

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE NASCENTES NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DAS PITAS-MT, BRASIL

Vanusa Mariano Santiago **SCHIAVINATO**

Discente do curso de pós-graduação em Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso.

E-mail: vsantski@hotmail.com

Alfredo Zenen Dominguez **GONZALEZ**

Docente dos cursos de graduação e pós-graduação da Universidade do Estado de Mato Grosso-
UNEMAT.

E-mail: alfredozdg@gmail.com

RESUMO: Considerando os efeitos da degradação das áreas de nascentes na vazão dos rios e córregos da região sudoeste de Mato Grosso, esta pesquisa objetivou avaliar os impactos ambientais decorrentes das ações antrópicas sobre nascentes situadas em propriedades rurais da sub-bacia hidrográfica do córrego das Pitas, visando subsidiar a sua proteção ou recuperação. Como procedimentos metodológicos foram utilizados a observação *in loco* nas áreas de nascentes, nas épocas de chuva e de seca, para avaliar a sua degradação ambiental com base em parâmetros macroscópicos, e identificar os fatores impactantes. Os resultados evidenciam que a intensa ocupação da sub-bacia atingiu às nascentes, gerando diversos impactos ambientais nelas, pelo descumprimento da legislação vigente sobre o tema. Neste sentido, a determinação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes mostrou o predomínio das classes Ruim e Péssima, devido à falta de proteção, que favoreceu o desmatamento e a intensa utilização que sofrem as áreas de nascentes estudadas.

Palavras-Chave – Nascentes; Ocupação; Impactos ambientais.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF WATER SPRINGS IN THE HYDROGRAPHIC SUB-BASIN OF PITAS-MT, BRAZIL.

ABSTRACT: Given the effects of degradation of spring areas on the flow of rivers and streams in the southwest region of Mato Grosso, the objective of this research was to evaluate the environmental impacts resulting from anthropogenic actions on water springs located in rural properties of Pitas stream hydrographic sub-basin, aiming to subsidize their protection or recovery. The methodology used included on-site observation in water spring areas during rainy and dry seasons, to assess their environmental degradation based on macroscopic parameters and to identify the impact factors. The results obtained shows that the intense occupation of the sub-basin reached the water springs areas, causing several environmental impacts on them, due to non-compliance with current legislation on the subject. The determination of the Water Spring Environmental Assessment Index showed the predominance of the Bad and Poor classes due to the lack of protection, which favored deforestation and the intense use of the studied water spring areas.

Key words – Water springs; Occupation; Environmental impacts.

EVALUACIÓN AMBIENTAL DE MANANTIALES EN LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL ARROYO LAS PITAS-MT, BRASIL.

RESUMEN: Teniendo en cuenta que la degradación de áreas de manantiales afecta el caudal de las corrientes hídricas superficiales, esta investigación tuvo como objetivo evaluar los impactos ambientales provocados por acciones antrópicas sobre manantiales situados en propiedades rurales de la subcuenca hidrográfica del arroyo Las Pitas, situado en la región sudoeste de Mato Grosso, buscando favorecer su protección o recuperación. Como procedimiento metodológico fue utilizada la observación *in situ* en las áreas de manantiales seleccionadas durante las estaciones lluviosa y seca, para evaluar la degradación ambiental con base en parámetros macroscópicos, e identificar los factores impactantes. Los resultados obtenidos indican que la intensa ocupación de la subcuenca afectó los manantiales, provocando diversos impactos ambientales debido al incumplimiento de la legislación vigente sobre el tema. En este sentido, la determinación del Índice de Impacto Ambiental de Manantiales mostró el predominio de las clases Ruin y Pésima, debido a la falta de protección, que favoreció la deforestación y la intensa utilización que sufren las áreas de manantiales estudiadas.

Palavras-Chave – Manantiales; Ocupación; Impactos ambientales.

INTRODUÇÃO

Christofolleti (1980) destacava a influencia dos fatores físicos e socioeconômicos na disponibilidade e qualidade da água nas bacias hidrográficas. Neste sentido, Santana (2003) resalta que a sensibilidade de uma bacia hidrográfica de menor hierarquia durante eventos de chuvas intensas será maior em decorrência das características de armazenamento (diferente das grandes bacias, onde isto não ocorre graças ao armazenamento das calhas).

Autores como Magalhães Jr (2000); Tundisi (2003); Rebouças, et al. (2006), e Nascimento e Fernandes (2017) destacaram a relação entre a intensificação da ocupação desordenada das bacias hidrográficas e o crescimento exorbitante da demanda por água, o que tem levado à progressiva degradação da sua qualidade. Tanto essa ocupação desordenada como a sobre-exploração dos recursos hídricos alteraram a morfologia e a dinâmica fluvial, afetando, também, a disponibilidade quantitativa de água (SILVA, 2009; CHAVES e SANTOS, 2009).

Uma das ações antrópicas mais impactantes nas bacias hidrográficas é o desmatamento, que incide na variação da pluviosidade, erosão hídrica, degradação e impermeabilização do solo, desaparecimento de nascentes e poluição da água pela emissão de

efluentes não tratados e o descarte de resíduos sólidos (REBOUÇAS, 1997); TUCCI, 2001; SCHIAVETTI e CAMARGO, 2002).

No Brasil, com uma desigual distribuição dos recursos hídricos entre as diferentes regiões, a ocupação desordenada das bacias hidrográficas tem alterado profundamente as suas características ambientais e o equilíbrio dinâmico dos canais fluviais e das nascentes (COELHO NETTO, 1996; CUNHA e GUERRA, 2009), levando à diminuição da disponibilidade hídrica advinda de problemas como: falta de preservação, insuficiente conservação e poluição de rios e nascentes (CASTRO, 2001, *apud* PEREIRA, 2012; TUNDISI, 2003).

