

VIII -1469 - USO DO MAPEAMENTO COLABORATIVO COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE

Arthur Bispo Ferreira⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – ICT de São José dos Campos. Estagiário na Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul - AGEVAP.

Vanessa Rodrigues Pereira⁽²⁾

Bióloga. Técnica Acadêmica no Instituto de Ciência e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental (FEB/UNESP).

Nicole Gabriele Santana de Souza⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – ICT de São José dos Campos.

Fernando Luiz de Campos Carvalho⁽⁴⁾

Professor do Departamento de Engenharia Ambiental – Instituto de Ciência e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Doutor em Física pela Universidad de Valencia (1995) e Graduação em Física pela Universidade Federal de São Carlos (1988).

Fabiana Alves Fiore⁽⁵⁾

Professora do Departamento de Engenharia Ambiental – Instituto de Ciência e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Doutora em Saneamento e Meio Ambiente (FEC/UNICAMP - 2013), Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG - 2004) e Graduada em Engenharia Civil (UFMG – 2001).

Endereço⁽¹⁾: Rodovia Presidente Dutra, Km 137,8 – Eugênio de Melo – São José dos Campos – SP – CEP: 12247-004 - Tel: (12) 3947-9700 - e-mail: arthur.ferreira@unesp.br

RESUMO

A água é um componente vital para a saúde e bem-estar das populações e seus múltiplos usos propiciam o desenvolvimento dos territórios. No entanto, as poluições ocorrentes em suas bacias de contribuição afetam a qualidade desses recursos e podem acarretar em inviabilidade de usos locais mais restritivos. No contexto de urbanização intensificada e sem apropriação social desse bem comum, entender as estratégias de educação para a sustentabilidade capaz de propiciar a reversão do cenário vigente é pauta prioritária para o alcance da segurança hídrica. Nesse contexto, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a viabilidade do uso do mapeamento colaborativo como ferramenta de Educação para Sustentabilidade (EpS) no entorno de quatro escolas da rede estadual de ensino e nascentes urbanas localizadas no seu entorno, situadas no município de São José dos Campos. Foram realizadas três oficinas *on-line* participativas que subsidiaram a construção colaborativa de métodos, seleção de ferramentas e aplicação de técnicas para análise dos dados de qualidade de água e percepção da comunidade escolar. A construção e execução do projeto de forma colaborativa mostrou-se adequada ao evidenciar as especificidades de cada escola para a realização das atividades e certa flexibilidade, ao possibilitar a realização das atividades com padrões para equiparação dos dados. Obteve-se a percepção da comunidade escolar acerca do conhecimento da presença de nascente urbana no entorno escolar, sendo em média, reconhecida por apenas 30,83% dos respondentes, ao mesmo passo que 95,3% consideram importante ou muito importante a preservação do meio ambiente em geral. Conclui-se que a valorização da percepção ambiental das comunidades escolares, somadas à representação agregada de dados ambientais, por meio do mapeamento colaborativo, pode irradiar a influência de ações de preservação adotadas no interior destas escolas, extramuros.

PALAVRAS-CHAVE: Mapeamento colaborativo, educação para sustentabilidade, qualidade das águas, nascentes urbanas.

INTRODUÇÃO

As nascentes são afloramentos de água que ocorrem naturalmente no ambiente e são associadas às funções de equilíbrio e manutenção ambiental, porém devido dos impactos decorrentes das atividades antrópicas esses sistemas estão vulneráveis (MEISTER, 2017). A qualidade da água está diretamente relacionada ao uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica na qual está inserida (CEMBRANEL *et al.*, 2019). A sociedade possui desafios complexos e necessita de ações coletivas a fim de redefinir as relações produtivas, culturais e sociais para que resulte em vivência sustentável (DA SILVA SOUZA, 2020).

Em São José dos Campos, município de grande porte no interior do estado de São Paulo, 97,9% da população vive na zona urbana, correspondente a 30% do território (IBGE, 2021; PMSJC, 2016). As nascentes localizadas nestas regiões sofreram com diferentes impactos decorrentes das várias formas de uso e ocupação de suas Áreas de Preservação Permanente (APP), como a urbanização e industrialização. Para minimizar os impactos ambientais destas atividades, foi criado o Programa de Revitalização de Nascentes (PRN) com o objetivo de recuperar e preservar as APPs de nascentes urbanas (SUNDFIELD, *et al.*, 2016). O programa possui atuação também em termos de educação ambiental como importante ferramenta para alcance do seu objetivo, uma vez que contribui na formação de cidadãos mais aptos a se relacionar de maneira sustentável com os recursos naturais de suas comunidades (DE OLIVEIRA; MACHADO; DE OLIVEIRA, 2015).

