

PARÂMETROS MACROSCÓPICOS PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

MACROSCOPIC PARAMETERS FOR THE ASSESSMENT OF THE CONSERVATION STATUS OF SPRINGS IN AN ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA

RESUMO

Os recursos hídricos são fundamentais à sobrevivência humana, principalmente no que tange às nascentes, foco de passagem da água subterrânea para a superfície. Entretanto, estes elementos vêm sofrendo forte degradação devido às atividades humanas (ex. construção de estradas, criação de pastagem e acesso dos animais às nascentes) altamente impactantes, o que gera uma real necessidade em se realizar pesquisas que visem sua recuperação. Neste estudo, foi avaliado macroscopicamente as nascentes situadas na Área de Proteção Ambiental - APA da Serra da Piedade - Minas Gerais, identificando as principais fontes causadoras dos impactos. Os resultados obtidos evidenciam que 81% das nascentes foram classificadas como ruins e razoáveis de acordo com o seu estado de conservação. As nascentes com melhores condições apresentaram pouco uso de animais, boa cobertura vegetal e água transparente. A forte degradação ambiental está relacionada principalmente com o desmatamento da área e a falta de cercamento. Portanto, não basta ter um bom índice para uso humano, pois também é importante ter pouco uso de animais e uma boa cobertura vegetal para que as nascentes sejam melhor classificadas. Dessa forma, a implantação de terraceamento e plantio de árvores poderão auxiliar em sua recuperação, além de minimizar/evitar os processos de degradação.

Palavras-Chave: Área de preservação. Degradação ambiental. Mata Atlântica. Recurso hídrico.

ABSTRACT

Water resources are fundamental to human survival, especially with regard to springs, where the groundwater moves up in the soil profile. However, these elements have been undergoing severe degradation due to human activities (i.e. road construction, pasture creation, and livestock access to springs), which creates a real need to conduct research aimed at their recovery. In this study, we assessed the macroscopic impacts of human activities in the springs located in the Environmental Protection Area - APA of Serra da Piedade - Minas Gerais, Brazil. The results demonstrated that 81% of the springs were classified as “bad” and “reasonable” according to their state of conservation. The springs with better conditions showed little evidence of animal presence, good vegetation cover, and transparent water. The strong environmental degradation is mainly related to the deforestation of the area and the lack of fencing. Therefore, it is not enough to have a good index for human use, since it is also important to have little animal presence and good vegetation cover so that spring is better classified. Thus, the creation of terracing and tree planting can assist in their recovery and minimize/ avoid the degradation process.

Keywords: Permanent preservation. Environmental degradation. Atlantic Forest. Water resource.

 André Luiz Miranda Reis¹
 Talita Teixeira da Costa²
 Mara Gabriele Fonseca Pinto¹
 André Luiz Lopes de Faria¹
 Liovano Marciano da Costa¹
 Rodrigo Cupertino Bernardes¹

1 - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
2 - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

Correspondência: andremreis@usp.br

Recebido em: 28-10-2020
Aprovado em: 02-03-2021



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons BY-NC-SA 4.0, que permite uso, distribuição e reprodução para fins não comerciais, com a citação dos autores e da fonte original e sob a mesma licença.



INTRODUÇÃO

Nascentes são recursos hídricos naturais onde a água subterrânea passa para a superfície, de modo perene ou temporário, formando os canais de drenagem (FELIPPE, 2009, pag. 73). Estes focos são fisiograficamente caracterizados por feições geomorfológicas ou estruturas geológicas que dão início a drenagem superficial em canais de primeira ordem (CARMO et al., 2014, pag. 276).

Diante de alterações ambientais recorrentes, a sociedade começou a se preocupar com a conservação e distribuição desses recursos hídricos (SANTOS, 2006, pag. 47). Tais recursos são fundamentais para a existência dos seres vivos e estão cada vez mais sendo degradados, principalmente, pela atividade humana (TUNDISI e TUNDISI, 2011).

Nascentes são consideradas Áreas de Preservação Permanente, em um raio de 50 m ao redor da nascente, independentemente de sua feição topográfica. Essa preservação em torno das nascentes é fundamental para manutenção desses recursos hídricos, pois a supressão da mata ciliar pode provocar comportamentos indesejáveis em sua dinâmica, como a diminuição da infiltração e aumento do escoamento superficial (PEREIRA et al., 2011, pag. 149).

O desmatamento é uma das principais causas de degradação das nascentes, acompanhados da erosão do solo causada por atividades antrópicas de uso da terra; atividades agropecuárias sem o devido controle; reflorestamentos mal manejados e contaminação dos mananciais por lixo ou efluentes (PINTO, 2003, pag. 13).

O meio rural configura uma zona que necessita de uma atenção maior dos órgãos públicos, já que grande parte da população deste meio, sem acesso a saneamento, faz uso direto das nascentes. Além disso, é na zona rural que se localiza grande parte das atividades agropecuárias, altamente impactantes na qualidade da água (DA ROCHA et al., 2006, pag. 1968).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi mapear e avaliar o grau de conservação das nascentes situadas na APA da Serra da Piedade, Minas Gerais- Brasil, utilizando parâmetros macroscópicos mensurados *in situ*. Esses parâmetros também foram utilizados para classificar macroscópica e estatística das nascentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da Área de Estudo

O município de Visconde do Rio Branco faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Pomba. Esta apresenta elevado grau de desmatamento, apresentando na maior parte das suas sub-bacias. Nesta bacia, localiza-se a Área de Proteção Ambiental (APA), denominada APA da Serra da Piedade. (BERTOLACCIN JUNIOR et al., 2013, pag. 54).

