



Caracterização do Estado de Conservação de Nascentes do Córrego da Pindaíba/MG

Jacyara Soares Dias¹; Thais Girardi Carpane²; Jonathas Batista Gonçalves Silva¹; Otávio Eurico de Aquino Branco¹

✉ tgcarpane@gmail.com

1. Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora – MG, Brasil.
2. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte – MG, Brasil.

Histórico do Artigo: O autor detém os direitos autorais deste artigo.

Recebido em: 14 de junho de 2021

Aceito em: 14 de setembro de 2021

Publicado em: 30 de abril de 2022

Resumo: A exploração inadequada dos recursos naturais, o desmatamento das matas ciliares e o uso inadequado dos solos contribuem para a diminuição da qualidade das nascentes, o que pode colocar em risco sua existência. No presente estudo, objetivou-se, durante o mês de julho de 2018, caracterizar o estado de conservação de 10 nascentes do Córrego da Pindaíba, no município de Tocantins/MG e analisar os impactos ambientais que ocorrem em seu entorno. Para a avaliação das nascentes foi utilizado a metodologia do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), a qual resulta em uma análise imediata acerca de um local impactado. Foram avaliados os parâmetros de cobertura do solo, estado de conservação e extensão da APP, estado de cercamento das nascentes e presença de animais que possam impactar negativamente a qualidade das nascentes, como, por exemplo, a criação de gado. Para a análise dos fatores ambientais e os impactos ambientais relacionados, foi utilizada o método rede de interação, no qual relaciona-se os impactos e seu processo gerador. No diagnóstico ambiental da área, a falta de vegetação foi o ponto primário, o que afetou o meio físico e biótico. Das nascentes analisadas, 50% obtiveram a classificação regular, 30% foram consideradas com o estado de conservação ruim e apenas 20% como boa. Nenhuma nascente classificou-se em “qualidade ótima”. Concluiu-se que a maioria das nascentes se encontraram em condições ruins ou regulares, sendo notório o descumprimento da legislação em relação à proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs), com alterações e retirada da vegetação nativa e implantação de pastagem.

Palavras-chave: Degradação de nascentes, Impactos ambientais, Área de preservação permanente, Qualidade de nascentes.

Characterization of the Conservation Status of Springs in Córrego da Pindaíba/MG

Abstract: The inadequate exploitation of natural resources, the deforestation of ciliary forests and the inadequate use of soils contribute to the decrease in the quality of the springs, which can put their existence at risk. In the present study, the objective was, during the month of July 2018, to characterize the state of conservation of 10 springs in the Córrego da Pindaíba, in the municipality of Tocantins/MG and to analyze the environmental impacts that occur in their surroundings. For the evaluation of the springs, the Rapid Assessment Protocol (PAR) methodology was used, which results in an immediate analysis of an impacted local. The parameters of land cover, conservation status and extension of the APP, the state of enclosure of the springs and the presence of animals that could negatively impact the quality of the springs, such as cattle raising, were evaluated. For the analysis of environmental factors and related environmental impacts, the interaction network method was used, in which impacts and their generating process are related. In the environmental diagnosis of the area, the lack of vegetation was the primary point, which affected the physical and biotic environment. Of the analyzed springs, 50% were classified as regular, 30% were considered to have a bad state of conservation and only 20% as good. No spring was classified as “optimal quality”. It is concluded that most of springs were found in bad or regular conditions, being notorious the non-compliance with the legislation in relation to the protection of Permanent Preservation Areas (APPs), with alterations and removal of native vegetation and pasture implantation.

Keywords: Degradation of springs, Environmental impacts, Permanent preservation area, Springs quality.

Caracterización del Estado de Conservación de Manantiales en Córrego da Pindaíba/MG

Resumen: La explotación inadecuada de los recursos naturales, la deforestación de los bosques de ribera y el uso inadecuado de los suelos contribuyen a la disminución de la calidad de los manantiales, lo que puede poner en riesgo su existencia. En el presente estudio, el objetivo fue, durante el mes de julio de 2018, caracterizar el estado de conservación de 10 manantiales en el Córrego da Pindaíba, en el municipio de Tocantins / MG y analizar los impactos ambientales que ocurren en su entorno. Para la evaluación de los manantiales se utilizó la metodología del Protocolo de Evaluación Rápida (PAR), que da como resultado un análisis inmediato de un sitio impactado. Se evaluaron los parámetros de cobertura terrestre, estado de conservación y extensión de la APP, el estado de encierro de los manantiales y la presencia de animales que pudieran impactar negativamente la calidad de los manantiales, como la ganadería. Para el análisis de factores ambientales e impactos ambientales relacionados, se utilizó el método de red de interacción, en el cual se relacionan los impactos y su proceso de generación. En el diagnóstico ambiental de la zona, la falta de vegetación fue el punto principal, lo que afectó el medio físico y biótico. De los manantiales analizados, el 50% obtuvo la clasificación regular, el 30% se consideró en mal estado de conservación y solo el 20% como bueno. Ningún resorte fue clasificado como de "calidad óptima". Concluyó que la mayoría de los manantiales se encontraron en malas o regulares condiciones, siendo notorio el incumplimiento de la legislación en relación a la protección de Áreas de Preservación Permanente (APP), con alteraciones y remoción de la vegetación nativa y la implantación de pastar.

Palabras clave: Degradación de manantiales, Impactos ambientales, Área de conservación permanente, Calidad de muelles.

