

HIDROGEO DÍA  
2024

# SERRA DE OURO PRETO E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

**Ponto de encontro:**  
Em frente ao  
Mosteiro Pico de  
Raios

**23/03/2024 às 10:00h**

Contato:  @pet\_geo\_ufop

**Organização:**

**Apoio:**



**PEV**  
ENGENHARIA  
GEOLOGICA



## O HIDROGEODIA

O Hidrogeodia é uma atividade, criada pela AIH-GE (Associação Internacional de Hidrogeólogos), para promover a hidrogeologia.

A atividade, é realizada próximo ao dia 22 de março, Dia Mundial da Água, de forma gratuita e aberta ao público. Ela ocorre através de uma excursão com o público visitando uma área que mostra o papel das águas subterrâneas e a necessidade de aplicar técnicas hidrogeológicas para diagnosticar e corrigir problemas ou valorizar a região visitada.

No ano de 2024, o PET- Engenharia Geológica e a Cátedra da UNESCO Água Mulher e Desenvolvimento, da Universidade Federal de Ouro Preto, realizará pela segunda vez o evento na cidade de Ouro Preto-Minas Gerais-Brasil. As atividades serão realizadas no Moinho de Vento (**Parada 1**), no Parque Natural Municipal das Andorinhas (**Parada 2**) e na Mina do Jeje (**segundo dia**) e ambos os pontos, localizados na Serra de Ouro Preto.

## ROTEIRO

A atividade será realizada em dois dias, com dois grupos. O primeiro dia de atividades será em 23 de março, no moinho de Vento e no Parque Natural

Municipal das Andorinhas (Figura 1) com um grupo de inscitos no formulário de divulgação do evento. Haverá um **ponto de partida** no ponto de ônibus do centro às 9:30 h, onde haverá uma linha de ônibus que liga o centro ao Morro são Sebastião, O segundo ponto de encontro será na entrada do Moinho de Vento (local que permite uma visão 360° da cidade de Ouro Preto), às 10 horas da manhã, onde o grupo seguirá a caminhada para o moinho e em seguida para o Parque da Andorinhas, onde ocorrerão atividades práticas sobre aquíferos e sobre as áreas de recarga da Serra de Ouro Preto.



Figura 1: Mapa do trajeto que será realizado no primeiro dia de evento.

Já o segundo dia (04/04, às 8:00 h) ocorrerá na Mina do Jeje com um grupo de estudantes da Escola Estadual Desembargador Horácio Andrade. Essa mina (Figura 2), que está localizada no bairro Alto da Cruz, em Ouro Preto - Minas Gerais- Brasil, é uma antiga mina de ouro datada do século XVIII, com 160 metros de extensão. Os responsáveis pelo evento sairão do Departamento de Geologia da



UFOP em direção à escola, onde se encontrarão com os alunos. Com o grupo reunido, eles seguirão para a Mina do Jeje, como mostrado na figura 2.

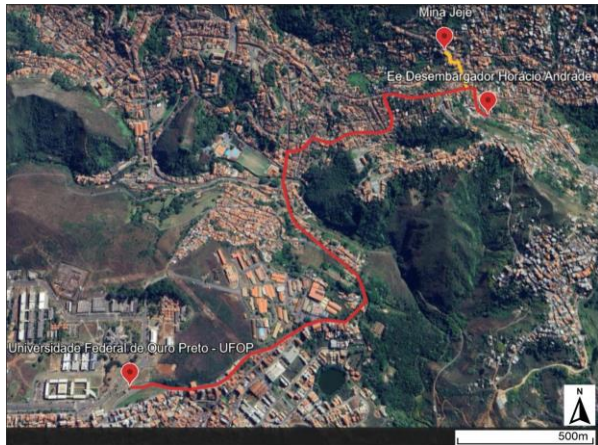


Figura 2: Trajeto que será realizado para o segundo dia de atividades do evento Hidrogeodia. mm

## PARADA 1: MOINHO DE VENTO E VISTA PARA A SERRA DE OURO PRETO

O processo histórico de ocupação na Serra de Ouro Preto se dá durante o ciclo do ouro, nos séculos XVII e XVIII, em vales, encostas e no topo dos morros. No alto da Serra de Ouro Preto, na linha de cumeada se acham as ruínas do moinho de vento (**parada 1**), parte de um sítio arqueológico, um território assinalado por um ecomuseu que guarda a memória do primeiro grande assentamento urbano, destruído pela Revolta de Felipe dos Santos em 1720. Desta área (**Figura 3**) é possível observar em ângulo de 360° os topos das serras que são áreas de recarga que abrigam as nascentes de duas importantes bacias hidrográficas: Rio das Velhas e Rio Doce. A vista do

moinho também permite visualizar o aproveitamento e a captação dos recursos hídricos, marcadamente aplicados para fins da exploração do ouro em aluviões e aquedutos nas encostas da Serra de Ouro Preto (Costa e Lucon, 2015 p. 94), com ampla utilização das nascentes e rios.