Por isso a necessidade de planejar e gerenciar a utilização dos recursos contidos nas bacias hidrográficas (tornando-as unidades de planejamento), bem como de executar pesquisas centradas nelas, como objeto de estudo (SCHIAVETTI e CAMARGO, 2002; SIQUEIRA; HENRY-SILVA, 2011; SANTOS, 2004, *apud* SANTOS e ARAÚJO, 2013). Neste sentido, a gestão moderna dos recursos hídricos baseia-se na sua ordenação dentro da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial para um planejamento descentralizado e participativo (BOTELHO e SILVA, 2004).

Esta gestão implica, além do balanço entre oferta e demanda de água, analisar a inter-relação dos recursos hídricos com os aspectos geoambientais e socioculturais, para assegurar a qualidade de vida da sociedade (REBOUÇAS, 1997). Ou seja, como alertaram Schiavetti e Camargo (2002), a sustentabilidade na utilização e gestão dos recursos naturais é básica no gerenciamento integrado de bacias hidrográficas (político, socioeconômico e ecológico).

Segundo Tundisi (2003), a escassez hídrica no Brasil deve-se ao enorme incremento do consumo localizado e à degradação da qualidade das águas, o que explica a necessidade de descentralizar a gestão dos recursos hídricos através dos Comitês de Bacia Hidrográfica, que devem atuar a partir da integração institucional e uma maior capacidade preditiva.

Buscando essa descentralização, bem como a participação e controle social nesse processo e a racionalidade na sua utilização, a Lei Federal nº. 9.433 de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997) instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGREH. Complementarmente, a Lei nº 9.605/1998 (BRASIL, 1998) estabelece penalidades para as pessoas físicas e jurídicas que não cumpram a legislação relacionada com os interesses ambientais.

Para Tundisi (2003) se durante o século XX a gestão dos recursos hídricos esteve dirigida a setores específicos (como hidroeletricidade, pesca e navegação), no século XXI deverá ser uma gestão integrada (considerando os usos múltiplos deles nas bacias

hidrográficas) e preditiva (fortalecendo a capacidade de antecipação de problemas), ou seja, que integre os conhecimentos biogeofísicos e socioeconômicos regionais.

Neste sentido, Rebouças, et. al. (2006) alertam que o gerenciamento das bacias hidrográficas deve ir além da relação oferta-potencial, para abranger os fatores geoambientais e socioculturais que influenciam na disponibilidade e qualidade da água (uso e ocupação do território *versus* conservação dos recursos naturais em geral e da água em particular).

No caso específico das nascentes, entendidas por Felipe e Magalhães (2013, p. 79) como sistemas ambientais onde "...o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente de modo temporário ou perene, e cujos fluxos hidrológicos na fase superficial são integrados à rede de drenagem", elas tem sido classificadas utilizando diferentes critérios, como evidenciado nos trabalhos de Calheiros (2004); Gomes e Valente (2005); UNESCO (2011); Faria (1997), e Valente e Gomes (2003). Cabe ressaltar que a origem da maioria dos cursos de água esta associada a nascentes de contato ou de depressão (GOMES e VALENTE, 2005).

Nas nascentes, a cobertura vegetal é essencial para a recarga do lençol freático e a sua própria existência: quando ela é retirada no entorno, a nascente pode desaparecer pela redução da infiltração (SILVA, 2009); (SOARES, et al., 2010). Por isso Felipe e Magalhães Jr. (2012) chamam a atenção sobre os fortes impactos externos sofridos pelas nascentes (como drenagens, aterramento e contaminação) que afetaram a qualidade da água nelas, especialmente nas grandes metrópoles do Brasil.

Assim, a escassez de água de qualidade deve-se à deterioração da sua qualidade que inviabiliza a utilização de importantes mananciais para o consumo humano, tanto nas áreas urbanas como nas propriedades rurais (MAGALHÃES Jr., 2000).

Esta problemática é característica da região sudoeste de Mato Grosso, da qual forma parte a bacia hidrográfica do rio Jauru, que ocupa uma área de 15.844,02 km², com o tipo climático Aw (tropical sub-úmido, de acordo com a classificação de Köppen) com a estação chuvosa entre Outubro e Abril e a seca entre Maio e Setembro (MAROSTEGA, 2012). Os dados coletados por Marostega (2012) indicam que existe um declínio do volume anual de precipitação na direção da jusante (de 1.403,3 em Indiavaí para 1.176,3 no Distrito de Limão) e um aumento da temperatura media anual (de 24 para 25⁰ C) na mesma direção.