De acordo com o Sistema Nacional De Unidades De Conservação (SNUC), APAs são áreas de considerável tamanho que apresentam certo grau de ocupação, possuindo atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais importantes para a manutenção da qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, visando proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Piedade está localizada no município supracitado, entre as longitudes 42°56'55"W e 42°53'55"W e as latitudes 20°56'00"S e 20°59'53"S. Esta possui uma área total de aproximadamente 1580 ha e uma altitude média de 352 m, sendo correspondente ao divisor de importantes Bacias Hidrográficas do Sudeste Brasileiro, sendo elas: Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul e do Rio Doce (PACHECO, 2016, pag. 12). O índice pluviométrico anual no município é de 1.100 mm, com as chuvas concentradas no período de outubro a março (FERREIRA, 1959; SEBRAE, 2001), de acordo com a classificação climática de Köppen, clima Cwa.

A APA está inserida na Serra da Mantiqueira, em área considerada originalmente de Mata Atlântica e se caracteriza pela presença de flora e fauna típicas desta área e altitude, com presença de cascatas, piscinas naturais e grutas, abrigando as nascentes dos rios Xopotó, córrego de Santa Maria e ribeirão da Piedade que banham e abastecem as Cidades de São Geraldo, Visconde do Rio Branco e Guidoal (BERTOLACCIN JUNIOR et al., 2013, pag. 54).

O relevo é classificado como forte ondulado a montanhoso e pertencem ao Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros, caracterizado por formações mamelonares tropical-atlânticas florestadas (AB'SABER, 1970). A APA é cortada por grandes corpos pegmatíticos que se ramificam por grandes extensões, denominada Suíte Intrusiva Paula

Cândido (REIS, 2019, pag. 19). A APA e a Suíte estão localizadas no Complexo Mantiqueira, descrito primeiramente como Série Mantiqueira (BARBOSA 1954, citado por PERES et al., 2004), composta por ortogneise bandado, de granulação predominantemente média, coloração acinzentada e migmatizado em intensidades diversas. Consistem essencialmente de hornblenda, biotita, plagioclásio e quartzo.

Em geral, nesses ambientes os solos são pobres, tendendo a ser distróficos, na maior parte, ocorrendo solos eutróficos apenas nas partes mais baixas (REZENDE e RESENDE, 1996). Levantamento de solos realizado por ABRAHÃO et al., (2000) e PORTUGAL et al., (2008) na região de Visconde do Rio Branco, encontrou Cambissolo Háplico Tb distrófico e Neossolos Litólicos nas encostas mais declivosas, enquanto os terraços abrigam Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos típicos, onde é encontrada Floresta estacional semidecidual de sub-montana.

Identificação e mapeamento das nascentes

Foram realizados três trabalhos de campo na APA da Serra da Piedade. Para o mapeamento utilizou-se um aparelho de *GPS modelo Garmim GPSMAP 64s* para a aquisição das coordenadas de cada nascente, e posteriormente foi elaborado um mapa com a localização das mesmas. Fotografias das nascentes e de seu entorno foram tiradas para auxiliar na definição do grau de degradação.

Parâmetros para análises do grau de conservação e classificação macroscópicas das nascentes

Para realização desta pesquisa, foi utilizado a metodologia que avalia os parâmetros macroscópicos (Tabela 1), adaptados pela Classificação do Grau de Impacto de Nascente (2004) e do Guia de Avaliação da Qualidade das Águas (2004), ambos demonstrados no trabalho de GOMES et al., (2005, pag. 106).

Tabela 1. Quantificação da Análise dos Parâmetros Macroscópicos do grau de impactos das nascentes e do guia de avaliação da qualidade da água.

Cor da água	(1) Escura	(2) Clara	(3) Transparente
Odor	(1) Cheiro forte	(2) Cheiro fraco	(3) Sem cheiro
Lixo ao redor	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem lixo
Materiais Flutuantes	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem materiais flutuantes
Espumas	(1) Muita	(2) Pouca	(3) Sem espumas
Óleos	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem óleos
Esgoto	(1) Esgoto doméstico	(2) Fluxo superficial	(3) Sem esgoto
Vegetação (preservação)	(1) Alta degradação	(2) Baixa degradação	(3) Preservada
Uso por animais	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Uso por Humanos	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Proteção do local	(1) Sem proteção	(2) Com proteção (Com acesso)	(3) Com proteção (sem acesso)
Proximidade com residência ou estabelecimento	(1) Menos de 50 m	(2) Entre 50 e 100 m	(3) Mais de 100 m
Tipo de área de inserção	(1) Ausente	(2) Propriedade privada	(3) Parques ou áreas protegidas

Fonte: Gomes et al. (2005, p. 106). Org.: autores, 2020.

