



Research, Society and Development
ISSN: 2525-3409
ISSN: 2525-3409
rsd.articles@gmail.com
Universidade Federal de Itajubá
Brasil

Diagnóstico de degradação do Ribeirão Candidópolis, Itabira (MG): uma contribuição para propostas de restauração

Torres Vicente, Izabela; Cordeiro, Juni

Diagnóstico de degradação do Ribeirão Candidópolis, Itabira (MG): uma contribuição para propostas de restauração

Research, Society and Development, vol. 7, núm. 2, 2018

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560659009004>

DOI: <https://doi.org/10.17648/rsd-v7i2.174>



Este trabalho está sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0.

Diagnóstico de degradação do Ribeirão Candidópolis, Itabira (MG): uma contribuição para propostas de restauração

Diagnosis of degradation of Ribeirão Candidópolis, Itabira (MG): a contribution to restoration proposals

Izabela Torres Vicente izabelatorres288@gmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Juni Cordeiro juni.scordeiro@gmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Research, Society and Development, vol. 7, núm. 2, 2018

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Recepção: 01 Novembro 2017
Aprovação: 10 Novembro 2017

DOI: <https://doi.org/10.17648/rsd-v7i2.174>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560659009004>

Resumo: A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Candidópolis, localizada no município de Itabira (MG), é a principal fonte de abastecimento de água bruta para o Sistema Pureza, que fornece água tratada para uma parcela significativa da população urbana desta cidade. Apesar da importância do Ribeirão Candidópolis para o município, nos últimos anos este vem sofrendo com o manejo inadequado do solo na sua bacia. Dessa forma, este trabalho visou elaborar o diagnóstico das condições ambientais e fluviais de um trecho do Ribeirão Candidópolis a partir da observação e avaliação de indicadores de degradação e estabelecer propostas para a sua restauração. Assim, verificou-se que o estado de degradação do Ribeirão Candidópolis no trecho analisado pode ser classificado como “médio” com relação aos seus aspectos físicos, enquanto a qualidade ambiental recebeu a pior avaliação, resultante, principalmente da escassez ou ausência de mata ciliar. Dentre as técnicas de restauração a serem empregadas destaca-se a recomposição da vegetação ripária por meio da implementação de zonas de tamponamento e a utilização de biomantas ou pneus, aliada à recomposição vegetal, para controle dos processos erosivos observados. Nesse cenário é imprescindível a elaboração de estudos e proposição de medidas para a restauração do ribeirão visando a manutenção da qualidade e quantidade de água, sobretudo para fins de abastecimento público.

Palavras-chave: Abastecimento de água, Degradação ambiental, Restauração fluvial.

Abstract: The Ribeirão Candidópolis Hydrographic Basin, located in the municipality of Itabira (MG), is the main source of raw water supply for the Pureza System, which supplies treated water to a significant portion of the urban population of this city. Despite the importance of Ribeirão Candidópolis to the municipality, in recent years it has been suffering from inadequate soil management in its basin. This work aimed to elaborate the diagnosis of the environmental and fluvial conditions of a Ribeirão Candidópolis stretch from the observation and evaluation of indicators of degradation and establish proposals for its restoration. It was verified that the degradation state of Ribeirão Candidópolis in the analyzed section can be classified as "medium" in relation to its physical aspects, while the environmental quality received the worst evaluation, resulting mainly from the scarcity or absence of ciliary forest. Among the restoration techniques to be used, we highlight the recovery of riparian vegetation by means of the implementation of buffer zones and the use of anti-erosion biodegradable blanket or tires for soil reinforcement, together with the vegetal recomposition, to control the observed erosive processes. In this scenario is essential to prepare studies and propose measures for the restoration of the river to maintain the quality and quantity of water, especially for public supply purposes.

Keywords: Water supply, Ambiental degradation, River Restoration.

1. Introdução

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Candidópolis corresponde ao manancial mais próximo do centro de consumo de água na área urbana do município de Itabira (MG), sendo de grande importância para o abastecimento de aproximadamente 55% da população urbana deste município (SAAE, 2017a). Ainda segundo o Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE (2017a), a captação de água bruta no ribeirão é superficial, portanto, é mais vulnerável às ações degradadoras.

A área correspondente à bacia, totalizando 3361,8 hectares, é caracterizada por fragmentos de mata secundária e pastagens, as quais representam as principais classes de uso e cobertura do solo. Conforme dados da Fundação Arthur Bernardes – FUNARBE (2014a), a ocupação humana desordenada ao longo da área abrangida pela bacia tem desencadeado processos erosivos e compactação do solo, os quais afetam o ciclo hidrológico local.

Dentre os efeitos negativos relacionados aos processos de degradação, podem ser citadas, de acordo com o SAAE (2010), a diminuição da biodiversidade local, o assoreamento dos corpos hídricos e a redução da recarga do aquífero, resultando na elevação das vazões durante os períodos chuvosos e a diminuição destas nos períodos de estiagem.

Esse contexto evidencia a importância da preservação de toda a área referente à bacia hidrográfica do Ribeirão Candidópolis, além disso, ações de restauração ao longo de todo o curso hídrico podem ajudar a garantir a qualidade e a quantidade de água no manancial, promovendo a qualidade de vida da população e o retorno da biodiversidade.

Destaca-se que a utilização do termo “restauração” refere-se à recuperação de um sistema degradado, visando a melhoria das suas condições físicas, assim como do seu funcionamento, tomando-se como referência uma condição mais natural (BAPTISTA; PÁDUA, 2016).

Este trabalho apresenta um diagnóstico das condições ambientais e fluviais do Ribeirão Candidópolis, e a proposição de medidas de restauração a serem implementadas em um trecho selecionado desse curso hídrico, visando a melhoria da qualidade da água e um incremento do seu volume.

2. Metodologia

Esta pesquisa utilizou uma abordagem quali-quantitativa. A pesquisa quantitativa corresponde àquela aplicada aos dados que podem ser quantificados, possibilitando interpretar por meio de números, opiniões e informações para categorizá-los e avaliá-los (PRODANOV; FREITAS, 2013). Já a abordagem qualitativa considera que existe uma relação dinâmica entre o sujeito e o mundo real, ou seja, um vínculo indissociável entre a subjetividade do sujeito e o mundo objetivo que não pode ser traduzido em números (KAUARK *et al.*, 2010).

Por sua vez, os instrumentos de coleta de dados utilizados foram a análise documental e a observação. De acordo com Appolinário (2006),

a análise documental possibilita a execução de pesquisas e estudos em documentos de acesso restrito, permitindo a compilação dos dados, sistematizando-os e explanando-os conforme o objetivo inicialmente proposto.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados dados quantitativos referentes à qualidade da água do Ribeirão Candidópolis fornecidos pelo SAAE (2017b) e relatórios elaborados pela FUNARBE (2014 a, b) visando subsidiar o Instituto BioAtlântica (IBIO-AGB Doce) no processo de implementação do Programa Produtor de Água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Candidópolis.

Quanto à observação, a metodologia empregada baseou-se no modelo de diagnóstico do estado de degradação a partir da caracterização das condições fluviais e ambientais proposto por Cardoso (2012), consistindo na divisão do curso d'água em trechos homogêneos seguida pela avaliação da:

- (i) dimensão fluvial, representada pelos aspectos físicos e funcionais do curso d'água, exemplificadas pelo desenvolvimento longitudinal, seção transversal, integridade morfológica e regime hidrológico e;
- (ii) dimensão ambiental, composta pela identificação e caracterização da diversidade de habitats, presença de áreas verdes marginais e aspectos referentes à qualidade da água.

Desse modo, a análise dos indicadores fluviais e ambientais, obtidos a partir do levantamento em campo de nove pontos situados ao longo do Ribeirão Candidópolis, permitiram avaliar o nível de degradação e a possibilidade da identificação do potencial de restauração e a seleção de um trecho para o qual foram propostas alternativas de intervenção visando a sua restauração.