INTRODUÇÃO

A exploração inadequada dos recursos naturais, de forma desordenada, o desmatamento de encostas e das matas ciliares e o uso inadequado dos solos contribuem para a diminuição da qualidade, da quantidade e das características das nascentes, o que pode colocar em risco sua existência (CARVALHO, 2004). As nascentes são ambientes de suma importância para o comportamento hidrológico, sendo responsáveis pela transição da água subterrânea para a superficial, formas as quais são mais utilizadas para o consumo humano (BRITO *et al.*, 2019; VESSONI, 2019).

O desmatamento das matas ciliares, assoreamento, erosão e a lixiviação de contaminantes provocam inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de recarga de nascentes, o que causa alterações na quantidade e na qualidade da água drenada (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Ademais, uma das grandes causas para degradação hídrica é a falta de saneamento rural caracterizada pela disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos, os quais carregam sedimentos com excesso de nutrientes, resíduos de agrotóxicos e dejetos de animais, o que compromete a qualidade das águas e o reabastecimento da população (CRISPIM *et al.*, 2012).

A conservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), bem como suas propriedades como as matas ciliares e coberturas vegetais, é uma das formas de proteção das nascentes, uma vez que estas áreas mantêm a estabilidade geológica, a biodiversidade,

protegem o solo e asseguram a qualidade de vida das populações, além de preservarem os recursos hídricos. As matas ciliares presentes em cursos d'água protegem e o mantêm em equilíbrio com o meio em que se situa, ajudam a controlar o carreamento de solo no escoamento superficial, reduzem e estabilizam erosões nas encostas e minimizam os efeitos dos processos erosivos (SILVA *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2020)

Haja visto a importância das nascentes e que estão em contínua degradação, é necessário estabelecer um gerenciamento adequado, quanto a sua preservação e conservação. As estratégias de preservação devem englobar pontos básicos como o controle da erosão do solo por meio de estruturas físicas, barreiras vegetais de contenção e minimização de contaminação química e biológica. Um dos instrumentos utilizados como ferramenta complementar no monitoramento dos recursos hídricos, são os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR), os quais avaliam, de forma integrada, parâmetros que determinam a qualidade dos condicionantes físicos das nascentes (RODRIGUES; CASTRO, 2008). Por definição, os PAR são ferramentas que reúnem procedimentos metodológicos aplicáveis à avaliação rápida, qualitativa e semiquantitativa, de um conjunto de variáveis representativas dos principais componentes e fatores que condicionam e controlam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais (CALLISTO *et al.*, 2002; RODRIGUES; CASTRO, 2008).

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho, realizar a caracterização e avaliar o estado de conservação de nascentes do Córrego da Pindaíba, no município de Tocantins/MG na Zona da Mata Mineira e, assim, subsidiar propostas e atividades de manejo e educação ambiental para melhorar sua preservação. Ademais, objetiva-se avaliar quais os principais atores responsáveis pelo estado de conservação das nascentes e propor medidas mitigadoras para os possíveis impactos negativos que possam afetar as Áreas de Preservação Permanente (APP).

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na microbacia do Córrego da Pindaíba, localizada no município de Tocantins/MG e pertencente à bacia hidrográfica do Rio Pomba a qual abrange 65 municípios e caracteriza-se como uma das regiões que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Foram analisadas dez nascentes, durante o mês de julho de 2018, para a caracterização de seu estado de conservação. As coordenadas geográficas de cada nascente foram obtidas por meio

receptor GPS, modelo GPSmap 76CSx. Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados a microbacia do Córrego da Pindaíba e as localizações das 10 nascentes analisadas.



Figura 1. Microbacia do Córrego da Pindaíba – MG.
Fonte: Acervo dos autores.



Figura 2. Localizações das dez nascentes analisadas no estudo.

Fonte: Google Earth (2018).

Para estudar o estado de conservação e caracterização das nascentes, utilizou-se o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), adaptado de Callisto et al., (2002) (Tabela 1). Este método auxilia a avaliação das nascentes sem que haja testes laboratoriais, com abordagem em uma avaliação qualitativa. No protocolo são abordados um conjunto de parâmetros em categorias descritas e pontuadas de 1 a 5, de forma crescente, de acordo com o estado de conservação das nascentes. A pontuação foi atribuída de acordo com as observações feitas no local de estudo, sendo que no final do preenchimento de cada protocolo, foi obtido um somatório dos valores considerados de cada parâmetro. A pontuação total obtida nos formulários de caracterização das nascentes qualifica o seu nível de preservação. Na Tabela 2 apresenta-se o critério utilizado para a classificação aplicada.

Tabela 1 – Protocolo de Avaliação Rápida aplicado para análise das nascentes em estudo.

Protocolo de Avaliação Rápida				
Localização da nascente (Lat/Long):				
Data:		Elevação:		
Parâmetros	Pontuação 5 pontos	3 pontos	1 ponto	
Tipo de ocupação das cercanias da nascente (área externa da APP da nascente)	Vegetação natural	Agricultura/ Reflorestamento	Pastagem/Ocupação de origem doméstica	
Cobertura do Solo da nascente (área interna da APP)	Vegetação natural	Agricultura/ Reflorestamento	Pastagem/Ocupação de origem doméstica	

Estado de conservação da cobertura da APP	Total	Parcial	Ausente
Tipo de ocupação da mata de topo de morro	Vegetação natural	Agricultura/Reflorestamento	Pastagem/Ocupação de origem doméstica
Estado de conservação da cobertura da mata de topo	Total	Parcial	Ausente
Extensão da APP da nascente	Raio da vegetação maior que 30m	Raio de vegetação entre 30m e 25m	Raio de vegetação menor que 25m
Presença de animais	Ausente	Pouco frequente	Muito frequente
Cercamento da nascente	Presente	Parcial	Ausente
TOTAL			

Fonte: Adaptado de Callisto *et al.*, (2002).

