

Universidade Federal de Minas Gerais

Faculdade de Educação

CECIMIG

**Possíveis contribuições para a aprendizagem a partir do
tema: “Rompimento de uma barragem de minério de ferro”**

Adriana Moreira Lima

Belo Horizonte

2016

Adriana Moreira Lima

Possíveis contribuições para a aprendizagem a partir do tema: “rompimento de uma barragem de minério de ferro”

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Márcio Antônio da Silva

Belo Horizonte

2016

Resumo

Este trabalho visa a apontar as possíveis contribuições que o Ensino por Investigação pode proporcionar ao aluno a fim de que ele se torne um indivíduo mais crítico e, por consequência, seja capaz de argumentar, com consistência, diante de determinadas situações e temas. A ideia da pesquisa surgiu a partir do trágico acontecimento do rompimento de uma barragem no município de Mariana, que atingiu povoados, cidades e municípios, trazendo um novo cenário para a região, afetando a população que vivia nesses locais, a economia local, além de destruir fauna e flora. O objetivo foi criar uma discussão sobre o tema com os alunos que foram atingidos diretamente e com os demais que estão inseridos em uma região rural próxima, buscando um ensino contextualizado e dinâmico. Com o intuito de relacionar um tema, que é de conhecimento desses alunos, com alguns conceitos da química e principalmente despertar neles o senso crítico para uma visão da catástrofe de forma mais ampliada. Foram identificadas, assim, as possíveis contribuições de um ensino por investigação na formação da consciência crítica dos alunos, por meio de vídeos, reportagens e atividades que provocassem o debate em sala de aula. Santos e Schnetzler (1996) afirmam que o ensino tem, como um de seus objetivos, desenvolver habilidades que caracterizem o cidadão participativo e, dessa maneira, também crítico. A pesquisa mostra que a metodologia de ensino evidenciou uma aprendizagem crítica, unindo a ciência e o social, já que, ao final das atividades, foram obtidas novas informações e o aprimoramento das ideias, por parte dos alunos envolvidos.

Palavras-chaves: Ensino por investigação, ensino médio, barragem, formação cidadã.

Sumário

Resumo.....	3
Apresentação.....	5
Introdução.....	7
Metodologia.....	11
Resultados e Discussão.....	19
1. Análise dos questionários:.....	20
2. Análise das atividades.....	27
Considerações Finais.....	34
Referências.....	36
Anexos.....	38
Anexo 1.....	38
Anexo 2.....	39
Anexo 3.....	48
Anexo 4.....	59
Anexo 5.....	60
Anexo 6.....	63
Anexo 7.....	64

Apresentação

Atualmente sou docente em duas Escolas da Rede Estadual de Ensino de Minas Gerais, uma situada no centro da cidade de Mariana e a outra em um distrito próximo, chamado Monsenhor Horta, que possui um anexo em Águas Claras¹. Durante a minha formação no ensino médio tive interesse pela docência o que me levou a fazer minha graduação em Química na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Iniciei minha graduação em 2008, enfrentando grandes mudanças na vida, como sair da casa dos meus pais, mudar de cidade, morar com pessoas até então estranhas e estudar em uma instituição federal de ensino superior. O caminho até a conclusão do curso foi longo e bastante árduo, mas de grande conhecimento e produtividade.

Considero minha formação diferente à de algumas que hoje compartilho e vivencio com meus colegas de profissão. Nos últimos dois anos de curso fiz oito disciplinas voltadas para o ensino, suas estratégias e metodologias, com discussões sobre diversos temas e leituras de artigos. Além de dois estágios, participei também, durante a graduação, de projetos como o PIBID (Projeto de Estimulo a Docência) que me trouxe grande aprendizado; foi quando tive contato, pela primeira vez, com a sala de aula.

Em 2013 comecei a lecionar na região de Ouro Preto e Mariana, atuando efetivamente como professora, meus alunos e com a didática. Como sou designada², já trabalhei em três escolas diferentes, durante esse pouco tempo.

Em 2015 tive o contato com os alunos de localidades como Águas Claras, Paracatu, Borba, Campinas, Pedras, Claudio Manoel³. Eram alunos que deslocavam e/ou ainda se deslocam por distâncias grandes para poder frequentar a Escola Estadual Cônego Braga.

No dia cinco de novembro de 2015, dia da tragédia do rompimento da barragem de Fundão, eu e outros professores estávamos com os alunos do

¹ Águas Claras é um distrito situado aproximadamente a 38 km da cidade de Mariana – MG.

² A designação é um regime de trabalho temporário, previsto no Estatuto do Servidor Público, para contratação de servidor não concursado, em caso de afastamento ou vacância, até a ocorrência de concurso público para o cargo.

