

MAPEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DOS OLHOS D'ÁGUA EM LOCAIS URBANOS DE PASTOS BONS, MARANHÃO.

O olho d'água ou fonte, é uma nascente, que surge em determinados locais da superfície do solo e dá origem a cursos d'água. Esse trabalho buscou mapear e classificar as nascentes da zona urbana da cidade de Pastos Bons, Maranhão. Para isso, identificou-se sua localização geográfica, características ambientais e estado de conservação, a fim de promover a preservação e o manejo sustentável desses recursos hídricos fundamentais para o ecossistema local.

O Cerrado brasileiro é um bioma de extrema importância para a regulação hídrica do país (Souza *et. al.*, 2019; Queiroz, 2015; Lima, 2011; Norton Siqueira & Radic, 2021), abrigando uma diversidade de nascentes, riachos, córregos e rios que desempenham um papel fundamental no abastecimento de água para diversas regiões. As nascentes do Cerrado alimentam importantes bacias hidrográficas, como a do Rio São Francisco, do Tocantins, do Araguaia e do Paraná, influenciando diretamente o regime de chuvas e o ciclo hidrológico em grande parte do Brasil (Lima, 2011; ICMBIO, 2020).

Além disso, o Cerrado atua como um importante regulador natural, controlando a infiltração da água no solo e contribuindo para a recarga de aquíferos subterrâneos (Santos, 2012; Santos & Koide, 2016; Norton Siqueira & Radic, 2021). A vegetação característica do bioma, com suas raízes profundas e sistemas radiculares complexos, auxilia na retenção da água das chuvas, evitando erosão e garantindo a permeabilidade do solo (Mansur, 2021).

O município de Pastos Bons está localizado na mesorregião Leste maranhense, na microrregião de Chapadas do Alto Itapecuru (IBGE, 2010). A região foi inicialmente ocupada e explorada por criadores de gado, principalmente oriundos da Bahia e de Pernambuco. Ao atravessarem o rio Parnaíba, estabeleceram uma vila que denominaram de Pastos Bons em 1744 no terreno do Olho d'água do Pinga (IMESC, 2021; VIEIRA, 2015).

O município de Pastos Bons apresenta dois domínios hidrogeológicos: o aquífero fissural, representados pelos basaltos e/ou diabásios da formação Sardinha (K1βs); e o aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Pedra de Fogo (P12pf), Pastos Bons (J2pb), Corda (J2c); e pelos

sedimentos inconsolidados dos Depósitos Colúvio-Eluviais (NQC). (Correia Filho, *et. al.* 2011).

Os Olhos d'água de Pastos Bons foram durante um bom tempo, a principal fonte de abastecimento de água da cidade. Sendo que ainda hoje quatro deles ainda fornecem água para alguns bairros, por exemplo, o Centro Histórico, São José, Fazendinha e São Bento. Algumas dessas nascentes encontram-se em uma área de preservação ambiental, mas, infelizmente, muitas pessoas desmatam ao redor e represam a água e não reconhecem a necessidade de preservação desse bem natural. No local também é possível encontrarmos aves, anfíbios, répteis, invertebrados e pequenos mamíferos, além de fragmentos de vegetação de mata de galeria, de transição cerrado-amazônia.

Fig.1.olho d'água de São Bento



Fonte: arquivo pessoal da autora.

A preservação das nascentes no Cerrado é de extrema importância por diversas razões: primeiramente, as nascentes são fundamentais para o abastecimento de água, não apenas para a região do cerrado, mas também para áreas circunvizinhas. Também, as nascentes contribuem para a manutenção da biodiversidade local, servindo de habitat para diversas espécies de plantas e animais