Tabela 2 – Classificação das nascentes de acordo com a pontuação obtida pela aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida.

Classificação	Pontuação
Ótima	31 a 40 pontos
Boa	21 a 30 pontos
Regular	11 a 20 pontos
Ruim	Menor que 11 pontos

Fonte: Vieira (2016).

Para a identificação aos impactos ambientais das áreas de preservação permanente do Córrego Pindaíba foi realizada verificação *in loco* de cada área selecionada e para sua avaliação foi aplicado um checklist, no qual os impactos foram qualificados quanto à frequência (temporário, cíclico e permanente); extensão (local e regional); reversibilidade (reversível e irreversível); duração (longa duração, curta duração e média duração); sentido (positivo e negativo) e origem (direto e indireto), conforme exposto na Tabela 3.

Tabela 3 – Matriz para identificação dos impactos ambientais adotados no checklist aplicado no estudo.

Identificação dos Impactos Ambientais			
Frequência	Temporário: impacto que se manifesta por um determinado tempo após a realização da ação.	Cíclico: se manifesta em determinados períodos (ciclos)	Permanente: se manifesta por um período não determinado
Extensão	Local: se manifesta na própria localidade, e nas imediações.	Regional: reflete além da fronteira de onde foi provocado.	
Reversibilidade	Reversível: impacto que quando ocorre permite que o ambiente consiga retornar às suas condições originais	Irreversíveis: impactos que não permitem o retorno às condições originais.	
Duração	Curto prazo: impacto que se manifesta simultaneamente à ação que o gera	Médio prazo: o que ocorre depois de um certo tempo, podendo ser constatados em dias e meses	Longo prazo: o que se apresenta depois de anos

Sentido	Positivo: o impacto que causa benefício a algum fator ambiental	Negativo: causa danos à qualidade de algum fator ambiental
Origem	Direto: causa danos à qualidade de algum fator ambiental	Indireto: resultante de ações secundárias ou de vários segmentos de reações

Fonte: Elaborado pelos autores

Para identificação dos impactos de segunda e terceira ordem, ou seja, os impactos gerados indiretamente, foi utilizado a rede de interação (CREMONEZ *et al.*, 2014) que estabelece relações do tipo causa-condição-efeito e permite estabelecer a sequência de impactos ambientais desencadeados por uma ação/atividade impactante. Os impactos foram identificados com base na Resolução Conama nº001/86, que tem por definição:

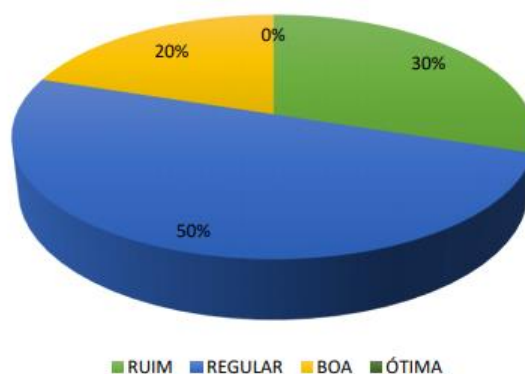
“Impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais.”

As propostas das medidas mitigadoras foram realizadas com base nas informações existentes na literatura e nos conhecimentos dos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Gráfico 1 está apresentado a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), para determinação do estado de conservação das 10 nascentes analisadas no estudo. As nascentes analisadas, juntamente com suas coordenadas geográficas e os demais dados avaliados estão apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6. Ressalta-se que o somatório dos parâmetros foi classificado de acordo com os critérios apresentados na Tabela 2.

Gráfico 1. Aplicação Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), para a classificação das nascentes analisadas no estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores

Em vista da classificação geral das nascentes, aquelas que se enquadraram em um bom estado de conservação apresentaram cercamento correto, existência de área consolidada sem presença de animais, presença de vegetação natural para cobertura do solo e mata de topo de morro, conforme exigido pelo Código Florestal Brasileiro expresso na Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Segundo Carvalho (2004) o correto cercamento das nascentes deve ser realizado através da construção de cercas, num raio de 30 a 50 metros a partir do olho d'água, para evitar a entrada de animais, como gado, pessoas e veículos, que possam realizar a compactação do solo pelo pisoteio constante.

Já as nascentes que foram classificadas como ruins obtiveram notas mínimas em todos os parâmetros analisados sendo observado em seu entorno a criação de gado sem nenhuma proteção para ocupação do solo, além da presença de pastagens degradadas.

Tabela 4 – Protocolo de Aplicação Rápida utilizado para determinação dos estados de conservação das nascentes – parte I: início.

Nascentes	Latitude	Longitude	Elevação	Tipo de Ocupação das Cercanias da Nascente	Cobertura do solo
1	-21.19396°	-43.08130°	449	1	1
2	-21.19429°	-43.08072°	462	1	1
3	-21.19525°	-43.08059°	484	1	5
4	-21.19519°	-43.08012°	425	1	5
5	-21.19434°	-43.07113°	441	1	5
6	-21.18175°	-43.06829°	395	3	3
7	-21.17643°	-43.05647°	407	3	5
8	-21.15638°	-43.04578°	383	3	5
9	-21.16785°	43.03278°	409	1	1

10 -21.19325° 43.08976° 420 1 1

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 5 – Protocolo de Aplicação Rápida utilizado para determinação dos estados de conservação das nascentes – parte 2: continuação.

