

**Diagnóstico da degradação ambiental de um trecho do Rio do Peixe em Itabira (MG) e
proposição de medidas para a sua restauração**

**Diagnosis of the environmental degradation of a segment of the River of the Peixe in
Itabira (MG) and proposition of measures for its restoration**

**Diagnóstico de la degradación ambiental de un tramo del Río do Peixe en Itabira (MG)
y propuesta de medidas para su restauración**

Carolina Sena Carneiro

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: carol_sena_19@hotmail.com

Everton Henrique Borges Pena

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: everton_tecmec@yahoo.com.br

Juni Cordeiro

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: juni.cordeiro@funcesi.br

Charles Ianne Ferreira dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7914-0027>

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: charles.ianne@funcesi.br

Cristina Donizeti Bernardes

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: cristina.bernardes@funcesi.br

José Luiz Cordeiro

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: jluiiz.cordeiro@funcesi.br

Recebido: 13/12/2018 | Revisado: 15/12/2018 | Aceito: 18/12/2018 | Publicado: 21/12/2018

Resumo

As atividades antrópicas próximas aos cursos hídricos causam impactos ambientais negativos nestes, podendo resultar em alterações morfológicas, ecológicas e hidrológicas, irreversíveis. Para a restauração do equilíbrio ecológico de um curso hídrico é necessário determinar o seu nível de degradação e potencial de restauração fluvial, considerando seus aspectos físicos,

funcionais e ambientais. Assim, esta pesquisa objetivou a elaboração de um diagnóstico das condições ambientais e fluviais de um trecho do Rio do Peixe, localizado em Itabira (MG), visando a proposição de alternativas de intervenção para a restauração do ambiente. Para tal, utilizou-se pesquisa de campo, análise de dados referentes à qualidade da água e observação. O trecho do Rio de Peixe analisado, situado a jusante da barragem homônima, possui 880 m de extensão. Destaca-se que em função dos indicadores referentes à diversidade de habitat, áreas verdes adjacentes e qualidade da água este trecho foi subdividido em oito sub-trechos homogêneos. De modo geral, o nível de degradação foi considerado médio, visto que apesar da baixa degradação dos aspectos físicos representados pela seção transversal, regime hidrológico e qualidade da água, a ausência de vegetação nativa resultou em uma degradação muito alta quanto à dimensão ambiental. Por outro lado, verificou-se um potencial de restauração alto. Assim, propõem-se as técnicas de restauração relacionadas à bioengenharia, como aplicação de biomantas, faxinas, galhos de árvore, supressão da vegetação exótica e plantio de mudas nativas. Salienta-se, contudo que, além da restauração, é importante que sejam realizados o monitoramento contínuo e desenvolvidos programas de educação ambiental voltados à população residente nas proximidades dos cursos hídricos.

Palavras-chave: Bioengenharia; Impactos ambientais; Mata ciliar; Restauração fluvial.

Abstract

Anthropogenic activities near water courses cause negative environmental impacts in these, and may result in irreversible morphological, ecological and hydrological alterations. To restore the ecological balance of a water course, it is necessary to determine the level of degradation and river restoration potential, considering its physical, functional and environmental aspects. This research aimed at the elaboration of a diagnosis of the environmental and fluvial conditions of a section of Rio do Peixe, located in Itabira (MG), aiming at proposing intervention alternatives for the restoration of the environment. For that, field research, data analysis regarding water quality and observation were used. The section of Rio de Peixe analyzed, situated downstream of the homonymous dam, is 880 m in length. It should be highlighted that, due to the indicators related to habitat diversity, adjacent green areas and water quality, this section was subdivided into eight homogeneous sub-stretches. In general, the level of degradation was considered average, since despite the low degradation of the physical aspects, the absence of native vegetation resulted in a very high degradation regarding the environmental dimension. There was a potential for high restoration, thus, restoration techniques related to bioengineering were proposed, such as the application of

biomass, cleaning, tree branches, suppression of exotic vegetation and planting of native seedlings. In addition to restoration, it is important that continuous monitoring be carried out and environmental education programs developed for the resident population near water courses.

Keywords: Bioengineering; Environmental impacts; Ciliary forest; River restoration.

Resumen

Las actividades antrópicas cercanas a los cursos hídricos causan impactos ambientales negativos en estos, pudiendo resultar en alteraciones morfológicas, ecológicas e hidrológicas, irreversibles. Para la restauración del equilibrio ecológico de un curso hídrico es necesario determinar su nivel de degradación y potencial de restauración fluvial, considerando sus aspectos físicos, funcionales y ambientales. Así, esta investigación objetivó la elaboración de un diagnóstico de las condiciones ambientales y fluviales de un tramo del Río do Peixe, localizado en Itabira (MG), buscando la proposición de alternativas de intervención para la restauración del ambiente. Para ello, se utilizó investigación de campo, análisis de datos referentes a la calidad del agua y observación. El tramo del Río de Peixe analizado, situado aguas abajo de la represa homónima, posee 880 m de extensión. Se destaca que en función de los indicadores referentes a la diversidad de hábitat, áreas verdes adyacentes y calidad del agua este trecho fue subdividido en ocho sub-tramos homogéneos. En general, el nivel de degradación se consideró medio, ya que a pesar de la baja degradación de los aspectos físicos representados por la sección transversal, régimen hidrológico y calidad del agua, la ausencia de vegetación nativa resultó en una degradación muy alta en cuanto a la dimensión ambiental. Por otro lado, se verificó un potencial de restauración alto. Así, se proponen las técnicas de restauración relacionadas a la bioingeniería, como aplicación de biomantas, faxinas, ramas de árbol, supresión de la vegetación exótica y plantío de mudas nativas. Se destaca, sin embargo, que, además de la restauración, es importante que se realicen el monitoreo continuo y desarrollados programas de educación ambiental dirigidos a la población residente en las proximidades de los cursos hídricos.

Palabras clave: Bioingeniería; Impactos ambientales; Bosque de ribera; Restauración fluvial.

1. Introdução

A sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe abrange os municípios de Itabira e Nova Era (MG) possuindo uma área de drenagem de cerca de 410 km² (BONFIM *et al.*, 2013). O Rio

do Peixe, juntamente com os rios Santa Bárbara e Tanque, são os principais cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio Doce, sendo que a sub-bacia do Rio do Peixe é a segunda maior do município de Itabira (BONFIM *et al.*, 2013).

Destaca-se que Itabira, localizada na porção central do Estado de Minas Gerais, no Quadrilátero Ferrífero, a 111 km da capital Belo Horizonte, tem na mineração sua principal atividade econômica. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010a), o município possui área de 1.253,704 km² e população de 109.783 habitantes.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) Rio do Peixe, localizada no rio homônimo, é responsável por 18% do abastecimento da cidade, abrangendo as regiões dos bairros Santa Marta, Santa Ruth, Valença, Monsenhor José Lopes, João XXIII, Fênix e Bálsamos (SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ITABIRA – SAAE, 2018). Contudo, desde fevereiro de 2017 não há captação de água no Rio do Peixe, assim, o abastecimento tem sido realizado por água proveniente das minas da mineradora local que é bombeada para a ETA (VALE, 2017a).

Faz-se importante salientar, que este trecho do Rio do Peixe é uma área de influência de uma barragem de rejeito de minério de ferro que, somada à urbanização nas proximidades da suas margens, resultam na degradação de vários segmentos do rio (MACIEL JR.; MACIEL; NEVES, 2010).