3. Resultados e discussão

O município de Itabira está localizado a cerca de 100 quilômetros a nordeste de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Itabira possui uma população de 109.783 habitantes, unidade territorial de 1.253,704km² e densidade demográfica de 87,57hab/km² (IBGE, 2017). Ainda segundo informações do IBGE (2017), observa-se que entre 1996 e 2010 houve um crescimento populacional na cidade de 15,7% (94.900 pessoas em 1996 para 109.783 pessoas em 2010), estimulado principalmente pelo crescimento industrial e pela atividade minerária na região.

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Candidópolis pertence à Bacia do Rio do Peixe, sub-bacia integrante da Bacia do Rio Piracicaba, que por sua vez é uma sub-bacia do Rio Doce (Figura 1), sendo responsável pelo abastecimento de cerca de 55% da cidade por meio da Estação de Tratamento de Água (ETA) Pureza. Conforme o SAAE (2010), os moradores mais antigos da região relatam que até a década de 1980

existiam poucas áreas degradadas, além disso, as matas ciliares estavam preservadas, assim como as demais formas de vegetação natural.

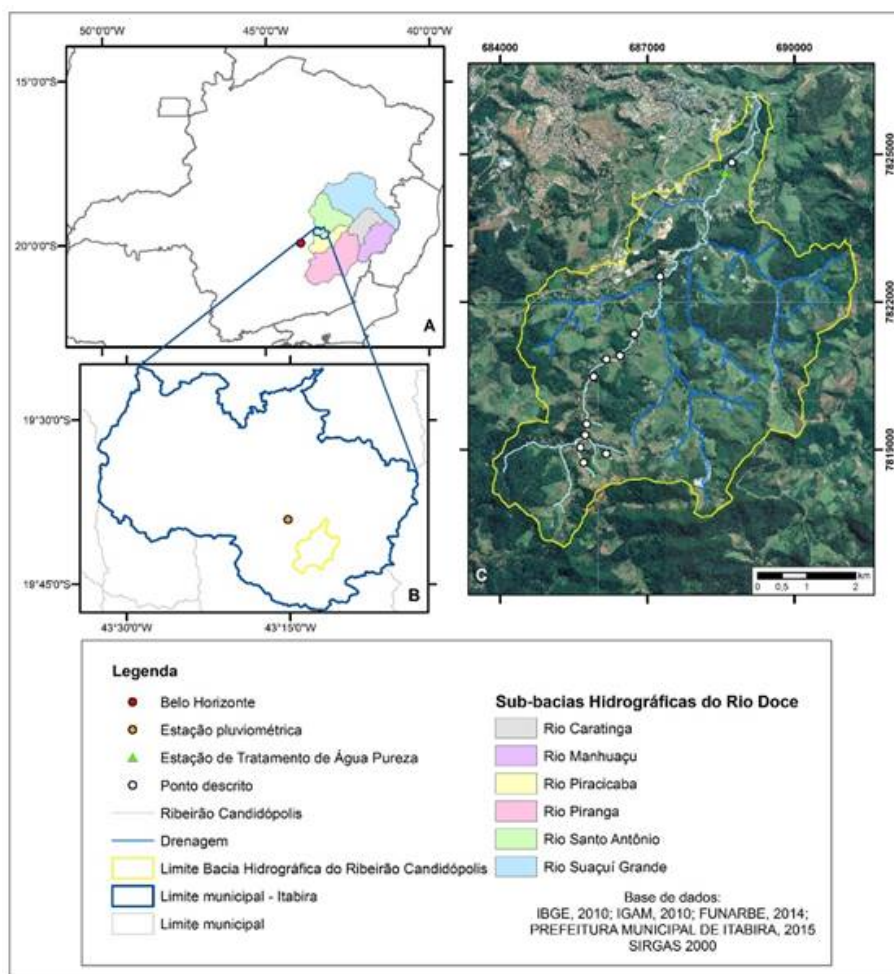


Figura 1 -

(A) Localização do município de Itabira no estado de Minas Gerais; (B) Localização da Bacia Hidrográfica do Candidópolis na área pertencente ao município de Itabira; (C) Imagem de satélite georreferenciada da área abrangida pela Bacia Hidrográfica do Candidópolis

Fonte: Modificado de IBGE (2010); Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM (2010); FUNARBE (2014a); Prefeitura Municipal de Itabira (2015).

3.1. Diagnóstico de degradação

Conforme Cardoso (2012), o diagnóstico das condições fluviais e ambientais de um curso hídrico deve ser realizado para trechos considerados homogêneos, assim definidos a partir da delimitação da área da bacia e identificação da rede de drenagem.

Posteriormente, considerando o diagnóstico propriamente dito dos trechos selecionados, deve-se obter, em campo e/ou em outras fontes de consulta, informações referentes aos aspectos físicos, funcionais e ambientais do curso d'água, as quais possibilitarão a avaliação do nível de degradação por meio de indicadores definidos a partir das dimensões fluvial e ambiental.

3.1.2 Dimensão fluvial

De maneira geral, a dimensão fluvial, de acordo com Cardoso (2012), corresponde à análise dos aspectos físicos e funcionais do curso d'água, tais como o desenvolvimento longitudinal, a seção transversal, a integridade morfológica e o regime hidrológico.

3.1.2.1 Desenvolvimento Longitudinal e Seção Transversal

Segundo dados da FUNARBE (2014a), a Bacia do Ribeirão Candidópolis possui altitude média de 818 metros, altitude máxima de 1.097 metros e altitude mínima de 668 metros. Além disso, há predomínio de declividades características de relevo ondulado a forte ondulado, presente em 81% da área. Salienta-se que sua extensão é de 10.820 metros da nascente até o local onde deságua no Rio do Peixe.

A declividade de uma bacia hidrográfica possui estreita relação com os diversos processos hidrológicos que nela ocorrem, tais como o escoamento superficial, a umidade do solo, a infiltração, dentre outros. O predomínio das formas de relevo ondulado a forte ondulado, na bacia, denota que grande parte dela apresenta elevada susceptibilidade à erosão, consequentemente faz-se necessária a preservação/manutenção da cobertura vegetal, visto que esta que diminui o impacto das gotas de chuva no solo. Por sua vez, a cobertura vegetal contribui para o aumento da infiltração de água no solo e para manutenção de maiores teores de umidade do solo (FUNARBE, 2014a).

De acordo com Cardoso (2012), o desenvolvimento longitudinal de um curso d'água corresponde à um indicador composto por três aspectos principais representados pela largura e sinuosidade do curso d'água, declividade e continuidade deste. Assim, observa-se no Ribeirão Candidópolis, uma degradação média, associada às alterações moderadas no seu leito natural, decorrentes, principalmente, das intervenções antrópicas na calha e à ocupação das áreas marginais.

O indicador relacionado à seção transversal é formado pela análise de três fatores que retratam as condições do curso d'água, sendo representados pela configuração do leito e margens, conectividade entre a calha, planície fluvial e o lençol freático e o tipo de revestimento utilizado no curso hídrico (CARDOSO, 2012). Verifica-se no Ribeirão Candidópolis que o revestimento de praticamente todo o canal é em solo natural, em leito irregular, classificado como granular, dada a sua constituição por partículas soltas de diversos tamanhos e formas. Dessa forma, com relação a esse indicador, considera-se um nível baixo de degradação do ribeirão em relação à sua condição natural.

3.1.2.2 Integridade Morfológica e Regime Hidrológico

A integridade morfológica de um curso hídrico está relacionada às condições de estabilidade de suas margens, dada a sua relevância no

contexto dos processos geomorfológicos e o nível de risco que pode proporcionar à ocupação marginal (CARDOSO, 2012).