O monitoramento e a avaliação da qualidade das águas superficiais são de fundamental importância para a gestão sustentável dos recursos hídricos. A partir de análises de parâmetros físico-químicos da água é possível identificar os pontos de atenção em relação à preservação e que podem ser reforçados na comunidade (CEMBRANEL *et al.*, 2019). Neste sentido, a Educação para Sustentabilidade (EpS) pode contribuir para conscientização e sensibilização de uma comunidade no quesito preservação dos recursos hídricos, por meio de vivências ambientais e uso de ferramentas colaborativas para incluir a percepção dos problemas ambientais, como cerne das ações coletivas.

O presente estudo de caso discorre sobre a utilização do mapeamento colaborativo no contexto de quatro escolas da rede estadual de ensino, como ferramenta da EpS, a fim de engajar o ambiente escolar e torná-lo um elemento estratégico e multiplicador ações de preservação das nascentes, APP e seu entorno.

OBJETIVO DO TRABALHO

Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade do uso do mapeamento colaborativo como ferramenta de Educação para Sustentabilidade.

Objetivos Específicos

- Realizar estudo de caso em APPs urbanas, do município de São José dos Campos, para identificar a qualidade ambiental de suas áreas de entorno e de suas águas;
- Identificar ações de preservação e degradação na região da nascente urbana a partir da perspectiva da comunidade escolar;
- Construir mapeamento colaborativo das condições socioambientais da nascente e seu entorno.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo de caso foi realizado no município de São José dos Campos (SP), entre setembro de 2021 e outubro de 2022, no entorno de quatro escolas públicas da rede estadual de ensino, localizadas em diferentes regiões do território urbano, com áreas de estudos delimitadas considerado o raio entre a localização da escola e a nascente urbana mais próxima, abarcada pelo PRN (Figura 1).

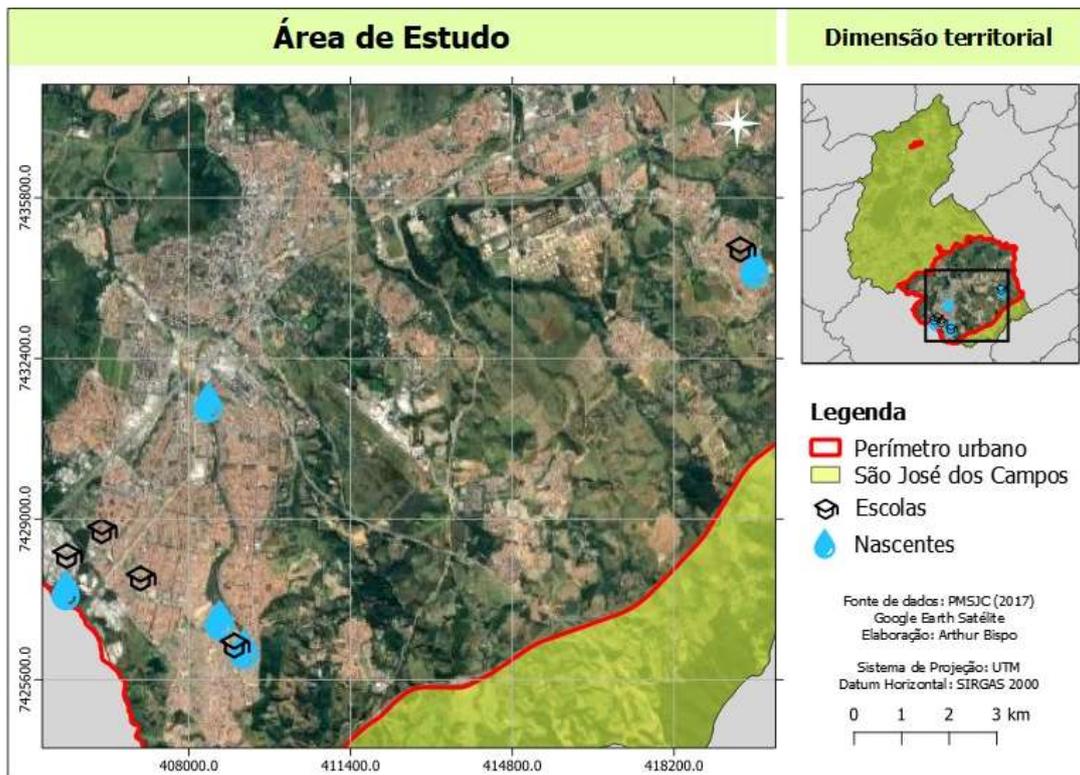


Figura 1: Localização das escolas e nascentes urbanas abarcadas pelo estudo de caso.