³ Todas as localidades são distritos da cidade de Mariana – MG.

primeiro ano, fazendo uma visita a Ouro Preto, pois tínhamos a intenção de implementar, com todas as turmas, um projeto envolvendo o patrimônio e sua história. O referido projeto não pode ser concluído, exatamente em razão do ocorrido.

Naquele dia os alunos estavam satisfeitos e felizes, até o momento de volta a casa, quando tomaram conhecimento do rompimento da barragem e passaram a viver momentos de grande angústia e apreensão. A tristeza tomou conta da turma ao saberem que os seus pais haviam saído de casa às pressas, deixando tudo o que tinham pra trás.

A partir desse dia enfrentamos vários desafios: a estrada e a ponte por onde passávamos para ir trabalhar foram destruídas; nossos alunos ficaram hospedados em hotéis por cerca de 4 meses, foi disponibilizado um micro-ônibus que os transportavam de Mariana até a escola em Águas Claras até o final do ano letivo.

Neste ano de 2016 os alunos e suas famílias foram transferidos para casas alugadas pela empresa responsável e matriculados nas escolas centrais de Mariana. Cerca de dez alunos não se adaptaram à nova vida, e retomaram para a escola de Águas Claras com o intuito de concluir o Ensino Médio. Assim, todos os dias os alunos utilizam o transporte oferecido pela prefeitura, enfrentando cerca de uma hora para a ida e a volta da escola.

Em razão desse contato com os alunos, por conhecer a sua realidade e, por sugestão de meu orientador, optei por realizar esta pesquisa, tendo este público alvo e abordando as consequências advindas do rompimento da barragem.

Introdução

Atualmente o ensino vem se modificando e aprimorando a fim de buscar novas estratégias para a sala de aula. Pesquisas estão sendo realizadas visando à promoção de um ensino mais atual, dinâmico e eficiente, já que os desafios encontrados pelos professores têm sido cada vez maiores.

Alguns professores, ao terem seu primeiro contato com a sala de aula, buscam se diferenciar do assim chamado ensino tradicional que, segundo Mizukami (1996, p.14): “é um ensino caracterizado por se preocupar mais com a variedade e quantidade de noções/ conceitos/ informações que com a formação do pensamento reflexivo”.

Especificamente, no ensino de Química, por ser esta disciplina considerada, na maioria das vezes, como “difícil”, depara-se com uma grande falta de interesse por parte dos alunos. Sua desmotivação, talvez se dá pelo fato de, nessa disciplina, serem ensinados conteúdos cujos níveis de abstração são elevados, aumentando o grau de dificuldade dos alunos para a sua compreensão. Ou, ainda, talvez pelos métodos utilizados nas escolas, que visam apenas ao ensino dos nomes dos compostos, fórmulas e cálculos, sem que os estudantes entendam as relações entre o que é ensinado e o seu cotidiano.

Segundo Chassot (2004) essa rejeição ao ensino de química é devido a um ensino não prazeroso ou às vezes dispensável para o aluno. Em um trabalho apresentado por ele (Chassot, 1992b) pode-se constatar que, de 84 estudantes universitários, 60%, ao serem questionados sobre em que serviu ou serve o seu conhecimento em Química, responderam: “para nada”; alguns disseram que “para passar no vestibular”; e 20% afirmaram que usam a química do ensino médio como “conhecimento geral”.

Buscando uma estratégia que possa diversificar e auxiliar no ensino de Química, este trabalho se propõe a utilizar o ensino por investigação para a abordagem de um tema real que ocorreu nos municípios de Ouro Preto e Mariana, com o rompimento de uma barragem de rejeitos de minério de ferro. Como afirma Munford e Lima (2007, p.11) “o ensino de ciências por

investigação seria uma estratégia, entre outras, que o(a) professor(a) poderia selecionar ao procurar diversificar sua prática de forma inovadora”.

O interesse por pesquisar os impactos ambientais e sociais causados por essa barragem na cidade de Mariana e Outro Preto, especificamente nos municípios de Bento Rodrigues e Paracatu⁴, com a Mineradora da região e sua barragem de rejeitos denominada Fundão ocorreu devido ao fato de a pesquisadora estar lecionando em um município chamado Águas Claras, que recebe alunos de outros povoados como Pedras, Campinas, Borba, Paracatu e etc, alguns afetados pela lama.

O propósito da pesquisa foi fazer com que os alunos participassem efetivamente das atividades, buscando ampliar e/ou aprimorar seus conhecimentos, a partir de um tema real e, conseqüentemente, discutir alguns conceitos da Química. Buscou-se assim um ensino mais prazeroso, por ser significativo, dinâmico e palpável.