Nesta acepção, ressalta-se que as margens do Ribeirão Candidópolis são de um modo geral estáveis, entretanto, localmente, é possível notar o desenvolvimento de processos erosivos nas vertentes próximas ao corpo hídrico, relacionados, possivelmente, à ausência de cobertura vegetal e escoamento superficial intenso, os quais indicam uma degradação média em relação à condição natural.

Dessa forma, os perfis em alguns pontos da calha do Ribeirão Candidópolis sofrem constantes alterações físicas devido ao carreamento de sedimentos, escoamento superficial, desbarrancamento das margens e principalmente devido às chuvas. Neste sentido destaca-se que a chuva, além de aumentar a vazão de água de um ribeirão, proporciona mudanças na velocidade do escoamento, favorecendo modificações no leito do rio, principalmente por estarem desprovidos de vegetação ciliar (SILVA *et al.*, 2013).

Neste contexto, o Gráfico 1 exibe o histórico de precipitação na área da bacia nos últimos 20 anos, obtido a partir dos dados da estação pluviométrica da Mina de Conceição (CCEPL001), localizada a aproximadamente 35 quilômetros da área de estudo, visto que na área referente à bacia não existem estações de monitoramento. É importante destacar que o período de seca nos anos de 2014 e 2015, aliados ao crescimento populacional já citado provocaram uma crise de abastecimento nessa região, a qual evidencia a necessidade de restauração da bacia a fim de se garantir água em quantidade e qualidade suficientes.

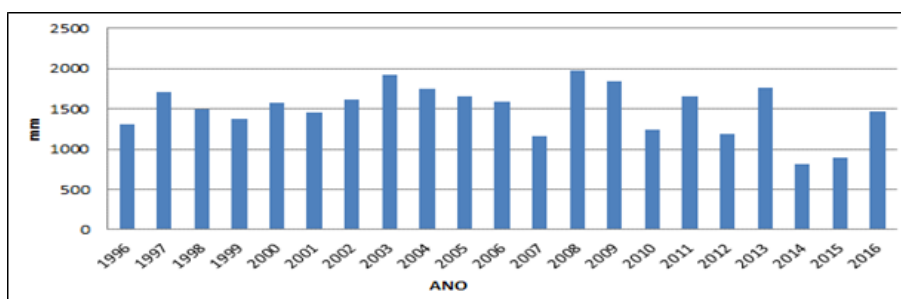


Gráfico 1:

Série histórica da pluviosidade média anual na estação de Conceição (CCEPL001), município de Itabira (MG) entre os anos de 1996 e 2016.

Fonte: VALE (2017).

Por outro lado, ressalta-se que o risco de inundações com danos no local é baixo, uma vez que as margens do curso d'água ainda não estão ocupadas, porém a ausência em alguns trechos de vegetação ciliar e a crescente impermeabilização da bacia vem aumentando as vazões de pico e favorecendo a erosão das margens e o assoreamento do canal.

3.1.3 Dimensão ambiental

Considerando a dimensão ambiental, Cardoso (2012) propõe a utilização de três indicadores para a definição do quadro de degradação de um curso

d'água, representados pela diversidade de habitats, a existência de áreas verdes marginais e os aspectos referentes à qualidade da água.

3.1.3.1 Diversidade de habitats

A diversidade de habitats está relacionada diretamente à tipologia do curso d'água, que por sua vez, é determinante para a formação de diferentes nichos para a reprodução/criação de espécies. Assim, aspectos relacionados, por exemplo, ao desenvolvimento longitudinal, tipo de revestimento, forma da seção, regime de escoamento e vegetação marginal, devem ser considerados de forma adequada (CARDOSO, 2012).

Desse modo, visto que o Ribeirão Candidópolis apresenta uma degradação em relação à condição natural considerada moderada quanto ao desenvolvimento longitudinal e baixa com relação à seção transversal, considera-se quanto à diversidade de habitats uma degradação baixa.

3.1.3.2 Áreas verdes marginais

De acordo com Cardoso (2012), a vegetação marginal ao longo de um curso d'água possui um papel relevante na proteção das margens deste, no controle dos processos erosivos, aumento da diversidade de habitats e melhoria da qualidade de água. Neste sentido, segundo Stevaux e Latrubesse (2017), a remoção da vegetação nativa e a sua substituição por outros tipos de cobertura, como agricultura, pastagem ou urbanização, promove instabilidade no sistema fluvial, podendo, comumente, acelerar os processos erosivos e aumentar o carreamento de sedimentos para o curso hídrico. Além disso, Martins (2014) ressalta o papel das matas ciliares na retenção de poluentes, agrotóxicos e sedimentos que seriam transportados para o curso hídrico, os quais poderiam afetar diretamente a qualidade e a quantidade de água, e, conseqüentemente, a população humana e a fauna aquática.

Dessa forma, visto que ao longo do Ribeirão Candidópolis predomina vegetação rasteira constituída por gramíneas, características de áreas de pastagem, a degradação em relação à condição natural é considerada muito alta.

3.1.3.3 Qualidade da água

A análise da qualidade da água pode ser realizada de diversas maneiras, em consonância com o objetivo da intervenção e com o uso que se pretende fazer dela (CARDOSO, 2012). Na Bacia do Ribeirão Candidópolis essa análise é feita através da coleta de amostras de água bruta próximo ao ponto de captação da ETA Pureza. Neste contexto, faz-se importante salientar que a Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 09/1994, enquadra como “classe 1” o Ribeirão Candidópolis das suas nascentes até a confluência com o Rio de Peixe (MINAS GERAIS, 1994).

Além disso, conforme a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/ Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) nº 01/2008, as águas doces designadas “classe 1”, podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após a realização de tratamento simplificado; às atividades de recreação de contato primário, como por exemplo natação e mergulho, conforme a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 274/2000; à proteção das comunidades aquáticas; à irrigação de frutas que se desenvolvem próximas ao solo, ingeridas cruas e sem a remoção de película, e hortaliças consumidas cruas (MINAS GERAIS, 2008).

Por outro lado, para tais usos, devem ser verificados os padrões de qualidade representados pela presença de materiais flutuantes, óleos e graxas e substâncias que transfram para a água cor e sabor; por seus aspectos biológicos (tais como coliformes termotolerantes, clorofila-a e densidade de cianobactérias), a presença de resíduos sólidos e sólidos em suspensão, a demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, turbidez, cor verdadeira e pH (MINAS GERAIS, 2008).

Uma pesquisa acerca da qualidade da água na bacia do Ribeirão Candidópolis elaborada por Santos (2008) apontou que os indicadores de condições de suporte biológico (oxigênio dissolvido - OD e pH) apresentavam-se de acordo com a “classe 1” da Resolução do CONAMA nº 357/2005, assim como o indicador de demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Ainda de acordo com Santos (2008), no que se referia às condições de eutrofização das águas da bacia o fósforo era o principal contribuinte, apresentando teor médio em alguns pontos de 0,45 mg/L, enquadrando-se apenas na classe 4, da Resolução do CONAMA nº 357/2005. Por outro lado, o teor de nitrato não apresentava risco à eutrofização, apresentando o maior teor médio (1,32 mg/L).

A análise referente aos dados de turbidez disponibilizados pelo SAAE (2017b) de amostras coletadas no Ribeirão Candidópolis entre os meses de outubro de 2012 e maio de 2017, apresentados no Gráfico 2, indicam que com exceção das amostras coletadas nos meses de janeiro e novembro de 2013; março, abril, novembro e dezembro de 2014; agosto e dezembro de 2015; janeiro e dezembro de 2016 e março de 2017, todas as demais atendiam ao limite de 40 UNT preconizado pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008 e Resolução do CONAMA nº 357/2005.