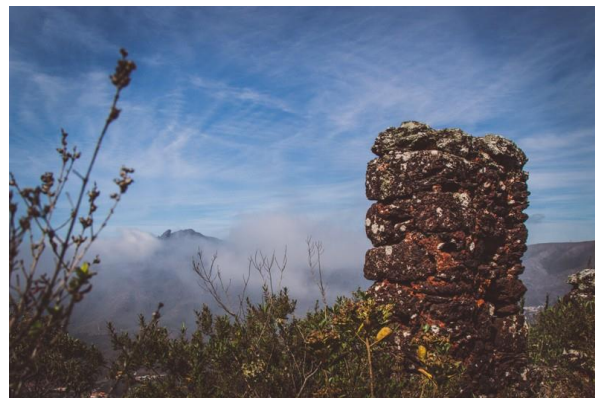


Figura 3: Parte do Moinho de Vento com Vista para o Pico do Itacolomi onde abriga o aquífero e nascentes do Rio Gualaxo do Sul - Bacia do Rio Doce.

Nesta área, também serão observados um notável aquífero fraturado na serra comportando volumosos reservatórios subterrâneos de água, relacionados principalmente aos Itabiritos e cangas da formação Cauê, além de antigas minas subterrâneas e aberturas para respiração das mesmas denominadas de sarilhos.

A Serra de Ouro Preto é considerada um importante divisor de águas no contexto do estado de Minas Gerais e do Brasil, uma vez que ali se encontram as nascentes do Rio das Velhas e do Rio Doce. O Parque Natural Municipal das Andorinhas, se posiciona no núcleo do Anticlinal de Mariana, onde se encontram as nascentes do Rio das Velhas.

A água que abastece os reservatórios de Ouro Preto é aquela que, após a chuva, infiltra ou penetra pelo solo ou rocha,

constituindo os diversos aquíferos dessa região.

A área Ouro Preto e adjacências é bastante peculiar, pois é reconhecida pelas importantes características geológicas, marcada por muitas nascentes e mananciais. Nas altas serras da região, que atingem até 1.400 metros acima do nível do mar, duas importantes bacias hidrográficas se destacam: a Bacia do Rio das Velhas e a Bacia do Rio de Carmo, que desembocam, respectivamente em dois importantes rios brasileiros: o Rio São Francisco (em direção à região Nordeste) e o Rio Doce (em direção ao estado do Espírito Santo) (Figuras 5 e 6). Tais bacias são responsáveis pela alimentação de rios perenes e efêmeros que despejam a maior parte das águas no mar. No entanto, uma porção dessa quantidade de água evapora durante o processo de transporte ou é aprisionada pelos aquíferos, de onde emergem as nascentes, que são captadas para as atividades minerárias, industriais e para o consumo dos habitantes. (Costa e Lucon, 2015 p. 94)

Dessa forma, Ouro Preto está inserido num importante contexto hidrogeológico e geomorfológico, já que grande parte dos rios que nascem nas meias encostas de suas serras, servem de contribuintes para outras bacias que percorrem grande extensão territorial de importância nacional, portanto a importância de conservação de suas nascentes para manutenção dos fluxos hídricos é imprescindível para o desenvolvimento social e econômico do Quadrilátero Ferrífero, de Minas Gerais e do Brasil.

## **PARADA 2: O PARQUE NATURAL MUNICIPAL DAS ANDORINHAS**

O Parque das Andorinhas, localizado em Ouro Preto-MG, Brasil, mais especificamente, na Serra de Ouro Preto, que atua como um divisor de bacias hidrográficas. O Parque das Andorinhas foi criado em 1968 e abrangia uma área de um quilômetro de raio, atualmente, o local possui uma área de 557 hectares.

