

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS: O caso do município de Bom Sucesso - MG

José Alves Junqueira Júnior¹
Felipe Pereira Melo²

RESUMO

A água ocupa um lugar de destaque entre os recursos naturais, sendo uma das substâncias mais abundantes no planeta e indispensável à nossa vida. Com o crescimento de várias das cidades brasileiras ocorrido recentemente, os desequilíbrios ambientais urbanos se intensificaram na mesma ordem, obrigando os governos municipais a adotar mudanças na governança ambiental. Assim, os planos diretores municipais estão sendo desenvolvidos com ações de proteção aos recursos hídricos frente ao crescimento das comunidades, entretanto, muitos não se preocupam com o monitoramento contínuo da saúde ambiental dos ecossistemas urbanos, principalmente das nascentes urbanas. Uma das maneiras de se diagnosticar a qualidade ambiental de nascentes urbanas, é a identificação do índice de impacto ambiental em nascentes (IIAN). Neste trabalho, o IIAN foi associado à análise de características morfométricas de duas bacias hidrográficas urbanas representativas de Bom Sucesso-MG, município localizado no Centro-Oeste de Minas Gerais. Além do IIAN, foram identificados o coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (F) e índice de circularidade (Ic). A metodologia aplicada demonstrou-se adequada, estabelecendo uma abordagem técnica e eficiente na obtenção de dados consistentes para subsidiar a governança ambiental, podendo ser aplicada nas demais bacias urbanas do município, auxiliando no estabelecimento de uma política pública. Muitos problemas observados nas bacias urbanas podem ser atenuados com medidas simples implantadas pelo poder público municipal ou pela comunidade, melhorando a classificação ambiental desses ambientes.

Palavras-chave: Bacias hidrográficas urbanas. Nascentes urbanas. Índice de impactos ambientais em nascentes. Caracterização morfométrica.

¹Engenheiro Agrícola (UFLA), Doutor em Recursos Hídricos (UFLA), acadêmico de Engenharia Civil (UNIS/MG). jose.junqueira@alunos.unis.edu.br.

²Prof. Esp. Felipe Pereira Melo. Engenheiro Civil, Especialista em Gestão de Projetos, Docente no Centro Universitário do Sul de Minas.

1 INTRODUÇÃO

A água ocupa um lugar de destaque entre os recursos naturais, sendo uma das substâncias mais abundantes no planeta. Embora disponível em grande quantidade, percebe-se uma distribuição espacial irregular, tanto quantitativamente como qualitativamente para o consumo humano, contudo, é um recurso vital para a mundo, e nada a substitui.

No Brasil, mesmo com a distribuição muito desuniforme dos recursos hídricos, ainda considera-se um recurso bastante abundante em nosso país, estima-se que, aproximadamente, 12% da água doce do mundo esteja concentrada em nossas bacias hidrográficas, por isso, é necessário que se tenha cuidado com sua preservação. Em Minas Gerais, os cursos d'água são monitorados desde 1997, por iniciativa da Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais e, atualmente, são realizados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas de Minas Gerais. No município de Bom Sucesso, não existe nenhum tipo de monitoramento dos recursos hídricos superficiais urbanos ou rurais, ficando as definições de políticas públicas relacionada aos recursos hídricos sempre no amadorismo.

Com o crescimento de várias das cidades brasileiras ocorrido recentemente, sobretudo nas últimas duas décadas em decorrência do forte avanço do setor da construção civil que foi impulsionado entre outros aspectos por programas governamentais como o “Minha Casa Minha Vida” e o “Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), vem ocorrendo uma série de desequilíbrios ambientais urbanos e obrigando os governos municipais a adotar mudanças na governança ambiental, inclusive daquelas localizadas no interior do estado de Minas Gerais.

Os planos diretores municipais devem promover ações de proteção aos recursos hídricos frente ao crescimento das comunidades, ademais, devem se preocupar também com o monitoramento constante dos recursos hídricos urbanos. Este monitoramento deve ser realizado com base em informações reais que indiquem a qualidade ambiental, assim, diante das informações levantadas in loco, tem-se condições de verificar se o sistema de drenagem urbana preconizado é promove a proteção dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais.

Deve-se destacar que em nosso país, a unidade de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos adotada são as bacias hidrográficas, conforme estabelece a Política

Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 1997). Dessa forma, é na bacia hidrográfica que se deve aplicar os estudos referentes aos recursos hídricos.

Assim, este trabalho visou atender uma demanda da sociedade, que é usuária e beneficiária das ações implementadas pelo poder público, uma demanda ambiental, tendo em vista que a saúde dos ecossistemas aquáticos depende da manutenção das nascentes, além de uma demanda legal, uma vez que o poder público municipal tem a obrigatoriedade de cumprir as legislações ambientais pertinentes.