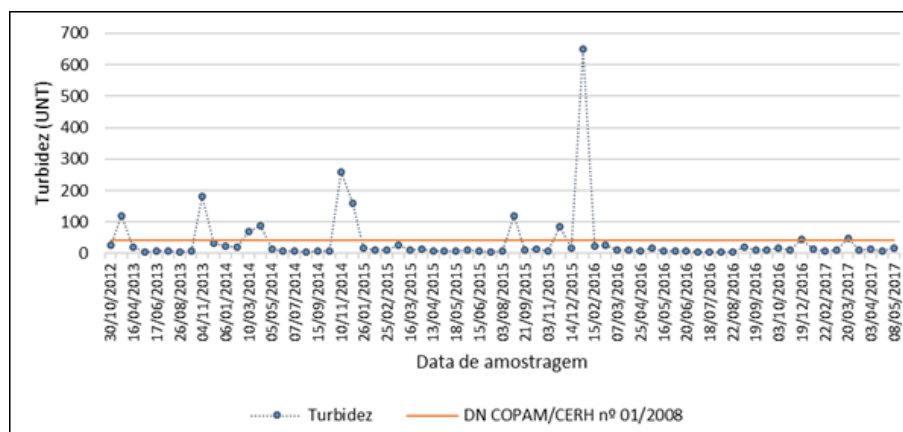


Gráfico 2:

Evolução temporal das variações de turbidez observadas em amostras coletadas no Ribeirão Candidópolis, Itabira/MG

Fonte: SAAE (2017b).

De maneira geral, os valores mais elevados de turbidez estão associados à ocorrência de chuvas no período que antecede às amostragens e/ou no dia de execução destas, as quais contribuíram para o aumento do escoamento superficial e carreamento de partículas de solo e outros materiais. Neste sentido, de acordo com Ginebreda *et al.* (2015), os sólidos em suspensão e/ou turbidez podem ser decorrentes de material inorgânico e orgânico nas formas coloidal e particulada, comumente resultantes do transporte ou ressuspensão de sedimentos ou associadas ao lançamento de efluentes domésticos e industriais nos cursos hídricos.

Dada a dificuldade relacionada à detecção de agentes patogênicos em uma amostra de água, em função de suas baixas concentrações, von Sperling (2014) ressalta a importância do exame dos organismos indicadores de contaminação fecal, os quais, apesar de não serem patogênicos, indicam de forma satisfatória a contaminação da água por fezes humanas ou de animais e, conseqüentemente, da sua potencialidade relacionada à transmissão de doenças.

Dessa forma, o grupo de bactérias indicadoras de organismos provenientes predominantemente do trato intestinal humano e de outros animais compreende o gênero *Escherichia* e, em menor grau, as espécies de *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter* (WHO, 1993 *apud* VON SPERLING, 2014). Destaca-se que a *Escherichia coli* (*E. coli*) é a principal bactéria do grupo de coliformes fecais, sendo a única que fornece garantia de contaminação unicamente fecal.

Nesta acepção, os valores de *E. coli*, também disponibilizados pelo SAAE (2017b) considerando o mesmo período de amostragem, indicam que as águas do Ribeirão Candidópolis necessitam de tratamento antes de serem consumidas, visto que considerando as 70 amostras analisadas apenas 12 apresentaram concentração de *E. coli* menor ou igual a 200 NPM/100ml, que corresponde ao limite estabelecido pela DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008 para águas “classe 1” (Gráfico 3).

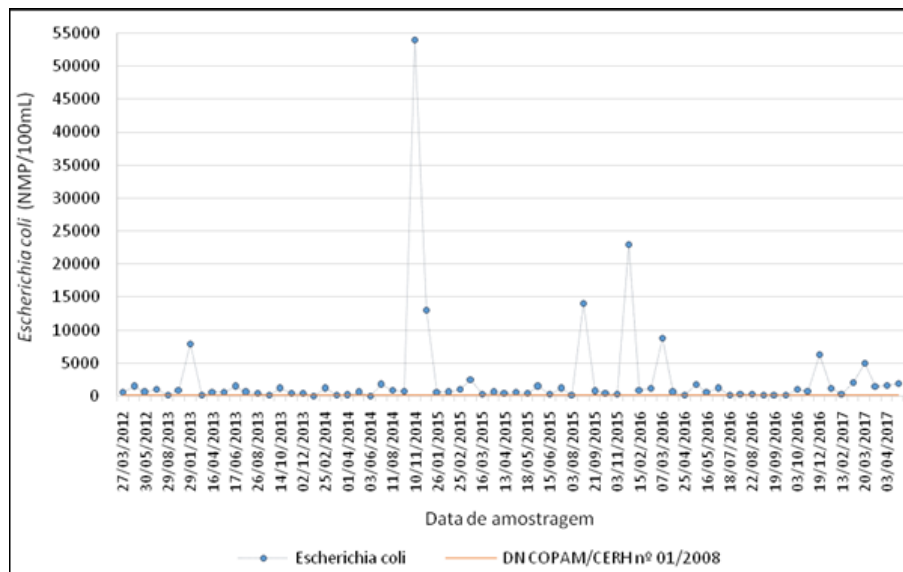


Gráfico 3:

Evolução temporal das variações de *E. coli* observadas em amostras coletadas no Ribeirão Candidópolis, Itabira/MG

Fonte: SAAE (2017b).

É possível verificar a partir desses dados que as maiores concentrações de *E. coli* foram comumente observadas nos períodos de maior pluviosidade, podendo estar associadas a um maior escoamento superficial e carreamento de material fecal.

Neste contexto, quando considerado o uso e ocupação do solo na área da bacia hidrográfica, principalmente nas proximidades dos corpos hídricos, verifica-se a presença de áreas de pastagem e, conseqüentemente, de material fecal, uma vez que tais locais estão vulneráveis ao acesso de animais.

Salienta-se que os valores de coliformes observados indicam, em sua maioria, que a água não é indicada sequer para uso de recreação de contato primário. Além disso, de acordo com Santos (2008), há indício de contaminação por agroquímicos uma vez que os teores de cobre nas águas da microbacia encontravam-se acima dos limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 para “classe 1”.

Ainda neste sentido, ressalta-se que na Bacia do Ribeirão Candidópolis, à montante da ETA Pureza, está localizado o Distrito Industrial de Itabira, inaugurado na década de 1980 (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA, 1994). Todavia, segundo Santos (2008), os efluentes líquidos das indústrias são lançados após a estação de tratamento de água. Desse modo, apesar dos valores elevados de *E. coli* observados, considera-se baixa a degradação da qualidade da água do Ribeirão Candidópolis em relação à condição natural.

O Gráfico 4 exibe de forma concisa os resultados da avaliação dos indicadores de degradação fluvial e ambiental do Ribeirão Candidópolis de acordo com a metodologia proposta por Cardoso (2012), os quais indicam que o estado de degradação foi classificado como “médio” com relação aos seus aspectos físicos. Já a qualidade ambiental recebeu a pior

avaliação, decorrente, principalmente da escassez ou ausência de mata ciliar ao longo do Ribeirão Candidópolis.

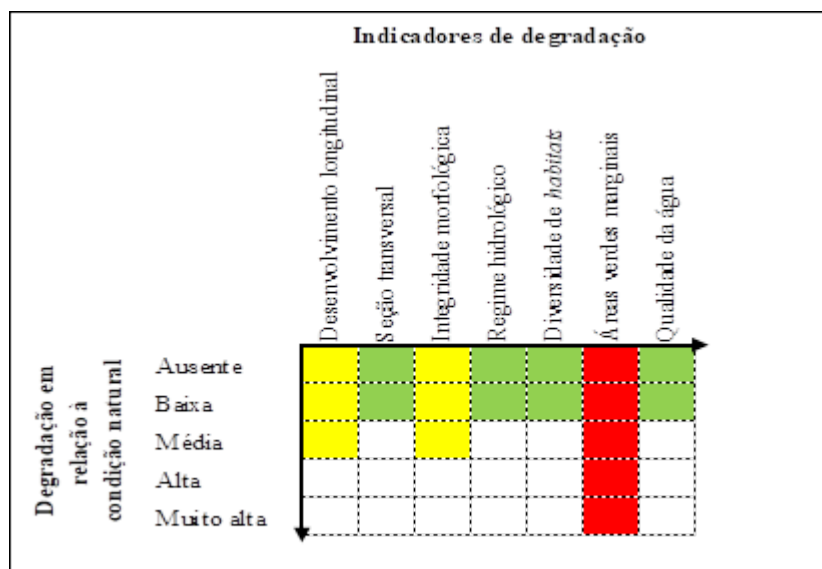


Gráfico 4:
Resultados da avaliação dos indicadores de degradação fluvial e ambiental do Ribeirão Candidópolis, Itabira (MG).

