

Resumo Expandido

PROPOSTA DE RECARGA DE LENÇOL FREÁTICO E PROTEÇÃO DE POÇOS PARA CAPTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Rui Rodrigues de Brito

Discente do ProfÁgua, Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Monte Alegre, Pará, Brasil
ruidrbr@gmail.com

Marcos Antonio Correa Matos do Amaral

Docente do ProfÁgua, UFOPA, Santarém, Pará, Brasil
marcos.amaral@ufopa.edu.br

Resumo: O aumento populacional brasileiro nas últimas décadas e, consequentemente, a migração da população do campo rumo às cidades, vêm ocasionando a transformação de grandes áreas contíguas em áreas impermeabilizadas. Espaços esses que dão lugar a construções residenciais e comerciais, indústrias, vias, praças e estradas. Intervenções essas, que muitas vezes são desordenadas e sem nenhum rigor técnico, ou mesmo quando planejadas, não consideram a impermeabilização do solo, agravando o escoamento superficial e possibilitando fontes de contaminação de águas subterrâneas por atividades potencialmente poluidoras. Deste modo, no sentido de minimizar os efeitos nocivos da impermeabilização dos solos, decorrente da expansão populacional desordenada, da sobreexploração (quando a captação de água excede a taxa de recarga natural) dos recursos hídricos, e da contaminação de águas, se faz necessário a proteção de poços e a recarga artificial de lençol freático para abastecimento público. Assim, o objetivo central deste estudo ambiental é apresentar de forma sucinta uma proposta de proteção de poços e recarga de lençol freático para o abastecimento público do município de Monte Alegre, no estado do Pará. Este trabalho foi elaborado com vista a realizar uma exposição metódica dos estudos realizados e das conclusões originais sobre a temática em questão, bem como visita de campo para alocação de pontos de coordenadas geográficas, por meio de aplicativos de celular como o Conota Câmera GPS profissional e o Google Maps. O tratamento de imagens foi realizado por meio do Google Earth. A implantação do Perímetro de Proteção dos Poços (2.448 m), sugerido, contribuiria com mais 20,3ha à área total do imóvel murado da empresa pública responsável pelo abastecimento da cidade, levando em consideração 100m de perímetro de alerta. Já em relação à área (1,24 ha) de recarga de lençol freático proposta, sendo uma bacia de infiltração natural com vertedores fixos de controle de vazão, localizada no fluxo da enxurrada a montante do sistema de captação, pode-se tornar um bosque municipal. Como observado, nesses casos não requerem projetos altamente especializados ou técnicas muito onerosas, o que torna a utilização de tais medidas um avanço perspicaz tanto em termos econômicos quanto ambientais. Metodologias sofisticadas e caras poderiam ser reservadas ou para áreas existencialmente complexas ou para uma segunda fase, quando métodos mais simples, como os analíticos, já tenham sido sugeridos e implementados. Assim, para que tais medidas sejam levadas adiante, é necessária uma gestão participativa e integrada entre os atores envolvidos. Uma vez que são essenciais para garantir a segurança hídrica do abastecimento público. Espera-se que o trabalho desenvolvido incentive demais estudos para um meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações.

Palavras-chave: abastecimento público, expansão urbana, gestão participativa, recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional brasileiro nas últimas décadas e, conseqüentemente, a migração da população do campo rumo às cidades, vêm ocasionando a transformação de grandes áreas contíguas em áreas impermeabilizadas. Espaços permeáveis que dão lugar a construções residenciais, comerciais, indústrias, vias, praças e estradas. Intervenções essas que muitas vezes são desordenadas e sem nenhum rigor técnico, ou mesmo quando planejadas, não consideram a impermeabilização do solo, agravando o escoamento superficial e possibilitando fontes de contaminação de águas subterrâneas por atividades potencialmente poluidoras [1].

Deste modo, no sentido de minimizar os efeitos nocivos da impermeabilização dos solos, decorrente da expansão populacional desordenada, da sobreexploração (quando a captação de água excede a taxa de recarga natural) dos recursos hídricos, e da contaminação de águas, se faz necessário a proteção de poços e a recarga artificial de lençol freático para abastecimento público [2].