Indicadas pela Diretoria de Ensino - Região SJC, cada unidade escolar (UE) teve a participação de uma aluna e um docente para execução da pesquisa, ambas orientadas por grupo de apoio (GA) formado por discentes e docentes do Instituto de Ciência e Tecnologia Unesp Campus São José dos Campos (ICT- UNESP/SJC), com subsídio de Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-E.M).

As pesquisas foram desenvolvidas como parte da rede interinstitucional para a Educação Ambiental, em estruturação no município por meio do projeto Escola Sustentável estruturado por pesquisadores do ICT UNESP, com a participação ativa do poder público local, universidades e centros de pesquisa, com vistas ao provimento de atividades de EpS próprias às unidades de ensino formal no território (FERREIRA *et al.*, 2019).

Considerou-se como grupo de desenvolvimento da pesquisa (GP), os membros da UE e do GA. Para tal foram realizadas pelo GA, oficinas interativas de capacitação, direcionadas às alunas do ensino médio, com temas correlatos às etapas apresentadas na Figura 2.

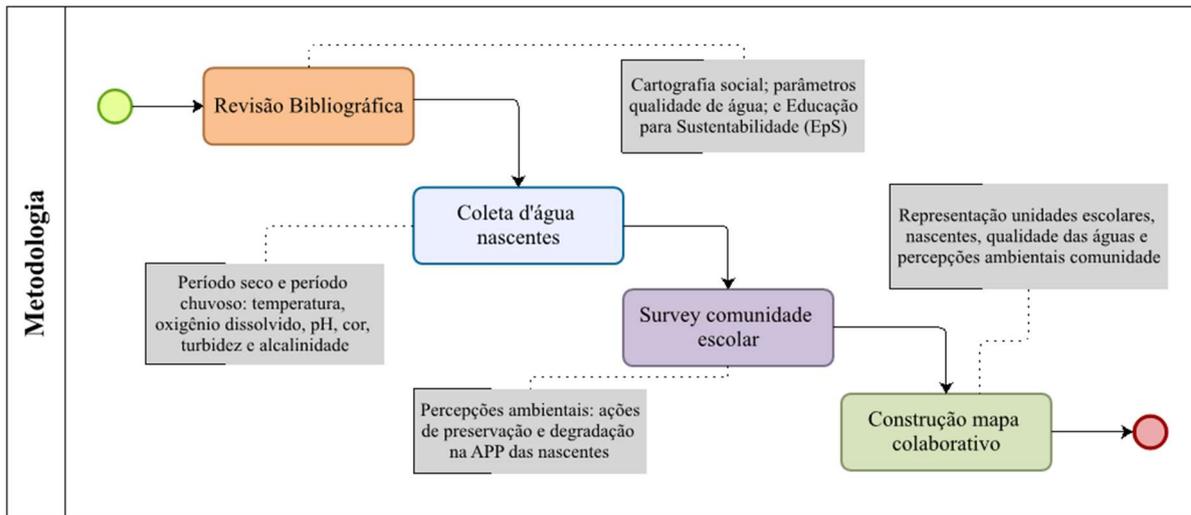


Figura 3: Fluxograma das etapas da metodologia do estudo de caso.

Precedendo às etapas em destaque, ocorreram três oficinas *on-line* de planejamento, apresentação de métodos, ferramentas e aplicação para alcance dos objetivos propostos. A primeira oficina introduziu elementos estruturais de pesquisas científicas, evidenciando a importância da revisão bibliográfica, com sugestões de palavras-chave e mecanismos de busca (GENTILINI, 2014). A segunda oficina abordou os principais parâmetros para condição de qualidade da água e panorama do arcabouço legal nacional dos recursos hídricos. A terceira oficina explorou os principais cuidados e apresentação do *Google Forms* para elaboração de questionário.