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com Moura *et al.* (2014), a partir da caracterização do estado de degradação de um curso d'água, aliada ao conhecimento das condições da bacia e do vale onde este corpo hídrico está inserido, podem ser vislumbradas possíveis condições acerca da evolução física e funcional do canal e realizada uma previsão quanto ao seu potencial de restauração, as quais servirão como sustentáculo para a identificação de alternativas de intervenção adequadas.

Assim, considerando a metodologia proposta por esses autores e as características fluviais e ambientais do trecho analisado do Ribeirão Candidópolis, salienta-se um potencial moderado de restauração para este curso d'água que poderá ser obtido a partir da criação de uma nova condição de estabilidade do canal, diferente da condição intacta. Por outro lado, na ausência de intervenções, de acordo com Moura *et al.* (2014), o prognóstico será de contínua deterioração das propriedades físicas e funcionais do curso d'água analisado.

3.2 Aspectos legais e institucionais da restauração do Ribeirão Candidópolis

A Lei nº 12.651/2012 define uma Área de Preservação Permanente (APP), como uma região protegida, coberta ou não por vegetação nativa, possuindo a função ambiental de preservar a paisagem, os recursos hídricos, a biodiversidade e a estabilidade geológica; proteger o solo e garantir o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012).

Assim, as APPs, em função de sua localização, devem ser protegidas, não sendo autorizado o corte ou a exploração da vegetação que forma sua cobertura, ou qualquer forma de intervenção, caso não exista cobertura

vegetal (Borges *et al.*, 2015). Destaca-se, neste contexto, que a Lei nº 12.651/2012 estabelece como APPs as faixas marginais de qualquer curso hídrico natural, perene e intermitente, abrangendo desde a borda da calha do leito regular em largura mínima dependente de sua largura (Brasil, 2012).

No âmbito municipal, o Decreto nº 1.802/2014 estabelece critérios específicos para a concessão de incentivo financeiro aos produtores do município que mantiverem nascentes cercadas e protegidas ou matas nativas cercadas e protegidas em suas propriedades, denominado Preservar Para Não Secar (Itabira, 2014). Desse modo, no ano de 2014 o programa remunerou 94 proprietários rurais com um investimento de R\$ 569.110,87; já no ano de 2015 foram repassados R\$ 594.979,01 para 94 proprietários e em 2016 foram pagos R\$ 657.714,54 a 93 proprietários que cumpriram as metas de preservação e cercamento de nascentes e inscrição das propriedades no Cadastro Ambiental Rural (CAR) do programa (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA, 2016).

Faz-se importante salientar a Lei Municipal nº 3.547, de 16 de fevereiro de 2000, que discorre sobre as áreas de proteção ambiental do município de Itabira, determinando em seu artigo 1º que “ficam declaradas áreas de proteção ambiental sob a denominação de APA PUREZA e APA GATOS, a bacia de contribuição do Córrego Candidópolis, do Córrego Pai João e seus afluentes” (ITABIRA, 2000, Art. 1º).

Além disso, uma iniciativa importante na região corresponde ao Projeto de “Revitalização e Conservação do Manancial da “Pureza”, conhecido como Projeto Mãe d’Água, criado em 2006 pelo SAAE e Prefeitura Municipal de Itabira (por meio da Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento e Secretaria Municipal de Meio Ambiente) com o intuito de recuperar as nascentes do manancial Pureza (SAAE, 2017a). De maneira geral, o projeto visa a recomposição vegetal, incluindo matas ciliares no entorno das nascentes, topos e encostas; o cercamento de áreas reflorestadas, a mitigação dos processos erosivos, além de ações de saneamento básico como, por exemplo, a instalação de fossas sépticas domiciliares (SAAE, 2017a).

Para a recuperação das áreas degradadas, de acordo com o SAAE (2010), o Projeto Mãe d’Água emprega técnicas de baixo custo, como o cercamento e o reflorestamento com espécies nativas. Além disso são construídos mini terraços em curvas de nível nas encostas; caixas para a captação das águas pluviais tanto nas áreas de pastagens, como nas estradas rurais; e instaladas paliçadas nas margens das estradas, os quais visam a redução dos processos erosivos e aumento da infiltração da água no solo. A Tabela 1 apresenta de forma sucinta as principais ações desenvolvidas pelo Projeto Mãe d’Água entre os anos de 2006 e 2013.

Tabela 1:
Ações desenvolvidas no Projeto Mãe d'Água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Candidópolis, entre os anos de 2006 e 2013.

Ação	De 2006 a 2009	De 2010 a 2012	Em 2013	Total
Terraços	93.100	130.055	35.992	259.147m
Caixas de captação de enxurradas	120	84	0	204 un
Paliçadas	300	60	48	408 un
Fossas sépticas	8	36	11	55 un
Cercas	22.000	14.000	4.000	40.000m
Mudas plantadas	65.000	25.526	2.782	93.308 un
Propriedades atendidas	10	13	6	29 un

Fonte: SAAE (2014).

De acordo com o SAAE (2014), um importante aspecto do Projeto Mãe d'Água é representado pela utilização do conceito de “Bacia Escola”, que consiste no desenvolvimento de trabalhos para a conscientização através de cursos, palestras e atividades de campo.

Entretanto, o Projeto “Mãe d'Água” enfrenta dificuldades relacionadas à ocorrência de incêndios, insuficiência de equipamentos para realização dos trabalhos e de mão de obra local e a resistência de alguns proprietários de áreas de interesse à continuidade do projeto (SAAE, 2014).

3.3 Técnicas de restauração a serem implementadas em um trecho do Ribeirão Candidópolis

De acordo com Baptista *et al.* (2016, p. 259), as técnicas empregadas nas intervenções em rios visando sua restauração, “buscam restabelecer a integridade do ecossistema por meio da recuperação e melhoria do habitat natural pela eliminação de fatores que limitam a dinâmica natural do ambiente”.

Dessa forma, podem ser ressaltados como objetivos da restauração de um ambiente ribeirinho a recuperação do percurso natural do rio por meio da restituição dos meandros, da estrutura das margens e do leito do curso hídrico, das comunidades de plantas e animais aquáticos, da vegetação ripária, do fluxo natural dos sedimentos e melhoria da qualidade da água.

Salienta-se que as intervenções fluviais também devem atender aos requisitos técnicos referentes à integridade, estabilidade e capacidade de vazão compatível com os níveis de risco considerados satisfatórios nas áreas contíguas e com outros possíveis propósitos das intervenções. Além disso, dada a diversidade de tipologias fluviais e panoramas de sua inserção, verifica-se a possibilidade de utilização de uma vasta gama de técnicas disponíveis, fazendo com que a seleção das tecnologias a serem empregadas em uma determinada intervenção se torne complexa (BAPTISTA *et al.*, 2016).

Dessa forma, os principais objetivos da intervenção proposta para um trecho do Ribeirão Candidópolis, situado nas proximidades do Distrito

Industrial de Itabira, consistem na recomposição da vegetação ripária e a estabilização das margens, controlando o desenvolvimento de processos erosivos.