Dessa forma, este trabalho visou a elaboração do diagnóstico das condições ambientais e fluviais de um trecho do Rio do Peixe e o estabelecimento de propostas de preservação e restauração deste, visando a melhoria da qualidade da água, recuperação da mata ciliar e, conseqüentemente, aumento do seu volume e da diversidade de habitats, proporcionando melhor qualidade de vida à população e o equilíbrio ecológico do ambiente.

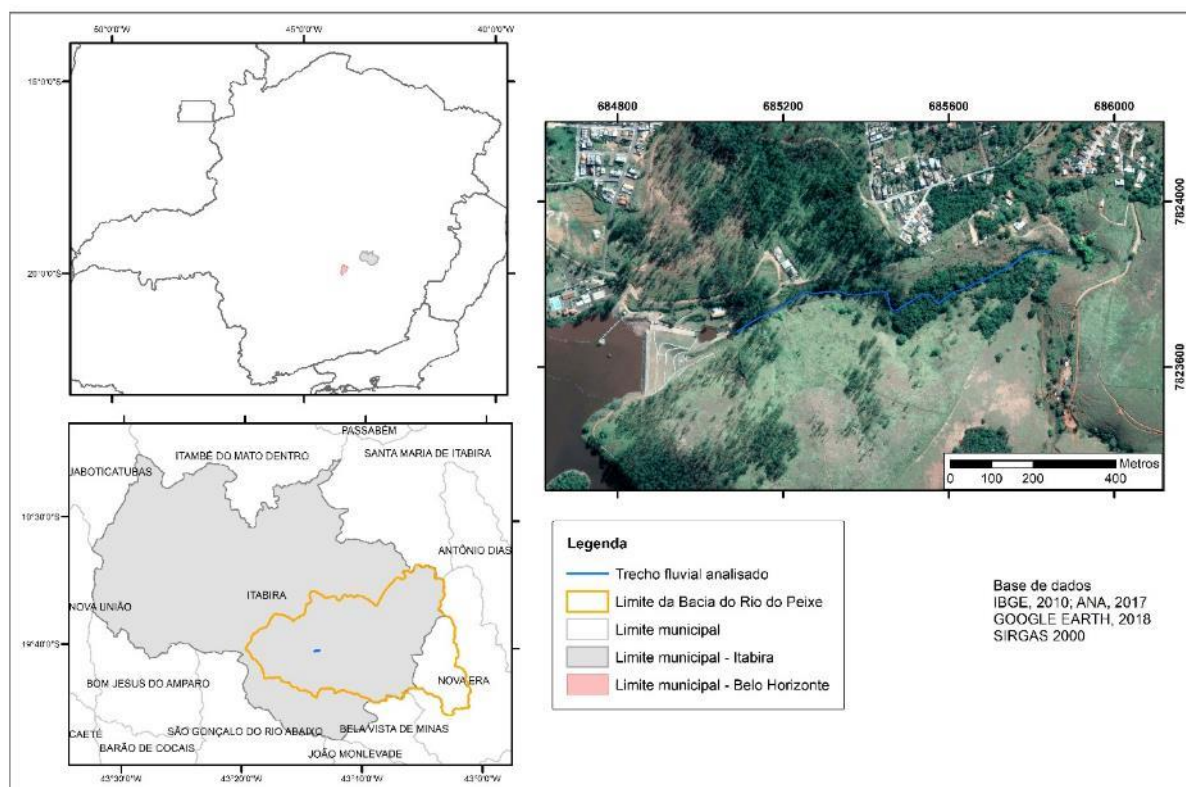
Faz-se importante ressaltar que o termo comumente empregado em trabalhos que visam restabelecer o equilíbrio de determinado ambiente é restauração, que corresponde à restituição de um ecossistema tornando-o mais próximo da sua condição original (RODRIGUES, 2015). Nesse sentido, a restauração busca a sustentabilidade e a interação equilibrada entre o ambiente e o uso e ocupação do solo em questão.

2. Metodologia

A amostra utilizada nesta pesquisa corresponde a um trecho de aproximadamente 880 metros do Rio do Peixe, situado a jusante da barragem homônima e a montante do bairro

Ribeira de Cima, definido de acordo com a possibilidade de acesso, uma vez que outros trechos do rio atravessam áreas particulares (Figura 1).

Figura 1 - Localização do trecho do Rio de Peixe estudado nesta pesquisa, localizado a jusante da Barragem do Rio do Peixe e a montante do bairro Ribeira de Cima, município de Itabira (MG)



Fonte: Modificado de IBGE, 2010b, Agência Nacional das Águas (ANA), 2017, Google Earth, 2018.

Foram utilizadas neste estudo como estratégia de pesquisa as análises qualitativa e quantitativa. Destaca-se que na pesquisa qualitativa analisam-se os aspectos de um local, buscando a compreensão de um fenômeno, sem, entretanto, empregar procedimentos estatísticos (CANEPPELE, 2012). Assim, a pesquisa qualitativa foi empregada para a avaliação da degradação do trecho selecionado ao longo do Rio de Peixe e seleção das técnicas de restauração mais adequadas ao contexto local.

Por sua vez, segundo Botelho e Cruz (2013), na abordagem quantitativa são empregadas técnicas estatísticas, sendo que esta deve ser utilizada quando há necessidade de medir e/ou quantificar atitudes, opiniões, preferências ou comportamentos. Desse modo, empregou-se a pesquisa quantitativa para a análise dos dados associados à qualidade da água.

Neste trabalho foram utilizados como instrumentos de coleta de dados a observação e a análise documental. De acordo com Marconi e Lakatos (2011), a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações utilizando os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade.

Assim, foi realizada a observação visual do estado de degradação do ambiente pesquisado, com base nos indicadores definidos por Cardoso (2012), considerando os aspectos relacionados às alterações na qualidade da água, diminuição da diversidade de habitats e das áreas verdes adjacentes, regime hidrológico, seção transversal, integridade morfológica e desenvolvimento longitudinal (Quadro 1).

Ressalta-se que esta análise foi baseada em uma escala de intensidade de perturbação dos aspectos observados em relação à sua condição natural, abrangendo cinco níveis: ausente, baixa, média, alta e muito alta.

Faz-se importante salientar que o levantamento de dados foi realizado no mês de julho de 2018, período seco, sem incidência de chuva nas 24 horas que antecederam a visita de campo e em regime de escoamento fluvial.

Por sua vez, a análise documental foi baseada na análise de imagens de satélite obtidas no Google Earth entre os anos de 2005 e 2017 utilizadas para a identificação de alterações no uso do solo. Além disso, buscou-se o exame quantitativo da qualidade da água, especificamente dos parâmetros turbidez, sólidos totais dissolvidos, sólidos suspensos totais e *Escherichia coli* (*E. coli*), fornecidos pela mineradora local, referentes ao período compreendido entre janeiro de 2013 e dezembro 2017, consolidados nas planilhas bimestrais de monitoramento hídrico da empresa.

Também foram utilizados dados pluviométricos coletados pela estação meteorológica EM11 – Pousada, localizada no Alto dos Pinheiros, no bairro Campestre, em Itabira (MG), referente aos anos de 2013 e 2017, correspondendo ao mesmo período das análises quantitativas de qualidade da água e fornecidos pela mesma mineradora.