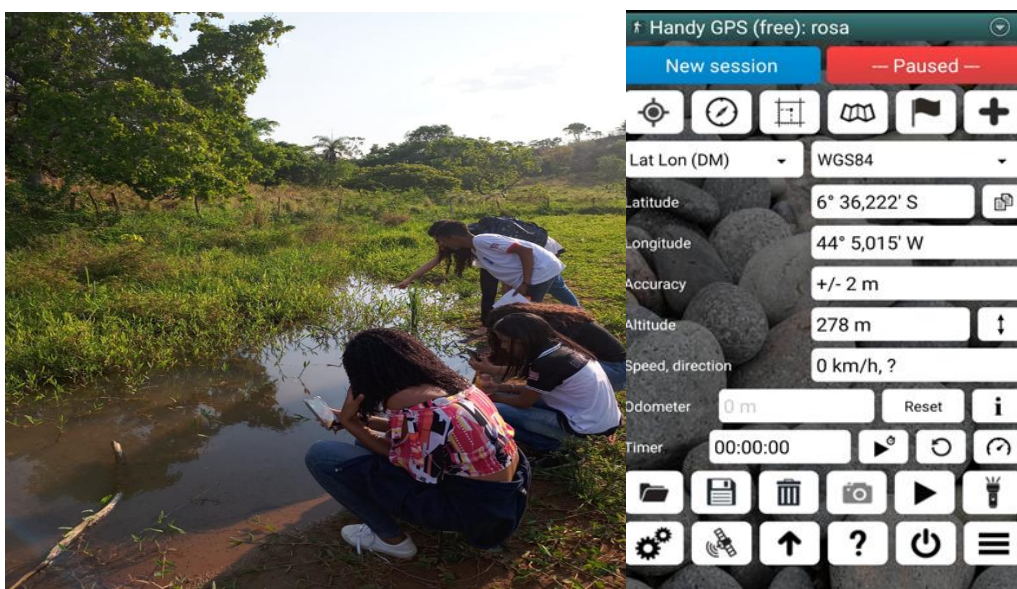
Além disso, a preservação das nascentes também ajuda a regular o fluxo dos rios e córregos, evitando enchentes e secas extremas. Além disso, esses cursos d'água

são essenciais para a agricultura, pecuária e para o fornecimento de água potável para as comunidades locais. Portanto, proteger as nascentes do Cerrado é urgente para garantir a sustentabilidade ambiental, a segurança hídrica e a preservação da vida selvagem desse importante bioma brasileiro.

Esse trabalho foi desenvolvido a partir de aulas de campo que se utilizaram dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS).

Utilizamos o aplicativo *Handy GPS* no celular para georreferenciar as nascentes durante as atividades de campo. Para a construção de mapas utilizamos o *Google Earth*, nessa etapa o projeto contou com a parceria com pesquisadores do Programa de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Fig.2.(A) Estudantes usando o GPS no celular ; (B) Nascente georreferenciada



A

B

Fonte: arquivo pessoal da autora

Seguindo um roteiro de estudo, anotamos dados importantes, tais como: i) a descrição do local pesquisado, observando os fatores abióticos como temperatura e luminosidade, ii) a descrição do local quanto à vegetação, observando a presença de pasto, a ausência de árvores e queimadas, iii) anotamos as coordenadas geográficas dessa nascente, e iv) caracterizamos a nascente de acordo com o grau de degradação a partir da classificação sugerida por Pinto (2003). Esse autor considera o grau de preservação a partir da cobertura vegetal existente e os classifica como: preservado, perturbado e

degradado. Também realizamos registros fotográficos e audiovisuais, além de anotações das observações feitas em um caderno de campo.

Fig.3 Estudantes em aula de campo com roteiro de estudo



Fonte: arquivo pessoal da autora

Fizemos a identificação botânica das espécies que pertencem à mata ciliar. Sempre que encontrávamos uma planta desconhecida, enviávamos fotos e todas as informações disponíveis para grupos de identificação botânica. Além disso, coletávamos material vegetativo para a produção de exsicatas.

Fig.4 Exsicatas produzidas pelos estudantes



Fonte: arquivo pessoal da autora

Os registros orais também tiveram papel importante no projeto, através dos moradores mais velhos que habitam próximo aos olhos d'água para que nos relatassem sobre a história, o uso e a importância desses recursos hídricos para a comunidade.

Visitamos 11 olhos d'água, a maioria deles estava localizada em propriedades privadas, com um raio de proteção de 50 metros das nascentes. Em relação ao terreno, observamos que a maioria das nascentes apresentava solo encharcado, predominantemente, argiloso de cor amarela (latossolos amarelos), enquanto outras tinham solo arenoso e pedregoso. Em alguns locais, notamos uma forte presença de matéria orgânica em decomposição e resíduos sólidos no entorno, inclusive nos córregos.

Fig. 5 Nascentes Mapeadas na zona urbana de Pastos Bons - Maranhão.



Fonte: arquivo pessoal da autora

Esse mapa foi construído com auxílio de pesquisadores da UFC por meio do georreferenciamento realizado pelos alunos utilizando o celular, o que demonstra a integração da tecnologia na produção de conhecimento.

Por meio deste trabalho descobrimos que metade da cidade depende das nascentes para abastecimento, inclusive com captação de água pela empresa municipal de abastecimento local (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Pastos Bons). Além disso, observamos que algumas delas estão cercadas por grande quantidade de lixo.

