterização da vegetação nativa, aliada ao cercamento da área.

Por fim, sugere-se a instalação de biodigestores para tratamento dos resíduos provenientes dos currais e chiqueiros, assim como o tratamento do esgoto, por meio de uma ETE, antes de serem descartados no curso hídrico.

Faz-se importante salientar que as ações de restauração e preservação devem ser contínuas, assim como o desenvolvimento de programas de sensibilização da população. Dessa forma, mostra-se necessário um monitoramento das ações para que estas não ocorram de maneira isolada, evitando a ocorrência de falhas na restauração; e uma participação social efetiva em todas as etapas do projeto.

## Referências

BAPTISTA, M. B.; PÁDUA, V. L. **Restauração de sistemas fluviais**. Baueri, SP: Manole, 582p. 2016.

BOF, P. H. **Recuperação de rios urbanos: o caso do arroio dilúvio**. 94 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas e Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 9 de janeiro de 1997. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm) >. Acesso em: 01 mai. 2018

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 25 de Maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 02 de jul. de 2018.

CARDOSO, A. S. **Proposta de Metodologia para Orientação de Processos Decisórios Relativos a Intervenções em Cursos de Água em Áreas Urbanas**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2012.

CALHEIROS, R. de O. *et al.* **Preservação e Recuperação das Nascentes – Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ**. Piracicaba: CTRN – Câmara Técnica de Conservação e Proteção aos Recursos Naturais, 2004. Disponível em: <[http://www.institutohomempantaneiro.org.br/arquivos/Cartilha\\_CBH.pdf](http://www.institutohomempantaneiro.org.br/arquivos/Cartilha_CBH.pdf)>. Acesso em: 05 ago. de 2018.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO (DAE). **Abastecimento público, ETA, tratamento de esgoto.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <pedrohfgomes@hotmail.com>. em: 22 fev. 2018.

GARCIAS C. M.; AFONSO. J. A. C. Revitalização de rios urbanos. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**. v.1., n.1, p. 131-144, 2013.

GERHARDT, T. E. SILVEIRA. D. T. **Métodos de pesquisa.** Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIANGIULIO, A. R. **Gestão ambiental aplicada a prevenção, controle e recuperação de erosão linear acelerada no município de Ipeúna-SP.** 2009. 71 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Rio Claro – Sp, 2009. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119245/giangiulio\\_ar\\_tcc\\_rcla.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119245/giangiulio_ar_tcc_rcla.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 11 set. 2018.

GOOGLE. **Google Earth.** Versão 7.1.5.1557. 2017. Nota (Município de São Gonçalo do Rio Abaixo - MG). Disponível em: <>. Acesso em: 16 mai. 2018.

HOLZ, I. H. **Águas Urbanas: da Degradação à Renaturalização.** Dissertação (Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTAO DE ÁGUAS (IGAM). **Dados Série Histórica de Monitoramento. 2018.** Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/serie-historica>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Carta Internacional ao Milionésimo.** 2010. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/interativos/servicos/wms-do-arcgis>>. Acesso em: 05 mai. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **São Gonçalo do Rio Abaixo - Minas Gerais - Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sao-goncalo-do-rio-abaixo/panorama>>. Acesso em: 14 set. 2018.

LUSTOSA, S. P. *et al.* **A ocorrência do assoreamento às margens do Rio Pau D'arco, na Região Sul do Estado do Pará**. Disponível em: <[http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs\\_gestaoambiental/projetos2010-2/2-periodo/A\\_ocorrenca\\_do\\_assoreamento\\_as\\_margens\\_do\\_rio\\_pau\\_darco\\_na\\_regiao\\_sul\\_do\\_estado\\_do\\_para.pdf](http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2010-2/2-periodo/A_ocorrenca_do_assoreamento_as_margens_do_rio_pau_darco_na_regiao_sul_do_estado_do_para.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2018.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa, MG. Ed. Aprenda Fácil. 219p. 2014.

MARTINS, M. A. *et al.* **Bioengenharia de solos aplicada à estabilização de taludes em margens de cursos d'água em mato grosso do sul**. 2017. Disponível em: <[http://eventos.sistemas.uems.br/assets/uploads/eventos/279d95c879e48101c4aa753ef42570f4/programacao/4\\_2017-05-15\\_11-44-34.pdf](http://eventos.sistemas.uems.br/assets/uploads/eventos/279d95c879e48101c4aa753ef42570f4/programacao/4_2017-05-15_11-44-34.pdf)>. Acesso em: 04 ago. 2018.

MEDEIROS, K. P. M. de *et al.* **Estudo de caso e alternativas para falha na revegetação de taludes por hidrossemeadura na Mina do Andrade (MG)**. 2014. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VI-089.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2018.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM). Deliberação Normativa COPAM nº 09, de 19 de abril de 1994. Confere o art. 5º, item I, da Lei nº 7.772, de 08 de setembro de 1980, e tendo em vista o disposto no art. 214, § 1º, inciso IX da Constituição do Estado de Minas Gerais, e a Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA e a Deliberação Normativa do COPAM nº 010, de 16 de dezembro de 1986, que estabelece a Classificação das Águas do Estado de Minas Gerais, e, considerando a necessidade de manutenção e/ou melhoria da qualidade das águas da bacia do rio Piracicaba, sub-bacia integrante da bacia do rio Doce; a importância da utilização racional dos seus recursos hídricos fundamentais para abastecimento doméstico das comunidades locais e demais usos das diversas atividades existentes na área de sua contribuição. **Diário do**

**Executivo de Minas Gerais.** Belo Horizonte, 19 de maio de 1994. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=108>>. Acesso em: 10 de jun. de 2018.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. 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. **Diário Oficial de Minas Gerais.** Belo Horizonte, MG, 05 de maio de 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO. **História.** São Gonçalo do Rio Abaixo. 2013. Disponível em: <<http://www.saogoncalo.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/historia/6526>>. Acesso em: 01 de março de 2018.

PRODANOV, C. C., FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo – ASPEUR Universidade Feevale. Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul. Brasil, 2013.

REZENDE, A. As Cidades e as Águas: Ocupações Urbanas nas Margens de Rios. **Revista Geografia.** V. 33, No. 2, p. 120 – 122, 2016.

RICARDO, T. N. A. **Plano de manejo de resíduos de bovinocultura leiteira de uma propriedade rural no município de Santa Bárbara do Monte Verde, MG.** 2016. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TCC-TATIANA-vers%C3%A3o-final.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

SILVA, V. B.; GASPARETTO, N. V. L. Qualidade da água na sub-bacia do rio do Campo - Campo Mourão-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, UFPE, v. 09, n. 02, 2016.

Disponível em <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233423/27144>>. Acesso em: 04 ago. 2018.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Revista Estudos Avançados**. v. 22; nº 63, p. 2-8. 2008.

ZANZARINI, R. M.; ROSOLEN, V. **Mata ciliar e nascente no cerrado brasileiro - análise e recuperação ambiental**. Disponível em: <<http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/72.pdf>>.