No dia 17 de novembro de 2019, uma chuva destruiu a área de captação de água da COSANPA em Monte Alegre, município pertencente a região hidrográfica do rio Amazonas, deixando um rastro de destruição em vários bairros da cidade, chuva essa que também foi responsável por destruir quase todo o sistema de captação de água da COSANPA no município, deixando a cidade sem abastecimento de água. A enxurrada derrubou o muro da área de captação de água e por onde passou foi destruindo tudo que havia na frente, os postes que levavam energia para o local foram arrancados, as casas de bombas desabaram e os poços destruídos e soterrados. A cidade, na data supracitada, possuía quatro sistemas de captação, cada um deles com 10 pontos (poços) de captação de água. Após reparos, dois deles foram recuperados para operação, os sistemas 3 e 4 foram bastante afetados, deixando a captação reduzida em 50% [3; 4].

Assim, o objetivo central deste estudo ambiental é apresentar de forma sucinta uma proposta de proteção de poços e recarga de lençol freático para o abastecimento público do município de Monte Alegre, no estado do Pará.

2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo fica localizada no município de Monte Alegre/PA, a configuração municipal atual foi estabelecida com base na Lei nº 158, de 31 de dezembro de 1948, que desmembrou o município de Santarém e criou os municípios de Juruti, Óbidos, Alenquer, Monte Alegre, Prainha e Itaituba. A cidade de Monte Alegre, possui sua sede municipal, situada na porção su-sudeste do município, na margem esquerda do paraná do Gurupatuba, próximo à ligação deste com o rio Amazonas, ambos pertencentes a bacia hidrográfica do rio Amazonas [5].

Apresentando clima tipo Am (monção tropical, tipo de clima tropical), da classificação de Köppen, com média mensal de temperatura mínima superior a 18°C, estação seca de pouca duração, umidade elevada, amplitude térmica inferior a 5°C, e disponibilidade de água no solo. As precipitações pluviométricas, com cerca de 1.969 mm, apresentam distribuição irregular durante o ano. O período mais chuvoso é o que vai de dezembro a junho, sendo março o mês mais chuvoso. Nas áreas de terra firme, encontra-se a floresta tropical amazônica, embora com espécies de menor porte e formações secundárias ou capoeiras em diversos estágios. Há florestas de várzea, nas áreas alagáveis. Nas porções mais planas, há campos abertos com presença de gramíneas duras, espécies arbustivas, semelhante aos campos cobertos [6].

O tipo de solo predominante, é o Podzólico Vermelho-Amarelo, ocupando cerca de 50% da área total. Os outros solos que ocorrem dentro dos limites do município são o Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro, Areias Quartzosas, Cambissolo, Glei Pouco Húmico, Solo Aluvial, Solos Litólicos e Afloramentos de Rocha [7].

De acordo com os dados oficiais do IBGE [8] do último censo realizado em 2022, Monte Alegre possui uma população de 60.016 pessoas, densidade demográfica de 3,31 habitantes por quilômetro

quadrado em relação à sua área territorial de 18.152,559 km². A cidade apresenta 16,5% de habitações com esgotamento sanitário adequado, 34% de habitações urbanas em vias públicas com arborização e 15,8% de habitações urbanas em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

No ano de 2023, foi publicada a Lei municipal nº 5.330, que institui a Política Municipal de Saneamento Básico, o Plano Municipal de Saneamento Básico e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, ou seja, bem recente [9].

O abastecimento d'água da cidade de Monte Alegre é administrado e operado pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), através de sua Unidade Comercial e de distribuição instalada no bairro Cidade Alta, Av. 7 de setembro S/N, em frente ao cemitério municipal. A área de captação está localizada na região do bairro do Pajuçara, no extremo nordeste da cidade, onde existem sistemas de poços que utilizam bombas à vácuo em sistemas de poços tipo ponteira, além de um reservatório apoiado. De acordo com a Unidade da COSANPA, sediada em Monte Alegre, o abastecimento d'água na cidade pode ser normal, parcial ou precário, dependendo da localização da área a ser abastecida [10].

Os sistemas de poços de captação de água da COSANPA, que utilizam bombas à vácuo são denominados de Vácuo 1, Vácuo 2, e assim por diante, sendo cada sistema constituído por 10 poços tubulares, com profundidade média de 14 m. Cada sistema possui um motor-bomba à vácuo, com 7,5 CV, além de uma bomba KSB 125/20. Através do motor-bomba, a água succionada dos poços é lançada em um "tanque de reunião" e, em seguida, recalçada (pela KSB 125/20) para a rede do reservatório apoiado (RAP) do Pajuçara. Do RAP da captação, é recalçada na rede adutora (14"), através de bombas de adução (KSB 100-50/20), seguindo até o reservatório de distribuição principal localizado no bairro Cidade Alta, distante cerca de 2km da estação de captação [10].