Nesse sentido, organizamos um mutirão de limpeza, contando com a participação de outros alunos e professores.

Fig. 6 Estudantes coletando lixo próximo às nascentes



Fonte: arquivo pessoal da autora

Algumas dessas nascentes apresentavam água com coloração ferruginosa, que é imprópria para consumo humano. Embora não gere risco de morte, essa coloração é indicadora da presença de cianobactérias que acumulam ferro, conferindo à água sabor e odor de ferrugem. Era possível observar o acúmulo de ferro na água que é parte da estrutura da colônia de cianobactérias.

Solicitamos apoio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente para a realização de ensaios físico-químicos (pH e turbidez) da água das nascentes. No entanto, esses ensaios só foram realizados em uma nascente.

Fig. 7 Análise da água do Olho d'água de São Bento



Fonte: arquivo pessoal da autora

As nascentes visitadas em época de seca possuíam a quantidade de água reduzida. Percebemos que alguns animais se utilizam dessa água para se reproduzir como anfíbios e também para hidratação de aves da fauna local. Segundo moradores locais, esses olhos d'água já foram as principais fontes de água da região para consumo humano e animal.

Fig.8 Olho d'água do Pinga visitado em época de seca.



Fonte: arquivo pessoal da autora

Os olhos d'água visitados foram: Pinga, João Castelo, Seu Augustinho (I e II), Cacimba do Jurandir (I, II e III), São Bento, João Ângelo e Ribamar Torres (I e II). Algumas delas estavam com muito lixo no entorno. Fizemos um mutirão de limpeza envolvendo outros alunos e professores e auxiliados por um professor de matemática calculamos a vazão dos olhos d'água explorados e também usamos etnomatemática com as medidas utilizadas por nossos familiares: prato (2 l), légua (6 km), tarefa (625 m), braça (2,20 m), quadrinho (1 m), etc.

Tabela1: Nascentes Mapeadas na zona urbana de Pastos Bons - Maranhão.

NASCENTE	NOME	ALTITUDE	PROPRIEDADE	COORDENADAS	SITUAÇÃO AMBIENTAL
01	Olho d'água do PInga	281m	Privada	6°36,353'S 44°4,549' W	Preservada
02	Olho d'água do João Castelo	270m	Público	6°36,162'S 44°4,988' W	Degradado
03	Olho d'água do João Augustinho I	277m	Privada	6°36,225'S 44°5,012' W	Preservada
04	Olho d'água do João Augustinho II	272m	Privada	6°36,212'S 44°5,014' W	Preservada
05	Olho d'água de São Bento	277m	Pública	6°35,960'S 44°4,659' W	Perturbada
06	Olho d'água do Ribamar Torres I	272m	Privada	6°35,910'S 44°4,626' W	Perturbada
07	Olho d'água do Ribamar Torres II	275m	Privada	6°35,917'S 44°4,535' W	Perturbada
08	Olho d'água do João Ângelo	263m	Privada	6°36,006'S 44°4,656' W	Perturbada
09	Cacimba do Jurandir I	289 m	Privada	6°36,320'S 44°4,852' W	Perturbada
10	Cacimba do Jurandir II	286m	Privada	6°36,331'S 44°4,846' W	Perturbada
11	Cacimba do Jurandir III	287m	Privada	6°36,334'S 44°4,846' W	Perturbada