Além disso, toda a bacia hidrográfica do Rio das Velhas está localizada dentro do estado de Minas Gerais, em sua região central, e este é o maior afluente em extensão da Bacia do São Francisco. O Rio das Velhas nasce no município de Ouro Preto, dentro do Parque Municipal das Andorinhas, e deságua no Velho Chico no distrito de Barra do Guaicuy, município de Várzea da Palma.



Figura 4: Parque das Andorinhas.

As fontes d'água do Parque Municipal das Andorinhas estão sobre uma Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual Cachoeira das Andorinhas, do qual seu nome faz referência a uma espécie de ave

denominada popularmente de Andorinhão-de-coleira (*Streptoprocne zonaris*) que utiliza as fendas das rochas quartzíticas deste local para abrigo e reprodução.

As fendas ou fraturas nos quartzitos constituem excelentes aquíferos fissurais que determinam a importância da região como um dos mais importantes mananciais hídricos do alto Rio das Velhas. As nascentes são provenientes dessas fraturas que ora somem em sumidouros, ora ressurgem encachoeiradas tanto dentro das cavidades quartzíticas, (Foto A) como fora formando por exemplo cachoeiras como a cachoeira Véu das Noivas (Foto B)

A vegetação local é constituída entre os domínios de Mata Atlântica e Cerrado (Foto C). Nos vales e revestindo parte das serras e morros encontra-se a floresta estacional semidecidual montana. Em grande extensão do parque há vegetação campestre e com o aumento da altitude e o surgimento de afloramentos rochosos (Foto A), onde encontram-se os campos rupestres quartzíticos e o ferruginosos.



Figura 5: Imagens do Parque da Cachoeira das Andorinhas. Fonte: Água e cultura: inventário de fontes de água na região de Ouro Preto, 2015 P.131.)

Nas áreas de recarga, à montante das nascentes do Parque Municipal das Andorinhas, estão inseridos dois bairros, São Sebastião e Santana, e ambos

apresentam influência tanto na bacia do Alto Rio das Velhas quanto na do Rio do Carmo, uma vez que a área é um divisor dessas duas bacias.

O bairro São Sebastião, inserido sob a vertente da bacia do Alto rio das Velhas, devido a pretéritas atividades minerárias de extração de quartzito que não foram adequadamente finalizadas na região, apresenta processos de assoreamento em suas nascentes. Vale salientar que estas áreas atualmente são legalmente protegidas, e estão naturalmente em processo de regeneração. Infelizmente o assoreamento afeta a qualidade das águas em um parque que apresenta intensa visitação.

Ainda nesta vertente, devido a ineficiência da canalização de esgoto e das fossas sépticas, verifica-se que em alguns períodos como em 2015, os córregos foram contaminados com coliformes fecais e *Escherichia coli*, carreando para as águas do Parque Municipal das Andorinhas, área de intensa visitação de turistas para lazer, e importante área de recarga da bacia do rio das Velhas. A maior parte das águas analisadas (Figura 16) apresenta padrão satisfatório ou imprópria em 2015. Porém. Recentemente, em 2022, foi feita uma pesquisa sobre a balneabilidade das águas do Parque e os resultados foram bem promissores, pois todas as amostras analisadas apresentaram padrão entre satisfatório e excelente de acordo com a resolução CONAMA nº 274/2000.

Sobre esta área, salienta-se a necessidade de fiscalização do uso e ocupação do solo visando preservar importantes áreas de recarga Para a



vertente do bairro São Sebastião, inserida na bacia do rio Doce, recomenda-se intensificar a fiscalização para um adequado ordenamento territorial do local devido o mesmo ser considerado uma importante área de recarga.



Figura 6: Mapa da Cachoeira das Andorinhas com fotos dos pontos examinados. Fonte: Água e cultura: inventário de fontes de água na região de Ouro Preto, 2015 p.128.).

O bairro Santana, localiza-se na extremidade oposta ao bairro São Sebastião, e está inserido na mesma serra divisora de bacias hidrográficas (Doce e São Francisco). A maior parte da área deste bairro encontra-se muito impermeabilizada devido à urbanização desordenada, acarretando com isso, a diminuição de infiltração de água e consequente da recarga dos aquíferos, como também a contaminação por coliformes fecais devido à precariedade do sistema de coleta e tratamento de esgoto aliado a uma urbanização totalmente descontrolada e desordenada.