A seguir, encontra-se a descrição dos parâmetros que utilizados para avaliar a qualidade das nascentes:

- Coloração aparente da água (deve-se distinguir entre cor aparente e cor verdadeira. No valor da cor aparente pode ser incluída uma parcela devido a turbidez da água. Quando esta é removida por centrifugação, obtém-se a cor verdadeira): com uso de recipiente transparente para coleta e verificação da cor.
- Odor da água: com uso de recipiente para a coleta e verificação do odor.
- Lixo no entorno: presença de lixo no local da nascente e no seu entorno e sua caracterização.
- Materiais flutuantes: presença de objetos na superfície da água e caracterização dos mesmos.
- Espumas e óleo: presença na superfície da água.
- Esgoto: presença de emissários e sua distância da nascente.
- Vegetação: caracterização da mesma próxima à nascente e classificação quanto à preservação (Alto grau de degradação, Baixo grau de degradação, Preservada).

- Uso por animais: evidência de uso por animais presença, pegadas, fezes, tocas e esqueletos.
- Uso antrópico: evidência de utilização da nascente por humanos - trilhas ao redor da nascente, presença de bombas de sucção e irrigação de hortas e plantações.
- Proteção: existência de algum tipo de proteção ao redor da nascente, por barreiras naturais ou barreiras artificiais, e sua caracterização.
- Residências: quantificação aproximada da distância, em metros, das nascentes até as residências, estabelecimento comercial ou industrial mais próximo.
- Tipo de área de inserção: se a nascente está localizada em área que visa à preservação local.

As notas foram atribuídas aos parâmetros de acordo com a avaliação macroscópica *in situ* (Tabela 2), no qual as nascentes foram agrupadas em relação ao grau de preservação, de acordo com GOMES et al. (2005, pag. 106).

Tabela 2. Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação.

Classe	Grau de preservação	Pontuação Final
A	Ótima	Entre 37 a 39 pontos
B	Boa	Entre 34 a 36 pontos
C	Razoável	Entre 31 a 33 pontos
D	Ruim	Entre 28 a 30 pontos
E	Péssimo	Abaixo de 28 pontos

Fonte: Gomes et al. (2005, p. 107). Org.: autores, 2020.

Classificação estatística das nascentes

Análise de agrupamento foi realizada para criar subgrupos de nascentes distintos e homogêneos, baseado nos parâmetros macroscópicos. Para isso, utilizou-se distância euclidiana como medida de dissimilaridade na distinção entre os grupos de nascentes. Foram testados diferentes métodos de agrupamento hierárquico: vizinho mais próximo, vizinho mais distante, UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages*) e método de Ward. Para avaliar o método de agrupamento que obteve melhor ajuste, utilizou-se o coeficiente de correlação cofenética, que mede o grau de ajuste entre a matriz de dissimilaridade e a matriz resultante da simplificação, proporcionada pelo método de agrupamento utilizado, denominada matriz cofenética (SOKAL e ROHLF, 1962). Para otimizar a qualidade do agrupamento, o número de grupos foi definido com base no critério de Mojena (MOJENA, 1977, pag. 360). Também foi realizada uma

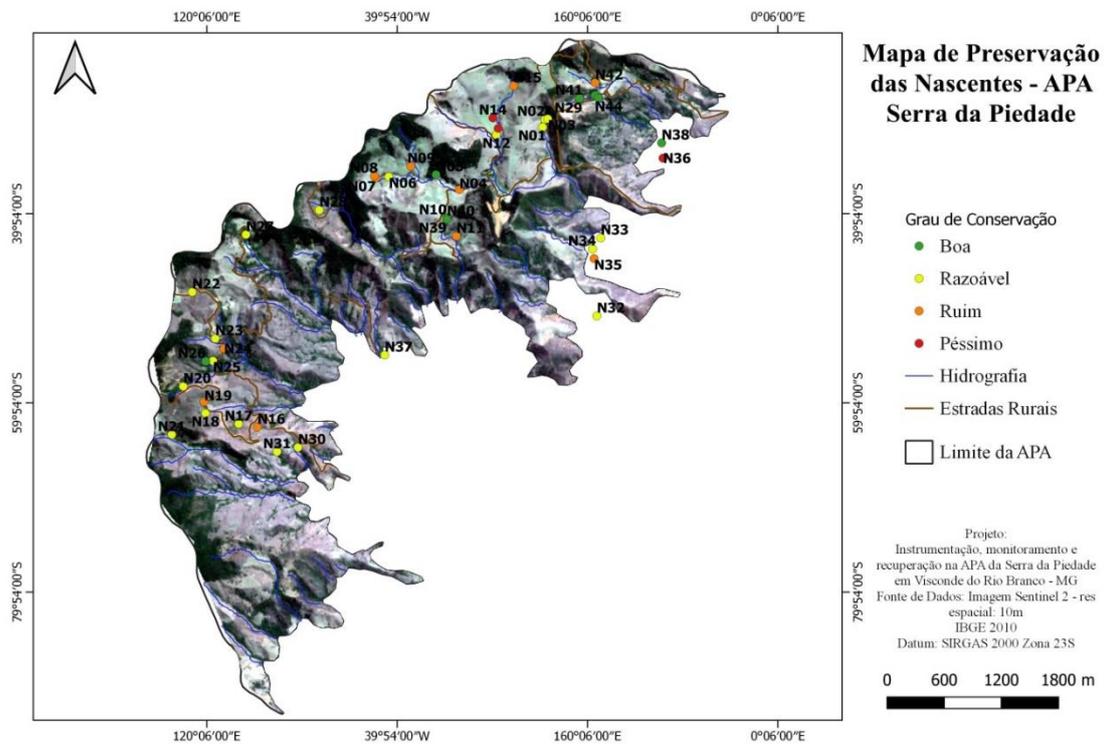
análise de componentes principais (PCA) para caracterização dos grupos de nascentes formados em relação aos parâmetros mais importantes em sua classificação. Os componentes foram definidos por meio da matriz de covariâncias e foram selecionados os componentes principais cujos autovalores exibiram valores superiores ao valor médio de todos os autovalores. Os autovetores dos componentes selecionados foram utilizados para identificar os parâmetros mais importantes na determinação do estado de conservação das nascentes. Para avaliar a relação entre os grupos de nascentes formados macroscopicamente e estatisticamente uma rede de interação foi estabelecida.