Deparou-se com a necessidade de relacionar o ensino de química com o cotidiano dos alunos, não apenas para justificar o fato de estudar determinado conteúdo, mas buscando prepará-los para opinarem e tomarem atitudes, como explicitado por Santos e Schnetzler (1996):

“Assim o objetivo básico do ensino de química para formar o cidadão compreende a abordagem de informações químicas fundamentais que permitam ao aluno participar ativamente da sociedade, tomando decisões com consciência de suas conseqüências. Isso implica que o conhecimento químico aparece não como um fim em si mesmo, mas com objetivo maior de desenvolver as habilidades básicas que caracterizam o cidadão: participação e julgamento. (p.29).”

Sendo assim, torna-se necessário repensar o ensino que os professores se propõem a realizar, recusando o ensino conservador, como Chassot (2004, p. 127) retrata em seu livro: “o conhecimento químico, tal como é usualmente transmitido, desvinculado da realidade do aluno, significa muito pouco para ele”. E, repensando um pouco a prática em sala de aula e, principalmente, pelo fato de estar em contato com os alunos afetados é que venho buscando um ensino mais dinâmico e próximo a eles, trazendo os estudos de Munford e Lima (2007) para justificar a escolha do ensino por investigação:

⁴ Distritos de Mariana que foram arrasados com o rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro.

“Como objeto de aprendizagem, a discussão sobre ensino por investigação tem gerado nos participantes uma certeza de que é preciso promover um ensino mais interativo, dialógico e baseado em atividades capazes de persuadir os alunos a admitirem as explicações científicas para além dos discursos autoritários, prescritivos e dogmáticos. (p. 23).”

Partindo dessa ideia, acredita-se que a pesquisa pode trazer um ensino mais instigante e eficiente aos alunos, já que a proposta vem da realidade deles e está gerando bastante discussão tanto social quanto ambiental.

Considera-se importante a construção do conhecimento científico através de discussões e trocas de ideias entre pares acreditando que, com isso, nosso aluno será guiado e instigado pelo professor durante as atividades propostas. Azevedo (2012) recomenda que:

“...sejam realizadas diferentes atividades, que devem estar acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos para que os alunos possam construir seu conhecimento (CARVALHO *et al.*, 1995, p. 20)”.

Procede-se assim de atividades que levam o aluno a pensar, analisar, discutir e expressar sua ideia, buscando acrescentar valores e auxiliá-los a torná-los cidadãos críticos.

Após o rompimento da barragem de Fundão, no município de Mariana, muito se tem comentado sobre as demais barragens em Minas Gerais e seu monitoramento. Esse tipo de barragem de contenção de rejeitos de minério de ferro é construída nas mineradoras para armazenar o que ‘sobra’ dos processos de beneficiamento do minério. Estes rejeitos são compostos por minério de ferro, areia e água, mas isso não aconteceu na de Fundão o que ocasionou danos ambientais, custando vidas e destruindo vários lugarejos. Segundo Duarte (2008):

“Barragens de contenção de rejeitos geralmente retêm materiais sólidos e água que podem ser considerados contaminantes, se liberados para o meio ambiente. A composição destes materiais depende do processo industrial e do tipo de mineral explorado. A contaminação do meio ambiente pode acontecer através de drenagem ácida, infiltração dos contaminantes para o lençol freático, contaminação do solo e água superficial a jusante, podendo até mesmo afetar a fauna local que utiliza a água da barragem para consumo. (pág. 29)”.

Muito se tem discutido sobre a composição do rejeito da barragem que rompeu, vistos os danos ocasionados pela lama que se estendeu por diversas

idades, destruindo a fauna e a flora; a mineradora responsável alega que o rejeito não é tóxico, corrosivo e nem inflamável.

A proposta de pesquisa aqui apresentada tem como objetivo geral desenvolver atividades de caráter investigativo para o Ensino de Química, a fim de provocar e promover nos alunos a construção de conceitos, a elaboração de argumentos e ideias críticas fundamentadas no acontecimento trágico do rompimento de uma barragem. São caminhos para alcançar tal objetivo: (i) elaborar as atividades investigativas destinadas aos estudantes da Educação Básica; (ii) aplica-las na escola, (iii) avaliar a aprendizagem e as contribuições do Ensino por Investigação na construção do conhecimento dos alunos.

É necessário delimitar alguns objetivos específicos à esta pesquisa, para alcançar o seu intuito, como identificar e estabelecer o conhecimento prévio dos alunos tendo um ponto de partida; verificar esse conhecimento tendo em vista o impacto social, financeiro e econômico que uma empresa pode ocasionar em uma cidade; organizar as representações sobre o acontecimento para posteriormente construir, com os alunos, argumentos favoráveis ou contra determinadas situações vivenciadas e colocadas para eles; avaliar as contribuições de um ensino investigativo para a construção do conhecimento e dos argumentos dos alunos.

Metodologia

Nesta seção é descrita a metodologia de pesquisa utilizada, relatando os passos tomados para a definição do local, as práticas e como se procedeu à análise dos resultados.