Duas coletas de amostras d'água das nascentes foram realizadas em período de estiagem e chuvoso, pelo GP, em dois pontos. O primeiro ponto foi no acesso mais próximo à nascente e outro ponto distante entre 10 a 30 metros. Acompanhada pela observação das condições superficiais da APP das nascentes. Após atividade de preparação e elaboração de roteiro de atividade de campo (ANA, 2017). As amostras foram analisadas em laboratório com medição de parâmetros físico-químicos e biológicos, a saber: pH, condutividade, turbidez e cor (APHA, 2012) e teste qualitativo (presença ou ausência) de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, pelo método de substrato enzimático (*Colilert*®). A condição de qualidade das águas foi comparada aos dados gerados em 2016 pelo PRN (SUNDFIELD *et al.*, 2016), analisadas de acordo com o preconizado pela Resolução CONAMA nº357 (BRASIL, 2005) e equiparadas com o Decreto Nº 10.755 de Novembro de 1977 (BRASIL, 1977).

A realização da coleta de elementos de percepção ambiental das respectivas comunidades escolares, foi realizada por meio de *Survey on-line* aplicada a toda comunidade escolar, subsidiada por questionário estruturado contendo questionamentos acerca da importância da preservação do meio ambiente, interesse por questões ambientais e reconhecimento de APPs e nascentes urbanas, bem como as preferências dos mesmos em relação às metodologias de ensino/estratégias pedagógicas normalmente empregadas em ambientes escolares. Para cada questionamento realizado, foi solicitado que os entrevistados atribuíssem pesos, com o uso da escala *Likert*, a partir de suas percepções individuais (LIKERT, 1932).

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados das condições da qualidade da água das nascentes nos períodos de chuva e estiagem estão apresentados na Tabela 1.

Nasc.	Turbidez (UNT)		Cor (uc)		Condutividade (uS/cm)			pH			Oxigênio Dissolvido (mg/L)			Coliformes totais e E.coli	
	nov. 2021	mai. 2022	nov. 2021	mai. 2022	2016	nov. 2021	mai. 2022	2016	nov. 2021	mai. 2022	2016	nov. 2021	mai. 2022	nov. 2021	mai. 2022
1	2,36	21,1	402	95	252	170	110	3,46	6,74	5,45	4,10	6,45	7,28	+,+	-
2	0,82	0,66	1	5	204	179	130	5,19	5,39	5,63	0,50	7,01	6,35	+/-, ,+	+/-, ,+'
3	10,8	1,43	40	7	208	128	81	6,12	6,68	6,6	6,40	9,00	9,46	+,+	+,+/-
4	16,1	3,43	77	13	804	140	287	7,26	7,12	6,78	5,20	7,77	7,67	+,+	+'
PADRÃO CONAMA	< 40		-		-			6,00 a 9,00			> 6,00			-	

+: presença de coliformes termotolerantes e *E. Coli*
+/-: presença de coliformes termotolerantes e *E. Coli*

Tabela 1: Condições de qualidade de água das nascentes do estudo nos períodos de estiagem e chuvoso.

Os dados apresentados referem-se a média das duas amostras coletadas em cada período, com exceção do parâmetro biológico, que foi apresentado para ambos os pontos, positivo e negativo, separados por vírgula.

Participaram da *Survey* 77 pessoas da escola 1 (E1), 155 da escola 2 (E2), 298 da escola 3 (E3) e 83 da escola 4 (E4). Cerca de 94,0% em média, dos respondentes eram estudantes das respectivas escolas. O percentual de respondentes que têm interesse em questões ambientais e consideram a preservação ambiental importante ou muito importante, está apresentado na Figura 3.