Por fim, os dados foram analisados através do teste de Kruskal-Wallis para comparação univariada entre os parâmetros mensurados na qualidade das nascentes. Todas as análises foram realizadas usando o software R (R CORE TEAM, VERSION 4.0.0, 2020).

RESULTADOS

No mapeamento foram identificadas 44 nascentes na APA da Serra da Piedade, Minas Gerais (Figura 1). Dentre essas nascentes, 56,8 % foram incorporadas no grau de preservação razoável (classe C), 25% classificadas como ruins (classe D), 16 % como boas (classe B) e 2,2 % como péssimas (classe E). Portanto 81,8% das nascentes foram classificadas como razoáveis ou ruins, o que evidencia a degradação quase que generalizada (Figura 2).

Figura 1- Mapa de localização e mapeamento das 44 nascentes da APA da Serra da Piedade-MG. Seu grau de conservação foi categorizado de acordo com Gomes et al., (2005). As nascentes são representadas por “N” e os respectivos números de amostragem.



Fonte: Os autores, 2020.

Figura 2- Estado de conservação das nascentes N14 (A), N15 (B) e N36 (C) foram classificadas como ruim e péssimas, respectivamente. As nascentes 15 e 36 se encontram nesse estado de conservação devido ao pisoteio do gado e corte para construção de estrada.



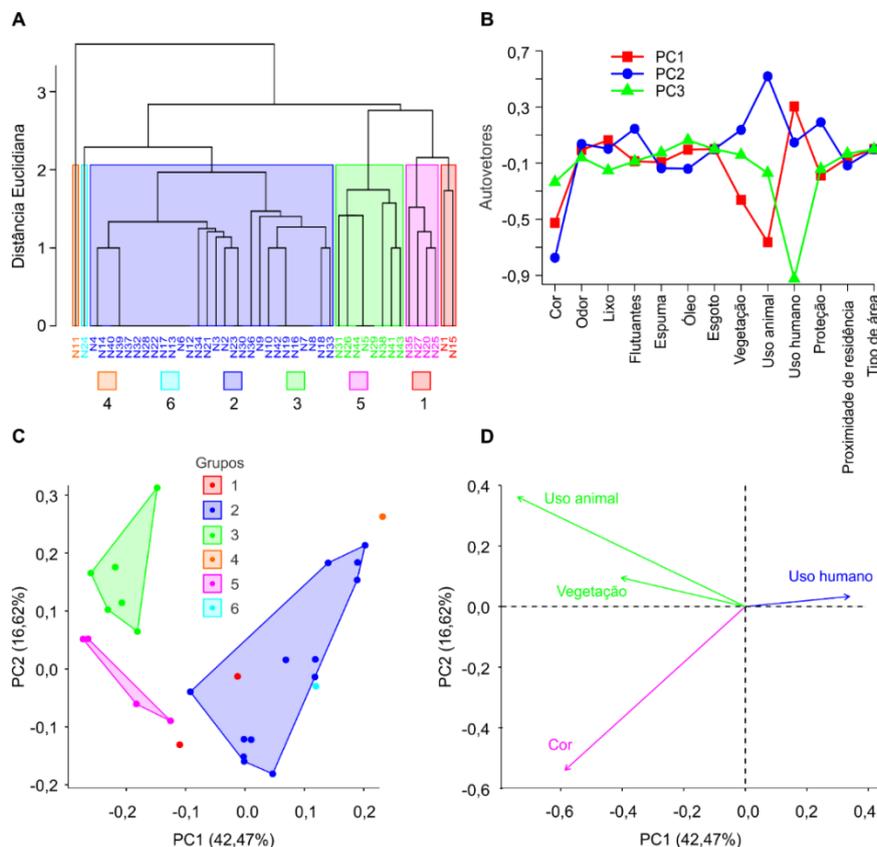
Fonte: Os autores, 2020.

A análise de agrupamento permitiu a classificação das nascentes usando os 13 parâmetros associados à qualidade das nascentes em combinação. Entre os métodos testados, o método UPGMA apresentou o maior coeficiente de correlação cofenética ($r = 0,83$), seguido pelo método do vizinho mais próximo ($r = 0,75$), vizinho mais distante ($r = 0,75$), vizinho mais distante ($r = 0,75$), vizinho mais distante ($r = 0,75$).

= 0,74) e Ward ($r = 0,69$). Seis grupos de nascentes foram definidos através do critério de Mojena (Figura 3A).