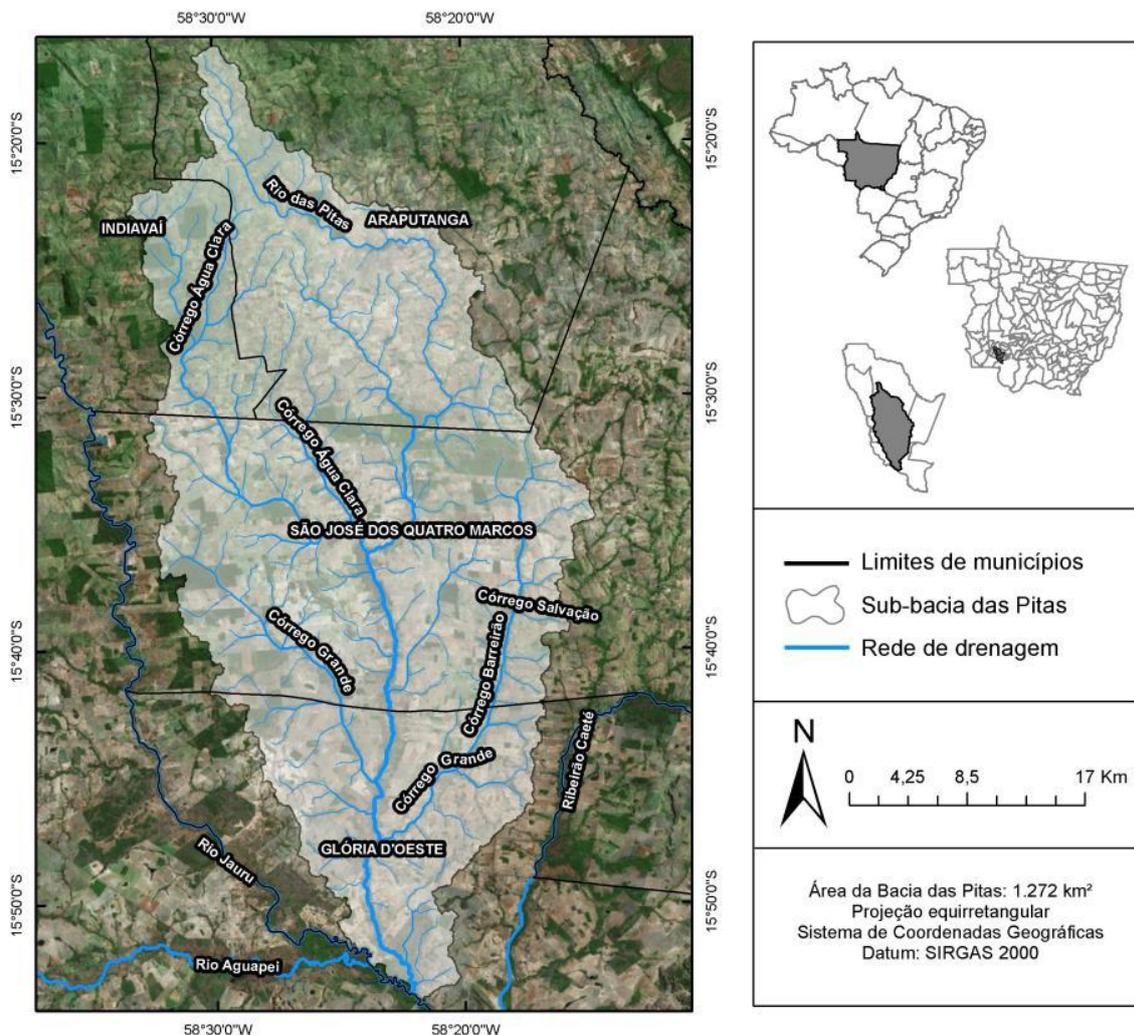
Portanto, o perigo de sofrer escassez hídrica no futuro advém, dentre outras possíveis causas (como as mudanças climáticas globais), da insuficiente preservação e conservação. Neste sentido, Tucci (2001) alertava sobre o desmatamento que vem sofrendo o Cerrado e a Amazônia nas últimas décadas por causa da expansão da fronteira agrícola e a deterioração do solo nas nascentes dos tributários do rio Paraguai.

No caso da sub-bacia hidrográfica do córrego das Pitas (afluente do rio Jauru), o desmatamento nas áreas de nascentes é uma prática quase generalizada entre os proprietários rurais (mesmo com a grande dependência que eles têm das nascentes para desenvolver as atividades nas propriedades). Assim, pelo fato de não relacionar a preservação com a manutenção dos fluxos de água, eles têm provocado impactos ambientais como o desaparecimento de nascentes e o assoreamento de canais fluviais.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é a sub-bacia hidrográfica do córrego das Pitas, afluente do rio Juru. Os pontos extremos desta sub-bacia se localizam entre as latitudes $15^{\circ}18'00''$ e $15^{\circ}54'00''$ Sul, e entre as longitudes $58^{\circ}14'30''$ e $58^{\circ}33'45''$ Oeste (Fig. 01).

Fig. 01: Situação geográfica da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Google Earth, 2017.

METODOLOGIA

Conforme recomendado por Felipe, et. al (2009), para selecionar as nascentes a estudar utilizaram-se produtos cartográficos e imagens de satélite da área da sub-bacia, com base nos quais foram identificadas 875 áreas de nascentes no interior da mesma, das quais 310 cumprem com os critérios de seleção seguintes: (1) serem nascentes de cabeceiras; (2) estarem desmatadas (o que facilita a sua degradação ambiental); (3) se localizarem em diferentes setores da sub-bacia (alto, médio e baixo curso), e (4) estarem localizadas em propriedades de pequenos produtores rurais.

Desse total foi retirada uma amostra constituída por 31 áreas de nascentes que cumprem os requisitos supracitados (a esse conjunto foi incorporada a área de nascentes do Lago Azul, que abastece o lago construído na cidade de Araputanga para o lazer da população, resultando um total de 32 áreas de nascentes no estudo).

Nelas foram realizados levantamentos de campo nas épocas de chuva (dezembro de 2017 a fevereiro de 2018) e seca (julho a setembro de 2018) para confirmar sua localização em pequenas propriedades rurais, marcar as coordenadas, caracterizá-las (utilizando a Ficha Cadastral de COVRE, 2010) e identificar as ações humanas que geram impactos ambientais.

A seguir foi determinado o Índice de Impacto Ambiental nas Nascentes-IIAN, a partir da quantificação de cada parâmetro, com base na Classificação do Grau de Impacto de Nascente (SNIRH de Portugal, 2004, *apud* FELIPPE e MAGALHÃES Jr., 2012), na Guia de Avaliação da Qualidade das Águas da Rede das Águas (2004, *apud* GOMES e VALENTE, 2005) e em autores como Gomes, et al. (2005) e Felipe; Magalhães Jr. (2012), como mostrado no quadro 01:

Quadro 01: Critérios para quantificar os parâmetros selecionados.