Quadro 1 – Indicadores de degradação ambiental propostos por Cardoso (2012)

Indicador	Característica
Desenvolvimento longitudinal	Engloba a análise da largura e sinuosidade; declividade e continuidade do curso d'água. Está relacionado às condições de equilíbrio geomorfológico do rio
Regime hidrológico	Avalia a capacidade hidráulica do rio em suprir o seu atual regime de vazões, considerando mudanças ocorridas na calha fluvial e na bacia
Integridade morfológica	Refere-se à geomorfologia fluvial e está associada aos aspectos geológicos, pedológicos, hidrológicos, entre outros. Este indicador baseia-se nas condições de estabilidade das margens do curso de água, considerando também o corte do leito

	e assoreamento deste
Seção transversal	Integra a análise da configuração do leito e margens do rio – forma; a integração entre a calha, a planície fluvial e o lençol freático; e o tipo de revestimento empregado
Diversidade de habitats	Está diretamente relacionada com a tipologia do curso de água, que define a formação de nichos diferentes para a criação e reprodução de espécies. Também devem ser considerados os aspectos como desenvolvimento longitudinal, vegetação marginal, forma da seção, regime de escoamento, tipo de revestimento, dentre outros
Qualidade da água	A análise de qualidade da água pode ser realizada de modo qualitativo e ou quantitativo. A análise qualitativa é baseada na observação da presença de esgotos e resíduos sólidos, através de visitas a campo. Na análise quantitativa devem ser avaliados parâmetros como DBO, DQO, sólidos suspensos, entre outros, que permitem a quantificação destes e análise objetiva do nível de degradação. Os resultados obtidos na análise da qualidade da água indicam a viabilidade ou não de determinadas intervenções de acordo com o objetivo da pesquisa
Áreas verdes adjacentes	Referem-se à vegetação marginal ao longo dos rios. É fundamental para a proteção de suas margens, para o aumento da diversidade de habitats, controle de processos erosivos e a melhoria da qualidade da água. Para se aplicar o indicador de áreas verdes adjacentes é preciso determinar o cenário inicial natural da área de pesquisa em relação ao estado atual do curso d'água. Devem ser considerados também os tipos de espécies encontradas: nativas, alteradas, exóticas, dentre outros

Fonte: CARDOSO, 2012.

Assim, os dados obtidos foram analisados e interpretados a partir do conceito de cada parâmetro de qualidade da água definido para esta pesquisa, de acordo com os limites de tolerância estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta nº 01, de 05 de maio de 2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos-MG (CERH).

Segundo Moraes (1999) a análise de conteúdo é uma metodologia de pesquisa utilizada para interpretar e descrever o conteúdo disponível em textos e documentos, que auxilia na interpretação do conteúdo. Assim, este método foi utilizado para tratamento dos dados obtidos por meio da observação e análise documental, permitindo a interpretação destes e contribuindo para a determinação do nível de degradação do ambiente.

A estatística descritiva é a apresentação de dados através de tabelas e gráficos (BOTELHO; CRUZ, 2013). Desse modo, esta análise foi utilizada para a elaboração de gráficos para exposição e discussão dos dados pluviométricos e aqueles referentes aos parâmetros relacionados à qualidade da água.

3. Resultados e discussão

A partir da análise das imagens de satélite referentes ao ano de 2018, disponíveis no Google Earth para o trecho fluvial analisado, notou-se a distribuição irregular da mata ciliar, visto que em alguns pontos esta foi removida completamente enquanto em outros, ainda havia a presença de mata nativa em uma das margens.

Assim, para uma definição adequada do potencial de restauração, o trecho pesquisado foi dividido em oito sub-trechos (Figura 2), de acordo com as características da vegetação existente em cada margem do rio, que possibilitaram a análise do nível de degradação e subsidiaram a etapa de definição das técnicas de intervenção a serem empregadas.

Figura 2 – Divisão do trecho pesquisado em sub-trechos no Rio do Peixe Em Itabira - MG



Fonte: Modificado de Google Earth, 2018.

Com relação aos indicadores, destaca-se que, de acordo com Cardoso (2012), a geomorfologia fluvial pode ser definida como o exame das interações entre a forma e o comportamento de canais, considerando uma determinada escala espaço-temporal, correspondendo à energia necessária para a ocorrência de mudanças morfológicas decorrentes da força das correntes. Salienta-se que interferências antrópicas neste aspecto podem causar

erosão, afundamento de solo e deslizamentos, desestabilizando toda a margem e contribuindo para o carreamento de sólidos para o leito do rio.

Verificou-se que o trecho analisado tem a extensão de 880 m, com largura média de 2 m, profundidade média de 5 cm na porção a montante da calha do rio e 35 cm a jusante, sendo caracterizado por uma declividade baixa. O tipo de vale varia de porções mais encaixadas a semi encaixadas, com sinuosidade pouco alterada.

O revestimento vegetal encontra-se alterado na maior parte do trecho, sendo verificados dois trechos de aproximadamente 5 m de extensão cada, com gabião na margem esquerda, e uma barragem a montante da calha do rio conforme mostram as Figuras 3A e 3B.

Assim, nota-se que a interferência antrópica é a principal causa de alteração do ambiente, podendo-se ainda destacar a contribuição da barragem para a alteração da dinâmica fluvial, influenciando a deposição de sedimentos, uma vez que a vazão do curso d'água é alterada e o transporte de sedimentos é reduzido. Além disso, também foi observado o uso do solo para silvicultura de pinus e eucalipto que, segundo Barros (2011), são espécies dominantes, competitivas que reduzem a biodiversidade local.

Figura 3 - (A) Gabião observado na margem esquerda do Rio do Peixe e (B) Visão geral da barragem de rejeitos do Rio do Peixe, município de Itabira (MG)



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Neste sentido, Souza *et al.* (2011, p. 4) salientam que “as barragens retêm e transformam o material, modificam a pulsação natural do fluxo de água e material associado, alterando a capacidade de transporte dos mesmos, podendo ainda provocar erosão à jusante”. Ainda neste contexto, segundo Coelho (2008), os principais impactos geomorfológicos observados a jusante de barragens estão relacionados ao reajuste na morfologia do canal decorrente da modificação dos setores de erosão e sedimentação; ocorrência de processos de deposição nas margens e fundo do leito, além de alterações na dinâmica da foz.

A integridade morfológica é um aspecto funcional de um curso d'água e está associada aos aspectos pedológicos, hidrológicos, geológicos, entre outros. Sendo assim, este indicador

baseia-se nas condições de estabilidade marginal do rio, considerando sua importância no cenário dos processos geomorfológicos e o nível de risco que pode apresentar a ocupação de suas margens (CARDOSO, 2012). Dessa forma, quanto ao substrato do leito e cobertura das margens, foi possível verificar por meio de observação, a presença de solo do tipo silto-argiloso e espécies vegetais representadas por gramíneas, capim e eucalipto. O ambiente é estável em relação à sua integridade morfológica, mas apresenta assoreamento, que pode ser resultado da alteração da dinâmica do rio devido à instalação de barragem de rejeito a montante do trecho pesquisado.