A pesquisa teve como objetivo investigar as possíveis contribuições que o Ensino de Ciências por Investigação oferece para a formação da consciência crítica dos alunos, frente ao evento do rompimento da barragem de minério de ferro – Fundão, no município de Mariana – e seus impactos sócio-ambientais.

O rompimento da barragem de Fundão, de uma mineradora, que opera na região de Mariana, ocorreu no dia 5 de novembro de 2015 na tarde de quinta-feira por volta das 16h. O evento deixou famílias desabrigadas, pessoas desaparecidas e mortas, sem mencionar na destruição da flora e fauna da região por onde a lama passou até chegar ao litoral capixaba.

As atividades da pesquisa foram realizadas em uma escola da rede estadual, no distrito de Águas Claras, também município de Mariana, com alunos de idade entre 17 e 19 anos, que cursam o 3º ano do Ensino Médio Noturno. As aulas têm duração de 45 minutos e foram necessários seis encontros para a aplicação das atividades.

Foi escolhida essa turma porque oito alunos que sofreram diretamente com o rompimento da barragem estudam na escola. Eles se deslocam diariamente de Mariana até o distrito para concluir o ensino médio, pois não se adaptaram às escolas da sede do município e pretendem finalizar o ciclo em companhia dos antigos colegas.

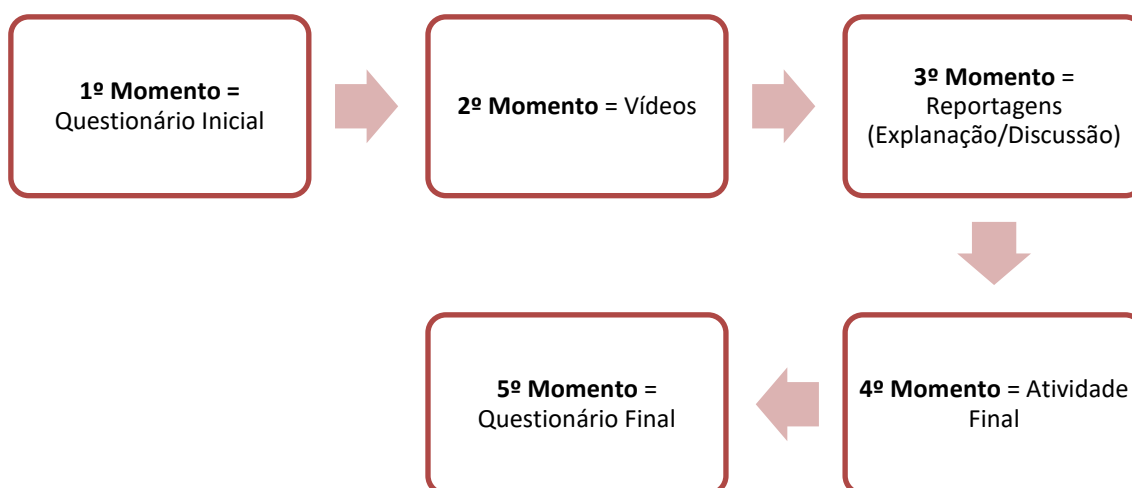
Procurou-se construir um processo de ensino/aprendizagem a partir de uma estratégia investigativa associada à realidade vivida pela comunidade, para trazer o cotidiano do aluno para a sala de aula, pois segundo Azevedo (2004):

“É importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado (...). A colocação de uma questão ou problema aberto como ponto de partida é ainda um aspecto fundamental para a criação de um novo conhecimento. (p.21)”.

A temática do rompimento da barragem de minério de ferro, utilizada para estimular a aprendizagem e o ensino por investigação, foi importante, na medida em que esse evento afetou direta ou indiretamente toda população do município. A partir dos impactos ambientais e sociais vividos foi possível estimular os alunos a desenvolverem um senso crítico.

Buscaram-se alguns pontos relevantes sobre o rompimento da barragem a fim de conhecer as ideias dos alunos sobre os impactos ocorridos e os conceitos da disciplina. Para isso foram propostas discussões e situações-problema. Dividiram-se as etapas ocorridas dentro da sala de aula em cinco momentos, como podemos verificar abaixo:

FLUXOGRAMA 01: Os momentos da prática investigativa em sala de aula.



Fonte: dados de pesquisa/2016.

No **1º Momento** foi aplicado um questionário inicial (ver Anexo 1), no intuito de identificar quais informações os alunos tinham acerca do tema, para então serem trabalhados novos conceitos. Carvalho (2013 *apud* Piaget, 1976) corrobora com essa iniciativa, já que é recomendado iniciar uma aula ou um novo tópico, procurando saber o que os alunos já conhecem ou como eles entendem as propostas a serem realizadas.

O questionário foi composto por sete questões:

- Questão (1) Você sabe o que uma empresa do ramo da mineração faz? Essa questão tinha como objetivo identificar os

conhecimentos dos alunos sobre o funcionamento de uma mineradora.