N.	Parâmetros	Qualificação do parâmetro segundo a sua característica nas nascentes		
		Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
1	Cor da água	Escura	Clara	Transparente
2	Odor da água	Cheiro forte	Cheiro fraco	Sem cheiro
3	Lixo no entorno	Muito	Pouco	Sem lixo
4	Materiais flutuantes (lixo na água)	Muitos	Poucos	Ausentes
5	Espumas	Muita	Pouca	Sem
6	Óleo	Muito	Pouco	Sem
7	Esgoto na nascente	Visível	Provável	Ausente
8	Vegetação	Alta degradação	Baixa degradação	Preservada
9	Usos da nascente	Constante	Esporádico	Não detectado
10	Proteção	Sem proteção	Com proteção e com acesso	Com proteção e sem acesso
11	Identificação	Não existe	Existe, sem informações educativas.	Existe, com informações educativas.
12	Residências	A menos de 50 m.	Entre 50 e 100 m.	A mais de 100 m.
13	Inserção	Área pública	Propriedade privada	Parque ou Área protegida

Fonte: Adaptado de Gomes, et al. (2005) e Felipe; Magalhães Junior (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação dessas nascentes, todas perenes, realizou-se com base em dois critérios: a forma de manifestação da nascente e o caráter do fluxo de água. Segundo o primeiro (VALENTE, 2005, *apud* CAVALCANTI, 2013), a maioria delas (81,3 % do total) é Difusa (Fig. 02) e as restantes De depressão (18,7 %).

Segundo o caráter do fluxo de água (CALHEIROS, 2004), existem nascentes de fluxo Concentrado, sem ou com acúmulo inicial de água (Fig. 03) e de fluxo Difuso (que representam 81,25 % do total).

Fig. 02: Nascentes de tipo Difuso.



Fig. 03: Nascente Concentrada, com acúmulo inicial.



Fonte: Autores (2018).

Ações antrópicas *versus* impactos ambientais nas nascentes

Os levantamentos de campo realizados nas nascentes selecionadas da sub-bacia hidrográfica do córrego das Pitas permitiram identificar as principais atividades humanas advindas da ocupação desta sub-bacia (presentes atualmente em ao menos uma das áreas de nascentes estudadas) que têm provocado impactos ambientais nelas (Quadro 02):

Quadro 02: Principais atividades humanas observadas nas nascentes estudadas.

Atividade humana	Nascentes afetadas	%
Desmatamento de área de nascentes	27	84,3
Extração seletiva de madeira	5	15,6
Agricultura na periferia das nascentes	5	15,6
Pecuária em área de nascentes	26	81,3
Uso da água para dessedentação de animais	23	71,9
Represamento de nascentes para reservatórios	24	75,0
Construção de estruturas de captação na nascente	7	21,9
Construção/manutenção de estrada na periferia	8	25,0
Descarte de resíduos na área das nascentes	22	68,8
Reflorestamento não planejado	7	21,9

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas observações de campo

A relação entre essas atividades humanas nas áreas de nascentes e os impactos ambientais derivados, se explica a continuação:

A origem e evolução dos municípios da região durante os primeiros anos da ocupação e consolidação das atuais propriedades rurais estiveram precedidos inicialmente pela extração seletiva de madeira (que ainda hoje existe em algumas das áreas de nascentes estudadas, conforme o Quadro 02) ou o desmatamento para implantar culturas agrícolas e, posteriormente, pastagens. Este processo foi realizado geralmente sem a devida fiscalização do cumprimento da legislação vigente, relacionada com a criação de Áreas de Preservação Permanente-APPs.

O desmatamento foi realizado com apoio das queimadas para destruir os restos de floresta, interferindo assim no ciclo de vida de muitas espécies (com prejuízos ao potencial biótico) e emitindo grandes quantidades de aerossóis para a atmosfera. Desta forma, atualmente quase a totalidade da área da sub-bacia se encontra desflorestada, proliferando a expansão de espécies florísticas exóticas em 26 das nascentes estudadas (81,3 %).

No caso das atividades agrícolas, base econômica original da região, elas favoreceram a retirada da mata ciliar nas correntes hídricas e o desmatamento da periferia de muitas nascentes. Hoje, a agricultura é praticada na periferia de cinco das nascentes estudadas (situadas em pequenas propriedades rurais), porém, é muito comum na periferia das nascentes situadas em fazendas, algo confirmado nas expedições de campo realizadas nesta pesquisa.

A queda na produtividade das culturas plantadas nos primeiros anos levou à implantação da pecuária como alternativa econômica para os produtores rurais, a qual atingiu a maioria das áreas de nascentes cuja água, desde aquela época, é utilizada para a dessedentação dos animais.

Desta forma, a formação de trilhas pelo gado para aceder à água das nascentes, favorece a compactação do solo pelo pisoteio constante (Fig. 04) e a erosão linear induzida, com formação de sulcos e ravinas pela água de escoamento superficial advinda das precipitações, como mostrado na Fig. 05.

Fig. 04: Compactação do solo pelo gado em área de nascentes



Fig. 05: Ravina gerada pelo escoamento superficial em trilha de gado



Fonte: Autores (2018).

De outra parte, os sedimentos transportados contribuem para o assoreamento observado em 20 das nascentes estudadas (62,5%), e a conseqüente redução da vazão verificada em algumas áreas de nascentes (Quadro 03).

Quadro 03: Impactos identificados da presença da pecuária em áreas de nascentes

Impacto	Nascentes afetadas	%
Erosão induzida na área da nascente (nas trilhas do gado)	14	43,8
Compactação do solo na nascente (pelo pisoteio do gado)	22	68,8
Assoreamento da nascente	18	56,3
Redução da vazão da nascente	06	18,8

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas observações de campo

Salienta-se que, atualmente, apenas a nascente do Lago Azul não é utilizada com esta finalidade, estando em processo de reflorestamento para recompor a vegetação nativa (que tinha sido devastada devido à implantação da pecuária na sua área de localização). As espécies mais utilizadas no reflorestamento desta nascente são as seguintes: *Laurus nobilis* (louro ou loureiro); *Pterodon emarginatus* Vogel (sucupira); *Tabebuia spp* (ipê); *Syzygium jambos* (L.) Alston (jambo); *Schinus terebinthifolia* Raddi (aroeira vermelha); *Schizolobium amazonicum* (pinho cuiabano); *Ínga edulis* Mart (ingá); *Muntingia calabura* (calabura); *Genipa americana* L. (jenipapo); *Swietenia macrophylla* King (mogno); *Talisia esculenta* (A. ST.-HIL.) RADLK. (pitomba) e *Mauritia flexuosa* L. (buriti).