3.3.1 Reconstituição da vegetação ripária

De acordo com Naiman e Décamps (1997), as zonas ripárias são caracterizadas por uma diversidade de espécies vegetais que possuem modos de vida específicos. Essas áreas, de modo geral, atuam como habitat para a fauna terrestre, proporcionando, água, abrigo e alimento para as espécies, desempenhando, ainda, a função de corredores ecológicos, viabilizando o fluxo genético entre as populações.

Além disso, essa vegetação, ao longo de cursos hídricos é responsável pelo controle da erosão e redução da possibilidade de contaminação dos cursos hídricos por sedimentos, defensivos agrícolas e adubos, que podem ser carreados pelo escoamento superficial da água no solo (BAPTISTA *et al.*, 2016). Segundo Lowrance *et al.* (1997 apud BAPTISTA *et al.*, 2016), a floresta ripária também é conhecida como floresta tampão ou “Riparian Forest Buffer Systems” visto que protege (ou tampona) os cursos hídricos pelo controle de poluentes difusos, permitindo a melhoria da qualidade da água.

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Candidópolis tem sofrido modificações ambientais decorrentes do desenvolvimento da agropecuária na região, as quais reduzem a vegetação nativa a fragmentos mesclados no domínio de áreas abertas para a pastagem (FUNARBE, 2014a). Nesta acepção, no trecho do Ribeirão Candidópolis selecionado, sugere-se a implementação das zonas de tamponamento, distribuídas em três faixas funcionais baseadas na proposta de Baptista *et al.*, (2016), assim como indicado na Figura 2.

Faz-se importante ressaltar que não há construções na área de intervenção, as quais poderiam elevar o custo referente às desapropriações e/ou indenizações.

A Zona 1, com cerca de 8 metros de largura, visa estabelecer um ecossistema estável na interface entre os ecossistemas aquático e terrestre, possuindo o papel de contenção química e física das margens, tamponando e filtrando moléculas químicas e sedimentos. Nesta área, Baptista *et al.* (2016) recomendam para recomposição vegetal a utilização de espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas nativas, as quais devem ser selecionadas visando o atendimento às diferentes funções, tais como a condução hidráulica, tamponamento e fertilidade do solo.

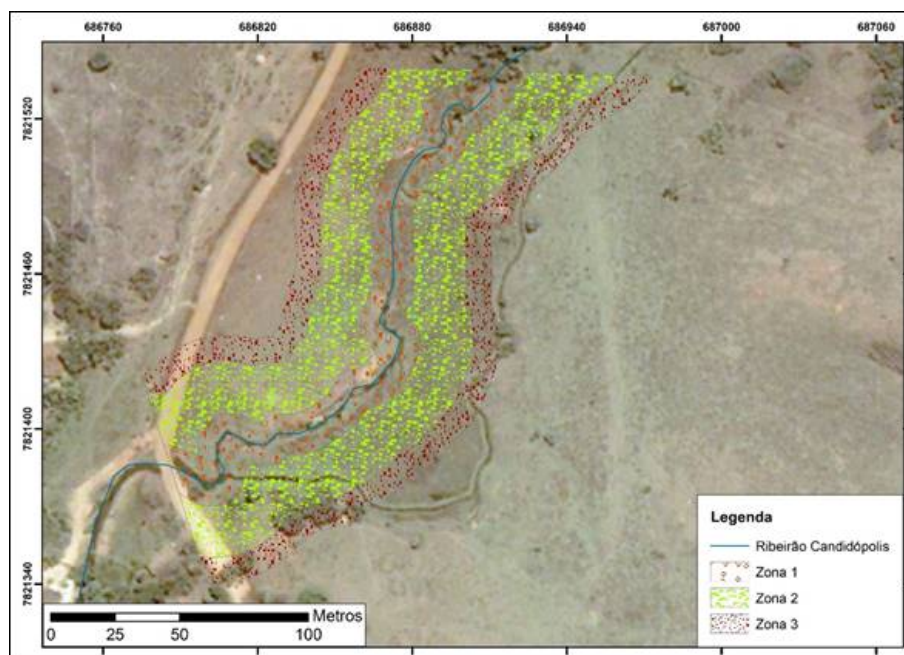


Figura 2:

Imagem de satélite com a projeção das zonas de tamponamento ao longo do trecho selecionado no Ribeirão Candidópolis

Fonte: Modificado de FUNARBE (2014a); Prefeitura Municipal de Itabira (2015).

A Zona 2, adjacente à Zona 1, deve possuir, conforme Baptista *et al.* (2016), cerca de 20 metros de largura, apresentando as funções de tamponamento (ou contenção) dos sedimentos, processos erosivos laminares e profundos e retenção de poluentes. Ressalta-se que nutrientes tais como nitratos, poluentes químicos e metais pesados, são, de modo especial, tratados nessa região. Além disso a filtração da água, tanto superficial quanto subterrânea, assim como sua percolação são dependentes da estrutura do solo, sendo associadas à formação equilibrada de macro e microporos criados pela incorporação de matéria orgânica a este. Assim, as espécies vegetais dominantes a serem selecionadas para esta zona devem produzir biomassa vegetal, necessária à formação de matéria orgânica húmica ou matéria orgânica do solo. Ademais, indica-se a introdução de leguminosas arbóreas responsáveis pela fixação de nitrogênio para ampliar a produção de biomassa.

Por fim, a Zona 3 corresponde à faixa mais distante da margem, exibindo entre 7 a 10 metros, e constituindo a primeira barreira para a proteção do curso hídrico, com interface com as outras formas de uso do solo. De maneira geral, visto que esta zona tem a função de reduzir a velocidade do escoamento superficial e o carreamento de sedimentos, recomenda-se a utilização de espécies arbustivas e plantas da família *Poaceae*, que possuem raízes que possibilitam o controle de sedimentos e a estabilização superficial (BAPTISTA *et al.*, 2016).

Faz-se importante ressaltar que, de acordo com Baptista *et al.* (2016) a escolha da vegetação que será implantada para a recuperação de uma mata ciliar pode ser decisiva quanto ao sucesso dessa ação, assim como para o restabelecimento da “saúde” do corpo hídrico.

Dessa forma, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Candidópolis, a FUNARBE (2014b) registrou um total de 56 espécies vegetais, pertencentes a 19 famílias botânicas, dentre as quais podem ser destacadas a pindaíba (*Xylopia brasiliensis*), pau-jacaré (*Piptadeniagonoacantha*), embaúba (*Cecropiahololeuca*), garapa (*Apuleialeiocarpa*), canudo de pito (*Mabeafistulifera*), jacarandá (*Machaerium* sp), braúna (*Melanoxylum braúna*), candeia (*Eremanthus* sp), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysothrica*) e jatobá (*Hymenaea* sp).

Além da seleção das espécies vegetais, também devem ser observadas as etapas anteriores ao plantio visando a restauração ambiental, tais como a limpeza da área e preparo do solo, controle de formigas cortadeiras, abertura de covas, calagem e adubação. Após o plantio, devem ser realizadas as operações de capinas e roçadas ou coroamento das mudas visando o controle de plantas invasoras (BOTELHO *et al.*, 2015).

A FUNARBE (2014b) apresentou uma proposta de restauração florestal visando a conservação do solo e da água da região, sugerindo a utilização da técnica de nucleação por meio do plantio de mudas dispostas em linhas com espaçamento de 2,0 x 3,0 metros para compor as ilhas de nucleação. Desse modo, considerando em média um replantio de 20% para a restauração de 1 hectare seriam utilizadas 1000 mudas. A Tabela 2 apresenta os custos dessa proposta referentes ao plantio e manutenção de 1 hectare utilizando mudas de espécies nativas, enquanto a Tabela 3 exibe os custos associados à aquisição de mudas e adubo para 1 hectare.

Tabela 2:

Estimativa de tempo necessário para cada atividade relacionada ao plantio e manutenção de mudas e custos; número de vezes que a atividade será necessária; salário do empregado e descrição dos custos associados a cada atividade.