Em 2018, foram aprovadas obras de ampliação do sistema de abastecimento de água, um investimento do Governo do Estado de mais de R\$ 10 milhões, objetivando beneficiar cerca de 40 mil habitantes do município, mas só em 2019 a obra foi iniciada. Em 2022, a construção estava com mais de 88% dos serviços executados, a previsão de entrega era até dezembro de 2020. O município possuía em operação três sistemas de abastecimento de água, cada um com 10 pontos de captação. Com a conclusão da obra, mais dois sistemas de vácuo automatizados estão previstos para entrar em operação, com capacidade de produção de 110m³, além de recuperação das unidades existentes [11].

3. METODOLOGIA

Este ensaio visa realizar uma exposição metódica dos estudos realizados e das conclusões originais após apurado exame crítico sobre a temática em questão. Sendo elaborado por meio de pesquisa bibliográfica com base em textos, como livros, artigos científicos, dissertações, jornais, revistas, resenhas, resumos e demais documentos em relação ao tema do presente trabalho [12; 13].

Para o diagnóstico ambiental da área de estudo, foi realizada visita de campo para alocação de pontos de coordenadas geográficas, por meio de aplicativos de celular como o Conota Câmera GPS profissional e o Google Maps. O percurso da principal enxurrada que afeta o sistema de captação, foi delimitado aplicando pontos de coordenadas geográficas, seguindo o fluxo in loco do escoamento. A área da captação foi estimada acompanhando o lado externo do limite da propriedade, e foram usadas informações públicas a respeito do sistema de captação disponíveis em meio digital.

Levando em conta os estudos hidrogeológicos para a gestão das águas subterrâneas da região da capital do estado, que relata o "Perímetro de Alerta" como a área destinada à proteção contra contaminantes que se movem juntamente com a água nos interstícios do meio poroso. O qual é definido pela distância a partir do ponto de captação, no sentido contrário ao fluxo, adotando-se um perímetro de alerta fixo estabelecido entre o mínimo de 60 m e o máximo de 100 m de distância de poços de abastecimento público. A delimitação do perímetro de alerta de poços de abastecimento público

depende do nível de conhecimento sobre o aquífero explorado e da disponibilidade de dados hidrogeológicos. Tendo em vista a falta de dados municipais de Monte Alegre de localização exata de cada poço na área de captação, adotou-se o limite máximo de 100m, a partir do limite externo da área de captação da COSANPA, aplicando-se circunferências com R (raio) de 100m em cada vértice do limite do imóvel no Google Earth, para posteriormente se realizar o polígono do Perímetro de Proteção dos Poços (PPPs), para apresentação da sucinta proposta de PPPs de captação de água para abastecimento público [14].

Para área de recarga de lençol freático, será proposto a localização de uma possível bacia de contenção de enxurradas a montante do sistema de captação de água municipal.

O tratamento de imagens foi realizado por meio do Google Earth, trabalhos futuros podem ser realizados com softwares mais específicos, a exemplo do Quantum GIS (Sistema de Informação Geográfica-SIG).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de captação fica em um espaço geográfico com predominância de residências ao oeste e ao leste com o igapó do Jurunduba, tendo alguns empreendimentos (balneários, motel, lava jato, frigorífico, clubes etc.) ao noroeste, norte e nordeste, possuindo limite ao sul com igapó do Jurunduba e o paraná do Gurupatuba, o lixão municipal fica a 3,3 km em linha reta do sistema de captação, ao norte. A vegetação e fauna na área de captação e em seu entorno é característica de igapós e composta por arborização urbana típica da região Amazônica.

O controle da expansão urbana é indispensável para limitar as áreas não infiltráveis nos lotes e em espaços públicos, seja na formulação da legislação urbanística, na sua implementação e na sua fiscalização. As medidas apresentadas têm como finalidade principal a preservação dos pontos de captação e a recarga do lençol freático. O uso das propostas visa privilegiar o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica na qual está inserida, medidas essas que necessitam estar incorporadas nas ações de planejamento urbano [1].

O lençol freático está vulnerável a impactos decorrentes de ações antrópicas e a eventos extremos de desastres naturais. A expansão urbana, que é grande responsável pela impermeabilização do solo, tem influência direta na diminuição da água infiltrada no solo, implicando em queda significativa da vazão dos poços freáticos (Figura 1), e para o aumento da concentração de poluentes nesse lençol [1].