A utilização da água das nascentes apresenta-se em duas formas: para dessedentação de animais e para abastecimento humano. No primeiro caso, os levantamentos de campo indicam que a maioria das áreas de nascentes estudadas são utilizadas para essa finalidade, para o qual muitos proprietários construíram reservatórios que interferem na dinâmica natural das nascentes, causando impactos ambientais diretos (como compactação do solo, erosão induzida e contaminação das águas) e indiretos (como assoreamento de nascentes e redução da vazão).

No caso do uso da água das nascentes para abastecimento humano, o mesmo tem estimulado a construção de estruturas de captação de água bruta como a que aparece na Fig. 06A, onde existe uma significativa presença de algas e microrganismos que poderiam comprometer a saúde das pessoas que consomem essa água sem nenhum tipo de tratamento (Fig. 06B).

Outra das principais atividades humanas observadas é a construção ou manutenção de estradas na periferia das nascentes, a qual levou inicialmente à retirada da cobertura vegetal e remoção do solo (liberando grande quantidade de sedimentos que iriam assorear posteriormente à nascente) para a deposição posterior dos materiais próprios de uma estrada rural na região (especialmente a chamada *pedra canga*).

Fig. 06A: Estrutura de captação em nascente



Fig. 06B: Aparência da água de consumo captada na estrutura



Fonte: Autores (2018).

Estas estradas favorecem o vertimento de resíduos sólidos em áreas de nascentes, como ocorre na nascente próxima ao lixão de Araputanga, cuja estrada de acesso foi construída no ponto de origem da nascente, facilitando o descarte direto nela de resíduos sólidos urbanos diversos (restos de construção, lixo orgânico, moveis, animais mortos e vísceras), causando poluição visual, contaminação da água da nascente e mau cheiro no local, dentre outros impactos.

Paralelamente, aquelas nascentes com residências próximas apresentam deposição de resíduos sólidos domésticos na sua periferia, bem como restos de vegetação (restos orgânicos que provocam a deterioração do valor estético da paisagem e a contaminação das águas das nascentes, com mudanças na cor e odor); além de que os esgotos sem tratamento dessas residências contaminam as águas subterrâneas na periferia das nascentes.

Finalmente, o reflorestamento de áreas de nascentes tem acontecido de maneira espontânea, levando à introdução de espécies florísticas exóticas como: *Thaobroma cacao*

(cacau), *Psidium guajava* (goiabeira), *Mangífera índica* (mangueira), *Citrus limão* (limoeiro) e *Heliconia rostrata* (bananeira ornamental).

Outras medidas de proteção observadas durante os trabalhos de campo são a criação de uma cerca perimetral ao redor de algumas áreas de nascentes, bem como a existência de outras com a categoria de APP, mesmo que a maioria delas não atenda à legislação vigente neste sentido (Quadro 05).

Quadro 05: Medidas de proteção de nascentes identificadas em campo

Medida	Nascentes implicadas	% do total
Reflorestamento da área da nascentes	07	21,9
Criação de cerca no entorno da nascente	9	28,1
Categorização como APP	13*	40,6

* Desse total, apenas 03 atendem à legislação. Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados de campo (2018).

Índice de Impacto Ambiental nas Nascentes (IIAN)

A avaliação realizada sobre o estado de degradação ambiental das nascentes estudadas se apresenta no Quadro 06.

A pontuação total obtida na avaliação de cada uma das nascentes, de acordo com o IIAN, foi colocada em um histograma de frequências para poder obter as diferentes classes de degradação, sendo possível identificar três categorias do Índice, nas 32 nascentes avaliadas na área de estudo (Quadro 07):

A avaliação do estado de degradação ambiental das áreas de nascentes estudadas (IIAN) constatou que 24 delas (75,0% do total) estão incluídas nas classes Ruim ou Péssima, como se mostra no mapa da Fig. 07. Note-se que as restantes áreas de nascentes pertencem à classe Razoável, não existindo nascentes nas classes Ótima e Boa (o que constitui um indicador da intensidade das ações associadas à ocupação dessas áreas para a implementação de pastagens com a finalidade de criar gado).

Quadro 06: Quantificação dos parâmetros selecionados nas nascentes estudadas

N. da nascente	Valor atribuído a cada parâmetro													Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	3	2	3	3	3	3	3	2	1	2	1	2	2	30
2	3	2	3	3	3	3	3	2	1	2	1	3	2	31
3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	1	3	2	31
4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	1	3	2	31
5	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	1	3	2	31
6	3	3	2	3	3	3	3	2	1	2	1	3	2	31
7	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	28
8	3	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	29
9	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	28
10	2	2	3	3	3	3	3	2	1	1	1	3	2	29
11	3	2	2	3	3	3	2	2	1	2	1	2	2	28
12	3	2	3	3	3	3	2	2	1	2	3	2	1	30
13	2	2	1	1	3	2	3	1	1	1	1	3	2	23
14	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	28
15	3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1	3	2	32
16	3	3	3	3	3	3	2	2	1	2	1	2	2	30
17	3	2	2	3	3	3	3	1	1	2	1	3	2	29
18	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	28
19	3	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	28
20	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	30
21	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	28
22	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	1	3	2	31
23	3	2	3	3	3	3	3	1	1	2	1	3	2	30
24	3	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	29
25	3	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	29
26	3	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	29
27	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	28
28	3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1	3	2	32
29	2	2	3	3	3	3	2	1	1	1	1	2	2	26
30	2	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	27
31	2	2	3	3	3	3	2	1	1	1	1	2	2	26
32	2	2	3	3	3	3	2	1	1	1	1	2	2	26