Atividade ¹	Tempo de trabalho (dias/ha)	Quantidade	Salário (R\$/dia)	Custo (R\$/ha)
Coveamento ²	3,33	1		303,03
Adubação	1,67	1	90,90	151,51
Plantio ²	2,50	1		227,27
Capina ³	4,17	6		2.272,72
Custo total (R\$/ha)				2.954,54

Fonte: FUNARBE (2014b, p.53).

1 – Os rendimentos utilizados foram: coveamento = 300 covas/homem/dia; adubação = 500 covas/homem/dia; plantio = 400 plantas homem/dia e; capina = 200 covas/homem /dia. 2 – Já considerado 20% de replantio. 3 – Considerado três capinas anuais pelo período de 2 anos.

Tabela 3:

Estimativa de custos, em reais por hectare, de mudas e adubo necessário para restauração florestal

Item	Quantidade	Preço (R\$/unidade)	Custo (R\$/ha)
Mudas	1000	2	2000
Adubo (NPK)	83,30	1,3	108,30
Custo total (R\$/ha)	2.108,30		

Fonte: FUNARBE (2014b, p. 53).

Nota-se, desse modo, que para a restauração florestal de 1 hectare utilizando espécies nativas seriam necessários R\$ 5.062,87. Assim, considerando que área selecionada neste estudo para a implementação das três zonas de tamponamento possui cerca de 1,83 hectares, o custo associado corresponderia a R\$ 9.265,05.

Todavia, faz-se importante salientar que de acordo com Botelho *et al.* (2015) não há recomendações fixas de espaçamentos de plantio, sendo apenas sugerido o plantio de 1100 a 2500 mudas por hectare, em espaçamentos de aproximadamente 3,0 x 1,5 metros (4,5 m²), 2,0 x 2,5 metros (5,0 m²), 3,0 x 2,0 metros (6,0 m²), 3,0 x 3,0 metros (9,0 m²), até 5,0 x 5,0 metros (25 m²) para o plantio de vegetação ripária ao longo de rios e reservatórios.

3.3.2. Controle da erosão

Seja naturalmente ou através de ações antrópicas, os rios estão sujeitos à desequilíbrios que podem ser mitigados ou evitados por meio de obras adequadas. Neste sentido, observou-se que o traçado das estradas que cortam a Bacia do Ribeirão Candidópolis e a drenagem lateral nas estradas fazem com que as águas alcancem rapidamente o ribeirão, aumentando a vazão de pico, o transporte de sedimentos e o assoreamento do seu leito.

As áreas com erosão podem ser observadas por toda a bacia, incluindo as margens do ribeirão, proximidades de estradas ou em terrenos caracterizados por grande declividade e ausência de cobertura vegetal. É importante destacar que o controle da erosão possui particularidades, devendo ser considerados os aspectos geomorfológicos, geotécnicos e sociais face à forma de uso e ocupação do solo pelas populações locais.

O primeiro caso de erosão aqui considerado está localizado às margens de uma estrada rural (Figuras 3A e 3B). Na bacia de estudo, as estradas rurais de terra são estruturas viárias importantes para o desenvolvimento econômico e social da região, sendo que a erosão provocada pelas águas das chuvas nesse ponto está intimamente relacionada à má drenagem do talude, ao desmatamento e impermeabilização do solo. Nesse ponto propõem-se um retaludamento e interceptação de águas por meio de dispositivos de drenagem e captação, além da revegetação do talude com espécies nativas.

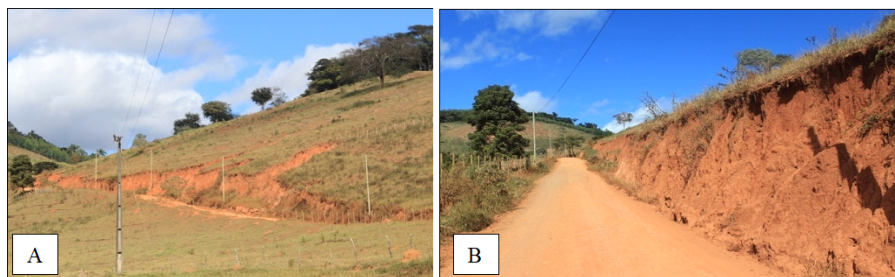


Figura 3:

A) Visão geral e (B) detalhe dos processos erosivos em área próxima à uma das nascentes do Ribeirão Candidópolis.

Fonte: Acervo dos autores.

Como pode ser notado nas Figuras 3A e 3B, a erosão está em estágio avançado, ultrapassando, localmente, 4 metros de profundidade. Destaca-se que os processos erosivos, comum em outros trechos da bacia, aumentam a quantidade de sólidos que são transportados em épocas de chuva, contribuindo para o assoreamento do leito do ribeirão e perda da qualidade da água. Além disso, o controle de erosão em áreas inclinadas possui custo elevado, mostrando-se importante tratar os focos de forma rápida, visando reduzir as despesas com a implementação de medidas de estabilização.

O segundo ponto escolhido para controle dos processos erosivos está localizado no leito do Ribeirão Candidópolis, nas proximidades do Distrito Industrial. Neste local nota-se o desenvolvimento de erosão à montante (Figura 4A) e à jusante (Figura 4B) do bueiro, sendo, possivelmente, resultante da má conservação/manutenção da obra hidráulica e da má escolha e plantio inadequado da vegetação. Ressalta-se que esse processo erosivo tem provocado o assoreamento do canal, podendo ainda causar a sobrecarga do bueiro.

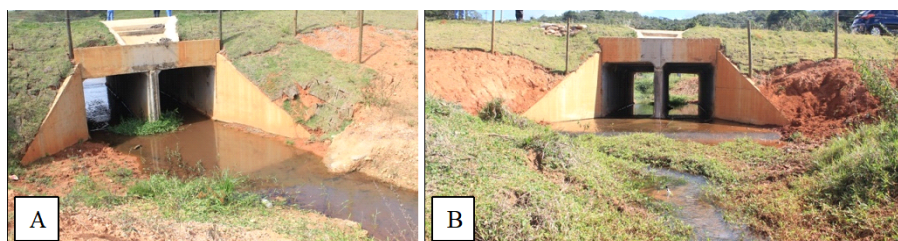


Figura 4:

(A) Visão à montante e (B) à jusante do bueiro, notar a ineficácia da cobertura vegetal para controle dos processos erosivos.

Fonte: Acervo dos autores.

Ademais, neste local podem ser propostas algumas alternativas, sendo que a escolha da melhor opção dependerá dos recursos financeiros do município e da capacitação da mão de obra local. Assim, dentre as opções para recuperação dos processos erosivos pode-se destacar:

(1) o acerto e regularização do talude, com utilização de cobertura de biomanta de fibra de coco e plantio das espécies sugeridas para recomposição da floresta ripária e

(2) acerto e regularização do talude, reforço do solo com o emprego de pneus e plantio de espécies sugeridas para recomposição da floresta ripária.

3.3.3. Medidas Adicionais de Preservação

Podem ser desenvolvidos paralelamente às intervenções na bacia, programas de educação ambiental junto à população. Neste sentido, um trabalho interessante seria o “Caça Nascentes”, no qual alunos das escolas da região localizariam as nascentes da bacia, identificando a situação destas e propondo medidas de preservação.

Também é importante propor e monitorar os sistemas unitários de tratamento dos esgotos sanitários das edificações da bacia, dado os indícios de lançamento irregular destes no curso d’água. Assim, deve ser desenvolvido um trabalho de vistoria ao longo do Ribeirão Candidópolis para identificar possíveis pontos de lançamento de esgoto.