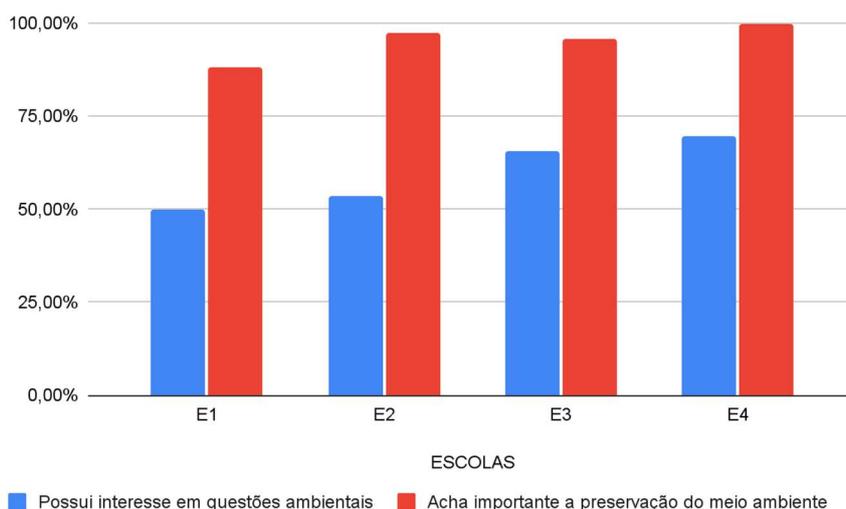


Figura 3: Percentual de respondentes com interesse em questões ambientais e que consideram importante preservar o meio ambiente

A Figura 4 apresenta o reconhecimento do público em relação à existência de APP, nascentes urbanas e a nascente do estudo, como também indicaram a frequência de passagem nas regiões abarcadas pelos estudos.

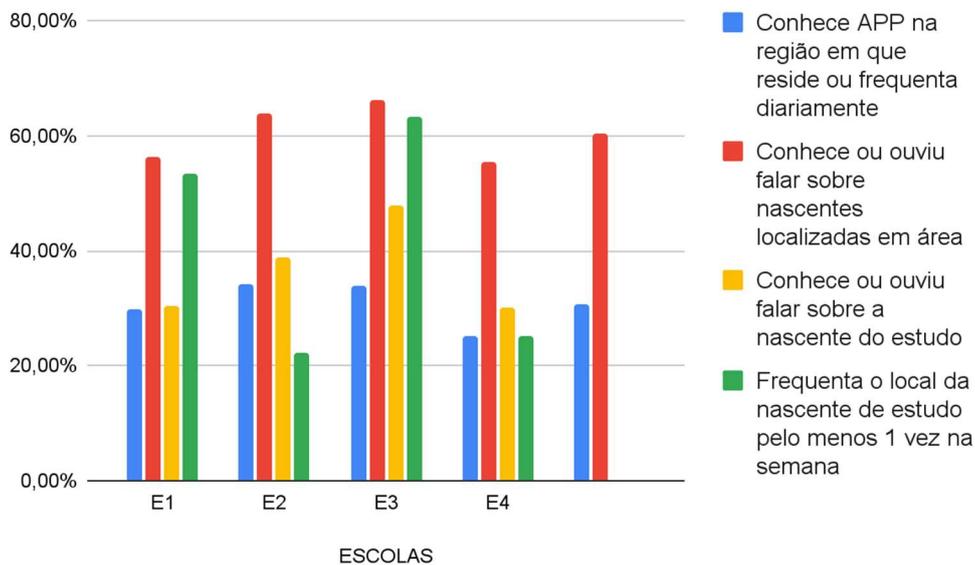


Figura 4: Reconhecimento dos respondentes em relação a APP, nascentes urbanas, nascente do estudo, e frequência de acesso a nascente de estudo.

A Figura 5 representa percentualmente a preferência do público escolar em relação às estratégias pedagógicas.

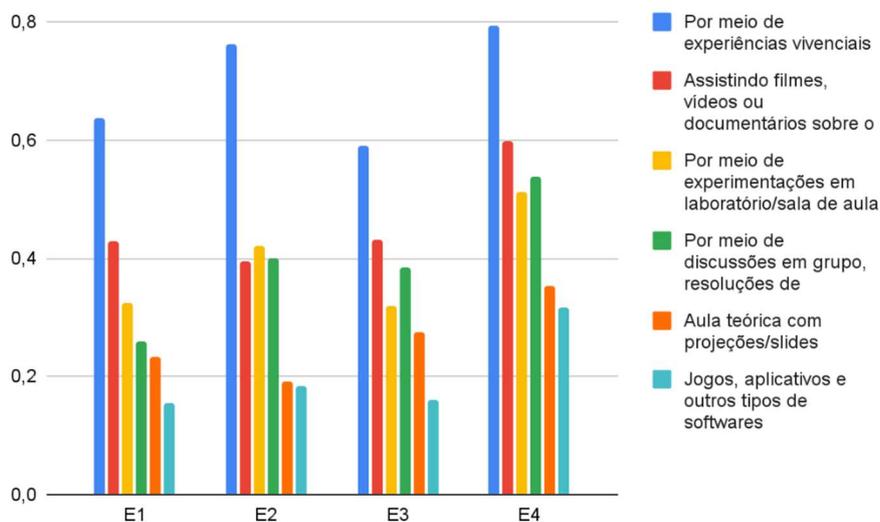


Figura 5: Percentual da preferência por estratégias pedagógicas indicadas pelos estudantes

As perspectivas da comunidade escolar, bem como os dados de qualidade de água obtidos, foram representadas em mapa colaborativo, Figura 6 com *QR Code* de acesso à plataforma.