Os três componentes principais selecionados explicaram 74% da variância total dos dados. As variáveis que tiveram maior influência na classificação das nascentes foram uso animal, cor, uso humano e vegetação; são as variáveis com os maiores valores (em módulo) de autovalores (Figura 3B). Na PCA, foi possível observar que o grupo de nascente 2 foi associado com menor uso humano, o grupo 3 foi associado a mais uso animal e menor presença de vegetação e o grupo 5 foi associado ao parâmetro de coloração (mais escura) (Figura 3 CD). Os outros grupos (1, 4 e 6) foram representados por poucas nascentes e foram mais próximos ao menor uso humano.

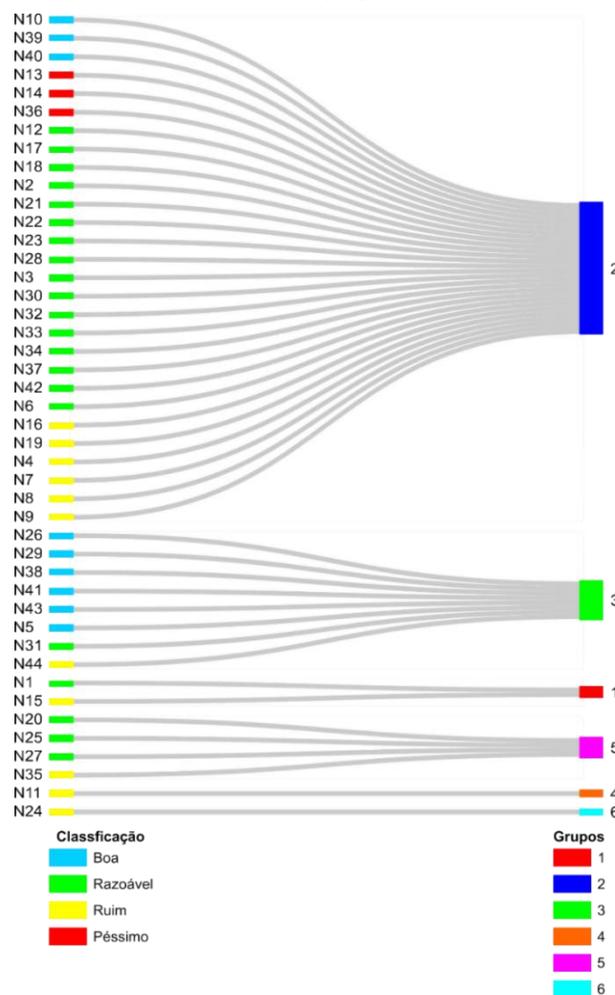
Figura 3- Avaliação multivariada dos parâmetros associados à qualidade das nascentes da APA da Serra da Piedade. (A) Dendrogramas gerado na análise de agrupamento pelo método UPGMA. Os diferentes grupos definidos com base no critério de Mojena (Mojena, 1977) estão representados por caixas com diferentes cores. (B) Autovetores dos três principais componentes gerados na análise de componentes principais. O valor em módulo dos autovetores indicam a importância de cada variável na determinação dos grupos de nascentes. (C) Diagrama de ordenação da análise de componentes principais categorizados de acordo com os grupos de nascente formados na análise de agrupamento. (D) Representação das cargas dos parâmetros mais importantes associadas ao primeiro e segundo componentes. As direções e comprimentos das setas indicam as cargas relativas das variáveis com os componentes.



Fonte: Os autores, 2020.

Comparando a classificação macroscópica com os principais grupos formados na análise de agrupamento e os principais parâmetros na PCA, é possível observar que as nascentes do grupo com pouco uso animal e boa cobertura vegetal (grupo 3) foram macroscopicamente classificadas como boas (Figura 4). Já as nascentes do grupo com boa coloração (mais transparente) foram classificadas como razoáveis (Figura 4). O grupo 5 foi o com maior variação e, portanto, foi classificado entre as diferentes classes macroscópicas, no qual, as principais, foram razoáveis e ruins (Figura 4). Apesar do grupo 5 ter sido associado a pouco uso humano, esse grupo não apresentou bons índices macroscópicos para uso animal, cobertura vegetal e coloração.