Nascentes	Estado de Conservação da cobertura da APP	Tipo de Ocupação da Mata de Topo de Morro	Estado de Conservação da Cobertura da Mata de Topo	Extensão da APP
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	3	1	1	1
4	3	5	3	1
5	3	5	3	1
6	3	3	3	1
7	3	5	3	3
8	3	5	3	3
9	1	3	3	1
10	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 6 – Protocolo de Aplicação Rápida utilizado para determinação dos estados de conservação das nascentes – parte 3: final.

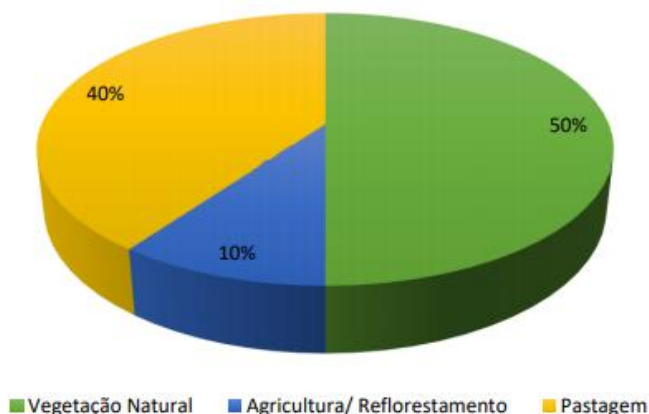
Nascentes	Presença de Animais	Cercamento das nascentes	Nota de Qualidade	Qualidade das nascentes
1	1	1	8	RUIM
2	1	1	8	RUIM
3	1	1	14	REGULAR
4	1	1	20	REGULAR
5	1	1	20	REGULAR
6	3	1	20	REGULAR
7	3	5	30	BOA
8	5	5	32	BOA
9	1	1	12	REGULAR

10 1 3 10 RUIM

Fonte: Elaborado pelos autores

Dentre os parâmetros avaliados no Protocolo de Avaliação Rápida, os que apresentaram maior relevância, foram a cobertura do solo das nascentes, a extensão e o estado de conservação da área de preservação permanente (APP). No Gráfico 2 está apresentada a análise da cobertura de solo para as nascentes observadas no estudo. Importante enfatizar que essa vegetação natural observada, não apresenta a extensão necessária de acordo com a legislação determina para garantir uma nascente de qualidade.

Gráfico 2. Aplicação Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), para análise da cobertura do solo das nascentes estudadas.

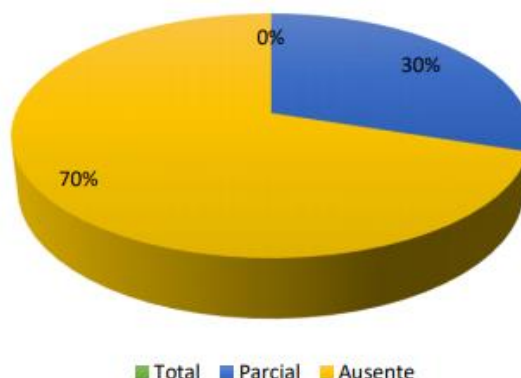


Fonte: Elaborado pelos autores

Já para o estado de conservação da APP, notou-se que estão bem degradadas, conforme apresentado no Gráfico 3. Assis *et al.* (2017) afirmam que as áreas de preservação permanente localizadas ao longo das margens dos rios, represas e nascentes tem como função preservar os recursos hídricos, controlar erosão nas margens dos cursos d'água, além de evitar o assoreamento o dos rios, proteger a fauna e a flora e manter a qualidade da água.

Destaca-se que foi observado a presença de plantações em proximidade às nascentes, onde ocorre aplicação de agrotóxicos, o que pode afetar diretamente o solo, a água, a flora e a fauna, além de apresentar risco de contaminação das nascentes pelo carreamento para dentro das APP's, por escoamento superficial, de resíduos desta aplicação (GONÇALVES, 2020). Ademais, também foi observado a compactação do solo devido ao trânsito de veículos leves e pesados, o que afeta a preservação da vegetação e do solo.

Gráfico 3. Aplicação Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), para análise do estado de conservação da cobertura das APP's das nascentes estudadas.



Fonte: Elaborado pelos autores

Importante ressaltar que a degradação das matas ciliares desrespeita a legislação e resulta em vários problemas ambientais como por exemplo a extinção de cursos d'água em pequenas bacias.

Outro fator importante para a manutenção da qualidade das nascentes é o seu cercamento, o que irá isolar a área e evitar que animais e outros meios de contaminação possam ter acesso direto. No levantamento feito, 70% das amostras não possuíam nenhum tipo de cercamento, em 20% havia a presença de cercamento e em 10% o cercamento era feito de forma parcial. Intimamente ligada à falta de proteção das nascentes está a variável de presença de animais em seu entorno e, como esperado, em 80% das nascentes foi detectada a presença de animais muito frequentemente, como os advindos da criação de gado em que foi notado fezes e pisoteio constante na área das nascentes, em 20% pouco frequente e em 0% ausente. Além disso, em visita a campo, foi notado o lançamento de efluentes domésticos sem tratamento e disposição final resíduos sólidos. Na Figura 3 está apresentado a disposição final de resíduos sólidos, de efluentes domésticos sem tratamento e registro da presença de animais da criação de gado.