Logo, o objetivo principal deste trabalho foi apresentar ao poder público municipal bem como à comunidade de Bom Sucesso – MG uma caracterização ambiental das condições atuais de duas importantes nascentes urbanas do município, bem como a caracterização fisiográfica das bacias hidrográficas onde as nascentes estão localizadas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A Lei Federal Nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979 (BRASIL, 1979) dispõe sobre o parcelamento urbano no território nacional e dá outras providências. A legislação mencionada anteriormente relata que as glebas são subdivididas em lotes destinados a edificações, além das vias de circulação e logradouros públicos. A referida lei de parcelamento do solo urbano sofreu alteração pela lei 9.875 (BRASIL, 1999) onde foram definidos as condições e critérios para o estabelecimento de novos loteamentos.

Nos últimos anos tem-se percebido uma grande expansão da área urbana das cidades brasileiras. O tecido urbano tem-se expandido por meio da criação de novos loteamentos, com isso, tem havido a inserção de locais onde originalmente eram utilizados como espaços destinados à produção agropecuária. Segundo Motta (2002), o crescimento das cidades brasileiras vem aumentando os bairros inadequados e/ou ilegais, constituindo assim uma variável determinante da configuração espacial do processo de urbanização brasileira.

Essa urbanização tem criado condições de degradação ambiental, muitas vezes associada ao sistema de drenagem de um núcleo habitacional. Amorim (2000) relata que os processos de ocupação e expansão do meio urbano são um sério problema da humanidade, principalmente quando ocorre de forma desordenada, utilizando os recursos sem devido planejamento e controle.

Segundo Belizário (2014), a degradação ambiental atinge recursos imprescindíveis para a existência e manutenção da vida como água, o solo e o ar, sendo que nas cidades esse processo se intensifica. Ainda de acordo com este autor, os gases lançados por veículos automotores, o lixo, a poluição industrial ou residencial causam desequilíbrio ambiental, principalmente na dinâmica relacionada aos recursos hídricos urbanos.

De acordo com Felipe (2013), “as nascentes são sistemas ambientais reconhecidamente singulares e frágeis”, apresentando uma complexidade hidroambiental ainda desconhecida pelas ciências hidrológicas. Segundo este autor, as nascentes se destacam pela importância social, ecológica e hídrica, pois indicam a passagem da água subterrânea para a superfície, definindo a rede de drenagem e configurando os ecossistemas. Para Felipe (2009, p. 99), as nascentes configuram-se como resultado de um conjunto de processos que envolvem desde a dinâmica hidrogeológica até aspectos geomorfológicos e antropogênicos da paisagem.

Belizário (2014), estudando os impactos ambientais decorrentes da expansão urbana no córrego Pipa em Aparecida de Goiânia, verificou que a expansão, a reorganização do espaço, a construção de novos espaços e os consequentes impactos ambientais causados por esses processos são inevitáveis. Este autor ainda relata que é imprescindível que os gestores públicos foquem em medidas preventivas ao invés de corretivas, sobretudo pelo fato de alguns desastres ambientais serem irreversíveis principalmente aqueles que envolvem os recursos hídricos urbanos.

Já Nascente e Ferreira (2008), estudando os impactos socioambientais provocados pelas ocupações irregulares do solo urbano em um loteamento de Goiânia, observou que o assentamento populacional foi construído de forma irregular, sem respeitar as normas e requisitos legais. Logo, a área foi caracterizada como insalubre. Segundo este autor, os problemas observados foram preocupantes, sobretudo sobre a exposição dos moradores aos agentes nocivos à saúde.

De acordo com Gomes et al., (2005), o nível de impactos ambientais em nascentes pode ser observado com base em análise sensorial e perceptiva, considerando aspectos como coloração aparente e odor da água, lixo no entorno, materiais flutuantes, presença de espumas e óleos, esgoto, vegetação, presença de animais, uso por seres humanos, existência ou não de proteção e residências nas proximidades. Segundo Gomes et al., (2005), estes aspectos podem inferir sobre a qualidade ambiental da nascente.

Para Carelli e Lopes (2011), no caso específico das bacias hidrográficas, o conhecimento das condições naturais dessa unidade pode garantir uma maior eficiência das intervenções que venham a ser realizadas e é nesse contexto que o planejamento ambiental deve considerar elementos importantes como a caracterização do ambiente em questão. Moura et al. (2006) destacam que o planejamento ambiental em bacias hidrográficas pode ser realizado com auxílio da caracterização fisiográfica destes ambientes, assim, a elaboração e instalação de projetos de infraestrutura são executados de forma mais técnica e sustentável.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Seleção da área de estudo

Este estudo foi realizado em Bom Sucesso-MG, o município localiza-se no Centro-Oeste de Minas, com longitude oeste de 44°45'30" e latitude sul de 21°02'00". As altitudes variam entre a máxima que é de 1.230 m, e a mínima de 806 m, sendo que a altitude na região central do município é de 940 m.