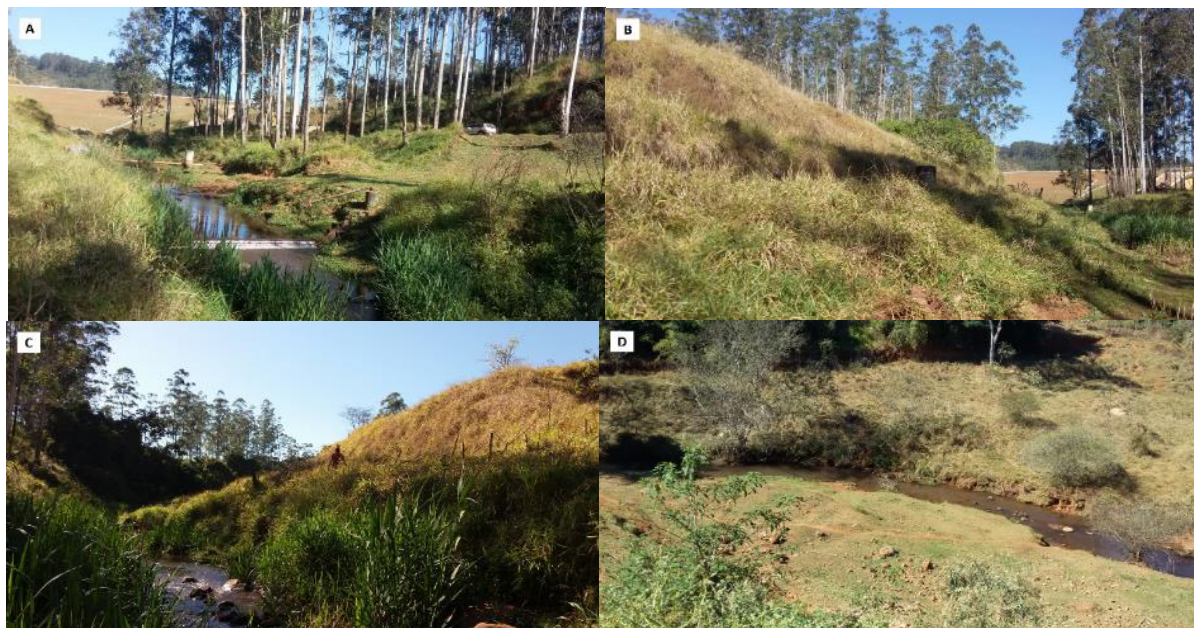
A vegetação marginal é predominantemente rasteira em ambas as margens, sendo caracterizada por trechos descontínuos, formados por vegetação esparsa na margem esquerda, contribuindo para uma baixa diversidade de habitats no local. Segundo Lima e Zakia (2004) as matas ciliares são importantes para a proteção contra a erosão dos recursos hídricos através do desenvolvimento e manutenção das raízes, retendo as enxurradas e diminuindo o assoreamento do leito do rio.

Destaca-se que, de acordo com Carpanezzi (2000), a conservação das florestas permite maiores infiltrações e armazenamento temporário da água no solo e subsolo, tendo como resultado o controle da erosão, conservação dos solos e controle da vazão dos rios, reduzindo as intensidades dos extremos de estiagem ou de enchentes.

Conforme Cardoso (2012), a diversidade de habitats está diretamente relacionada com a tipologia do curso de água, que define a formação de nichos diferentes para a criação e reprodução de espécies. Desse modo, as áreas verdes adjacentes são fundamentais para a proteção das margens, para o aumento da diversidade de habitats, controle de processos erosivos e a melhoria da qualidade da água.

Como pode ser observado nas Figuras 4A, 4B, 4C e 4D, houve a remoção da vegetação nativa na maior parte de trecho pesquisado, predominando espécies exóticas, como eucalipto, que dificultam a adaptação da fauna ao ambiente. A ausência da mata ciliar também contribui para a diminuição do volume de água, uma vez que favorece o carreamento de sólidos das margens para o leito do rio e aumento na taxa de evaporação da água.

Figura 4 - Condições ambientais e fluviais do trecho pesquisado ao longo do Rio do Peixe, Itabira (MG)



(A) Espécies exóticas (eucalipto) presentes na margem esquerda do Rio de Peixe; (B) Ausência de mata ciliar, (C) Área com vegetação suprimida; (D) Visão geral do rio.
Fonte: Acervo dos autores, 2018.

As atividades humanas expõem o ambiente a ações como caça de animais e corte de árvores, entre outros, contribuindo para a degradação de um curso d'água (SILVA, 2017). Além disso, a utilização de áreas marginais dos cursos hídricos como área de pastagem, assim como observado nas Figuras 5A, 5B, 5C e 5D, leva ao pisoteio do solo por animais, interferindo na sua taxa de infiltração, dada sua compactação, comprometendo ainda a aeração e transporte de nutrientes e afetando o crescimento das plantas (PARENTE; MAIA, 2011).

As fezes dos animais podem ainda causar a contaminação microbiológica do curso d'água através dos coliformes fecais, mais especificamente da *Escherichia coli*. A *E. coli* é encontrada na microbiota intestinal do homem e de outros animais de sangue quente, como os equinos, por exemplo, e quando detectada em uma amostra de água pode indicar contaminação fecal e até mesmo a presença de patógenos (POPE *et al.*, 2003).

Em relação aos aspectos de qualidade da água, não foram observados indicadores relacionados à contaminação por esgotos, entretanto, há, nas proximidades do curso hídrico, a presença de resíduos sólidos.

Segundo o relatório do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM (2014) sobre a identificação dos municípios com condição crítica para a qualidade de água na sub-bacia do rio Piracicaba, no município de Itabira o Rio do Peixe é enquadrado na Classe 2.

Figura 5 - Intervenção antrópica observada no trecho pesquisado ao longo do Rio do Peixe, Itabira (MG)



(A) Resquícios de fogueiras; (B) Manilha com alimentos para equinos; (C) Margem do rio com marcas de pisoteio de animais; (D) Fezes de animais próximas ao curso d'água.

Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Destaca-se que a Deliberação Normativa Conjunta nº 01, de 05 de maio de 2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos-MG (CERH) estabelece que águas de classe 2 podem ser destinadas à proteção das comunidades aquáticas; recreação, como por exemplo natação e mergulho; abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; aquicultura e à atividade de pesca e irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, onde a população possa ter contato direto (MINAS GERAIS, 2008).

Salienta-se que os vários componentes existentes na água, que mudam o seu estado de pureza, podem ser apontados, de maneira vasta, em relação às suas características físicas, químicas e biológicas, que podem ser consideradas na forma de parâmetros de qualidade da água (VON SPERLING, 2012).

Assim, para a caracterização dos parâmetros de qualidade da água no trecho pesquisado, foram utilizados dados de uma estação de monitoramento de uma mineradora instalada na região, sendo que os parâmetros e periodicidade de monitoramento foram estabelecidos através de uma condicionante do licenciamento ambiental.

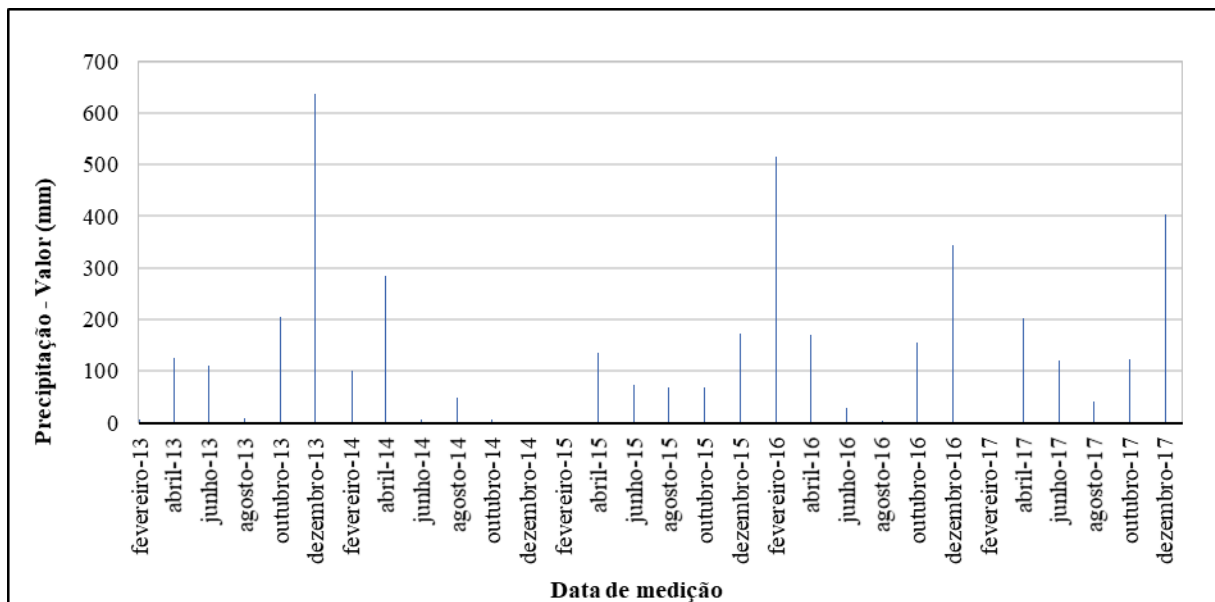
Os resultados referentes ao monitoramento da qualidade da água foram comparados àqueles estabelecidos pela DN COPAM-CERH-MG nº 01/2008 (MINAS GERAIS, 2008) e