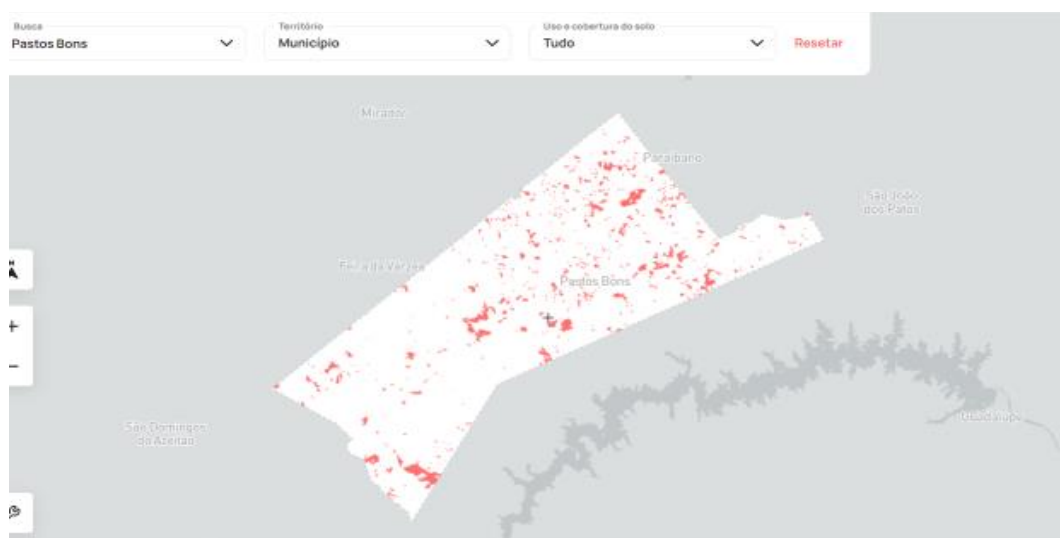
Fonte: arquivo pessoal da autora

Foram identificadas 162 espécies de plantas presentes na mata ciliar, 25 delas exóticas, algumas delas com potencial invasor.

Em sala de aula tentamos contextualizar as aulas de campo nos olhos d'água para trazer discussões associadas ao currículo, tais como: racismo ambiental e justiça climática, microplástico na natureza, doenças veiculadas pela água, mudanças climáticas, diversidade socioambiental, alfabetização em futuros, identidade e territórios, memória e resistência.

Também foi utilizado a plataforma MapBiomas Brazil Collection 8, dando ênfase ao fogo na cidade de Pastos Bons. De uma lista dos dez territórios mais afetados pelo fogo nos anos de 2021 a 2023, a cidade de Pastos Bons esteve respectivamente em: 4ª posição (2021), 2ª posição (2022) e 7ª posição (2023) no Brasil. O tipo de cobertura do solo mais afetados foram: agropecuária (2021) com 4.275 ha, e no ano de 2022 com 6,003 ha seguido de floresta com 5.933ha. e em 2023 foi floresta com 5.319ha. Esses dados demonstram que houve um impacto significativo na cobertura do solo ao longo dos anos, especialmente nas áreas de agropecuária e floresta. Essa perda de biodiversidade é preocupante e ressalta a importância da conservação e da adoção de práticas sustentáveis.

Fig. 9 Área das queimadas Pastos Bons no ano de 2023.



Fonte: MapBiomias,2023.

Segundo o MapBiomias monitor do fogo, os meses de setembro e outubro ocorreram maiores focos de incêndio na cidade de Pastos Bons nos anos de 2021 a 2023. Isso pode estar relacionado a condições climáticas como baixa umidade, ventos fortes e aumento da temperatura, que contribuem para a propagação do fogo. Além disso, atividades humanas como queimadas para limpeza de terrenos agrícolas ou desmatamento também podem ser fatores contribuintes na região.

Fig. 10 Área queimada em Pastos Bons no ano de 2022.

Área queimada

Representa a área queimada a cada mês, desde o início até o período selecionado.

Mensal / Anual



Fonte: MapBiomias Fogo,2022.

O gráfico mostra o aumento significativo da área afetada pelas queimadas em 2022 (11.979 ha) em comparação com o ano anterior 2021 (6.260 ha). Isso destaca a importância de medidas eficazes de prevenção e combate a incêndios, bem como de conscientização sobre a preservação ambiental.

Faz-se necessário que as autoridades locais, escolas, organizações ambientais e a comunidade em geral unam esforços para implementar estratégias de prevenção, como monitoramento constante, proibição de queimadas não controladas e educação ambiental. Além disso, é fundamental investir em tecnologias para o combate aos incêndios, visando minimizar os impactos na biodiversidade, no solo e na qualidade do ar.

Fig. 11 Série temporal da superfície da água em Pastos Bons.

Série temporal da superfície d'água - Pastos Bons



Fonte: MapBiomias Água,2022.

A diminuição na superfície de água em Pastos Bons pode estar diretamente relacionada ao período mais seco na série histórica, especialmente em 2018, quando a área atingiu um nível preocupante de 20 hectares. Em períodos de seca intensa, a escassez de chuvas e o aumento da evaporação podem levar à redução das reservas de água, como rios, lagos e represas. A partir do segundo semestre de 2019, o nível do volume das águas começaram a subir, umas das possíveis causas pode ter sido as mudanças climáticas influenciadas pelo *la niña*.