De acordo com as normais climatológicas, a temperatura média anual é de 19,9°C, e a média máxima anual está na casa dos 26,3°C. Já a precipitação média anual é de 1.598 mm. Bom Sucesso faz parte da bacia hidrográfica do Rio Grande (GD2), sendo banhada por dois importantes rios desta região, o município se situa às margens do Pirapetinga, que é afluente direto do rio das Mortes, que por sua vez deságua diretamente na UHE do Lago do Funil.

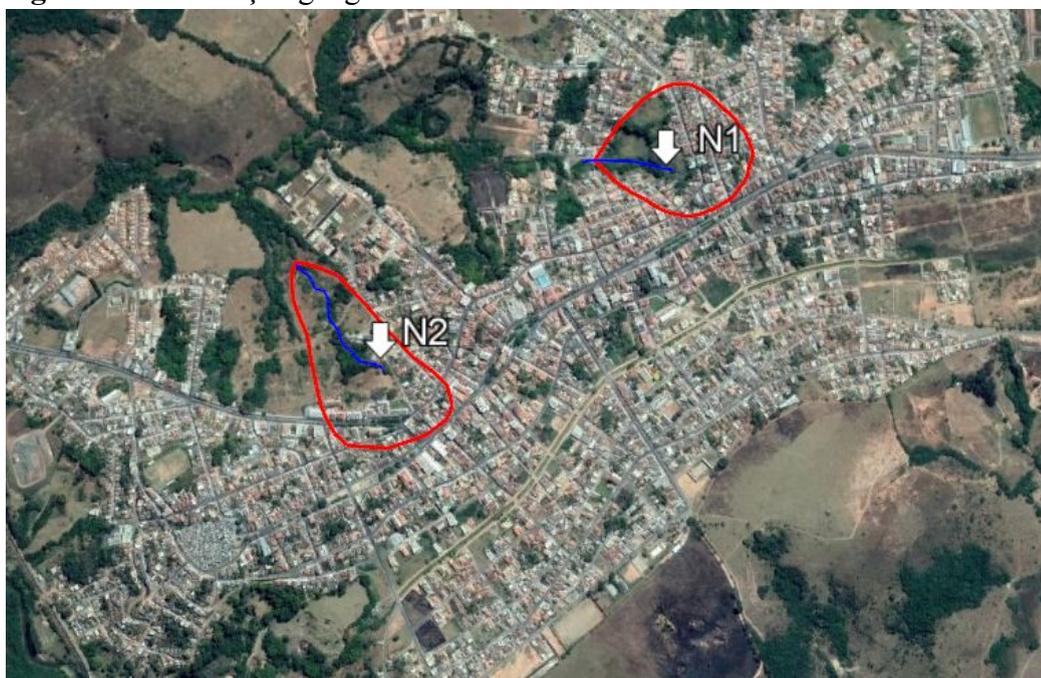
3.2 Cadastramento e tipologia das nascentes urbanas

O município de estudo vem passando por um processo de crescimento urbano num contexto ambiental insustentável, o crescimento vem ocorrendo de forma rápida e sem planejamento, sobretudo na ocupação de áreas de preservação. Em Bom Sucesso muitas nascentes estão aparentemente degradadas, existem locais onde a cobertura vegetal foi removida para inserção de novos bairros prejudicando os recursos hídricos superficiais.

As nascentes urbanas objeto deste estudo foram selecionadas com base na sua localização e importância hidrológica para o município, logo, foram cadastradas individualmente, sendo identificadas como N1 (nascente 1) e N2 (nascente 2). O cadastro inicial das nascentes contou com os dados da propriedade onde ela se localiza, sendo:

localização geográfica e tipo de nascente. O proprietário da área emitiu carta de anuência aos pesquisadores do Instituto Federal (IF), dando livre acesso ao local para a realização de visitas in loco para o diagnóstico ambiental das nascentes urbanas. Cada uma das nascentes foi georreferenciada com auxílio de receptor GPS de navegação Garmin eTrex Vista, também foram obtidos os valores de área total da bacia e da área de recarga das nascentes, levantamento uso do solo, perímetro e comprimento do eixo das bacias com o auxílio deste equipamento. As bacias hidrográficas urbanas que compõem a área que é objeto deste estudo podem ser visualizadas na Figura 1, onde, as linhas azuis representam os drenos principais das nascentes observadas, e as linhas vermelhas representam os divisores de água das bacias hidrográficas.