- Questão (2) Qual impacto esse ramo de atividade pode ocasionar na economia local? Esta pergunta tinha como finalidade buscar a relação financeira da empresa com os cofres públicos e a sociedade.
- Questão (3) Vocês conhecem algum projeto ou política pública relacionada ao nome de alguma mineradora? Se sim, qual/quais? Nesta questão a proposta era conhecer um pouco sobre a realidade dos alunos, bem como se eles têm consciência dos projetos desenvolvidos pelas empresas nas comunidades onde estão inseridos.
- Questão (4) Você sabe qual a finalidade de uma barragem de rejeitos de minério de ferro? Nesta questão procuramos identificar o conhecimento dos alunos quanto ao processo que o minério passa e o entendimento sobre o conteúdo dos rejeitos feitos pelas empresas de mineração.
- Questão (5) Que tipo de impactos a sociedade pode sofrer caso uma barragem se rompa? Esta questão visava verificar se os alunos estavam familiarizados com o acontecimento do rompimento da barragem de Fundão, ocorrido em 5 novembro de 2015.
- Questão (6) O rompimento de uma barragem tem impactos no meio ambiente? Se sim, quais? Com este questionamento busca-se verificar se os alunos têm conhecimento sobre o impacto ambiental que esse evento provoca e se eles perceberam a destruição no entorno do seu município.

- Questão (7) Que tipos de consequências a ruptura de uma barragem pode trazer para a água do rio próximo? Buscar o conhecimento dos alunos com relação aos parâmetros de qualidade da água (físico-químicos).

O objetivo de aplicar o questionário inicial aos alunos foi para identificar alguns conceitos de química e o propósito de uma empresa de mineração em determinada região. O questionário auxiliou para que, posteriormente, se pudesse pensar em estratégias e conceitos necessários para uma melhor compreensão das atividades posteriores.

Entende-se que essas ideias são importantes para o ponto de partida e uma melhor discussão sobre o acontecimento do rompimento da barragem. As questões foram elaboradas da forma mais simples possível, uma vez que a pesquisadora também é a professora da turma e previu possíveis dificuldades.

No **2º Momento** os alunos assistiram a dois vídeos sobre Mineração, descrevendo as etapas pelas quais o minério passa desde a sua extração na mina até a sua chegada ao embarque. Relatavam também as finalidades e onde encontramos o minério empregado, no nosso cotidiano. A intenção foi agregar novas informações aos conhecimentos prévios dos alunos. Os vídeos escolhidos foram de fácil acesso, podendo ser encontrados nos links a seguir:

- Sobre a extração de Minério de Ferro pela Vale:
<https://www.youtube.com/watch?v=M50bJTXfIA> (4:02);
- Sobre a obtenção de Minério de Ferro - Materiais – Telecurso Profissionalizante:
<https://www.youtube.com/watch?v=UdSViEhwqI0&feature=youtu.be> (12:00).

No **3º Momento** foi realizada uma seleção de reportagens (Anexo 2) de diferentes fontes e dados sobre o rompimento da barragem de Fundão. Os alunos se dividiram em grupos para uma melhor interação e troca de ideias. Foram entregues reportagens aos grupos que as estudaram e fizeram uma exposição para toda a turma. O objetivo desta atividade foi proporcionar aos alunos a percepção de como as notícias chegam até o público leitor e como as

informações podem destacar ou omitir determinados pontos. Como os alunos foram atingidos diretamente pelo rompimento da barragem, todos tinham suas opiniões formadas e sustentadas pelos fatos que vivenciaram, podendo assim confrontar as informações e até agregar novas.

É importante ressaltar que este momento foi proposto para identificar o posicionamento dos alunos quanto às reportagens e notícias que lhes foram repassadas para análise. Neste momento o professor tem um papel de guia na construção de seus argumentos e de ajudá-los a construir uma visão crítica tanto com relação aos fatos como às suas versões, para que possam debater com outras pessoas e com suas próprias famílias. Assim, como é indicado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2002):

“Não se procura uma ligação artificial entre o conhecimento químico e o cotidiano, restringindo-se a exemplos apresentados apenas como ilustração ao final de algum conteúdo; ao contrário, o que se propõe é partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las. (p.90)”.

Portanto, a pesquisa partiu de um tema real, o rompimento da barragem que atingiu diretamente alguns de nossos alunos e indiretamente os demais, buscando propor a eles questões, de forma investigativa, “pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar, preferencialmente, nos entremeios de atividades investigativas” (GIORDAN, 1999, p. 44). Isso contribuiu para um aprendizado maior e mais significativo para os alunos.

No **4º Momento** foi proposta uma atividade final com textos informativos, tabelas e relatórios seguidos por questionamentos. A atividade buscou discutir a análise da água em determinadas cidades e em diferentes épocas (disponível nos relatórios do Sistema de Alerta de Eventos Críticos - SACE e Serviço Geológico do Brasil – CPRM).