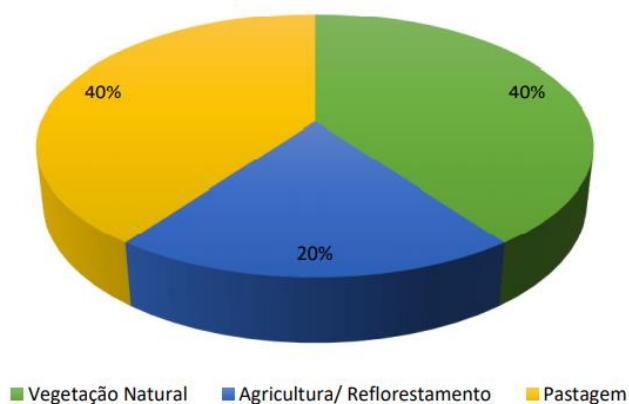
Figura 3. Lançamento de efluentes domésticos sem tratamento (A), disposição de resíduos sólidos (B) e presença de animais de criação de gado (C) nas nascentes estudadas.

Fonte: Acervo dos autores

Conforme estabelece o Código Florestal (BRASIL, 2012), para a conservação das nascentes é necessário proteger o seu entorno do acesso direto de pessoas e animais em um raio, mínimo, de 50 metros. A presença de animais em nascentes, precisamente os de criação de gado, vistos nas nascentes analisadas, favorece a contaminação das águas pelos excrementos depositados, os quais são facilmente transportados pelo escoamento pluvial para o interior das nascentes, além de contribuir para a degradação e compactação do solo, diminuir a recomposição da cobertura vegetal e facilitar os processos de erosão (SOUZA, 2018). Ademais interferências antrópicas podem ocorrer devido à falta de proteção, manutenção e fiscalização e podem causar grandes danos à qualidade e estrutura das nascentes.

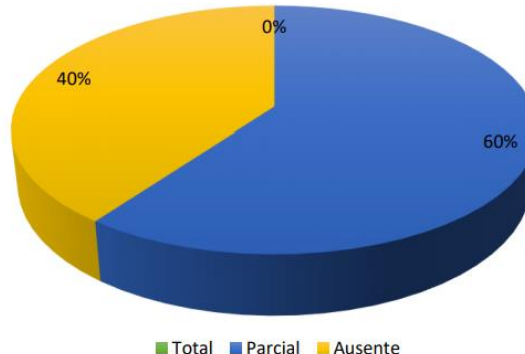
A análise da mata de topo de morro e o estado de conservação destas matas, para as nascentes estudadas, está apresentado nos Gráficos 4 e 5.

Gráfico 4. Aplicação Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), para análise da ocupação da mata de topo de morro das nascentes estudadas.



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 5. Aplicação Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), para análise do estado de conservação da mata de topo de morro das nascentes estudadas.



Fonte: Elaborado pelos autores

Os topos de morro são considerados pontos estratégicos para o abastecimento do depósito de água subterrânea, tanto dos aquíferos freáticos quanto dos artesianos, e por isso são consideradas áreas de recarga. A recomposição desta mata, entre outras práticas conservacionistas como recuperação da mata ciliar e uso adequado do solo, são fundamentais para a recarga do lençol freático, o que garante a qualidade e quantidade da água (FINKLER, 2012). Destaca-se que a sombra das árvores no topo de morro diminui a temperatura local e mantém o solo úmido por mais tempo, o que retarda a evaporação da água e há uma maior infiltração no solo, o que favorece a recarga dos lençóis subterrâneos (VIEIRA, 2016). Além disso, as árvores protegem da erosão, o que evita que a terra deslize e a nascente seja soterrada e melhora a infiltração e percolação das águas de chuva no solo (MARTINS *et al.*, 2017).

A conservação da qualidade e da quantidade da água depende das condições naturais e do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica, onde ela se origina, circula, percola ou fica estocada (PAZ, 2004). Os recursos naturais vêm sendo explorados de maneira desenfreada, um exemplo disso são as ações antrópicas na bacia hidrográfica, principalmente nas áreas das nascentes, que têm provocado alterações expressivas na dinâmica das águas, principalmente na diminuição da sua quantidade e qualidade, comprometendo assim a recarga dos aquíferos e assoreando cursos d'água.

De acordo com o diagnóstico ambiental, realizado *in loco*, obteve-se a classificação dos impactos ambientais através da aplicação do checklist, conforme exposto na Tabela 7. Nenhum aspecto observado foi classificado como grau positivo.

Tabela 7 – Checklist para classificação dos impactos ambientais do Córrego da Pindaíba.**Tipos de Impactos e Aspectos Ambientais**

Critério	Resíduos Sólidos	Supressão da Vegetação	Processo de Assoreamento	Alterações no Microclima	Despejo de Efluente no Córrego	Presença de espécies vegetais exóticas e invasoras
Frequência	T	PE	C	C	PE	PE
Reversibilidade	R	R	R	R	R	R
Extensão	L	L	L	L	L	L
Duração	CP	CP	MP	CP	CP	CP
Origem	D	D	ID	ID	D	ID
Sentido	N	N	N	N	N	N

Legenda: Classificação dos impactos observados na área: T: temporário; PE: permanente; C: cíclico; R: reversível; IR: irreversível; L: local; R: regional; E: estratégico; CP: curto prazo; MP: médio prazo; LP: longo prazo; D: direta; ID: indireta; P: positivo; N: negativo.

Fonte: Elaborados pelos autores.