aos dados pluviométricos do período compreendido entre os meses de janeiro de 2013 a dezembro de 2017, registrados pela estação de meteorologia EM11 – Pousada (VALE, 2018a).

Os dados pluviométricos, apresentados no Gráfico 1, correspondem ao mesmo período utilizado para a análise dos dados de qualidade da água, exibidos no Gráfico 2, correspondendo ao período compreendido entre fevereiro de 2013 a dezembro de 2017, agrupados em intervalo bimestral. Faz-se importante salientar que os períodos nos quais não houve medição do índice pluviométrico, como por exemplo, em dezembro de 2014, podem ser justificados devido à uma possível ausência de operação da estação meteorológica, não havendo, dessa forma, computação dos dados.

Nota-se no Gráfico 1 que em novembro/dezembro de 2013 foi registrada a maior altura anual de chuva, correspondendo a 637 mm, enquanto nos períodos de fevereiro de 2013, agosto de 2013, junho de 2014, outubro de 2014 e agosto de 2016, foram registradas as menores alturas de chuva, em média 6 mm. Além disso, verifica-se que o período compreendido entre junho de 2014 e outubro de 2015 foi um dos períodos mais secos do intervalo analisado.

Gráfico 1 - Dados pluviométricos de Itabira (MG), referentes ao período compreendido entre os meses de fevereiro de 2013 e dezembro de 2017



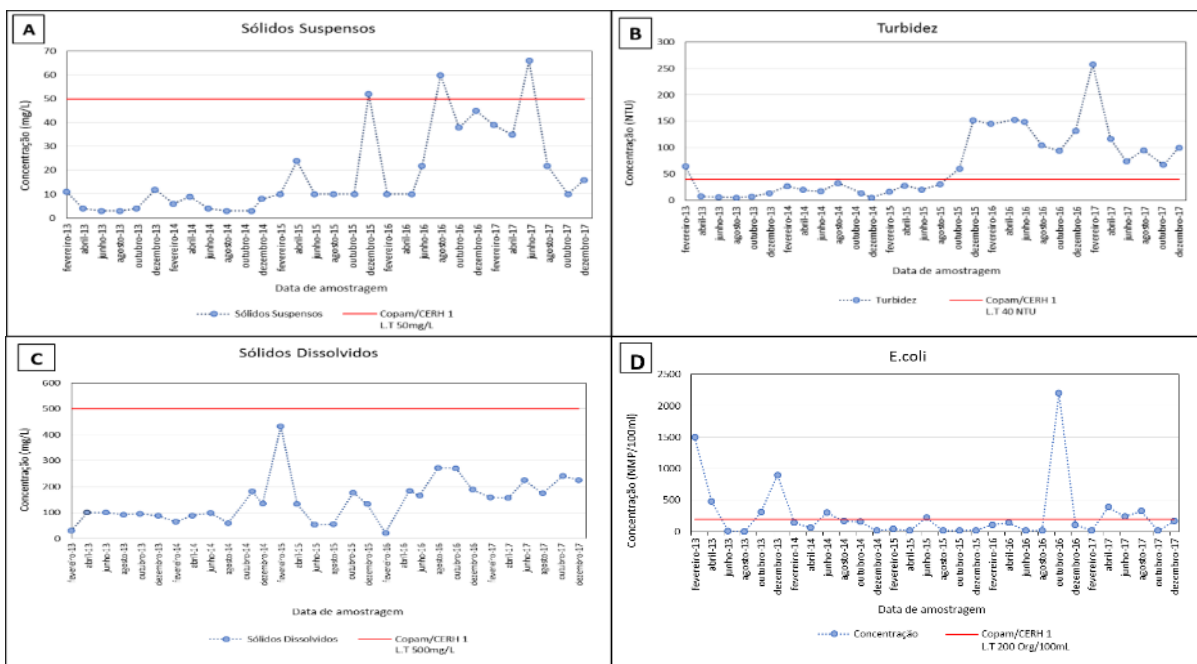
Fonte: Vale, 2017.

Os Gráficos 2A, 2B, 2C e 2D mostram os resultados dos parâmetros turbidez, sólidos suspensos e dissolvidos e *E. coli*, respectivamente, obtidos em amostras coletadas entre os meses de fevereiro de 2013 a dezembro de 2017.

De acordo com Pivelli e Kato (2006), a turbidez é o nível de redução de intensidade que um feixe de luz suporta ao atravessar a água, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como detritos orgânicos, bactérias e algas, plâncton em geral e partículas inorgânicas (areia, silte, argila).

Verifica-se que o parâmetro turbidez, no período entre fevereiro de 2013 e agosto de 2015, apresenta concentração abaixo do limite de 40 NTU (Unidade de Turbidez) estabelecido pela DN COPAM-CERH-MG nº 01/2008. No período de outubro de 2015 a dezembro de 2017 a concentração se manteve acima do limite de tolerância, ocorrendo um pico no mês de fevereiro de 2017 quando a concentração chegou a 258 NTU. Destaca-se que os valores acima do limite de tolerância observados a partir de outubro de 2015, podem estar relacionados ao período chuvoso que teve início nesta mesma época do ano, de acordo com os dados pluviométricos observados no Gráfico 1, que pode ter contribuído para um volume maior de material carregado para o leito do rio.

Gráfico 2 - Parâmetros monitorados com relação a qualidade da água do Rio do Peixe, Itabira - MG



(A) Sólidos suspensos; (B) Turbidez; (C) Sólidos dissolvidos; (D) *Escherichia Coli* (*E. Coli*).
Fonte: Vale, 2017.

Os sólidos são impurezas encontradas na água (VON SPERLING, 2017), assim, essas substâncias constituem a turbidez, uma vez que a presença de sólidos suspensos reduz a intensidade com que um feixe de luz pode atravessar a água (PIVELLI; KATOS, 2006).

Os valores referentes aos sólidos em suspensão oscilaram no período compreendido entre os meses de fevereiro de 2013 a outubro de 2015, entretanto, não ultrapassaram o limite de tolerância de 50mg/L instituído pela DN COPAM- CERH-MG n° 01/2008, sendo que o valor mínimo registrado neste período correspondeu a 11mg/L e o valor máximo a 24mg/L. Nota-se, a partir de dezembro de 2015 valores elevados em alguns meses com variações de concentração entre 10 mg/L (fevereiro de 2016) e 66mg/L (junho de 2017).

Semelhantemente ao verificado com relação ao parâmetro turbidez, destaca-se que os valores mais elevados de sólidos em suspensão podem estar relacionados ao período de chuva. De acordo com Pivelli e Kato (2006) , a degradação das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fator que pode contribuir com o aumento da turbidez das águas.