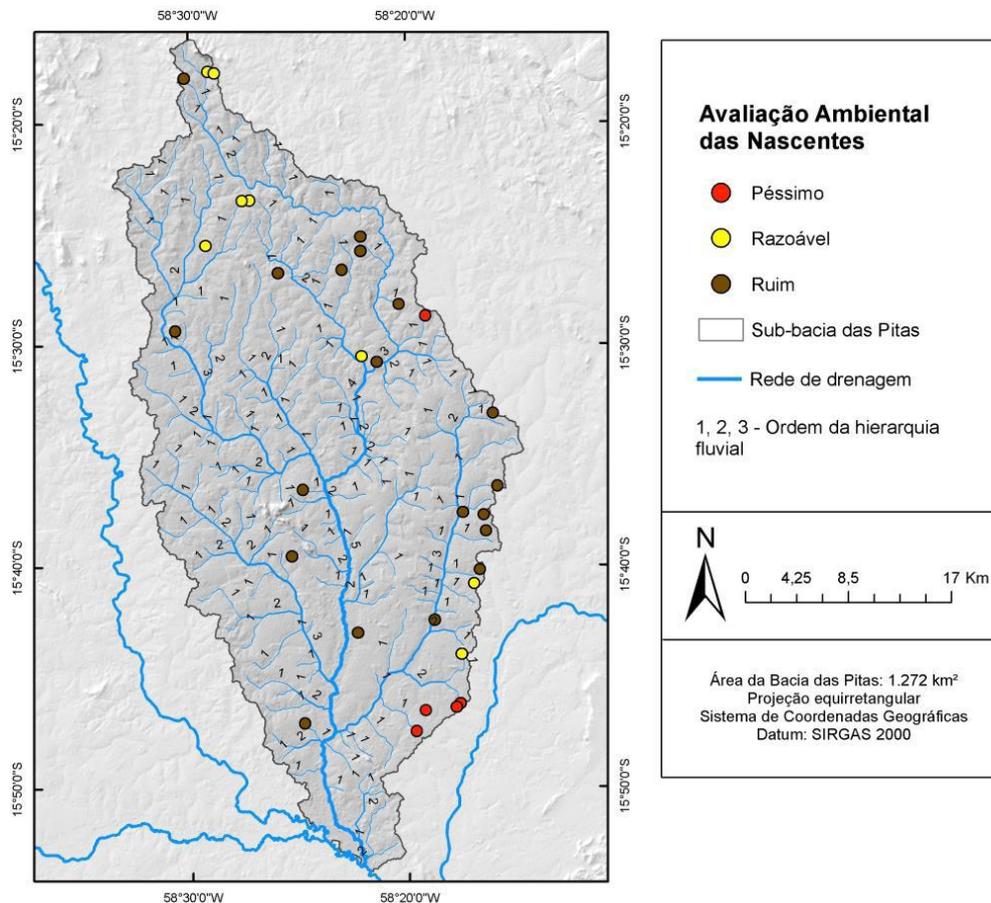
Legenda: (1) Cor da água; (2) Odor; (3) Lixo no entorno; (4) Materiais flutuantes; (5) Espumas (6) Óleo; (7) Esgoto; (8) Vegetação; (9) Usos da nascente; (10) Proteção; (11) Identificação; (12) Residências; (13) Inserção. **Fonte:** Elaborado pelos autores com base em dados de campo.

Quadro 07: Classificação das nascentes estudadas, segundo o IIAN

Classes		Pontuação	Numero de nascentes	% do total avaliado
A	Ótima	> 36	0	0,0
B	Boa	34-36	0	0,0
C	Razoável	31-33	8	25,0
D	Ruim	28-30	19	59,4
E	Péssima	< 28	5	15,6

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Felipe e Magalhães Junior (2012).

Fig. 07: Mapa de avaliação ambiental das nascentes segundo o IIAN



Fonte: Autores (2018).

A distribuição, por municípios da sub-bacia, das 24 nascentes incluídas nas classes Ruim ou Péssima é a seguinte: no município de Araputanga, 09 das 15 nascentes estudadas (60,0 %); em Indiavaí, a única que pertence a esse município (100%); em São José dos Quatro Marcos, 07 das suas 08 áreas de nascentes (87,5 %) e em Gloria do Oeste, 07 das suas 08 áreas de nascentes, que representam 87,5 % do total desse município.

Com base nestes resultados da avaliação do IIAN, as nascentes foram agrupadas de acordo com o comportamento de cada parâmetro:

No caso da cor da água, a mesma apresentou-se transparente e sem materiais particulados visíveis a olho nu, na maioria das nascentes. Porém, em 12 nascentes (37,5% do total avaliado) a cor apresentou-se clara, provavelmente devido à decomposição de matéria orgânica (folhas, galhos e troncos de árvores) e à presença de algas e microrganismos.

Em relação com o odor da água, que segundo Gomes (2015) pode ser causada pela presença de substâncias naturais (vegetação em decomposição, bactérias, fungos e compostos orgânicos) ou artificiais (esgotos domésticos sem tratamento), a água de 10 nascentes

apresentou-se inodora. As restantes 22 (68,8 %) evidenciaram cheiro fraco, o que pode estar associado à materiais orgânicos em decomposição depositados na sua periferia, bem como aos dejetos do gado e outros animais domésticos que frequentam essas nascentes.

A deposição de lixo doméstico no entorno imediato das nascentes foi identificada em apenas três nascentes (9,4 % do total), sendo que uma delas (a N. 13) possui muito lixo doméstico em decomposição ao redor e dentro da água (tanto orgânico como inorgânico, especialmente plástico, papel, pano, vidro, entulho e animais mortos). Isto se deve à queda dos mesmos desde os caminhões que transportam os resíduos sólidos urbanos da cidade de Araputanga para a sua deposição final no lixão próximo desta nascente. Dessa forma, a presença desses resíduos contribui para a contaminação do corpo hídrico e do solo, e o assoreamento da nascente (FUNASA, 2004).