A supressão da vegetação, impacto ambiental de ordem direta, traz consequências negativas para o solo uma vez que este fica exposto e frágil, o que afeta diretamente a proteção natural fornecida pela cobertura vegetal, tendo como principal consequência a desestruturação do solo (NERES *et al.*, 2015). Além disso, a retirada da vegetação nativa, contribui para o aparecimento de espécies exóticas nas áreas próximas às nascentes, as quais podem causar perda de biodiversidade e mudanças no funcionamento do ecossistema (MIYAMURA *et al.*, 2019). O solo exposto fica mais suscetível a ser transportado e depositado no curso d'água pelas chuvas, além de chegar mais facilmente aos corpos hídricos e com maior rapidez (GONÇALVES *et al.*, 2016).

Quanto aos resíduos sólidos, foram encontradas sacolas plásticas e garrafas PET no entorno do Córrego, o que gera um impacto negativo, já que irão se decompor nas margens, sendo um potencial de contaminação às águas e, em conjunto com outros resíduos, impactam esteticamente a paisagem natural. Petry (2012) acrescenta que sacolas e garrafas PET possuem grande resistência a biodegradação, o que pode levar séculos para se decompor, sendo um dos principais problemas do descarte inadequado. Ademais, as disposições incorretas de garrafas PET podem causar mortandade dos animais aquáticos, uma vez que estes confundem os resíduos com alimentos e os ingerem, além de influir diretamente nas obstruções parciais de escoamento, provocando enchentes e inundações (SARDINHA; GODOY, 2016).

Segundo o disposto na Resolução CONAMA nº 430/2011, art. 3º:

“Os efluentes, de qualquer fonte poluidora, somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na resolução e em outras normas aplicáveis.”

Segundo Abrahão (2006) além de possíveis efeitos tóxicos imediatos de alguns poluentes, existe o perigo de bioacumulação nos organismos. As doenças de veiculação hídrica e as que são transmitidas por falta de higiene pessoal adequada estão intimamente ligadas às disposições incorretas de dejetos e ao consumo de água de qualidade ruim (COSTA, 2007). Todos os impactos identificados neste estudo foram classificados como reversíveis, mas para isso, é necessário desenvolver e aplicar ações que visam a recuperação das áreas degradadas.

Para a determinação dos impactos de segunda e terceira ordem, ou seja, os impactos gerados indiretamente, aplicou-se o método de interação, sendo a ausência de vegetação o ponto de partida da rede. A Figura 4 retrata os efeitos dos impactos gerados no meio físico e biótico.

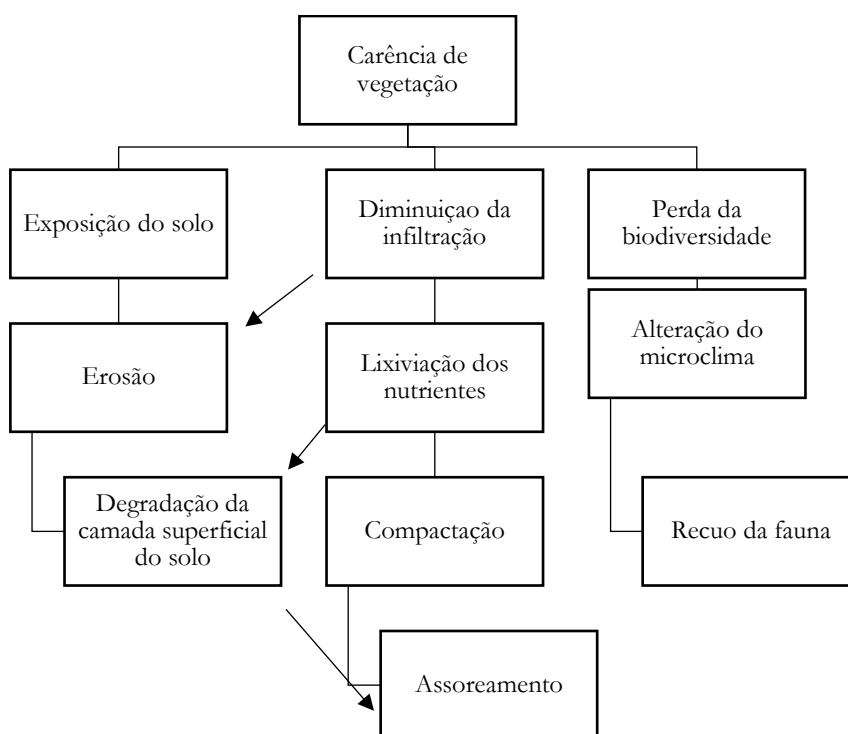


Figura 4. Rede de interação de impactos causados pela carência de vegetação no Córrego da Pindaíba.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Diante dos impactos retratados se faz necessário a aplicação de medidas mitigadoras que possam minimizar seus efeitos e diminuir sua magnitude no meio físico. De acordo com Silva; Poznyakov, (2020) as medidas mitigadoras são aquelas que objetivam a minimização, prevenção ou a compensação dos impactos negativos gerados. Nogueira (2019) acrescenta que

a determinação dessas medidas deve ser feita de forma que busque o bem-estar social e seja do interesse da coletividade, sendo de fundamental importância para a remediação dos impactos ambientais negativos gerados.

O reflorestamento do Córrego da Pindaíba pode ser uma das medidas mitigadoras adotadas que, de forma direta, irá influenciar na qualidade e quantidade das águas das nascentes e seria uma medida de recuperação da Área de Preservação Permanente (APP) que, por lei, deve ser conservada e monitorada. O Código Florestal (BRASIL, 2012) determina que devem ser reflorestadas, para fins de conservação, as áreas sem aptidão agrícola ou pecuária e área definidas pela legislação como, por exemplo, as Áreas de Preservação Permanente (APP's). As APP's foram instituídas por lei, para mitigar os impactos ao meio ambiente e preservar nascentes, fauna, flora, rios, lagos, uma vez que sua preservação é capaz de diminuir o escoamento superficial e o assoreamento.