O parâmetro sólidos dissolvidos é composto por matéria orgânica, minerais e outras substâncias inorgânicas dissolvidas na água ou efluentes (ART, 2001). A análise deste parâmetro é importante para os estudos de controle de poluição das águas naturais, ajudando a compreender o comportamento da água pesquisada, podendo ainda indicar contaminação por esgotos ou efluentes industriais (PIVELLI ; KATO, 2006).

Verificou-se que os sólidos dissolvidos não ultrapassaram o limite de concentração de 500mg/L, estabelecido pela DN COPAM-CERH-MG n° 01/2008, em todo o período analisado. As amostragens realizadas entre os meses de fevereiro de 2013 a dezembro de 2017 mostram que a menor quantidade de sólidos foi registrada em fevereiro de 2016, correspondendo a 22mg/L, aproximando-se do limite de tolerância apenas em fevereiro de 2015, quando atingiu uma concentração de 432mg/L.

Destaca-se que o período entre outubro de 2015 a dezembro de 2017 é caracterizado por uma maior oscilação deste parâmetro, com concentrações variando entre 177mg/L no mês de outubro de 2015 e 272mg/L no mês de agosto de 2016. Esta oscilação pode ser associada a uma maior altura de chuva observada, além disso, neste período, a presença de barramento pode ter um papel significativo neste processo, uma vez que interfere na dinâmica do rio, reduzindo sua velocidade de escoamento e contribuindo para a sedimentação na calha fluvial, aumentando as partículas dissolvidas no curso d'água.

Segundo von Sperling (2017), a *E. coli* é um indicador de contaminação fecal, entretanto, a presença desta não garante que a contaminação seja humana, podendo ser proveniente de fezes animais. Este parâmetro é importante, pois indica se um corpo d'água foi

contaminado por fezes, apresentando, conseqüentemente, um potencial para transmitir doenças. Pode, ainda, indicar a contaminação por outros patógenos intestinais por ser o único biótipo da família Enterobacteriaceae considerado excepcionalmente de origem fecal (VASCONCELLOS *et al.*, 2006).

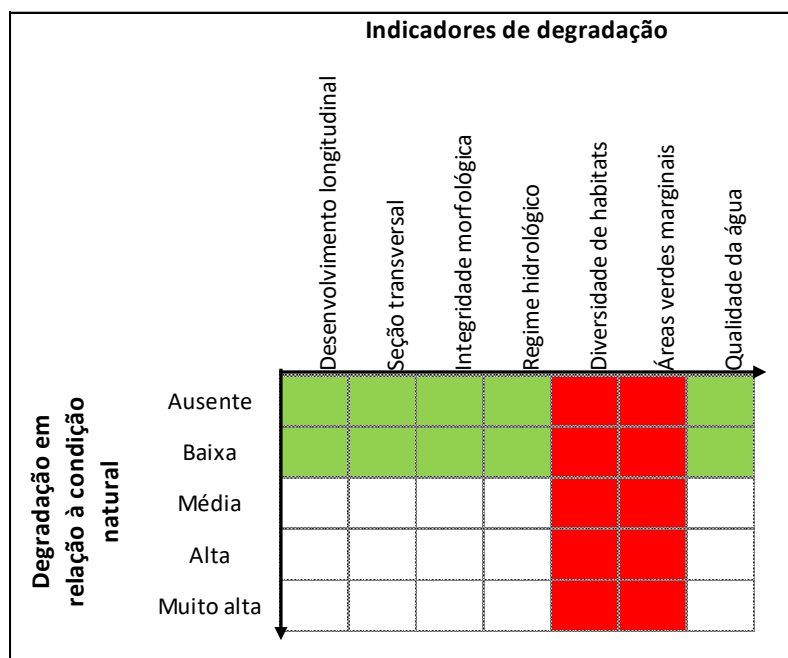
Assim, os resultados obtidos para o parâmetro *E. coli* indicam elevada concentração nas amostragens realizadas em fevereiro de 2013 (1500 Org/100mL) e dezembro de 2013 (900 Org/100mL), ultrapassando o limite de tolerância de 200 Org/100mL estabelecido pela DN COPAM- CERH-MG n° 01/2008. Nos anos seguintes, até junho de 2016, as amostragens se mantiveram dentro do limite de tolerância em quase todos os períodos, sendo que, somente em junho de 2014 e junho de 2015 o limite foi excedido, atingindo, respectivamente, as concentrações de 300 Org/100mL e 220 Org/100mL. A maior concentração deste parâmetro ocorreu em outubro de 2016 quando atingiu o pico de 2200 Org/100mL, período em que a precipitação foi de 160 mm, enquanto a menor concentração foi registrada em agosto de 2013, 1 Org/100mL, sendo um mês de precipitação baixa.

De maneira geral, notou-se uma variação significativa dos parâmetros analisados, com concentrações que se aproximaram ou ultrapassaram o limite permitido pela DN COPAM- CERH-MG n° 01/2008 no período compreendido entre os meses de novembro 2015 e dezembro de 2017.

O Gráfico 3 exibe de forma concisa os resultados da avaliação dos indicadores de degradação fluvial e ambiental do trecho analisado no Rio do Peixe de acordo com a metodologia proposta por Cardoso (2012), os quais indicam que o estado de degradação foi classificado, de modo geral, como “médio”. Ressalta-se que os aspectos físicos não sofreram alterações significativas em relação ao seu estado inicial, mas a qualidade ambiental, considerando os indicadores de diversidade de habitats e áreas verdes marginais, foi caracterizada por uma degradação muito alta, decorrente, principalmente da escassez ou ausência de mata ciliar ao longo do rio.

O potencial de restauração, segundo Cardoso (2012), é um indicativo de nível de probabilidade de se atingir os objetivos propostos em uma pesquisa, de acordo com as características da área de intervenção ambiental. Assim, salienta-se um potencial alto de restauração para o trecho analisado do Rio do Peixe, que poderá ser obtido a partir da restauração do ambiente. Entretanto, faz-se importante ressaltar que, de acordo com Moura *et al.* (2014), não havendo nenhuma intervenção, o prognóstico será de contínua deterioração dos aspectos físicos e funcionais do curso d'água pesquisado.

Gráfico 3 - Resultados da avaliação dos indicadores de degradação fluvial e ambiental do Rio do Peixe, Itabira (MG)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Desse modo, a partir do diagnóstico de degradação e definição do potencial de restauração, foram avaliadas e sugeridas as técnicas de intervenção que melhor se adaptam ao ambiente, associadas às características de cada sub-trecho e ao objetivo principal deste processo, que é a restauração da vegetação ciliar, e consequente melhoria na diversidade de habitats e da qualidade da água.

3.1 Proposição de intervenções

As técnicas de intervenção devem ser adequadas às características fluviais identificadas por meio dos indicadores de degradação, buscando a interação entre os aspectos fluviais e ambientais, de modo a garantir a estabilidade e equilíbrio do ambiente. Assim, com a finalidade de proporcionar uma melhoria das condições ambientais do trecho pesquisado, foram propostas alternativas de intervenções de acordo com as características de cada sub-trecho, apresentados no Quadro 2.

Uma vez que as margens mostram-se estáveis e não há presença de erosões que indiquem a necessidade de intervenções com função estrutural, sugere-se a aplicação de galhos de árvores ou arbustos com o objetivo de delimitar as margens do rio com material flexível e permeável que se adapta à forma natural da seção transversal e permite o

desenvolvimento de espécies vegetais, além de conter resíduos sólidos que podem ser carregados pela chuva, por exemplo. De acordo com Baptista e Pádua (2016), esta técnica permite a ocorrência de ajustes naturais que favorecem o crescimento e estabilização da vegetação, reduz a velocidade de escoamento e retém sedimentos.