## PARADA 3: ENTRADA NO NÍVEL SUBTERRÂNEO DA CACHOEIRA DAS ANDORINHAS

Na entrada do nível subterrâneo da Cachoeira das Andorinhas, serão visualizadas as fendas ou fraturas nos quartzitos constituindo excelentes aquíferos fissurais ou fraturados dentro das cavidades quartzíticas (Figura 7)



Figura 7. Formação do aquífero fraturado.com as águas subterrâneas da cachoeira das Andorinhas

## SEGUNDO DIA, PARADA 1: MINA DO JEJE

A mina do Jeje localiza-se no aquífero Cauê, constituído por itabiritos. Essas rochas foram utilizadas para exploração aurífera no ciclo do ouro do século XVIII. Nesta mina foram encontrados resquícios do símbolo da coroa portuguesa e das ferramentas utilizadas por garimpeiros. Atualmente, diversas galerias de minas subterrâneas de ouro do século XVIII vêm sendo utilizadas para fins turísticos na Serra de Ouro Preto (Figura 8). Elas estão

localizadas, principalmente, nos bairros Veloso, Piedade, Padre Faria e Antônio Dias.

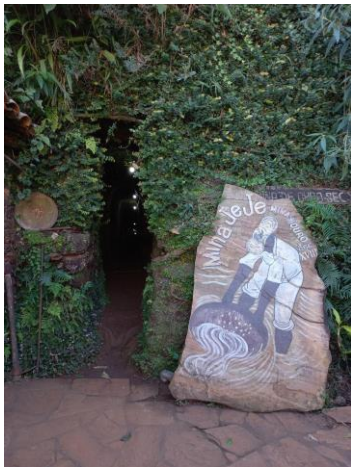


Figura 8: Entrada da Mina do Jeje.

A antiga mina de ouro do Jeje, além de ser utilizada atualmente para exploração do turismo, é utilizada também para captação de águas de consumo por apresentarem águas subterrâneas provenientes do aquífero da formação Cauê.

interconectados, e foi o agente causador dos soerguimentos dos complexos granito-gnáissicos de Santa Rita, Bonfim, do Bação, de Belo Horizonte e Caeté. O segundo evento, de caráter compressional, ocorrido durante o Proterozóico Superior, está relacionado ao fechamento, principalmente na porção leste do QFe, do proto-oceano Brasiliano/Africano, desenvolvendo estruturas como o Anticlinal de Mariana, objeto deste estudo.

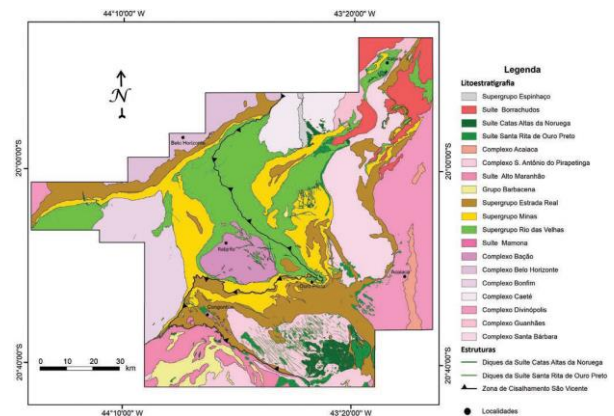


Figura 9: Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero. Fonte; (Endo et al. 2019a)

## GEOLOGIA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO E DA SERRA DE OURO PRETO

A cidade de Ouro Preto, no estado de Minas Gerais - Brasil, está inserida no contexto geológico do Quadrilátero Ferrífero – Cráton do São Francisco.

Com relação a tectônica, Chemale Jr. et al. (1991), destaca dois importantes eventos de deformação que determinam a estruturação do QFe: um de natureza extensional e o outro de características compressivas, de idades Proterozóicas. O primeiro, mais antigo - do Proterozóico Inferior, gerou megassinclinais

De acordo com Endo et al. (2019), o Quadrilátero Ferrífero tem sua estratigrafia composta por unidades litodêmicas e litoestratigráficas das eras Arqueano, Paleo-Mesoproterozóico e Cenozóico, sendo a coluna estratigráfica do QFe, da base para o topo: Complexos Metamórficos; Supergrupo Rio das Velhas; Supergrupo Minas; Supergrupo Estrada Real; Grupo Barbacena; Supergrupo Espinhaço; Unidades sedimentares (Figura 8). A estratigrafia detalhada do QFe, de acordo com Castro, P.T.A; Gandini, A. L; Endo, I, é dada por:

● **Complexos metamórficos:** compostos por ortognaisses bandados, ortognaisses

com finas laminações, migmatitos, granitoides leucocráticos intrusivos, veios e diques máficos.