Paralelamente, em outras seis nascentes e seu entorno (18,8 % do total) foram encontrados materiais orgânicos depositados, mesmo que em pouca quantidade. Dentre esses materiais se destacam: galhos, troncos e folhas; animais mortos e fezes de gado bovino, todos os quais contaminam a água das nascentes. Entretanto, a presença de materiais flutuantes ocorre somente na nascente N. 13, o que se explica pela sua situação na periferia da estrada utilizada para transportar os resíduos sólidos de Araputanga até o lixão da cidade, como explicado anteriormente.

Espumas e óleo também não foram encontrados em nenhuma nascente, salvo na N. 13, que apresentou óleo procedente de derramamentos dos motores de veículos que transitam constantemente na sua periferia, o qual é transportado para o corpo hídrico pelas águas de escoamento pluvial. Cabe salientar que, de acordo com o art. 14, da Seção II da Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) os materiais flutuantes, óleos e substâncias que gerem odor e coloração nas águas doces pertencentes à classe I (destinadas ao abastecimento para consumo humano) não devem estar presentes na água.

Em relação com o esgoto, mesmo não sendo observada a sua presença de forma direta em nenhuma das áreas de nascentes estudadas, a sua existência é provável em 06 delas (18,8 % do total) devido à proximidade de residências cujas fossas não são sépticas e a percolação do esgoto doméstico poderia estar interferindo na qualidade da água. Entretanto, a presença de animais em quase a totalidade das áreas de nascentes estudadas favorece a contaminação das suas águas pelos excrementos depositados, que são facilmente transportados pelo escoamento pluvial para o interior das nascentes, como apontara Souza (2018).

A vegetação nativa foi substituída totalmente para a implantação de pastagens na periferia de todas as nascentes, deixando o solo exposto à erosão e à invasão de gramíneas

(incluindo *Leucaena leucocephala*, espécie exótica ruderal que faz parte da lista das 100 espécies invasoras mais agressivas do planeta, por dificultar o estabelecimento de espécies nativas) (IUCN, 2017, *apud* SOUZA, 2018).

Em relação com o reflorestamento da área periférica, 09 nascentes estão sendo reflorestadas por parte dos respectivos donos das propriedades rurais onde elas estão situadas; porém, além da área reflorestada não abranger o raio mínimo de 15 m. da faixa de APP legislada para propriedades com menos de 04 módulos fiscais (que é o caso dos municípios da sub-bacia hidrográfica estudada), junto às espécies nativas percebe-se a presença de espécies exóticas como as citadas anteriormente.

Todas as nascentes são objeto de uso constante, especialmente para dessedentar o gado criado nas propriedades; para isto, 23 áreas de nascentes têm sido represadas, sendo que parte do material extraído para construir os reservatórios foi utilizado nas barragens e o restante depositado na periferia, induzindo novos processos erosivos, bem como a compactação do solo pelo pisoteio constante do gado (que diminui a capacidade de infiltração e o fluxo de água, e dificulta a regeneração da vegetação nativa).

Cabe ressaltar que alguns desses reservatórios são utilizados pelos proprietários e familiares para tomar banho; todavia, a não existência de poços em 09 das propriedades estudadas (28,1 % do total) faz com que a água das suas nascentes seja utilizada, também, para o consumo humano mediante a construção de estruturas de captação.

Em relação com a proteção, apenas 14 nascentes (43,8 % do total) possuem cercas de proteção com acesso. Neste sentido, cabe destacar que o acesso às nascentes estudadas é fácil em todos os casos, porém não é livre, por estarem em propriedades privadas, com exceção da nascente Lago Azul, que depois de passar ao poder público foi reflorestada para garantir água para o lago construído à jusante, que é área de lazer da população da cidade de Araputanga.

Foi detectada a presença humana em todas as nascentes, tanto na forma de vestígios (lixo, materiais orgânicos, trilhas e pegadas), como de estruturas de captação. Também foram encontrados esqueletos, pegadas e fezes de animais como cachorros (*Canis lupus familiaris*), galináceas (*Gallus gallus domesticus*), aves diversas e gado, todos os quais contaminam a água.

Paralelamente, não existe identificação em 31 das nascentes estudadas e em nenhuma existem residências a menos de 50 m., respeitando o mínimo exigido para APPs. Em relação com a inserção, todas as nascentes estão inseridas em propriedades rurais privadas, salvo a do Lago Azul, que é uma área pública, como salientado anteriormente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O córrego das Pitas é um dos afluentes do rio Jauru, na Bacia do Alto Paraguai. Nesta sub-bacia hidrográfica, ações humanas nas áreas de nascentes como o desmatamento para estabelecer atividades agropecuárias e a construção de reservatórios para dessedentação provocaram diversos impactos ambientais, diretos e indiretos, que explicam a sua atual degradação ambiental e o comprometimento da disponibilidade de água nas propriedades rurais.

Essa degradação se expressa no Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IAN) que mostra o predomínio das classes Ruim e Péssima, sendo os principais parâmetros com problemas: perda da vegetação nativa, uso constante das nascentes, falta de proteção e identificação, e inserção em propriedades rurais privadas. Para reverter essa situação precisa-se atender à legislação vigente, especialmente em relação com a criação de Áreas de Preservação Permanente e o planejamento das ações de reflorestamento, além de reorganizar a localização dos reservatórios construídos em áreas de nascentes.

Neste sentido está sendo implementada, nos municípios da sub-bacia, uma proposta de ações derivadas dos resultados desta pesquisa, a qual incorpora a participação dos diversos atores sociais que poderiam protagonizar a sua execução.