Quadro 2 - Intervenções propostas para os sub-trechos considerados homogêneos ao longo do Rio do Peixe, Itabira (MG)

Sub-trecho	Técnica de intervenção indicada	
	Margem direita	Margem esquerda
1	Faxinas, galhos de árvores, biomantas, supressão e plantio de mudas nativas.	Faxinas, galhos de árvores, supressão e plantio de mudas nativas.
2	Biomantas, galhos de árvores, faxinas, supressão e plantio de mudas nativas.	Biomantas, galhos de árvores, supressão e plantio de mudas nativas.
3	Biomantas, galhos de árvores, supressão e plantio de mudas nativas.	Faxinas, galhos de árvores, biomantas, supressão e plantio de mudas nativas.
4	Biomantas, galhos de árvores, supressão e plantio de mudas nativas.	Faxinas, galhos de árvores, supressão e plantio de mudas nativas.
5	Faxinas, galhos de árvores, supressão e plantio de mudas nativas.	Biomantas, galhos de árvores, plantio de mudas nativas.
6	Biomantas, galhos de árvores, supressão e plantio de mudas nativas.	Enriquecimento com plantio de mudas nativas, galhos de árvores,
7	Faxinas, galhos de árvores, biomantas, supressão e plantio de mudas nativas.	Enriquecimento com plantio de mudas nativas, galhos de árvores,
8	Faxinas, galhos de árvores, biomantas, supressão e plantio de mudas nativas.	Biomantas, supressão e plantio de mudas nativas, galhos de árvores,

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Sugere-se que nas duas margens dos sub-trechos 1, 2, 5 e 7; na margem direita dos sub-trechos 3 e 8, e, na margem esquerda do sub-trecho 4, conforme mostram as Figuras 6A e 6B, seja realizada a intervenção por meio de faxinas com feixes de piaçava, objetivando a retenção de sedimentos e a proteção física das margens do rio até o desenvolvimento da vegetação que irá assumir esta função. Para Baptista e Pádua (2016), essa técnica requer pouca interferência no curso d'água e é indicada para taludes onde não são observadas movimentação de massa.

Ainda segundo Baptista e Pádua (2016) a aplicação de biomantas é uma técnica indicada para as áreas das margens que não estão em contato com o escoamento. No Brasil, geralmente estas mantas são produzidas com fibras de coco. Assim, destaca-se que esta é uma proteção temporária que permite o crescimento e estabelecimento definitivo da vegetação, sendo comumente empregada juntamente com o plantio de mudas.

Figura 6 – Áreas sugeridas para aplicação de biomanta e plantio de muda nativa ao longo do Rio do Peixe, Itabira (MG)



(A) Margem direita do sub-trecho 1; (B) Margem esquerda do sub-trecho 4.

Fonte: Acervo dos autores, 2018

Esta técnica é indicada para intervenção na margem direita dos sub-trechos 1, 4, 6 e 7; na margem esquerda do sub-trecho 5 e em ambas as margens dos sub-trechos 2, 3 e 8, onde a vegetação nativa encontra-se alterada de forma significativa ou está ausente. De maneira geral, a aplicação de biomantas contribui para a redução da velocidade de escoamento, uma vez que, com o crescimento da vegetação, há aumento da rugosidade e consequente aumento do volume de água, já que a quantidade de materiais sólidos depositados no leito do rio é reduzida (BAPTISTA; PÁDUA, 2016).

A recomposição da vegetação deve ser precedida da retirada de animais, supressão da vegetação exótica e cercamento da área para evitar novas interferências antrópicas descontraçadas na área pesquisada (VALE, 2018b). Recomenda-se que a recomposição vegetal seja realizada através do plantio de exemplares nativos da flora, para que haja a regeneração natural do ambiente o mais próximo possível do seu estado inicial. Segundo Botelho e Davide (2002), a definição das espécies que serão utilizadas para o reflorestamento do ambiente deve considerar os levantamentos florísticos regionais e locais, para que sejam obtidos dados com relação às principais espécies de ocorrência naquele local onde se propõe a restauração.

Neste sentido, a área analisada nesta pesquisa é caracterizada pela presença de floresta estacional semidecidual em estágio inicial (VALE 2018b). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2010), o bioma da Mata Atlântica é composto por diversas formações florestais, sendo a floresta estacional semidecidual uma dessas. Segundo o Mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 2004), a principal característica deste tipo de floresta é que entre 20 e 50% das árvores que a compõem perdem as folhas no período seco do ano.

Assim, nesta pesquisa, objetivando a restauração da mata ciliar do curso d'água e a proteção superficial do solo, sugere-se que a recomposição vegetal seja realizada através do plantio de espécies pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias de acordo com as características de cada sub-trecho.

A partir das informações obtidas em campo pode-se propor diferentes intervenções, tal como o plantio de enriquecimento em sub-trechos que ainda possuam vegetação nativa, supressão e plantio de mudas nos sub-trechos nos quais há predomínio de espécies exóticas, como eucalipto; e a eliminação da pastagem e plantio de mudas nativas nos sub-trechos com maior interferência antrópica. Desse modo, esta técnica é indicada para ambas as margens dos sub-trechos 1, 2, 3, 4 e 8 e para a margem direita dos subtrechos 5, 6 e 7.

O Projeto Técnico de Reconstituição da Flora (VALE, 2018b), aponta, dentre as espécies nativas deste ambiente que poderiam ser utilizadas no processo de restauração a embaúba, quaresma, pau espeto, lobeira, benjoeiro, pata-de-vaca, samambaiçu e jatobá. Além disso, sugere-se a implantação de um sub-bosque constituído por espécies frutíferas que poderiam promover o aumento da diversidade de habitats, atraindo espécies animais e contribuindo para o desenvolvimento de outras espécies vegetais através do enriquecimento do solo com seus nutrientes.

4. Conclusão

A sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe é a segunda maior do município de Itabira (MG), e um dos principais cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio Doce. Contudo, a remoção da vegetação nativa e ações antrópicas como pesca e instalação de pastagem têm contribuído nos últimos anos para o avanço da degradação ambiental.

Assim, esta pesquisa objetivou a elaboração de um diagnóstico do estado de degradação e do potencial de restauração de um trecho do Rio do Peixe, localizado em Itabira (MG). Além disso, foram propostas técnicas de intervenção para a restauração e preservação do ambiente, visando à melhoria da qualidade e volume da água, recomposição da mata ciliar e aumento da diversidade de habitats.

Para esta análise, o trecho pesquisado foi dividido em oito sub-trechos, considerando as diferentes características encontradas em relação a densidade da vegetação, diversidade de habitats e disponibilidade de áreas verdes adjacentes, possibilitando a definição do nível de degradação e potencial de restauração.

Notou-se que a dimensão ambiental sofreu maior alteração, sendo a degradação avaliada como muito alta em relação à condição inicial dos indicadores áreas verde adjacente e diversidade de habitats. Destaca-se que essa degradação é decorrente da ausência de mata ciliar na maior parte do trecho pesquisado e à presença de vegetação exótica em alguns sub-trechos.

Apenas o indicador referente à qualidade da água, quando considerados os aspectos ambientais, foi avaliado com uma alteração muito baixa em relação ao seu estado inicial, dada a ausência de lançamento de esgotos e o atendimento aos limites estabelecidos pela DN COPAM-CERH-MG n° 01/2008 quanto aos parâmetros sólidos suspensos e dissolvidos, turbidez e *E. coli*, na maior parte das amostras analisadas.