● **Supergrupo Rio das Velhas:** dividido em Grupo Nova Lima na base e Grupo Maquiné no topo, essa sobreposição é feita por um contato gradacional e discordante. O grupo Nova Lima é composto por rochas de origem sedimentares e vulcânicas intercaladas que por ação de deformação cisalhante e processos hidrotermais foram metamorfizadas para xistos e filitos.

O grupo Maquiné é constituído pelas formações Palmital (base) e Casa Forte (topo). A Formação Plamital é composta de xistos e filitos, já a formação Casa Forte é composta por quartzitos, metaconglomerados e metadiamictitos.

● **Supergrupo Minas:** composto pelos grupos Tamanduá (base), Caraça, Itabira e Piracicaba (topo). O Grupo Tamanduá é composto por quartzitos, ortoquartzitos, quartzitos com lâminas ferruginosas, xistos quartzosos e argilosos da Formação Cambotas e de xistos filíticos e quartzosos, xistos ferruginosos e formação ferrífera dolomítica da Formação Morro Grande.

O Grupo Caraça possui quartzitos, filitos e metaconglomerados da Formação Moeda e filitos, formações ferríferas bandadas, mármores dolomíticos e metacherts da Formação Batatal.

O Grupo Itabira possui rochas metassedimentares de origem marinha, com itabiritos, filitos, quartzitos e mármores da Formação Cauê e filitos

dolomíticos, mármores dolomíticos, itabiritos da Formação Gandarela.

O Grupo Piracicaba possui quartzitos ferruginosos, dolomitos, xistos e metaconglomerados da Formação Cercadinho; metassiltitos, dolomitos argilosos e quartzosos da Formação Fecho do Funil; ortoquartzitos da Formação Taboões e filitos e xistos da Formação Barreiro.

● **Supergrupo Estrada Real:** composto pelos grupos Sabará e Itacolomi.

O Grupo Sabará contém as formações, da base para o topo, Saramenha, Córrego do Germano e Catarina Mendes. A Formação Saramenha é composta por xistos, quartzitos, formações ferríferas bandadas e metagrauvacas intercaladas em mica xistos. Na Formação Córrego do Germano encontra-se formação ferrífera bandada e quartzitos ferruginosos. Já na Formação Catarina Mendes, encontram-se quartzitos, filitos e biotita-quartzo xistos.

O Grupo Itacolomi possui as formações, da base para o topo, Florália e Pico do Itacolomi. Na Formação Florália são encontrados ortoquartzitos e na Formação Pico do Itacolomi é possível encontrar quartzitos com estratificação cruzada acanalada com trilhas de óxido de ferro, metaconglomerados, quartzitos, itabiritos, filitos e granitos.

● **Grupo Barbacena:** contém quartzitos, metacherts, grafita xistos, quartzitos feldspáticos, mica xistos, filitos intercalados de anfibólios.



- **Supergrupo Espinhaço:** composto por metarenitos e metaconglomerados.
- **Unidades Sedimentares:** constituídas por sedimentos terrígenos.

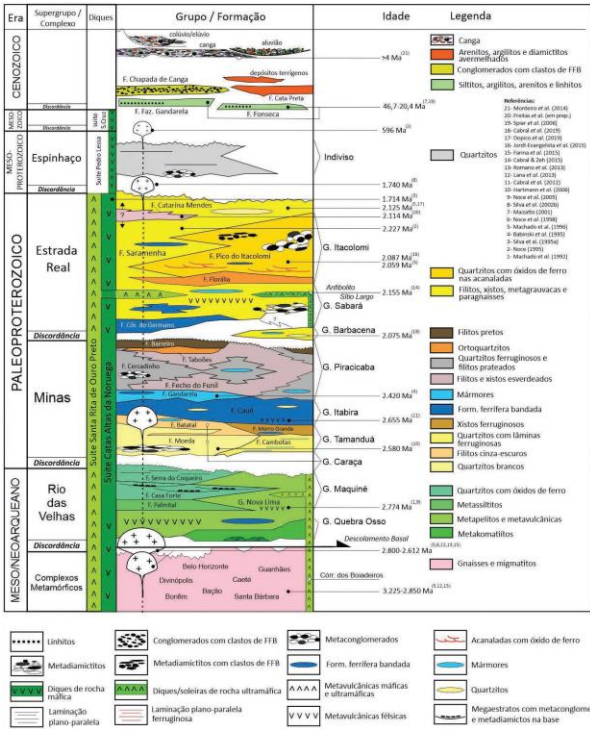


Figura 10: Coluna Estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Endo et al. 2019b