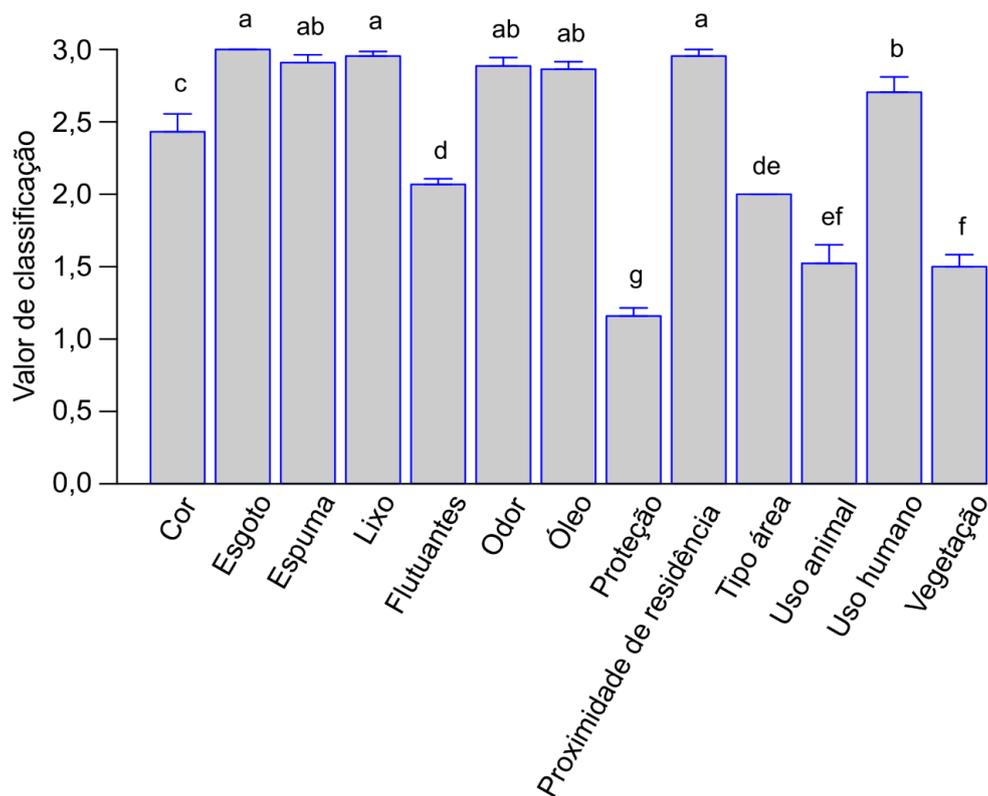
Figura 4- Rede com fluxo de ligação entre os grupos formados na classificação macroscópica (polígonos à esquerda) e os grupos formados na análise estatística multivariada (polígonos à direita) com base nos parâmetros macroscópicos avaliados nas nascentes da APA da Serra da Piedade. Os grupos são marcados em cores diferentes de acordo com a classificação das nascentes. As linhas cinzas representam os links entre os grupos.



Fonte: Os autores, 2020.

Na comparação univariada, houve diferença significativa entre os parâmetros em relação ao índice de classificação (Kruskal-Wallis: $\chi^2 = 382,84$; $df = 12$; $p < 0,001$). Os menores índices de qualidade apresentados pelas nascentes foram em relação à proteção, vegetação e uso animal. De maneira geral, as fontes apresentaram bons índices de qualidade em relação ao lixo, esgoto, espuma e, proximidade de residência (Figura 5).

Figura 5 - Índice de qualidade de nascentes na região da Zona da Mata, APA da Serra da Piedade. Os índices variam de 0 a 3; quanto mais próximo de 3, melhor a qualidade da água da nascente. As barras representam a média e as barras verticais o erro padrão de 44 repetições (ou seja, nascentes). As letras diferentes indicam diferenças significativas com base na análise post hoc no teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).



Fonte: Os autores, 2020.

DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que as nascentes da APA da Serra da Piedade apresentam estado crítico de conservação. Os parâmetros que tiveram melhor avaliação foram ausência de odor, lixo, espuma, óleo e, essas nascentes estão afastadas (mais de 100 m) das residências. Enquanto uso por animais, proteção e vegetação apresentaram os parâmetros mais baixos. As nascentes que se encontram protegidas apresentaram os melhores parâmetros: baixa ocupação humana, ausência de animais e boa coloração.

Os resultados da análise multivariada corroboram com a classificação de GOMES et al. (2005, pag. 107) (macroscópica), de maneira que os grupos associados a bons parâmetros (pouco uso animal, boa cobertura vegetal e boa coloração) foram as nascentes em melhor estado de conservação, como as nascentes 5, 10, 26, 29, 38, 39, 40, 41 e 43 (Figura 1). Dessa forma, apresentar bom índice para uso humano não é suficiente, pois é importante também haver pouco uso animal e boa cobertura vegetal para que a nascente seja melhor classificada. Resultados semelhantes foram encontrados por FRANÇA et al. (2020, pag. 39) e BOUÇAS (2020, pag. 38), em que a presença de animais e a ausência de cobertura vegetal interferem negativamente na qualidade das nascentes, que são importantes para manter a qualidade e quantidade das águas superficiais.

Ressalta-se a importância da cobertura vegetal para a produção de água, pois influencia em processos hidrológicos como a interceptação, transpiração, infiltração e percolação, que aumentam a capacidade de infiltração de água no solo (LIMA, 1996, pag. 5). De fato, a nascente que apresentou os melhores parâmetros tinha proteção de cerca de arame farpado, inviabilizando o acesso de animais e o uso humano. Além disso, identificou-se um processo avançado de regeneração. Nesta, duas barraginhas localizadas a jusante e a montante da nascente foram identificadas.

As nascentes com os índices mais baixos apresentaram água de coloração escura, mas não foi detectado odor, lixo, óleo, espumas e esgoto. Foi observado a presença de folhas secas e galhos, a vegetação do local encontra-se em alto grau de degradação e havia presença de animais nas proximidades, principalmente, devido a atividade pecuária. As cercas ao redor de uma nascente evitam o pisoteio, a compactação do solo e a destruição das mudas e espécies em regeneração por animais existentes na área, como o gado, porcos, galinhas e outros (RANGEL et al., 2006, pag. 313). A falta de proteção aliada à ação humana são fatores de perturbação das nascentes, dessa forma, se faz necessário a sensibilização e participação das populações a respeito de sua preservação sejam essenciais (CALIXTO et al., 2004, pag. 3).