Em relação aos aspectos fluviais, as alterações foram avaliadas como muito baixas quanto aos aspectos desenvolvimento longitudinal, seção transversal, integridade morfológica e regime hidrológico, considerando que não houve alterações significativas na calha e na seção do curso d'água associadas às intervenções antrópicas. As margens encontram-se estáveis, sem evidências de erosão ou pontos de deslizamento e a área não apresenta risco de inundações que possam causar danos consideráveis.

Assim, uma vez que a degradação associada ao trecho pesquisado foi classificada como média com potencial de restauração alto, foi indicada a utilização de técnicas de bioengenharia, tais como proteção das margens através da disposição de galhos de árvores e arbustos, faxinas, supressão de vegetação exótica, eliminação de áreas de pastagem, aplicação de biomanta e plantio de mudas nativas.

Ressalta-se que os resultados obtidos nesta pesquisa podem contribuir para a restauração do equilíbrio ecológico do ambiente, melhoria da qualidade e volume da água, recuperação da mata ciliar e desenvolvimento da diversidade de habitats, proporcionando melhor qualidade de vida à população residente nas proximidade do curso hídrico.

Faz-se necessário que a população local seja sensibilizada quanto a importância da preservação ambiental e da participação nas decisões que afetam a qualidade do ambiente onde vivem. Neste sentido, salienta-se que a responsabilidade pela proteção do meio ambiente deve ser compartilhada entre empreendedores, poder público e sociedade, de modo a proporcionar um uso sustentável dos recursos naturais, satisfazendo as necessidades básicas de todos e garantindo a preservação para as gerações futuras.

Desse modo, é importante que, em sinergia com o trabalho de restauração ambiental, também seja implementado um programa de educação ambiental a fim de desenvolver na população local a capacidade de intervir e agir como uma ferramenta de controle e

participação social na gestão ambiental, buscando a harmonia entre as ações antrópicas e o meio ambiente.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Metadados Bacia Rio Doce**. 2017. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em: 05 mai. 2018.

ART, H. W. (Editor Geral). **Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais**. 2. ed. São Paulo: UNESP/Melhoramentos, 2001. 584 p.

BAPTISTA, M; PÁDUA V. L. **Restauração de Sistemas Fluviais**. 1º ed. Barueri SP: Editora Manole Ltda, 2016.

BARROS, C. J. **Deserto Verde** - Os impactos do cultivo de eucalipto e pinus no Brasil. Superintendência Regional do Trabalho e Emprego de Santa Catarina, p.5, 2011.

BONFIM, A. C. F; PEREIRA, P. H. R; PERDIGÃO, L. S; VIEIRA, E.M. Análise do aporte de ferro solúvel na sub-bacia hidrográfica do rio do Peixe por meio do SWAT. **Anais... XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1010.pdf>> Acesso em: 13 fev. 2018.

BOTELHO, M. J. CRUZ, G. A. V. **Metodologia Científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013, 131p.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. 2002. **Anais... Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas**, 5. 2002, Belo Horizonte. Água e biodiversidade: palestras. [Belo Horizonte: SOBRADE], 2002.

CANEPPELE, G. B. **Sistema de custos e análise de preços para uma indústria de confecções**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

Departamento de Ciências Administrativas, Contábeis, Econômicas e Da Comunicação Curso De Ciências Contábeis, Três Passos, 2012.

CARDOSO, A. S. **Proposta de metodologia para orientação de processos decisórios relativos a intervenções em cursos de água em áreas urbanas.** Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2012. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/499D.PDF>>. Acesso em 10 fev. 2018.

CARPANEZZI, A. A. Benefícios indiretos da floresta. *In*: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000, p. 19-55.

COELHO, A. L. N. **Geomorfologia fluvial de rios Impactados por barragens.** Universidade Federal de Uberlândia Programa de Pós-Graduação em Geografia Caminhos de Geografia, Uberlândia, 2008.

GOOGLE. **Google Earth.** Versão 7.1.5.1557. 2017. Nota (Município de Itabira - MG). Disponível em: <<http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na sub-bacia do rio Piracicaba.** Belo Horizonte, 29 de Julho de 2014. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/>>. Acesso em: 12 de fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação.** 2004; Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 20 de ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo - Séries históricas Município de Itabira.** 2010a. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/mg/itabira/pesquisa/43/30281?detalhes=true&tipo=grafico>> Acesso em: 09 set. 2018.

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

LIMA, W. P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de Matas Ciliares. *In*: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo, Edusp e Fapesp, 2^a ed, 2004.

MACIEL JUNIOR, P; MACIEL, Y. R; NEVES, R. M. **Considerações sobre o Enquadramento das Águas da Bacia do Rio Piracicaba**. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce – PIRH-DOCE, 2010.

MARCONI, M. de A. LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5^a ed. São Paulo: Atlas, 2011.

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.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Florestas do Brasil em resumo 2010**. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/publicacoes/561-florestas-do-brasil-em-resumo-2010>>. Acesso em: 22 de ago. 2018.

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

MOURA, P., CARDOSO, A., SANTOS, A. C.; BAPTISTA, M. Avaliação ambiental para restauração hidrológica e fluvial em áreas degradadas por atividades de mineração. **REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina**, volume, n. 1, Jan/Jun. 2014.

PARENTE, H.N.; MAIA, M.O. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica**, Chapadinha, v. 5, n. 3, 2011.

PIVELLI, R. P; KATO, M. T. **Qualidade Das Águas e Poluição** - Aspectos Físico-químicos. 2006.

POPE, M.L; *et al.* **Assessment of the Effects of Holding Time and Temperature on Escherichia coli Densities in Surface Water Samples**. Appl Environ Microbiol. 2003.

RODRIGUES, S. S. **Análise da eficiência de indicadores da restauração ecológica em mata ripária no Cerrado, Planaltina- Distrito Federal**. Dissertação de mestrado em ciências florestais departamento de engenharia florestal. Universidade de Brasília, DF, 2015.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO (SAAE). **Origem da água**. Disponível em: <<http://www.saaeitabira.com.br/index.php/agua-esgoto/origem-agua>> Acesso em: 15 fev. 2018.

SILVA, M. I. O. **Avaliação ecológica de áreas ciliares em processo de restauração florestal na zona da mata norte, Pernambuco**. RECIFE, 2017.

SOUZA, W. F. L.; MEDEIROS, P. R. P.; BRANDINI, N.; KNOPPERS, B. Impactos de Barragens sobre os Fluxos de Materiais na Interface Continente-Oceano, **Rev. Virtual Quim.**, 3 (2), 116-128, 2011.

VALE. **Vale fornece água de mina para a ETA Rio de Peixe, em Itabira**. 2017a. Disponível em: < [25](https://valeinformar.valeglobal.net/BR/MG/Paginas/Vale-fornece-</p></div><div data-bbox=)

%C3%A1gua-de-mina-para-a-ETA-Rio-de-Peixe,-em-Itabira.aspx?pdf=1> Acesso em: 07 out. 2018.

VALE. **Dados de qualidade da água, Rio do Peixe - 2013 a 2017**. Documento interno. 2017b.

VALE. **Dados pluviométricos da estação meteorológica EM11 – Pousada, Itabira - 2013 a 2017**. Documento interno. 2018a.

VALE. **Projeto Técnico de Reconstituição da Flora (PTRF)**. Documento interno. 2018b.

VASCONCELLOS, F. C. S; IGANCI, J. R. V; RIBEIRO, G. A. **Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul**. Arquivos do Instituto Biológico, 73: 177-181, 2006.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. V.7. 2°. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. V.1. 4°. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017.