Trabalho enviado em agosto de 2019

Trabalho aceito em novembro de 2019

REFERENCIAS

BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A.S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antônio C.; GUERRA, Antônio J. T. (Orgs). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 153-157, 2004.

BRASIL. Lei Nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil** - Seção 1 de 09/01/1997. Brasília-DF, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm Acesso em 21-06-2017.

BRASIL. Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil** - Seção 1 de 13/02/1998. Brasília-DF, 1998. Disponível em: <http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2014/10/LEI-N-9605-1998.pdf> Acesso em 10-06-2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e

dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil** nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Brasília-DF, 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> Acesso em 25/08/2018.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004, 408 p. ISBN: 85-7346-045-8. Disponível em: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/pos-graduacao/funasa-manual-saneamento.pdf> . Acesso em 23/07/2018.

CALHEIROS, R. O. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004, 40 p.

CAVALCANTI, Helene F. **Avaliação ambiental de nascentes do rio Mundaú, Garanhuns - PE**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, 93 p., 2013..

CHAVES, H. M. L.; SANTOS, L. B. dos. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13 (Suplemento), p. 922–930, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1980.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 93-148, 1996.

COVRE, Etienne B. **Caracterização de nascentes, cursos d'água e APP's em micro bacia urbana. Estudo de caso do Córrego Baú em Cuiabá-MT. Brasil**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 106 p., 2010. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp147829.pdf> Acesso em 27-06-2018.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 7. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 337-379, 2009.

FARIA, A. P. A dinâmica de nascentes e a influência sobre os fluxos nos canais. **A Água em Revista** (CPRM). vol. 8, p. 74-80, 1997.

FELIPPE Miguel F.; MAGALHÃES Jr., Antônio P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. **Revista Geografias**. Belo Horizonte 08 (2) julho-dezembro de 2012.

FELIPPE Miguel F.; MAGALHÃES Jr., Antônio P. Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas. *Revista Geografias*, Belo Horizonte, Vol. 9, nº 1, p. 70-89, 2013.

FELIPPE, M. LAVARINI, C. PEIFER, D. DOLABELA, D. MAGALHÃES Jr., A. Espacialização e caracterização das nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG. XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Anais...** Campo Grande, Nov. 2009, p. 1-18.

GOMES, Marco A.; VALENTE, Osvaldo F.; **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. Viçosa-MG: Editora Aprenda Fácil, 210 p., 2005.

GOMES, P. M.; MELO, C. de; VALE, V. S. do. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 17 (32), p.103-120, jun. 2005.

GOMES, É. R. **Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí**. Tese (doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 210 p., 2015.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P. A situação do monitoramento das águas no Brasil - Instituições e iniciativas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 5, p. 113-115, 2000.

MAROSTEGA, Gilmar B. **Características físicas, ocupação territorial, atividades econômicas e indicadores hidrológicos da bacia hidrográfica do rio Jauru – MT**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado de Mato Grosso, 114 p., 2012.

NASCIMENTO, Thays V. do; FERNANDES, Lindemberg L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. **Ciência e Natura**, Santa Maria v. 39, n. 1, p. 170-178, 2017.

PEREIRA, Leidiane C. **Uso e conservação de nascentes em assentamentos rurais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 187 p., 2012.

REBOUÇAS, A. da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Revista Estudos Avançados**, vol. 11, n. 29, p.127-154, Abr. 1997.

REBOUÇAS, A. da C.; TUNDISI, J. G.; BRAGA, B. (Orgs.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed. São Paulo: Editora Escrituras, 2006.

SANTANA, Derli P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Documentos, 30. 2003. 63 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/486784/1/Doc30.pdf> Acesso em: 03-01-2018.

SANTOS, Wesley A. dos; ARAÚJO, Hélio M. de. Clima e condições meteorológicas da sub-bacia hidrográfica do rio Cotinguiba-SE. **Boletim geográfico**, vol. 31, n. 1, p. 41-52, jan.-abr. de 2013. Maringá-PR. Disponível em:

< www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/download/17110/10272> Acesso em 27-12-2017.

SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antônio F. M. (Eds.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus – Baía: Ed. Editus, 293 p., 2002.

SIQUEIRA, R. de M. B.; HENRY-SILVA. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e o funcionamento dos ecossistemas fluviais. **Boletim da Associação Brasileira de Limnologia**.

39 (2). 2011. Disponível em: [http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_39\(2-6\).pdf](http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_39(2-6).pdf)
Acesso: 03-01-2018.

SILVA, Leila N. P. da. **Bacia hidrográfica do Córrego das Pitas-MT: Dinâmica fluvial e o processo de ocupação, como proposta de gestão dos recursos hídricos.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado de Mato Grosso. 146 p., 2009.

SOARES, José C. de O.; SOUZA, Célia A. de; PIERANGELI, Maria A. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do córrego Caeté/MT: estudo do uso, topografia e solo como subsídio para gestão. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional.** vol. 6, n. 1, p. 22-51, jan-abr/2010, Taubaté, SP, Brasil.

SOUZA, Samara R. **A proteção das nascentes em áreas urbanas consolidadas: dispensável ou necessária missão?.** Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental.). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba. 137 p., 2018. Disponível em: <http://www.ppgsga.ufscar.br/alunos/banco-de-dissertacoes/DISSERTAOSAMARA.pdf>
Acesso: 03-01-2018.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2º ed. Porto Alegre: Editora da UFGS: ABRH. 2001.

TUNDISI, José G. **Recursos Hídricos.** Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos-SP. 2003. Disponível em: http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF
Acesso em 30-04-2017.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Glossário Internacional de Hidrogeologia.** 2011. Disponível em: <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/glossary/glu/PT/GF1166PT.HTM> Acesso em: 12-08-2018.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. As nascentes e os rios. **Revista Ação Ambiental,** ano 6, n. 24, p. 01, 2003. Viçosa-MG.