Figura 1. Localização geográfica das nascentes urbanas



Fonte: O autor

As bacias hidrográficas urbanas foram visitadas pela equipe durante o ano hidrológico 2018/2019, ou seja, de setembro de 2018 até agosto de 2019 (12 meses ininterruptos), assim, pôde-se observar o fluxo de água tanto a estação úmida como a estação seca para a região de estudo. As nascentes foram então classificadas quanto ao seu tipo de acordo com a metodologia proposta por Castro (2007), sendo “pontual”, com fluxo d’água em um único ponto do terreno, ou “difusa”, quando o fluxo d’água era visto em vários pontos.

3.3 Diagnóstico ambiental qualitativo das nascentes urbanas

Para o diagnóstico ambiental qualitativo das nascentes urbanas, seguiu-se a metodologia proposta por Gomes et al. (2005) para a identificação do índice de impacto ambiental em nascentes (IIAN).

De acordo com Leal et al. (2017), o IIAN depende diretamente dos parâmetros macroscópicos que afetam as nascentes no contexto urbano, sendo que, por meio de uma avaliação perceptiva e sensorial, deve-se considerar: cor aparente da água, odor, lixo no entorno, materiais flutuantes, espumas e óleos, esgoto, vegetação, uso por animais, uso antrópico, existência de proteção, presença de identificação, equipamentos urbanos (residências ou estabelecimentos) nas proximidades, tipo de área de inserção e acesso.

Assim, seguindo estas recomendações, cada um dos parâmetros qualitativos recebe um valor numérico correspondente e é classificado como bom, médio e ruim, os valores variam de um (01) a três (03), respectivamente, conforme apresentado na tabela 1. Logo, a pontuação total de cada ambiente pode variar de 14 (para a pior condição) até 42 pontos (para a melhor condição), assim é atribuído um padrão de qualidade.

Tabela 1. Parâmetros macroscópicos utilizados na avaliação qualitativa das nascentes urbanas

Parâmetro	Qualificação		
	Ruim (01 ponto)	Médio (02 pontos)	Bom (03 pontos)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor da água	Cheiro forte	Cheiro fraco	Não há
Lixo no entorno	Muito	Pouco	Não há
Materiais flutuantes	Muito	Pouco	Não há
Espumas e óleos	Muito	Pouco	Não há
Esgoto	Visível	Provável	Não há
Vegetação	Degradada	Alterada	Preservada
Uso por animais	Presença	Apenas marcas	Não há
Uso antrópico	Presença	Apenas marcas	Não há
Existência de proteção	Sem proteção e com acesso	Com proteção e com acesso	Com proteção e sem acesso

Presença de identificação	Sem identificação e com acesso	Com identificação e com acesso	Com identificação e sem acesso
Residência nas proximidades	Menos de 50 m	De 50 a 100 m	Mais de 100 m
Tipo de área de inserção	Não se sabe	Área particular	Área protegida
Acesso	Fácil	Difícil	Sem acesso

Fonte: Adaptada de Gomes et al. (2005)

Na metodologia utilizada, o padrão de qualidade das nascentes estudadas foi distribuído em classes de acordo com o IIAN, para isso foram definidas 5 classes, conforme apresentado na tabela 2. A classificação de cada nascente se deu pelo somatório da pontuação obtida em cada parâmetro na análise em campo.

Tabela 2. Classificação das nascentes urbanas quanto ao IIAN

Classes	IIAN	Pontuação obtida
A	ÓTIMO	40 a 42 pontos
B	BOM	37 a 39 pontos
C	RAZOÁVEL	34 a 36 pontos
D	RUIM	31 a 33 pontos
E	PÉSSIMO	Abaixo de 30 pontos

Fonte: Adaptada de Gomes et al. (2005)

3.4 Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas das nascentes urbanas

3.4.1 Coeficiente de Compacidade

O coeficiente de compacidade (K_c), também conhecido como índice de Gravelius, representa a relação entre o perímetro (P) da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Sendo que, quanto mais próximo da unidade (1) o K_c de uma bacia estiver, maior será a propensão desta bacia em apresentar enchentes, os valores de K_c podem ser vistos na tabela 3.

O K_c foi obtido por meio da metodologia proposta por Villela e Mattos (1975), o coeficiente é adimensional e varia com a forma da bacia, independente de seu tamanho. A equação para a obtenção deste coeficiente é apresentada a seguir:

$$k_c = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde: P = Perímetro da bacia (m) e A = Área de drenagem (m²).