Estabelecido em Brasil (2012), são consideradas APP's faixas que margeiam cursos d'água, encostas com inclinação maior ou igual a 45° e áreas com altitudes maiores que 1800 metros. Para atendimento do estabelecido no Código Florestal (BRASIL, 2012) deve-se, em torno das nascentes, manter uma APP de raio mínimo, de 50 metros. Nenhuma das nascentes analisadas atendem à esta determinação, uma vez que obtêm uma faixa preservada no raio de 15 metros, o que torna necessário tal reflorestamento.

Outras medidas mitigadoras que podem ser estabelecidas e que, de forma indireta, irão afetar na qualidade, quantidade e manutenção das nascentes é o uso de práticas sustentáveis na agricultura, o controle de queimadas e o uso adequado das pastagens uma vez que, com o manejo adequado como a rotação de pastoreio ou os sistemas agrossilvipastoril, as pastagens se tornam uma grande aliada para a proteção do solo contra processos erosivos (CORDEIRO et al., 2015; MARTINS *et al.*, 2017; ZONTA *et al.*, 2012).

A prevenção da erosão, principalmente a hídrica, um dos principais problemas ambientais, que causa assoreamento dos corpos hídricos, provoca danos irreversíveis nos locais de origem e diminuiu a fertilidade do solo (SILVA *et al.*, 2019). Esta ação preventiva é uma medida que pode ser adotada por meio de bacias de retenção ou caixas de captação e terraceamento, que através da interceptação ou a condução do escoamento superficial, controlam a erosão e visam diminuir a velocidade e o volume da água, assim como reduzir as perdas de solo, o que consequentemente, aumenta a penetração da água no solo (FLINKER, 2012; SOUZA; DOMINGUES, 2006).

CONCLUSÃO

A partir do diagnóstico ambiental realizado nas nascentes do Córrego da Pindaíba, em Tocantins/MG, conclui-se que a maior parte destas nascentes se encontraram em condições ruins ou regulares. Foi notório o descumprimento da legislação em relação à proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs), com alterações e retirada da vegetação nativa e implantação de pastagem. Observou-se ausência de cercamento, item fundamental para a conservação dos estados das nascentes e proteção de influências externas.

Diante da rede de interação, o fator desencadeador dos demais impactos ambientais encontrados, foi a retirada da vegetação nativa. Ademais, as medidas mitigadoras sugeridas são uma forma de minimizar os processos de degradação e otimizar o processo de regeneração natural das nascentes.

Estudos sobre os cenários em que se encontram as nascentes e os córregos brasileiros são de extrema importância para a preservação destes recursos, uma vez que estas áreas estão sendo cada vez mais degradadas pela ação antrópica. Dessa forma, para uma melhor resposta e continuidade do estudo apresentado, recomenda-se a necessidade de futuros estudos na área, ou até mesmo em suas proximidades, para acompanhamento das interferências antrópicas a fim de se observar a variação dos resultados.

AGRADECIMENTOS

As autoras Jacyara Soares Dias e Thais Girardi Carpaneiz foram responsáveis pela aplicação da metodologia apresentada, pela escrita do artigo e pela revisão de literatura e os autores Jonathas Batista Gonçalves Silva e Otávio Eurico de Aquino Branco foram os orientadores deste artigo, responsáveis pela supervisão, seu acompanhamento e sua correção geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, R. **Impactos do Lançamento de Efluentes na Qualidade da Água do Riacho Mussurê**. 2006, 140 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

ASSIS, M. D. O; SANTOS, C. S; RITÁ, F. S; SOAREZ, I. M; PEREIRA, A. A. S. **Recuperação De Uma Nascente No Município De Espírito Santo Do Dourado - Minas Gerais**. In 14º Congresso Nacional de Meio Ambiente, Poços de Águas Termais e Minerais, Anais. Poços de Caldas 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 - Código Florestal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acessado em: 5 de dez 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Brasília, Diário Oficial da União, 2006, 32p. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acessado em: 12 de dez de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Brasília, *Diário Oficial da União*, 1986, 4p. Disponível em: <<http://www.palmares.gov.br/wp-content/uploads/2018/09/res-conama-01-1986.pdf>>. Acessado em: 10 de dez de 2020.

BRITO, I. N.; LIMA, R. S.; PAIVA, K. S.; SOUZA, R. B.; CARVALHO, M. S.; SILVA, L. R. F. Análise microbiológica da água de poços rasos do bairro canaã em Rio Branco, Acre. **DêCiência em Foco**, v. 3, n. 1, p. 15-24, 2018.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensis**, 14 (1), 91-98, 2002.

CARVALHO, S. L. Medidas que preservam nascentes e mananciais. Departamento de fitossanidade, engenharia rural e solos. UNESP - SP. 2004. Disponível em <https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/js101072004.php>. Acessado em 4 ago. 2021.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J. MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura-pecuária-floresta**. Embrapa: DF. 2015.

COSTA, M.V.; CHAVES, P.S.V. & OLIVEIRA, F.C. **Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará**. In XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Anais. INTERCON, Rio de Janeiro, 2007.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; FEROLDI, M.; DE CAMARGO, M. P.; KLAJN, F. F. et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 3821-3830, 2014.

CRISPIM, J. Q.; MALUZS, S. T.; CARDOSO, O.; PAGLIARINI, S. R. Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimentos em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica rio do campo no município de Campo Mourão - PR. **Revista Geonorte**. Edição Especial, v.13, p. 781-790, 2012.