4. Conclusões

Constatou-se que a degradação da mata ciliar e a impermeabilização do solo, ambos provocados pelo aumento da ocupação urbana e pela pecuária extensiva pouco planejada trazem grandes danos ao Ribeirão Candidópolis, além disso, as altas vazões de pico provocam processos erosivos em toda a bacia, inclusive em alguns trechos da calha do rio, aumentando a sedimentação no leito deste.

A compactação de extensas áreas influencia nas etapas sub-superficial e subterrânea do ciclo hidrológico local, diminuindo a parcela referente à infiltração das águas pluviais e elevando o escoamento superficial. Como resultados indesejáveis deste processo têm-se a redução da biodiversidade local e a diminuição das vazões do curso d’água nos meses secos do ano.

O crescimento urbano desordenado também é uma ameaça a qualidade da água uma vez que há o risco de descarga de esgoto no curso d’água, carreamento de resíduos sólidos e ocupação de áreas de inundação. Neste sentido, a deterioração da qualidade das águas de captação torna o tratamento desta mais caro e demorado, diminuindo assim a oferta de água de boa qualidade e onerando o município. Assim, mostra-se fundamental a implementação de medidas visando a restauração do Ribeirão Candidópolis, visto que, na ausência de intervenções, o prognóstico é de contínua deterioração de suas propriedades físicas e funcionais.

Partindo desse diagnóstico, para um dado trecho do Ribeirão Candidópolis, foram propostas medidas de restauração, como a implementação de zonas de tamponamento e o controle de processos erosivos por meio de biomantas ou pneus associados à cobertura vegetal.

Entretanto salienta-se que o trabalho de preservação de um manancial deve ser contínuo, visando o desenvolvimento de ações corretivas quando necessárias. Desse modo, não é possível obter sucesso com ações isoladas ou com obras sem monitoramento e manutenção, por isso todas as sugestões de intervenções desta pesquisa, além de precisarem de execução correta, devem ser monitoradas através de um conjunto de indicadores, como por exemplo, índices de qualidade da água, pontos de medição de vazão e avaliações junto à comunidade.

Referências

- APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Pioneira, 2006.
- BAPTISTA, M. B.; PÁDUA, V. L. **Restauração de sistemas fluviais**. Barueri, SP: Manole, 582p. 2016.
- BAPTISTA, M., MOURA, P. M., EVANGELISTA, J. A., MUZZI, M. R. S.; GOMES, L. N. L. Técnicas para intervenções em cursos d'água. In: M. B. Baptista & V. L. Pádua (Eds), **Restauração de sistemas fluviais** (pp 259-303). Barueri, SP: Manole. 2016.
- BORGES, L. A. C., REZENDE, J. L. P., PEREIRA, J. A. A.; BARROS, D. A. **Regularização ambiental de propriedades rurais no estado de Minas Gerais**. In: A. C. Davide & S. A. Botelho (Eds). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares** (pp 607-635). Lavras: UFLA. 2015.
- BOTELHO, S. A., PEREIRA, I. M., VILAS-BOAS, R. A., NOGUEIRA, M. O. G.; CARLOS, L. **Restauração de matas ciliares**. In: A. C. Davide & S. A. Botelho (Eds). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares** (pp 433-476). Lavras: UFLA. 2015.
- 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 mai. 2012. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 19 set. 2017.
- 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.
- FUNDAÇÃO ARTHUR BERNADES (FUNARBE). **Elaboração de Diagnósticos Socioambientais na Bacia do Ribeirão Candidópolis, Bem Como o Cálculo de Valoração Econômica do Serviço Ambiental a Ser Pago aos Produtores Rurais**. Viçosa - MG, 202 p, v. 1. 2014a.
- FUNDAÇÃO ARTHUR BERNADES (FUNARBE). **Ações de conservação de solo e água e cálculo da valoração econômica dos serviços ambientais**. Viçosa - MG, 83 p, v. 5. 2014b.

- GINEBRED, A., ALDA, M. L., BARCELÓ, D.; AQUINO, S. F. Qualidade química das águas superficiais. In: M. B. Baptista & V. L. Pádua (Eds), **Restauração de sistemas fluviais** (pp 159-219). Barueri, SP: Manole. 2016.
- ITABIRA. Lei nº 3.547, de 16 de fevereiro de 2000. Declara áreas de Proteção Ambiental os mananciais de abastecimento público do Município de Itabira e seus afluentes e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.itabira.cam.mg.gov.br/upload/legislacao/3547.pdf>> Acesso em: 15 out. 2017.
- ITABIRA. Decreto nº 1.802, de 24 de fevereiro de 2014. **Regulamenta o art. 44 da Lei n. 3.761, de 4 de fevereiro de 2003.** Amplia e consolida a legislação ambiental do Município de Itabira e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.itabira.mg.gov.br/portal/wp-content/uploads/2015/05/1802-2014.-Regulamenta-o-art.-44-da-Lei-n.-3.761-de-4-de-fevereiro-de-2003-que-Amplia-e-consolida-a-legislacao-ambiental-do-Municipio-de-Itabira-e-da-outras-providencias.pdf>>. Acesso em 02 set. 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Carta Internacional ao Milionésimo.** 2010. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/interativos/servicos/wms-do-arccgis>>. Acesso em: 04 set. 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo - Séries históricas Município de Itabira.** 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/mg/itabira/pesquisa/43/30281?detalhes=true&tipo=grafico>> Acesso em: 09 set. 2017.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Base cartográfica ottocodificada da Bacia do Rio Doce. 2010. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/downloads/mapoteca/bases-cartograficas/ottocodificada/7739-hidrografia>>. Acesso em: 09 set. 2017.
- KAUARK, F.S.; MANHÃES, F.C; MEDEIROS, C.H. **Metodologia da pesquisa:** um guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares:** no contexto do novo Código Florestal. 3ª ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014.
- MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 09/1994. Dispõe sobre o enquadramento da Bacia do Rio Piracicaba. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=108>>. Acesso em 02 set. 2017.
- MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 01/2008. 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. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em 03 set. 2017.
- 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.

- NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS, H. The ecology of interfaces: Riparian zones. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 28, 621-658. 1997.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA. **Projeto de Expansão do Distrito Industrial de Itabira-MG**. Relatório de Impacto Ambiental-RIMA. Vol.1. Dezembro, 1994.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA. **Documento interno: Município de Itabira-MG: área de interesse, região de Candidópolis**. 2015.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA. **Preservar Para Não Secar**. 2016. Disponível em: <<http://www.itabira.mg.gov.br/portal/?tag=preservar-para-nao-secar>>. Acesso em: 01 out. 2017.
- PRODANOV, C.C; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Freevale, 2013.
- SANTOS, J. E. **Uso do Solo e Qualidade da Água na Microbacia do Candidópolis, Itabira-MG**. Caratinga - MG, 90 p. 2008.
- SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ITABIRA (SAAE). **Relatório de Implantação e dos Resultados do Projeto Mãe D'água de Itabira - MG**. Itabira-MG, 19 p. 2010.
- SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ITABIRA (SAAE). **Relatório de Implantação e dos Resultados do Projeto Mãe D'água de Itabira - MG**. Itabira-MG, 26 p. 2014.
- SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ITABIRA (SAAE). **Projeto Mãe d'Água**. 2017a. Disponível em: <<http://www.saeitabira.com.br/index.php/meio-ambiente/mae-dagua>>. Acesso em: 01 set. 2017.
- SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ITABIRA (SAAE). **Dados parciais de qualidade da água**. Documento interno. 2017b.
- SILVA, D. D., MAIA, J. L., CUNHA, G. D., MORAIS, A. D.; SATORI, A. P. Análise Quanti-Qualitativa dos Recursos Hídricos do Ribeirão Candidópolis, Itabira-MG. Em **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Bento Gonçalves, Nov2013, p 1-8. 2013.
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.
- VALE. **Dados pluviométricos**. Documento Interno. 2017.
- VONSPERLING, M. **Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2014. 588 p. v. 7. 2014.