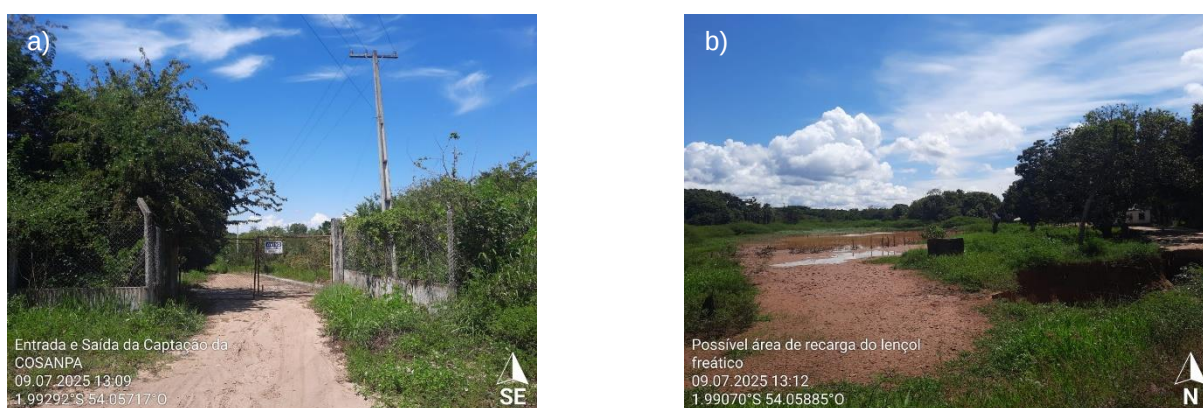


Figura 1. Entrada/Saída onde fica os poços (a) e ponto de recarga do lençol freático (b).

A enxurrada (Figura 2) que desce dos bairros Planaltos e Pajuçara, nos períodos chuvosos da região, causam danos significativos na área (10,9 ha) de captação da COSANPA, uma vez que o fluxo de drenagem principal passa por dentro do imóvel em direção ao igapó do Jurunduba.



Figura 2. Visão espacial da área de captação da COSANPA e seu entorno

A implantação do PPPs (2.448 m) contribuiria com mais 20,3ha à área total do imóvel murado da COSANPA, levando em consideração os 100m do perímetro de alerta. Já em relação à área (1,24 ha) de recarga de lençol freático proposta, sendo uma bacia de infiltração natural com vertedores fixos de controle de vazão, localizada no fluxo da enxurrada a montante do sistema de captação, pode-se tornar um bosque municipal. Como observado, nesses casos não requerem projetos altamente especializados ou técnicas muito onerosas, o que torna a utilização de tais medidas um avanço perspicaz tanto em termos econômicos quanto ambientais. Metodologias sofisticadas e caras poderiam ser reservadas ou para áreas existencialmente complexas ou para uma segunda fase, quando métodos mais simples, como os analíticos, já tenham sido sugeridos e implementados [15].

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à captação de água para abastecimento público municipal, que é captada de lençol freático, conforme as informações públicas obtidas sobre a profundidade dos poços, trazem uma preocupação maior, dada a facilidade de poluição de tais corpos hídricos por ações antrópicas. Garantir um perímetro de proteção de poços além dos limites da área de captação é uma medida essencial para conter possíveis atividades que venham a causar danos na qualidade da água distribuída na cidade.

A criação do bosque municipal, com a bacia de contenção de enxurrada, contribuiria para a manutenção de recarga do lençol freático. Uma vez que o sistema de captação a vácuo empregado na sucção da água de Monte Alegre demanda um volume considerável de disponibilidade hídrica local.

Para que tais medidas sejam levadas adiante, é necessária uma gestão participativa e integrada entre os atores envolvidos. Uma vez que são essenciais para garantir a segurança hídrica do

abastecimento público. Espera-se que o trabalho desenvolvido incentive demais estudos para um meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) e a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