Além disso, o fogo e as queimadas podem agravar ainda mais essa situação, uma vez que as chamas podem atingir áreas próximas a corpos d'água, comprometendo a qualidade e a disponibilidade da água. A deposição de cinzas e resíduos resultantes das queimadas também pode impactar negativamente os ecossistemas aquáticos.

Diante desse cenário, faz-se importante adotar medidas de conservação dos recursos hídricos, incluindo práticas de uso sustentável da água, reflorestamento de

nascentes e áreas ciliares, além de estratégias eficazes de prevenção e combate a incêndios para proteger as áreas aquáticas e minimizar os impactos negativos.

Esse trabalho foi muito interessante, uma vez que, fazer mapas com os alunos utilizando georreferenciamento é uma inovação na educação básica porque permite uma abordagem prática e interdisciplinar do conhecimento. Além disso, os alunos puderam acessar o MapBiomias e verificar dados importantes sobre a cidade de Pastos Bons, como a cobertura e uso da terra com ênfase especial para: corpo d'água e queimadas. Isso possibilita aos alunos entenderem melhor a relação entre os fenômenos naturais e sociais com o espaço geográfico, além de desenvolver habilidades de observação, interpretação de dados e uso de tecnologia. Essa abordagem também promove maior engajamento dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo e contextualizado.

Além disso foi possível contribuir com o resgate da história das nascentes relacionando-as com a fundação da cidade de Pastos Bons, identificar as nascentes impróprias para o consumo humano devido à presença de ferro na água; também foi feita a divulgação do trabalho na comunidade como forma de contribuição para a sensibilização da população sobre a importância desses recursos e para a promoção de práticas sustentáveis.

Esse trabalho nos permitiu fortalecer o sentimento de pertencimento e identidade dos estudantes assim como o desejo de estar na escola. Além disso, trouxemos discussões sobre racismo ambiental e justiça climática a partir da temática das nascentes urbanas do bioma cerrado e estimular a preservação dos recursos hídricos, incentivando atitudes sustentáveis em relação à água.

Por fim, também proporcionamos uma conexão da teoria e prática oportunizando aos alunos a aplicação de conceitos teóricos na prática, por meio do uso de tecnologias de georreferenciamento para o mapeamento das nascentes facilitando a compreensão de conceitos.

REFERÊNCIAS

QUEIROZ, M. L. Nascentes, Veredas e Áreas Úmidas: Revisão Conceitual e Metodologia de Caracterização e Determinação em Estudo de Caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas - Distrito Federal. Brasília, 2015. Disponível em:

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/20429/1/2015_MarinaLimaQueiroz.pdf. Acesso em: 02/04/2021.

IBGE. Censo 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/pastos-bons/panorama>. Acesso em: 25/08/2021.

MANSUR, Thiago Wadih. Plantio Direto no Cerrado: Uma Revisão Bibliográfica. TCC agronomia, Faculdade da Amazônia. Vilhena-RO, p.34. 2020.

LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck. (2011). Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. *Ciência e Cultura*, 63 (3), 27-29. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.21800/S000967252011000300011>. Acesso em 02.abril.2020.

CORREIA FILHO, F. L. *et. al.* Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Pastos Bons. Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011. 31 p.: il.

NORTON SIQUEIRA, L., & RADIC, L. F. (2021). A degradação do cerrado e a questão hídrica sul-americana: possíveis implicações jurídicas para o Brasil. *Revista Vertentes do Direito*, 8(1), 470–490. Disponível em: <https://doi.org/10.20873/uft.23590106.2021.v8n1.p470-490>. Acesso em 02.abril.2020.

”Projeto MapBiomias – Coleção [MapBiomias Brazil Collection 8] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em [31/03/2024] através do link: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>

SANTOS, R. M. Recarga de Águas Subterrâneas em Ambiente de Cerrado: Estudo com base em modelagem numérica e simulação hidrológica em uma bacia experimental. 2012. 195f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. 2012.

Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. *Evolução Político-Administrativa do Estado do Maranhão*. 2. ed. – São Luís: IMESC, 2021.

SANTOS, R. M. & KOIDE, S. Avaliação da Recarga de Águas Subterrâneas em Ambiente de Cerrado com Base em Modelagem Numérica do Fluxo em Meio Poroso Saturado. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 21 (2), Jun 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p451-465>. Acesso em 02.abril.2020.

ICMBIO. Cerrado. 2020. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biombrasileiros/cerrado>. Acesso em 02.abril.2020.

VIEIRA, L. A. T. “Uma comarca fora da lei”: a Guerra do Léda no sertão do Maranhão. 2015. TCC de História. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, p.90, 2015.