FLINKER, R. **Planejamento, manejo e gestão de bacias**. Unidade 3: técnicas e práticas de gestão de bacias hidrográficas. Agência Nacional de Águas - ANA. 2012.

GONÇALVES, M. S. **Educação e participação social na gestão de recursos hídricos: proposta metodológica para práticas de conservação de nascentes**, 2020. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2020.

GONÇALVES, D.S.; SOUZA, P. A.; OLIVEIRA, A. L.; MARTINS, T. S. Diagnóstico ambiental e proposta de plano de recuperação da app, fazenda santa juliana, cariri do Tocantins - TO. **Nucleus**, Ituverava, v. 13, n. 1, p. 261-276, 2016. ISSN 1982-2278.

MARTINS, C. S. R.; SANTOS, A. M. M.; COSTA, K. D. S.; LIMA, R. S. R.; POSCYA, V. C.; CALSO, G. Q.; MICHELON, G. K.; NASCIMENTO, M. R.; SANTOS, P. R.; COSTA E CARVALHO, R. R. **Influência da vegetação na erosão hídrica em ambiente semiárido: uma revisão de literatura**. XXI Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência - Universidade do Vale do Paraíba. 2017.

MIYAMURA, F. Z.; MANFRA, R.; FRANCO, G. A. D. C.; ESTEVES, R.; SOUZA, S. C. P. M.; IVANAUSKAS, N. M. Influência de espécies exóticas invasoras na regeneração natural de um fragmento florestal urbano. **Scientia Plena**, v. 15, n. 8, p. 1-17, 2019.

NERES, N. G.C.; SOUZA, P. A.; SANTOS, A. F. D.; GIONGO, M.; BARBOSA, L. N. L. Avaliação Ambiental e Indicação de Medidas Mitigadoras para a Nascente do Córrego Mutuca, Gurupi -TO. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.11 n.21; p. 2824, 2015.

NOGUEIRA, C. S. **A importância da elaboração do estudo de impacto de vizinhança no desenvolvimento e planejamento urbano**. In III Congresso internacional de política social e serviço social: desafios contemporâneos IV seminário nacional de território e gestão de políticas sociais III congresso de direito à cidade e justiça ambiental. Londrina PR, Anais.2019.

OLIVEIRA, A. S.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R. Dinâmica da água em área de recarga de nascentes em dois ambientes na região Alto Rio Grande, Minas Gerais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 1, p. 59 – 67, 2020.

PAZ, A. R. **Hidrologia aplicada**. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia na unidade de Caxias do Sul. 2004

PETRY, Jéssica. Estudo de Caso: Responsabilidade ambiental: reciclagem e reutilização de garrafas pet. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.6, n.3, p. 72-86. 2012.

RODRIGUES, A.S.L.; CASTRO, P.T.A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008.

SARDINHA, D. D. S.; GODOY, L. H. O Crescimento urbano e o impacto nos recursos hídricos superficiais de Uberaba (MG). **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 4, n. 23, p. 01-20, 2016.

SILVA, L. B.; MEZZOMO, M. D. M.; GONÇALVES, M. S. Diagnóstico Geoambiental em Nascentes: Estudo de caso em Campo Mourão-PR. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 13, n. 31, p. 52-65, 2019. Disponível em: <<https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/4577/2612>>. Acessado em: 15 nov 2019.

SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F.; CÂNDIDO, B. M. Curso da EMATER: **Manejo do solo em sistemas agroecológicos de produção** – Parte 2. Lavras: UFLA, 2015. 54 p.

SILVA, J. R. I.; SOUZA, E. S.; SOUZA, R.; SANTOS, E. S.; ANTONIMO, A. C. D. Efeito de diferentes usos do solo na erosão hídrica em região semiárida. **Revista Engenharia na Agricultura**. V. 27, n.3, p. 272 – 283, 2019.

SILVA, V. A. A. C.; POZNYAKOV, K. Controlando os impactos ambientais e sociais da construção civil através de medidas mitigadoras. **Revista Boletim do Gerenciamento**. n. 14, p. 30 -39, 2020.

SOUZA, E. R.; DOMINGUES, J. F. N. **Conservação do solo e água**. Série: meio ambiente. Manejo Integrado de Sub-bacias Hidrográficas. EMATER-MG. 2006.

SOUZA, S. R. **A proteção das nascentes em áreas urbanas consolidadas: dispensável ou necessária missão?** 2018. 137p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental.) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba.

SOUZA, W. F.; SILVA, M. G.; UCKER, F. E.; ALONSO, R. R. P.; SILVA, M. W.; ANTUNES, C. F. M. Avaliação de impactos ambientais em nascentes da fazenda panorama município de Guapó-GO. **RENEFRA**, v. 15, n.1, p. 130 – 140, 2020.

VESSONI, R. H. **Conservação de nascentes e a degradação ambiental por ocupação do solo no bairro nascente imperial em Contagem (MG)**. 2019. Monografia (Especialização de Gerenciamento em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

VIEIRA, P. D. **Análise do estado de conservação de nascentes do ribeirão dores do turvo em Dores do Turvo, MG**. 2016. Trabalho Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

ZONTA, J. H.; SOFIATTI, V.; COSTA, A. G.F.; SILVA, C. A. D.; BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, I.; C. JÚNIOR, A. F.; CARTAXO, W. V.; RAMOS, E. R.; OLIVEIRA, M. C.; CUNHA, D. S.; MOTA, M. O. S.; SOARES, A. N.; BARBOSA, H. F. **Práticas de conservação do solo e água**. Embrapa. Campina Grande: PB. 2012.