Figura 6: *QR code* acesso ao Mapa Colaborativo

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os parâmetros físico-químicos observados nas análises e representados na Tabela 1, foram equiparados aos padrões do Decreto N° 10.755 de Novembro de 1977, que enquadram estes afloramentos como Classe 1, atendendo a maior parte dos padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05. Em todas as nascentes, fora observado a presença de edificações na área abrangida pela APP, presença de resíduos objetáveis na água ou no entorno, trechos de solo exposto e cobertura de espécie de gramínea, além de espécies arbóreas no local. No período de estiagem, a nascente 1 apresentou óleo e a nascente 4 apresentou odor. As nascentes 3 e 4 apresentaram erosão no entorno.

A partir das condições superficiais observadas *in loco*, das nascentes e respectivas APPs, verificaram-se indícios de degradação no período 2016 para 2021/2022, como de aumento do assoreamento e a presença de resíduos objetáveis. Por outro lado, os parâmetros de qualidade de água como oxigênio dissolvido, condutividade e pH, equiparáveis no mesmo período, apresentaram melhoria nas condições de qualidade. Logo, infere-se que as ações de preservação adotadas pelo PRN surtiram efeitos positivos em primeiro momento, entretanto, as ações de degradação presentes nestas regiões afetarão, diretamente a qualidade dos corpos hídricos ao longo do tempo, com a conseqüente redução da capacidade de proteção da APP em processo de desgaste por fatores antrópicos (MARMONTEL; RODRIGUES, 2015). No entanto, destaca-se a necessidade de monitoramento com frequência adequada e ampliação de parâmetros de avaliação para que o efetivo controle seja obtido.

Se considerada a média dos resultados de todas as nascentes estudadas, 30,83% dos respondentes ao questionário reconhecem a existência da APP na região no entorno da unidade escolar, enquanto 60,43% já ouviram falar sobre nascentes urbanas ou tem localização da nascente do estudo reconhecida. Compreende-se a partir disso, a necessidade de ampliar o conhecimento sobre a presença de nascentes urbanas, da preservação de seu entorno, e da importância socioambiental das APPs, a toda a comunidade local. Considerando que, 95,3% dos participantes da pesquisa apontaram como importante ou muito importante a preservação do meio ambiente, as comunidades escolares apresentam potencial de engajamento e fortalecimento das ações de preservação dos recursos naturais (de OLIVEIRA *et al.* 2015; BECKAUSER *et al.*, 2019).

As vivências ambientais estão destacadas pelos participantes deste estudo, como a estratégia pedagógica mais adequada para abordagem, aprendizado e discussão de temas ambientais e, além de serem um dos preceitos da EpS, tem potencial de engajar a comunidade escolar no propósito de irradiar influências positivas ao seu entorno (GADOTTI, 2008). Contribuindo para o estabelecimento da educação ambiental de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal (BRASIL, 1999), sendo mapeamento colaborativo uma estratégia de reconhecimento de percepções ambientais, ações de preservação e vivências ambientais, propiciando o escalonamento de ações isoladas.

CONCLUSÕES

O mapeamento colaborativo apresenta-se com excelente ferramenta para ampliar o efeito de ações de preservação das nascentes urbanas, permitindo a representação de forma visual e direta dos impactos da

comunidade em determinada região, ao passo que auxilia o monitoramento de riscos e promove conscientização ambiental na região.

Aliado à periodicidade, é possível estabelecer o monitoramento e a avaliação da qualidade das águas superficiais e condições do entorno, de fundamental importância para a gestão sustentável dos recursos hídricos, destacando pontos de atenção em relação a preservação e que podem ser reforçados na comunidade, ao incentivar medidas de mitigação e/ou emergenciais para os impactos causados.