De acordo com Nascimento & Castro, (2019), no sudeste do Quadrilátero Ferrífero está localizada a estrutura regional denominada Anticlinal de Mariana. A Serra de Ouro Preto se encontra no flanco Sul desta estrutura.

A estratigrafia da Anticlinal de Mariana é marcada por rochas do Supergrupo Rio das Velhas e do Supergrupo Minas (Nascimento & Castro, 2019). O mapa geológico encontra-se na figura abaixo:

Mapa geológico-estrutural do Anticlinal de Mariana

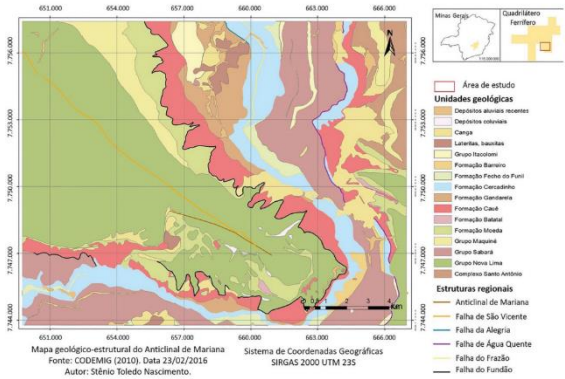


Figura 11: Mapa geológico-estrutural no qual estão definidas as estruturas regionais presentes na área de estudo. Fonte - (Nascimento & Castro 2018)

## HIDROGEOLOGIA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

A hidrogeologia do quadrilátero ferrífero é classificada, segundo Mourão (2007), em 7 unidades geológicas, são elas: aquíferos inconsolidados, aquíferos quartzíticos, aquífero carbonático, aquíferos em formações ferríferas, aquíferos em xistos, aquíferos em rochas granito-gnáissicas e unidades confinantes.

No caso da Serra de Ouro Preto, as áreas abordadas neste trabalho (Mina do Jeje e Parque das Andorinhas), estão inseridas, respectivamente, nas unidades de aquíferos em formações ferríferas e aquíferos quartzíticos.

O principal aquífero do Quadrilátero Ferrífero e de Ouro Preto, é o Aquífero Cauê. Esse aquífero é caracterizado por apresentar porosidade fissural e intergranular, com predominância de uma ou outra localmente (Magalhães, 2023), além disso, o aquífero apresenta locais de semiconfinamento e confinamento (Mourão, 2007). Ele se

encontra na Formação Cauê, predominantemente, composta por formações ferríferas bandadas.

As Formações Batatal e Gandarela marcam os limites do aquífero Cauê, na base a Formação Batatal apresenta unidades de baixa permeabilidade, sendo composta, majoritariamente, por filitos sericíticos e, em menor proporção, por filitos dolomíticos ou grafitosos e camadas com lentes de arenito de fração granulométrica areia grossa.

No flanco sul do Anticlinal de Mariana, sobrepondo o aquífero Cauê, encontram-se os filitos da formação batatal e xistos do Grupo Nova Lima. No flanco Norte do Anticlinal de Mariana o aquífero Cauê é sobreposto pela Formação Gandarela, que comporta um aquífero fraturado ou cárstico em conexão hidráulica com o aquífero Cauê.

As características químicas naturais dos aquíferos e, conseqüentemente, das nascentes refletem os meios por onde passam. Ou seja, a qualidade da água que se consome depende não só do tipo de rocha do aquífero, mas também das atividades humanas realizadas próximas ao trajeto da água, desde a nascente até o reservatório.

da Serra de Ouro Preto, a exemplo da mina do Jeje; e outro relacionado à contaminação causada por atividades humanas, como a contaminação por coliformes fecais como ocorre em toda área investigada.