3.4.2 Fator de Forma

O Fator de forma (F) de uma bacia hidrográfica relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a área (A) e o quadrado do comprimento do eixo da bacia (L). Para sua determinação, o cálculo foi efetuado seguindo a metodologia proposta por Villela e Mattos (1975) e, de acordo com os autores, uma bacia de captação com um F baixo tem menor propensão a enchentes que outra com mesma área, porém com F maior, os valores padrões de F podem ser vistos na tabela 3. O fator de forma foi determinado pela seguinte equação:

$$F = A/L^2$$

Onde: A = Área da bacia (m²) e L = Comprimento do eixo da bacia (m)

3.4.3 Índice de Circularidade

O índice de circularidade (I_c) representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia (TONELLO, 2005). O I_c tende a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui ao passo que, a forma se torna alongada, assim como no fator de forma. Esse índice, é o melhor que se relaciona com o escoamento superficial direto, sendo que os valores quanto mais próximos de um (01), maior é a possibilidade de favorecer os processos de inundação. Já os valores menores, próximos de zero, sugerem que a bacia tende a ser mais alongada, favorecendo o processo de escoamento (Tabela 3). Para a determinação do utilizou-se a seguinte equação:

$$I_c = 12,57 * A/P^2$$

Onde: A = área da drenagem (m²) e P = perímetro (m)

Tabela 3. Valores padrões para o fator de forma (F), índice de circularidade (Ic) e coeficiente de compacidade (Kc)

F	Ic	Kc	Forma da bacia	Tendência de enchente
1,00 a 0,75	1,00 a 0,80	1,0 a 1,24	Circular	Alta tendência
0,75 a 0,50	0,80 a 0,60	1,25 a 1,50	Ovalada	Tendência mediana
0,50 a 0,30	0,60 a 0,40	1,50 a 1,70	Oblonga	Baixa tendência
< 0,30	< 0,40	> 1,70	Alongada	Tendência a conservação

Fonte: Adaptado de Villela e Mattos (1975)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização das nascentes quanto ao tipo

Nas visitas in loco nas áreas de recarga das nascentes durante o período de monitoramento, e em entrevista com os moradores dos arredores das nascentes, pôde-se identificar que as referidas nascentes são reconhecidas pela comunidade como, nascente do “Córrego do Barreiro” (N1) e nascente do “Córrego da Piteira” (N2). As nascentes foram então georreferenciadas conforme pode ser visualizado na tabela 4.

Durante o ano hidrológico 2018/2019, observou-se visualmente uma redução no fluxo de água da N1, ao ponto de se observar mudança no local de exfiltração da água, principalmente a partir do início do período seco, a exfiltração da água passou para locais mais a jusante do local inicialmente observado, quanto ao fluxo na N2 observou-se maior regularidade ao longo do ano, contudo, tanto N1 como N2 podem ser classificadas como perenes.

Quando se observa a composição da cobertura vegetal apresentada na tabela 4, pode-se verificar que a vazão das nascentes está associada ao tipo de utilização da área de recarga. Observa-se que na área onde a malha urbana é menor (N2), a vazão da nascente permaneceu mais consistente ao longo do ano, não apresentando mudança no ponto de exfiltração da água.

Percebe-se também que ambas nascentes foram classificadas como pontuais. Entretanto, deve-se destacar que no período úmido a nascente N2 apresentou mais de um ponto de exfiltração, sobretudo nos meses de janeiro e fevereiro de 2019, contudo, estes

pontos não permaneceram visíveis por muito tempo, assim a classificação da nascente quanto o tipo foi pontual.

É importante destacar que a N2 apresenta 11% de sua cobertura vegetal composta por matas e 25% com pastagem, totalizando 36% da área com provável condição que favoreça o processo de recarga do aquífero e melhor regularização da vazão ao longo do ano hidrológico.

Tabela 4. Características das áreas de recarga e das nascentes urbanas monitoradas

Características observadas	Nascente 01 (N1)	Nascente 02 (N2)
Percentual e tipo de vegetação nas áreas de recarga das nascentes	Pastagem (21%) e malha urbana (79%)	Mata (11%), pastagem (25%) e malha urbana (64%)
Área de recarga total (ha)	2,89	5,38
Localização geográfica	21°01'49"S; 44°45'20"O	21°02'03"S; 45°44'45"O
Tipologia das nascentes	Pontual	Pontual
Curso d'água	Córrego do Barreiro	Córrego da Piteira

Fonte: O autor

4.2 Diagnóstico ambiental qualitativo das nascentes urbanas

Na tabela 5 são apresentados os resultados para os parâmetros macroscópicos e a classificação das nascentes urbanas para os dois períodos que compõem o ano hidrológico 2019, sendo os períodos seco e úmido. Inicialmente pode-se perceber que ambas nascentes não apresentaram uma pontuação que representa um IIAN bom ou ótimo para as bacias urbanas, ficando as pontuações variando de um mínimo de 21 pontos para N1 no período seco, até uma pontuação máxima de 35 pontos para N2 no período úmido.