Antes de iniciar a atividade, houve a exposição dos parâmetros utilizados para classificação da água como Oxigênio Dissolvido (OD); Turbidez; pH; e alguns elementos químicos. Em seguida foram-lhes apresentados os órgãos públicos responsáveis pela fiscalização da qualidade da água.

Esta atividade, que pode ser encontrada no Anexo 3, foi proposta em três questões:

1. [...]a) De acordo com as informações fornecidas pelo IQA⁵ e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), analisando os dois relatórios ocorridos em datas distintas, alguns dias depois do rompimento da barragem em Mariana e o outro 5 meses depois, quais conclusões podem ser tiradas sobre o índice de turbidez? Antes da pergunta feita aos estudantes, foram passados alguns dados quanto à classificação da água e apresentados dois trechos do relatório sobre a previsão de turbidez da água em cidades e datas distintas. A questão foi feita com a finalidade de os alunos colocarem em prática o conhecimento em interpretar e analisar os dados oferecidos de chegarem a uma conclusão.

2. “Com o objetivo de avaliar a qualidade das águas dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, em função do rompimento da barragem de rejeitos do Fundão, CPRM e Agência Nacional de Águas (ANA) empreenderam duas campanhas de monitoramento em 25 estações de amostragem, com coleta de 25 coletas de água, 25 de sedimentos e 6 amostras de material em suspensão na água, totalizando 3.662 determinações analíticas”. Os dados obtidos no Relatório II da Segunda Campanha de Campo ocorrida do dia 12 a 23 de novembro de 2015 estão em uma tabela, que pode ser comparada a outra na qual os dados foram analisados em 2010.
 - 2.1 A) Analisando o Local de Barra Longa nas tabelas I e II o que podemos identificar quanto ao pH, oxigênio dissolvido (OD), e condutividade elétrica? Houve aumento? Diminuição? Ou permaneceu inalterado?
 - 2.2 B) Quanto a Governador Valadares, o que podemos notar quanto aos valores físico-químicos da análise da água nas duas tabelas?
 - 2.3 C) E quando analisamos o distrito de Pedras na tabela I e II, houve alterações nos valores físico-químicos do pH, OD e condutividade elétrica?

⁵Índice de Qualidade das Águas

3. Diante das Tabelas III e IV e os valores obtidos dos metais pesados (Arsênio - As, cromo -Cr, cobre - Cu, chumbo - Pb, zinco - Z e mercúrio - Hg) nas amostras em 2010 e 2015 nas localidades de Conselheiro Pena e Rio do Carmo, é possível dizer que água estaria contaminada? Justifique sua resposta. O objetivo desta questão foi propor aos alunos análise dos parâmetros de metais pesados encontrados na água, considerando ainda que a região é rica em minério.

Os alunos usaram a interpretação de texto e análise dos dados para chegarem a um consenso. Essas habilidades e competências são propostas pelos PCNEM (2002) que visam a três conjuntos de competências: “comunicar e representar; investigar e compreender; contextualizar social ou historicamente os conhecimentos”. Segundo os PCN+ (2002):

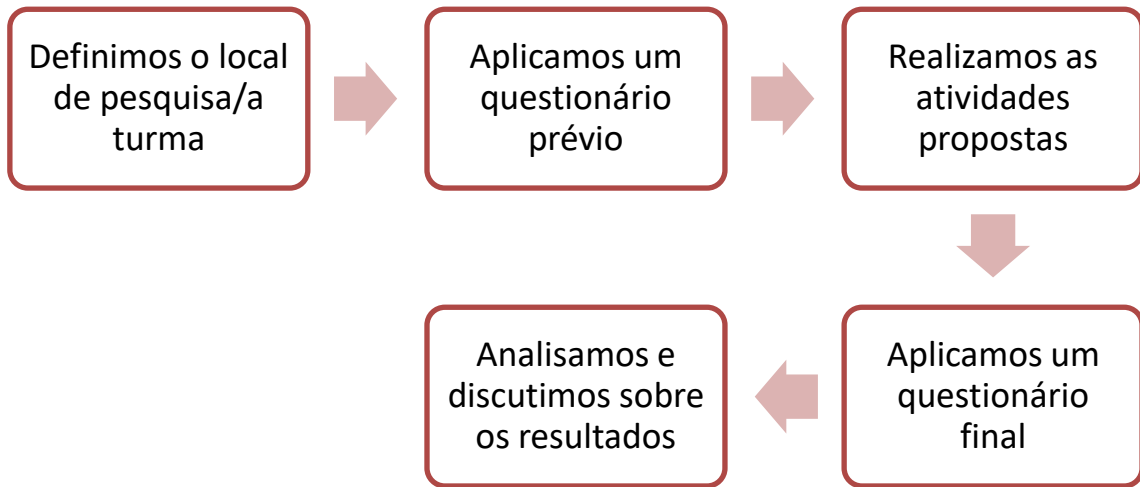
“Informar e informar-se, comunicar-se, expressar-se, argumentar logicamente, aceitar ou rejeitar argumentos, manifestar preferências, apontar contradições, fazer uso adequado de diferentes nomenclaturas, códigos e meios de comunicação são competências gerais e recursos de todas as disciplinas e, por isso, devem se desenvolver no aprendizado de cada uma delas. (BRASIL, 2002 a.p. 15)”.