- [1] GOMES, Antonio Humberto Porto; TROLLES, Janete de Oliveira; NASCIMENTO, Elson Antônio do. **Recarga artificial do lençol freático como controle dos impactos da urbanização na bacia hidrográfica**. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas – Cuiabá/MT, 19 a 22 de outubro de 2004. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23612/15692>. Acesso em: 8 de julho de 2025.
- [2] ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Diretrizes para o desenvolvimento de recarga artificial de aquíferos no distrito federal**. Relatório de consulta técnica. Brasília, outubro de 2015. Pág. 1. Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/recursos_hidricos/regulacao/resolucoes_estudos/recarga_artificial_aquiferos_df.pdf. Acesso em 8 de julho de 2025.
- [3] COSANPA – Companhia de Saneamento do Pará. **COSANPA segue com ações de recuperação do sistema de água em Monte Alegre**. Informe publicado em 21 de novembro de 2019. Disponível em: <https://www.cosanpa.pa.gov.br/noticias/cosanpa-segue-com-acoes-de-recuperacao-do-sistema-de-agua-em-monte-alegre/>. Acesso em: 8 de julho de 2025.
- [4] TV Tapajós. **Área de captação da COSANPA é destruída pela chuva em Monte Alegre; população fica sem água**. Reportagem por G1 Santarém, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/2019/11/20/area-de-captacao-da-cosanpa-e-destruida-pela-chuva-em-monte-alegre-populacao-fica-sem-agua.ghtml>. Acesso em: 8 de julho de 2025.
- [5] PASTANA, José Maria do N. **Diagnóstico do potencial ecoturístico do município de Monte Alegre. Programa Informações para Gestão territorial**. Estado do Pará: CPRM, 1999. Pág. 9, 14-15. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17395>. Acessado em: 05 de junho de 2024.
- [6] PARÁ – Governo Estadual. **Inventário da oferta turística do município de Monte Alegre – PA**. Secretaria de estado de turismo – SETUR. Belém, 2017. Pág. 14-15. Disponível em: https://www.setur.pa.gov.br/sites/default/files/pdf/inventario_monte_alegrejunho2018.pdf. Acesso em: 8 de julho de 2025.
- [7] PMMA – Prefeitura Municipal de Monte Alegre. **Diagnóstico da realidade do município de Monte Alegre – Pará**. Produto da II Etapa do Processo de Revisão do Plano Diretor Municipal. Monte Alegre, setembro de 2017. Pág. 23. Disponível em: <https://montealegre.pa.leg.br/wp-content/uploads/2022/04/PDM-Diagnostico-Municipal-2017-Texto-final-1.pdf>. Acesso em: 8 de julho de 2025.
- [8] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil/PA/Monte Alegre – Panorama e Pesquisas**. Censo de 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/monte-alegre/panorama>. Acessado em: 05 de junho de 2024.
- [9] CMMA – Câmara Municipal de Monte alegre. Lei nº 5.330: **Institui a Política Municipal de Saneamento Básico de Monte Alegre; o Plano Municipal de Saneamento Básico de Monte Alegre; e Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**, em atenção ao disposto no art. 9º da lei federal nº 11.445/2007, com as atualizações trazidas pela lei nº14.026/2020, o novo marco do saneamento básico, e dá outras providências. Monte Alegre/PA, 24 de outubro de 2023. Matéria publicada no Diário Oficial dos Municípios do Estado do Pará no dia 08/11/2023. Edição 3368.

- [10] SOUZA, Aluizio Marçal Moraes de; PASTANA, José Maria do Nascimento; NASCIMENTO, Joaquim Maurício Mousinho. **O sistema atual de abastecimento d'água em Monte Alegre**. Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia – PRIMAZ/PA. CPRM-1997. Pág. 1-3. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17391>. Acessado em: 05 de junho de 2024.
- [11] BUENAÑO, Bianca – **Obras de ampliação do sistema de abastecimento de Monte Alegre chegam a quase 90% de conclusão – COSANPA**. Secretaria de Planejamento e Administração – SEPLAD. Belém, 24 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.seplad.pa.gov.br/2022/05/24/obras-de-ampliacao-do-sistema-de-abastecimento-de-monte-alegre-chegam-a-quase-90-de-conclusao/>. Acesso em: 9 de julho de 2025.
- [12] MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria Lakatos. **Fundamentos de metodologia científica**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017. Pág. 54.
- [13] PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Pág. 163.
- [14] ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Estudos hidrogeológicos para a gestão das águas subterrâneas da região de Belém/PA**. Relatório Final – Elaboração e Execução: Profill Engenharia e Ambiente S.A – Brasília, 2018. Pág. 86-89. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/4e560d0e-9534-44e2-8e19-31ba5fb3596a/attachments/RF_ANA_BELEM_VOL3.pdf. Acesso em: 8 de julho de 2025.
- [15] WAHNFRIED, Ingo; HIRATA, Ricardo. **Perímetros de proteção de poços: uma importante ferramenta para a sustentabilidade de mananciais públicos**. Anais dos XIV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e II Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste. Revista Águas Subterrâneas, 2005. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23240>. Acesso em 9 de julho de 2025.