A maioria das nascentes não apresentou lixo no seu entorno, isso se deve a baixa ocupação humana na APA da Serra da Piedade e também a conscientização da população que reside no local, uma vez que eles procuram preservar e recuperar as nascentes. Além disso, 98% das residências ficam a mais de 100 m de distância das nascentes e não se

verificou lançamento de esgoto nas proximidades. O distanciamento reduz a contaminação das águas superficiais e subterrâneas das nascentes, visto que, esgotos industriais, agrícolas e municipais, colocam em risco a saúde humana e dos ecossistemas (JÚNIOR MAGALHÃES, 2000, pag. 113).

As nascentes que estavam protegidas apresentaram ausência de lixo e animal, poucos materiais flutuantes e acelerado processo de regeneração. Além disso, foi observado um maior volume de água. A vegetação do entorno das nascentes auxilia na proteção, retenção de sedimentos, contenção de processos erosivos (CALHEIROS et al., 2004, pag. 18). Por isso, é muito importante conservar a cobertura vegetal para evitar esses problemas e aumentar a infiltração de água no solo.

As nascentes em que os animais tinham acesso, observava-se alteração da cor, odor, materiais flutuantes e aumento de material orgânico. Isso pode gerar um problema social, pois a tuberculose bovina, a brucelose, a aftosa, entre outras, são doenças que podem contaminar o homem, tendo como veículo a água contaminada (DAKER, 1987).

Observa-se, desta forma, que a ocupação do solo, o uso por atividades rurais, a ausência de medidas que visem a mitigação de danos, o avanço das alterações da cobertura vegetal, acarretam em uma modificação da paisagem ao entorno das nascentes. Para BERTRAND (1971, pag.2) a paisagem é o resultado de uma combinação dinâmica de elementos físicos biológicos e antrópicos, e por assim ser, considerada instável. Estes elementos reagem de forma dialética, uns sobre outros, o que torna a paisagem um conjunto único e indissociável, que se encontra em permanente evolução.

A paisagem é dinâmica, alterando-se em função do intemperismo e das ações humanas. Entender e analisar as complexas relações existentes, através de instrumentos como o utilizado nesta pesquisa, são importantes e podem gerar subsídios para processos de planejamento e ação.

A modificação na paisagem acarreta uma série de malefícios, tanto para a população rural, quanto para os ecossistemas. Em se tratando do ecossistema, percebe-se que este apresenta uma inter-relação com os recursos naturais, de forma que toda a alteração ocorrida na paisagem tem interferência direta nos ecossistemas. Daí surge a preocupação do olhar holístico sobre a alteração dos elementos que compõem a paisagem, como no caso das nascentes (ALMEIDA, 2016 pag.15).

De acordo com o CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), através do art. 1º da resolução 001/86, as mudanças que ocorrem nas paisagens, afetam tanto direto quanto indiretamente, a saúde, a segurança e o bem-estar das populações, além de interferir nas atividades sociais e econômicas.

A partir das análises realizadas sugerem que medidas como: recuperação da vegetação arbórea, cercamento e educação ambiental sejam implementadas na APA. Esta e outras medidas podem contribuir para garantir água em quantidade e qualidade para os cursos d'água que drenam na área.

CONCLUSÕES

A metodologia utilizada permitiu identificar as principais fontes de degradação das nascentes na APA da Serra da Piedade.

É grande o número de nascentes da APA Serra da Piedade que se encontra em situação crítica de degradação, que se deve principalmente à ausência de proteção associada ao pisoteio por animais.

A recuperação das áreas de preservação permanente na APA Serra da Piedade deve ser priorizada pela população e os órgãos públicos diretamente relacionados à área estudada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, 001) pelo apoio financeiro. Agradecemos também a Prefeitura de Visconde do Rio Branco pelo apoio logístico e financeiro, ao Jorge D'água por localizar e ajudar no mapeamento das nascentes da APA e ao Laboratório de Geomorfologia do Quaternário da UFV pela infraestrutura.

REFERÊNCIAS

- AB' SABER, Aziz Nacib. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. Geomorfologia. 1-26p. 1970.
- ABRAHÃO, Walter Antônio Pereira; FERNANDES FILHO, Elpídio Inácio; RAMILO, Gabriela Alexandra Ippoliti. Levantamento de solos e aptidão agrícola das terras do

município de Ubá – MG. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa/Prefeitura de Ubá. 36p. 2000.

- ALMEIDA, Rodrigo Paes. Uso e ocupação do solo em áreas de assentamentos rurais no norte de Minas Gerais. 2016. 86p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- BARBOSA, Octavio. Evolution Du geossinclinal Espinhaço. In: International Geological Congress, 19. Argélia. ComptesRendus, section XIII. 1-37p. 1954.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra, n. 13, p. 1-27, 1971.
- BERTOLACCIN JUNIOR, João; AMARAL, Antônio Gonçalves; ALVES Juvenil. Plano de saneamento básico do município de Visconde do Rio Branco, MG. 2–3. 2013. Available in: <http://www.viscondedoriobranco.mg.gov.br/wp-content/uploads/2017/06/LEI-COMP_592016.pdf>. Acesso em: 26 de junho de 2019.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986
- BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: . Acesso em: 23 de Fevereiro de 2021.
- BOUÇAS, Lorena Felix Marocci. Avaliação biológica e ambiental de nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça em Elói Mendes, Minas Gerais, Brasil. 2020. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020.
- CALHEIROS, Rinaldo de Oliveira; TABAI, Fernando César Vitti; BOSQUILIA, Sebastião Vainer; CALAMARI, Márcia. Preservação e recuperação das nascentes. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRN, 2004. Available in: <http://ambiente.sp.gov.br/mataciliar>.
- CALIXTO, Juliana Sena; GALIZONI, Flávia Maria; DOS SANTOS, Isaías Fernandes; SANTOS, Nicolau Macedo.; RIBEIRO, Eduardo Magalhães. Agricultores Familiares e Nascentes: construção de estratégias participativas de conservação no Médio Jequitinhonha, MG. Anais do XLII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural: SOBER - Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2004.
- CARMO, Laila Gonçalves.; FELIPPE, Miguel Fernandes; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes: conflitos, lacunas e alternativas da legislação brasileira. Boletim Goiano de Geografia, v. 34, n. 2, p. 275-293, 2014. Available in: <<https://www.redalyc.org/pdf/3371/337131734006.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