Quando se avalia as nascentes urbanas nos períodos distintos, percebe-se que o período úmido favorece as condições ambientais para N2 e dificulta as condições ambientais para N1. Este fato pode ser explicado pelo tipo de uso e ocupação do solo nas áreas de recarga das nascentes, e das consequências que a utilização promove na qualidade ambiental. Especificamente para N2, que é ocupada em 36% por pastagem ou mata, o período úmido favorece o desenvolvimento da vegetação, dificultando o acesso de pessoas e a consequente utilização desta área, melhorando as condições nestes 3 parâmetros, fazendo com que a

pontuação total suba de 33 para 35 pontos, assim, o IIAN para N2 varia de ruim (Classe D) no período seco para razoável (Classe C) no período úmido.

Ao analisar as pontuações obtidas por N1, percebe-se que o período úmido desfavorece as condições ambientais, reduzindo a pontuação de 24 (período seco) para 21 pontos (período úmido). Como apresentado na tabela 4, a utilização da área de recarga desta nascente é de quase 80% com malha urbana, isso pode favorecer o escoamento superficial direto durante a época das chuvas. Foi observado no local que parte do deflúvio das ruas situadas a montante é direcionado para o dreno natural da bacia, ou seja, é direcionado para a própria nascente. O deflúvio favorece o carreamento de resíduos das ruas a montante e a deposição nas margens do dreno principal da bacia, isso foi observado e refletiu na redução da pontuação dos parâmetros que são dependentes do escoamento superficial, a saber: cor e odor da água, além da presença de lixo e materiais flutuantes. Mesmo com a melhoria das condições ambientais no período seco para N1, seu IIAN não se modificou, e foi diagnosticado como péssimo (Classe E).

Tabela 5. Parâmetros macroscópicos e classificação sazonal das nascentes urbanas

Parâmetros	Período úmido		Período seco	
	N1	N2	N1	N2
Cor da água	1	3	2	3
Odor da água	1	3	2	3
Lixo no entorno	1	2	2	3
Materiais flutuantes	2	3	3	3
Espumas e óleos	2	3	3	3
Esgoto	2	3	2	3
Vegetação	2	3	1	2
Uso por animais	1	3	1	3
Uso antrópico	1	3	1	2
Existência de proteção	2	2	2	2
Presença de identificação	1	1	1	1
Residência nas proximidades	1	1	1	1
Tipo de área de inserção	2	2	2	2

Acesso	2	3	1	2
Pontuação TOTAL	21	35	24	33
IIAN	PÉSSIMO	RAZOÁVEL	PÉSSIMO	RUIM
Classe	E	C	E	D

Fonte: O autor

A partir da análise dos dados pode-se perceber, portanto, que os maiores impactos encontrados nas áreas das nascentes estão associados a utilização da área de recarga, as quais podem influenciar tanto nas condições de infiltração como na parcela da precipitação que escoar diretamente sobre o solo, provocando a contaminação da água, principalmente na N1. Além disso, fica evidente que a presença da mata na N2 favorece as condições naquele local, melhorando as condições de infiltração de água e a regularização da vazão desta nascente.

4.3 Caracterização morfométrica das bacias urbanas

A caracterização morfométrica das bacias hidrográficas diz respeito à análise das características fisiográficas destes ambientes. A interação entre os elementos físicos das bacias pode propiciar um conhecimento mais apropriado e técnico da ocupação desses ambientes, bem como, conhecer, explicar e prevenir possíveis degradações ambientais ocasionadas pela falta de informação. Logo, com o conhecimento destes elementos e de suas interações, é possível uma ocupação mais sustentável no tempo. Assim na tabela 6 são apresentados os parâmetros morfométricos das bacias hidrográficas urbanas monitoradas em Bom Sucesso-MG no ano hidrológico 2018/2019.