A atividade explorou as habilidades dos alunos em interpretar os dados, analisar, comparar e argumentar sobre as questões propostas para um aprimoramento de seus conhecimentos.

No **5º Momento** os alunos responderam a um questionário final (Anexo 4) para verificação dos conhecimentos aprimorados e/ou adquiridos por eles.

Abaixo, através do fluxograma, é descrita a nossa metodologia de pesquisa:

FLUXOGRAMA 02: Etapas da pesquisa.



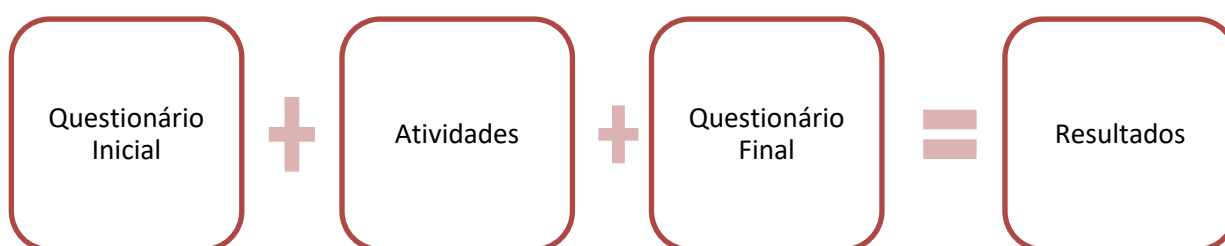
Fonte: Dados de Pesquisa/2016.

Resultados e Discussão

Para analisar e discutir os dados obtidos na proposta aplicada, é fundamental dividir os resultados em duas etapas:

1. Análise dos questionários;
2. Análise das atividades.

FLUXOGRAMA 03: Passos para os Resultados



Fonte: Dados de Pesquisa/2016.

É necessário ressaltar que os alunos possuem um grau de dificuldade em relação à organização de suas ideias e escritas das mesmas, como estou acompanhando a turma pelo segundo ano consecutivo, essas percepções são nítidas e compartilhadas entre os demais professores da mesma. Assim foi necessário se atentar a estas questões quando da análise dos questionários e das atividades. Percebe-se certa confusão e dificuldade por parte dos alunos em transcreverem seus pensamentos, usando termos coloquiais, por não terem intimidade com termos científicos ou formais. A partir dessas dificuldades algumas medidas foram atribuídas durante as aulas, para sanar e/ou minimizá-las, como buscar textos envolvendo direta ou indiretamente o ensino de química e, a partir destes, discutir e promover debates, além da escrita, possibilitando aos alunos terem maior contato com alguns termos científicos e formais.

Desta forma levamos em consideração o avanço dos alunos em agregar conhecimentos às suas informações e em aprimorá-las. Isto não foi percebido no primeiro momento, através do questionário inicial, em alguns alunos.

No último dia em que foi aplicado o questionário final para os alunos, a turma não estava completa. Assim a análise dos resultados aconteceu apenas com os alunos que participaram de forma efetiva (não faltando em nenhuma aula) da pesquisa, apresentando uma amostra representativa.

É necessário destacar alguns fatores, a fim de justificar o público alvo e os imprevistos ocorridos durante a pesquisa: i) a grande maioria dos alunos não possui acesso fácil aos meios de informação (internet, jornal escrito, etc); ii) por pertencerem ao meio rural, as estradas e os meios de transporte são imprevisíveis; iii) a escolha da análise da amostra ocorreu de forma aleatória devido ao não comparecimento de todos os alunos à escola.

1. Análise dos questionários:

Com o propósito de conhecer e identificar as informações que os alunos já tinham sobre o rompimento da barragem de rejeitos de minério, foi aplicado um Questionário Inicial. Esse mesmo questionário foi respondido pelos alunos após as atividades descritas na metodologia e as discussões feitas em sala de aula. O objetivo foi verificar as possíveis mudanças ocorridas e o avanço dos alunos quanto à construção de novos conceitos.

Na análise dos questionários foram criadas três categorias, a fim de se adequar às respostas dos alunos, utilizamos seguindo os seguintes critérios:

- Não satisfatória = resposta em que o aluno não responde de acordo com o que é pedido ou apresenta baixo nível de informação; na informação descrita não há coesão.
- Satisfatória = quando na resposta o aluno apresenta informação coerente com o que foi solicitado ou há algum tipo de relevância.
- Atenderam as expectativas = resposta apresenta nível de conhecimento satisfatório; responde a pergunta que foi proposta.