- DA ROCHA, Christiane Maria Barcellos Magalhães; RODRIGUES, Luciano dos Santos; COSTA, Claudionor; DE OLIVEIRA, Paulo Roberto; DA SILVA, Israel José; DE JESUS, Éder Ferreira Moraes; ROLIM, Renta. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. *Cad. Saúde Pública*, 22(9). 2006. Available in: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2006000900028>. Acesso em: 07 de junho de 2019.
- DAKER, Alberto. A água na agricultura: captação, elevação e melhoramento da água. v.2., 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos.v.2, 1987.p.297 - 318.
- FELIPPE, Miguel Fernandes. Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte (MG) com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- FERREIRA, Jurandyr Pires. Enciclopédia dos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro. V.27. p.446-452. 1959.
- FRANÇA, Brenda Gabriella; DE OLIVEIRA, Yasmim Costa; DELMOND, Kezia Aguiar. 2020. Avaliação de nascentes do município de Santa Bárbara de Goiás utilizando o método IAN: índice de impacto ambiental de nascentes. *Vita et Sanitas*, 14(1), 39-53.
- GOMES, Priscila Moreira; DE MELO, Celine; DO VALE, Vagner Santiago. Avaliação dos Impactos Ambientais em Nascente na Cidade de Uberlândia MG: Análise Macroscópica. *Sociedade e Natureza, Uberlândia*, v.17, n. 32, p. 103-120, 2005.
- JÚNIOR MAGALHÃES, Antônio Pereira. A situação do monitoramento das águas no Brasil - Instituições e iniciativas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. p. 113-115, 2000. 10.21168/rbrh.v5n3.p113-135.
- LIMA, Walter de Paula. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. 2ª Ed., Piracicaba, Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo. 2008. Disponível no site: <http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2019.
- MOJENA, Richard. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. *The Computer Journal*. J. 20: 359–363,1977. <https://doi.org/10.1093/comjnl/20.4.359>
- PACHECO, Felipe Fazonato. Análise multicritério aplicada na seleção de áreas aptas a construção de barraginhas em relevo forte ondulado. 2016. Graduação (Monografia em Geografia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- PEREIRA, Pedro Henrique Vaz.; PEREIRA, Sueli Yoshinaga; YOSHINAGA, Alberto; PEREIRA, Paulo Ricardo Brum. Nascentes: Análise e Discussão dos Conceitos Existentes. *Periódico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 139-151, 2011. <http://dx.doi.org/10.17271/19800827722011109>.
- PERES, Guilherme; ALKMIM, Fernando; EVANGELISTA, Hanna Jordt. The southern Araçuaí belt and the Dom Silvério group: geologic architecture and tectonic significance. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v.76, n. 4. 771-790p. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652004000400011>

- PINTO, Lilian Vilela Andrade. Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras-MG, e propostas de recuperação de suas nascentes. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- PORTUGAL, Arley Figueiredo; COSTA, Odair Del'Arco; COSTA, Liovando Marciano da.; SANTOS, Bruno, Costa Moreira dos. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo Háplico Tb distrófico sob diferentes usos na zona da mata mineira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 249-258p. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100024>.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. 2020.
- RANGEL, Ana Rita Moreira; OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos de; MOREIRA, Marcos Antonio Cruz. O programa rio rural no estado do rio de janeiro: a experiência na microbacia canal Jurumirim, município de Macaé. *Revista Monografias Ambientais- REMOA/UFMS*, Santa Maria, RS, v. 15, n.1, p.302-322, 2006. doi:10.5902/22361308.
- REIS, André Luiz Miranda. Química, física e mineralogia de solos e saprolitos desenvolvidos em pegmatitos, ortognaisses e diques máficos do Complexo Mantiqueira. 2019. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.
- REZENDE, Sérvulo Batista; RESENDE, Mauro. Solos dos mares de morros: Ocupação e uso. In: ALVAREZ, Victor Hugo; FONTES, Mauricio Paulo Ferreira. Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. p.261-289, 1996.
- SANTOS, Joana Faria dos. Recuperação e preservação de nascentes na microbacia hidrográfica do Rio Peruípe Sul, região extremo sul da Bahia. *Revista Mosaicum*. n. 3, jan./ julh, 2006.
- SEBRAE- Diagnóstico da Fruticultura de Minas Gerais. Belo Horizonte. 202p. 2001.
- SOKAL, Roberto Reuven.; ROHLF, James. Cophenetic comparisons of dendrograms. *Taxon*. 11: 33-40, 1962.
- TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. Recursos Hídricos no Século XXI. 2 ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2011.