Tabela 6. Parâmetros morfométricos das bacias hidrográficas urbanas

Parâmetros físicos	Bacia 1	Bacia 2
Dreno principal	Córrego do Barreiro	Córrego da Piteira
Área total (m ²)	80.284,0	89.195,0
Perímetro (m)	1.037,0	1.257,0
Eixo da bacia (m)	376	511
Kc	1,025	1,178
Ic	0,938	0,710
F	0,568	0,342

Forma da bacia	Circular	Ovalada
----------------	----------	---------

Fonte: O autor

De acordo com Moura et al. (2006), a morfometria de uma bacia hidrográfica pode nos fornecer informações fundamentais para a elaboração e implementação de projetos ambientais e estruturais, uma vez que a morfologia das bacias pode explicar a dinâmica do escoamento nestes ambientes. Assim, inicialmente observa-se a forma da bacia, identificada indiretamente com base nos resultados obtidos de K_c , I_c e F (tabela 6 e tabela 3), assim, pode-se classificar as bacias urbanas como “circular” para a bacia 1 (N1) e “ovalada” para a bacia 2 (N2).

De maneira geral, a bacia 1 mostra-se com alta tendência a enchentes, com base em K_c (1,025) e I_c (0,938), e tendência mediana quando se avalia apenas o parâmetro F (0,568), assim, pode-se classificar este ambiente como sendo um local mais suscetível a cheias, ou seja, mais sensível aos eventos extremos de precipitação, sobretudo as chuvas convectivas que são comuns no período chuvoso em regiões de clima tropical, como é o caso da região de estudo. Estes valores, associados à forma circular da bacia, transforma este local em uma área de risco, assim, direcionar as águas superficiais das ruas a montante, como já foi mencionado, irá potencializar ainda mais a possibilidade de cheia.

Deve-se destacar que nas visitas in loco, foi observado nas margens do curso d’água principal vestígios de enchentes, com presença de lixo e deposição de sedimentos característicos do carreamento realizado pelo deflúvio, mantendo o IINA deste local na classe E, independentemente da época do ano. De acordo com Ataíde et al. (2017), a forma geográfica das bacias hidrográficas influenciam o tempo de concentração, ou seja, o tempo de percurso da água precipitada desde o ponto mais a montante topograficamente até a seção de controle considerada, assim, quanto mais alongada fora a bacia, menor será a propensão a enchentes.

Quando se avalia a bacia 2 (N2) observa-se uma menor tendência a enchentes, principalmente quando se observa os valores de F (0,432) e I_c (0,710). Embora o K_c tenha se mostrado com alta tendência a enchentes, deve-se destacar que seu valor (1,178) ficou bem próximo do limite (1,24) que representa uma tendência mediana. Assim, com base nestes resultados e na forma ovalada desta bacia, a possibilidade de enchentes neste ambiente é consideravelmente mais reduzida, com tendência à conservação e regularização da vazão ao

longo do ano, o que foi observado in loco, sendo um local ambientalmente mais resistente aos extremos de precipitação. Destaca-se ainda que a forma ovalada da bacia também exerce influência sobre o seu tempo de concentração, aumentando o tempo de permanência da água neste local.

Ainda merece destaque o fato de que nas visitas in loco, não foi observado vestígios de enchentes ao longo das margens do curso d'água principal, tão pouco foi observado presença de lixo e deposição de sedimentos, assim, conforme já mencionado, o IINA deste local variou da classe D (ruim) no período seco para a classe C (razoável) no período úmido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia aplicada na identificação da qualidade ambiental das nascentes urbanas (IINA), juntamente à caracterização morfométrica destes ambientes, demonstrou-se adequada, estabelecendo uma abordagem técnica e eficiente no levantamento de informações consistentes que podem ser apresentadas à comunidade, bem como ao poder público para utilização e planejamento adequado das unidade de gestão dos recursos hídricos urbanos.

Por meio da análise dos resultados obtidos nos cálculos e observações, é possível concluir que a bacia urbana do córrego da Piteiras não possui tendência a enchentes no período chuvoso, ao passo que a bacia urbana do córrego do Barreiro possui tendência a enchentes no mesmo período. Logo, recomenda-se na bacia hidrográfica do córrego do Barreiro, o direcionamento adequado do deflúvio gerado a montante da bacia, isso poderá amenizar a formação de enchentes.

O desenvolvimento e aplicação de uma análise ambiental como a que foi desenvolvida e apresentada neste trabalho, depende de ações simples dos órgãos ambientais municipais, podendo ser aplicada em todas as nascentes que compõem a malha urbana do município, e auxiliando no estabelecimento de uma política pública.

Muitos dos problemas observados que influenciaram negativamente a qualidade ambiental das bacias urbanas, envolvem sinais de perturbação antrópica, isso se deve à ausência de proteção ou identificação das nascentes, logo, é um indício de que com medidas simples do poder público municipal, a classificação ambiental desses ambientes pode melhorar significativamente.