As águas subterrâneas que ocorrem na mina do Jeje, assim como outras águas de outras minas da área, são classificadas predominantemente como bicarbonatadas sódicas e cálcicas como mostra o diagrama abaixo (Figura 13).



Figura 12: Coleta de água da mina, que é utilizada para consumo da população. Fonte: Avaliação da Composição Geoquímicas das antigas Minas de ouro da Serra de Ouro Preto, 2013 P.9.).

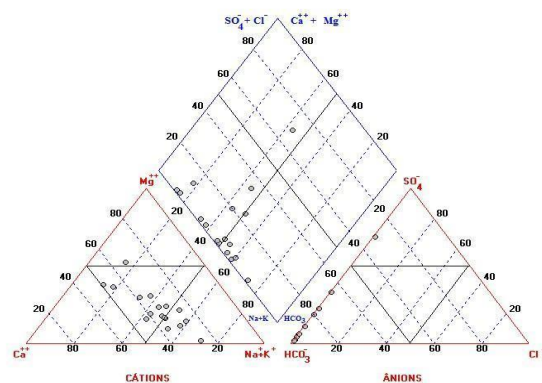


Figura 13: Diagrama de Piper mostrando a classificação das águas das antigas minas de Ouro Preto. Fonte – Avaliação da Composição Geoquímicas das antigas Minas de ouro da Serra de Ouro Preto, 2013 P.64.

As águas das antigas minas de ouro parecem puras porque são

## QUALIDADE DAS ÁGUAS DE ANTIGAS MINAS OURO PRETO

Em Ouro Preto, enfrenta-se dois tipos principais de contaminação das águas: aquele relacionado às características naturais das rochas como a contaminação por arsênio que ocorre nas águas subterrâneas das antigas minas de ouro

aparentemente limpas, transparentes, não têm cheiro e são agradáveis visualmente. Há um dito popular que diz: “a água silenciosa é a mais perigosa”, portanto é muito importante conhecer a qualidade das águas que se utilizam nas nossas casas.

Essas águas das antigas minas apresentam altas concentrações de elementos potencialmente tóxicos, como o arsênio, que estão diretamente ligadas à geologia das mineralizações de ouro. A partir da oxidação de minerais sulfetados, como arsenopirita, formam-se uma camada superficial de minerais secundários de arsênio nas paredes das galerias das minas, que são liberados e lixiviados para as águas principalmente durante a estação chuvosa. Essas águas com concentrações de arsênio acima de 10 µg/L (volume máximo permitido pelo Ministério da Saúde, Portaria nº 888 de 2021) podem causar inúmeras doenças nas pessoas que as consomem diariamente.

Abaixo são mostradas algumas análises de arsênio nas águas de minas de Ouro Preto, que mostram concentrações máximas de arsênio de 280 µg/L. A mina do Jeje apresentou concentração máxima de 20 µg/L como a maioria das águas estudadas, 2 vezes acima do valor permitido pela legislação nacional (Figuras 14 e 15).

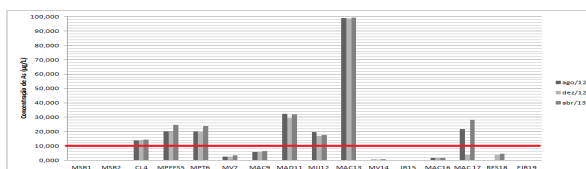


Figura 14: Concentrações de arsênio das águas subterrâneas das antigas minas de ouro de Ouro Preto. Fonte - Avaliação da Composição Geoquímicas das antigas Minas de ouro da Serra de Ouro Preto, 2013 P.72)

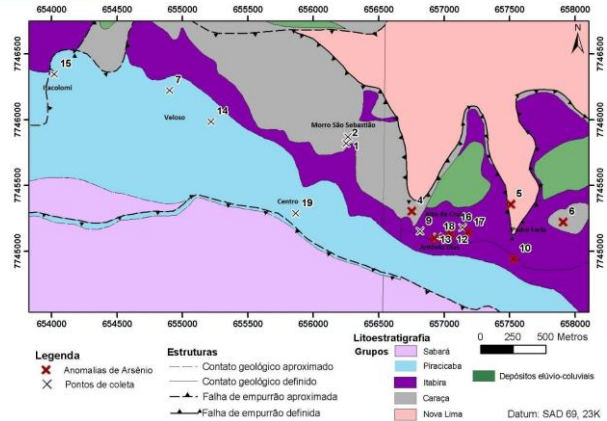


Figura 15: Localização das águas subterrâneas contaminadas por arsênio das antigas minas de ouro de Ouro Preto. Fonte – Avaliação da Composição Geoquímicas das antigas Minas de ouro da Serra de Ouro Preto, 2013 P.74)