Esforços coletivos entre diferentes atores sociais têm papel fundamental na preservação do meio ambiente, dar visibilidade às ações desenvolvidas em escala local pode contribuir para aprimoramento, ampliação das práticas ou até mesmo fomentar o surgimento de redes de colaboração. Este trabalho pretende trazer reflexões sobre como a escola pode influenciar o seu entorno por meio de práticas inovadoras, partindo da percepção, e mais importante, da participação dos alunos como multiplicadores.

Agradecimentos:

Esse projeto possui o financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), para as alunas do ensino médio pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio - PIBIC- EM. Agradecemos também a PROGRAD/UNESP pelo auxílio para participação no evento (Edital 05/2023) e ao ICT/UNESP pela concessão do transporte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22th Edition.
2. BAIÃO, C. F. P.; BATISTA, G. T. Watershed evaluation by elementary school students: contribution to water resources teaching. *Revista Ambiente & Água*. Vol. 11 No. 5 1056 - 1067, 2016. (<https://doi.org/10.4136/ambi-agua>).
3. BECKAUSER, M. C.; NAKASHIMA, P.; SILVA, L. M. A utilização de análise macroscópica de nascente como ferramenta de Educação Ambiental. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 14, n. 2, p. 252-267, 2019.
4. COSTA, ANA. Agência Nacional de Águas. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, 2017. Disponível em: <http://dspace.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2211/1/Guia%20Nacional%20de%20Coleta%20e%20Preserva%20de%20Amostras.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2023.
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.
6. CEMBRANEL, Adir Silvério *et al.* Qualidade ambiental de nascente em área urbana. *Tecnologia e Ambiente*, v. 25, p. 145-159, 2019.
7. DA SILVA SOUZA, Fernanda Rodrigues. Educação Ambiental e sustentabilidade: uma intervenção emergente na escola. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 15, n. 3, p. 115-121, 2020.
8. DE MOURA, R. A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁRVORES FRUTÍFERAS: EM UMA PERSPECTIVA DE MAPEAMENTO COLABORATIVO. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas*, p. 49-64, 2022.
9. DE OLIVEIRA, Jeane Teresinha; MACHADO, Rita de Cássia Dallago; DE OLIVEIRA, Everton Mário. Educação ambiental na escola: um caminho para aprimorar a percepção dos alunos quanto à importância dos recursos hídricos. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 11, n. 4, 2015.
10. Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. São Paulo, 1977.
11. FERREIRA, A. B.; DE MORAIS, C. A. S.; PEREIRA, V. R.; FARINHA, E. M. K.; MACHADO, L. R. de M.; GODOI, K. M.; NASR, E. M. B.; ESPOSITO, E.; FREITAS, N. T. A.; FORMIGA, J. K. S.; MEDEIROS, L. C. de C.; SOUZA, R. G.; BARDINI, V. S. dos S.; FIORE, F. A. Escola Sustentável Fase 1: Resíduos Sólidos. In: VII Fórum Local de Extensão Universitária do ICT.SJC. São José dos Campos. 2019.
12. GADOTTI, M. Educar para a sustentabilidade: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, ed. p.61-86, 2008.



13. GENTILINI, J. A. Atores, cenários e planos: o planejamento estratégico situacional e a educação. Cadernos de pesquisa, v. 44, p. 580-601, 2014. (<https://doi.org/10.1590/198053142954>)
14. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. São Paulo. São José dos Campos. Disponível também em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=354990>>. Acesso em: 31 de jan. 2023.
15. LIKERT, R. "A technique for the measurement of attitudes." Archives of psychology. 1932
16. MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. Floresta e ambiente, v. 22, p. 171-181, 2015.
17. MEISTER, S. G. A degradação de nascentes e a crise hídrica do cerrado. 2017.
18. PMSJC. Prefeitura Municipal de São José dos Campos. Programa Municipal Revitalização de Nascentes em Áreas Públicas Urbanas Municipais. São José dos Campos, 2006.
19. PMSJC. Prefeitura Municipal de São José dos Campos. São José em Dados 2016 Informações sobre a cidade de São José dos Campos. 2016.
20. SILVA, M. de O.; PASSOS, J. K. F., CARVALHO, D. O.; DA CUNHA OLIVEIRA, C. C.; COELHO, A. S. A sustentabilidade e o Desenvolvimento do Programa Dinheiro Direto na Escola-Escolas Sustentáveis, em Aracaju, Sergipe. Educação (UFSM), v. 45, p. 99-1-27, 2020.