Todos os levantamentos realizados neste trabalho serão apresentados à prefeitura de Bom Sucesso. Este produto será apresentado à secretaria de meio ambiente do município em sessão aberta à comunidade na reunião do Conselho Municipal de Conservação e Defesa do Meio Ambiente (CODEMA), espera-se que os resultados possam subsidiar as decisões deste importante conselho juntamente com a secretaria de obras e infraestrutura da cidade.

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION AND MORPHOMETRIC ANALYSIS OF URBAN WATERSHEDS: The case of the municipality of Bom Sucesso - MG

José Alves Junqueira Júnior³
Felipe Pereira Melo⁴

ABSTRACT

Water occupies a prominent place among natural resources, being one of the most abundant substances on the planet and indispensable to our life. With the growth of several of the Brazilian cities that occurred recently, urban environmental imbalances have intensified in the same order, forcing municipal governments to adopt changes in environmental governance. Thus, municipal master plans are being developed with actions to protect water resources against the growth of communities, however, many are not concerned with the continuous monitoring of the environmental health of urban ecosystems, especially urban springs. One of the ways to diagnose the environmental quality of urban springs is to identify the environmental impact index in springs (EIIS). In this work, the EIIS was associated with the analysis of morphometric characteristics of two urban hydrographic basins representative of Bom Sucesso-MG, a municipality located in the Midwest of Minas Gerais. In addition to the EIIS, the compactness coefficient (Kc), form factor (F) and circularity index (Ic) were identified. The applied methodology proved to be adequate, establishing a technical and efficient approach in obtaining consistent data to subsidize environmental governance, which can be applied in the other urban basins of the municipality, helping to establish a public policy. Many problems observed in urban basins can be mitigated with simple measures implemented by the municipal government or the community, improving the environmental classification of these environments.

Key-words: Urban watersheds. Urban springs. Index of environmental impacts in springs. Morphometric characterization.

³Agricultural Engineer (UFLA), PhD in Water Resources (UFLA), Civil Engineering student (UNIS / MG).
jose.junqueira@alunos.unis.edu.br.

⁴Civil Engineer, Specialist in Project Management, Teacher at University Center of Southern Minas (UNIS/MG).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C. T. **O processo de urbanização e a degradação ambiental**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n. 16, 2000.

ATAÍDE, L. C. P.; RODRIGUES, R. S. S.; PESSOA, F. C. L. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tauá, nordeste paraense**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental (Pombal - PB - Brasil) v. 11, n.1, p.130-138, jan-dez, 2017.

BELIZÁRIO, W. da S. **Impactos Ambientais Decorrentes da Expansão Urbana no Córrego Pipa em Aparecida de Goiânia, Goiás**. Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 7, n. 2, dez. 2014.

BRASIL. Lei nº. 6766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o parcelamento urbano e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em 14/04/2020.

BRASIL. **Lei nº. 9785, de 29 de janeiro 1999**. Altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nºs 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19785.htm. Acesso em 07/03/2020.

BRASIL. Lei nº. 9433. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72p.

CASTRO, P. S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa, MG: CPT, 2007. 272 p.

CARELLI, L.; LOPES, P. P. **Caracterização fisiográfica da Bacia Olhos D'água em Feira de Santana/BA**. B.goiano.geogr. Goiânia, v. 31, n. 2, p. 43-54, jul./dez. 2011.

FELIPPE, M. F. **GÊNESE E DINÂMICA DE NASCENTES: Contribuições a partir de investigação hidrogeomorfológica em região tropical**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

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

LEAL, M. S.; TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; MINGOTI, R. **Caracterização hidroambiental de nascentes**. Rev. Ambient. Água vol. 12 n. 1, Taubaté – Jan. / Feb. 2017.

MOURA, R. S. et al. **Caracterização fisiográfica da microbacia do córrego Água da Bomba no município de Regente Feijó-SP**. In: Anais do Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Goiânia: UFG, 2006.

MOTTA, D. M. **Gestão do Uso do Solo Disfunções do Crescimento Urbano**. Volume 1: Instrumento de Planejamento e Gestão Urbana em Aglomerações Urbanas: Uma análise Comparativa, Brasília, 2002.

NASCENTE, J. P. C.; FERREIRA, O. M. **Impactos socioambientais provocados pelas Ocupações Irregulares do Solo Urbano: Estudo de Caso do Loteamento Serra Azul.** Universidade Católica de Goiás, Goiânia, p. 1-16, 2008. Disponível em: <http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/IMPACTOS%20S%3%93CIO-AMBIENTAIS%20PROVOCADOS%20PELAS%20OCUPA%C3%87%C3%95ES%20IRREGULARES.pdf>. Acesso em: 14/04/2020.

TONELLO, K. C. 2005. **Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**, Dissertação de Mestrado, UFV.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGrawHill do Brasil. 245p. 1975.