O arsênio pode atingir águas subterrâneas e superficiais, solos e bioacumular em plantas, animais e homens, causando problemas ambientais e problemas de saúde na população. Quando as águas contaminadas por arsênio são consumidas por longo prazo podem desencadear doenças como câncer de pele e pulmão, próstata, bexiga, rim e fígado, efeitos hematológicos (anemia e leucopenia), efeitos hepáticos, efeitos renais (falência renal) e efeitos respiratórios (rinites, laringites, traqueobronquites e asma) além de hipertensão arterial, cardiopatia e diabetes.





*Arsenic patients in Bangladesh and West Bengal. (Photos by Prof. Richard Wilson of Harvard University)*

Figura 16: Câncer de pele em pessoas de Bangladesh causado pelo consumo de águas subterrâneas contaminadas com arsênio. Fonte: Água e cultura: inventário de fontes de água na região de Ouro Preto, 2015 P.26.)

## REFERÊNCIAS

Bruzadelli, V. C. Análise de imagem: Lavagem de minério de ouro.

Castro, P.T.A; Gandini, A. L; Endo, I;. Quadrilátero Ferrífero: avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Belo Horizonte: 3i Editora, 2020.

Chemale Jr, F., Rosière, C. A., & Endo, I. Evolução Tectônica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais - Um Modelo. Pesquisas Em Geociências, 18(2), 104–127. 1991.

Costa, A. T., Lucon, T. Fontes de água de Ouro Preto Água e Cultura: inventário

de fontes de água na região de Ouro Preto/Paulo Lemos (org.). Ouro Preto: Livraria e Editora Graphar, 2015.

Costa, A. T.; Noce, T. Qualidade das águas de antigas minas de Ouro Preto in: Água e Cultura: inventário de fontes de água na região de Ouro Preto/Paulo Lemos (org.). Ouro Preto: Livraria e Editora Graphar, 2015.

Mourão M, A, A. Caracterização Hidrogeológica do Aquífero Cauê, Quadrilátero Ferrífero. 2007.

Nascimento, S.T.; Castro, P.T.A. Modelagem da geodiversidade para o anticlinal de Mariana, sudeste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Geologia USP Série Científica, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 111-127, Março 2019.

Noce, Tatiana Soares. Avaliação da composição geoquímica das águas de antigas minas da Serra de Ouro Preto, do Quadrilátero Ferrífero. Universidade Federal de Ouro Preto, 2013.

Oliveira, Ricardo N. Avaliação da influência do sistema de tratamento de esgoto por sumidouro na qualidade da água de uma comunidade rural de Passo Fundo - RS. Universidade de Passo Fundo, 2013.

PET, Engenharia Ambiental. Avaliação da balneabilidade de áreas recreativas da região de Ouro Preto- Março a Maio de 2022. Escola de Minas, UFOP.

RUGENDAS, Johann Moritz. Viagem pitoresca através do Brasil. São Paulo: Martins / USP, 1972.

Scalco, R.F. Desafios, paradoxos e complexidade na gestão do mosaico de unidades de conservação da Área de Proteção Ambiental Cachoeira das Andorinhas – Ouro Preto/MG. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 228. Janeiro de 2009.

SILVA, A. B.; NETO, A. F. S.; BERTACHINI, A. C. POTENCIAL DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO. *Águas Subterrâneas*, [S. l.], 1994. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/24425>. Acesso em: 6 mar. 2024.

## AUTORES

Ludymilla Agnes Ferreira (Estudante UFOP)

Bárbara Maria de Paula Botaro  
(Estudante UFOP)

Helena Alves Bosze (Estudante UFOP)

Bruno Henrique Borges (Estudante UFOP)

Vitória Rodrigues França (Estudante UFOP)

Davi Hermógenes Nascimento  
(Estudante UFOP)

Adivane Terezinha Costa (Professora UFOP)

Rodson de Abreu Marques (Professor UFOP)

Luís de Almeida Prado Bacellar  
(Professor UFOP)