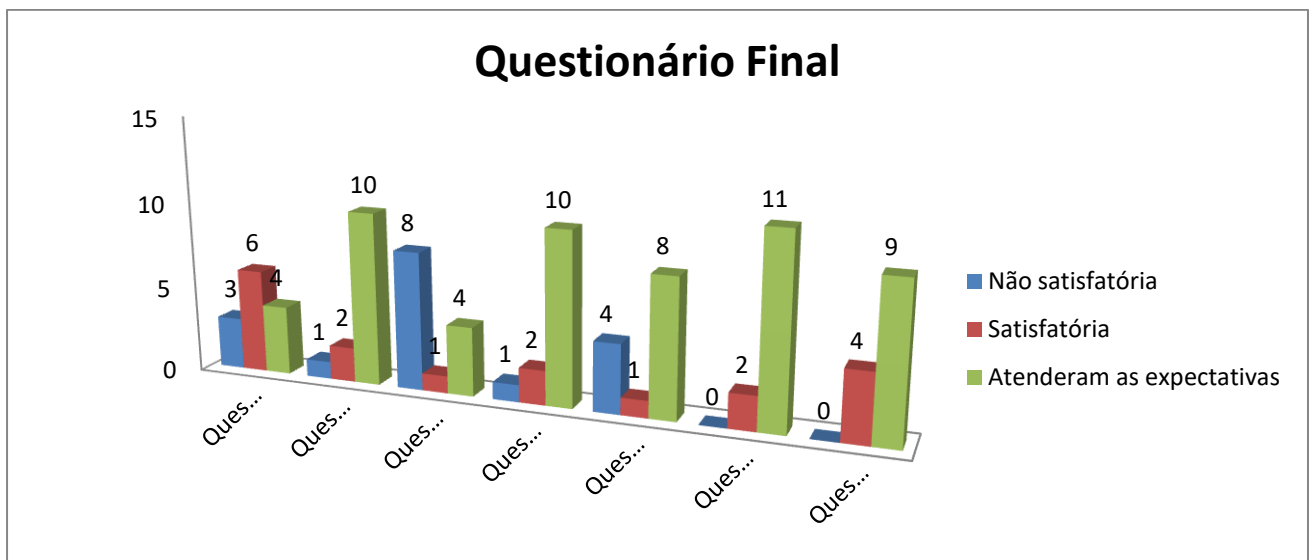
Após obter os dados foram elaborados dois gráficos com os resultados dos questionários. Cada questão foi analisada e incluída nas categorias criadas para uma melhor análise das questões.

Gráfico 01: Questionário Inicial



Fonte: dados de pesquisa/2016.

Gráfico 02: Questionário Final



Fonte: dados de pesquisa/2016.

De forma geral pode-se observar que houve um avanço dos alunos em relação às respostas consideradas “não satisfatórias” e “satisfatórias” para as respostas que “atenderam as expectativas”. Dessa forma, pode-se concluir que houve exposição de novos conceitos e ideias após as atividades realizadas em sala de aula.

Ao analisar cada questão pode-se destacar três alunos, identificados como aluno A, B e C, cuja escolha se justificou em função do avanço e aprimoramento das informações obtidas após a análise dos questionários inicial e final.

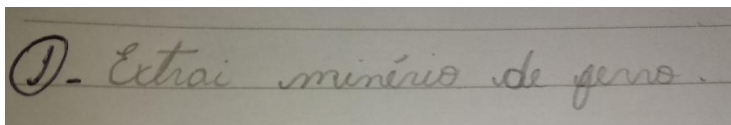
Análise do aluno A

O aluno demonstrou avanço nas respostas dadas, ou seja, agregou informação ao seu conhecimento, o que não havia anteriormente.	<p>Questão 1</p> <p>Questão 5</p> <p>Questão 7</p>
A resposta dada pelo aluno tanto no primeiro quanto no último questionário, atendeu as expectativas, embora não tenha havido avanço relevante.	<p>Questão 2</p> <p>Questão 3</p> <p>Questão 4</p> <p>Questão 6</p>

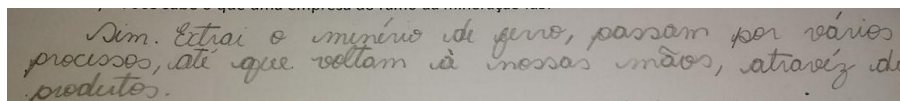
Para uma melhor exposição das ideias e discussão, são apresentados, a seguir, fragmentos dos questionários respondidos pelo aluno A:

Questão 1) Você sabe o que uma empresa do ramo da mineração faz?

Inicial =

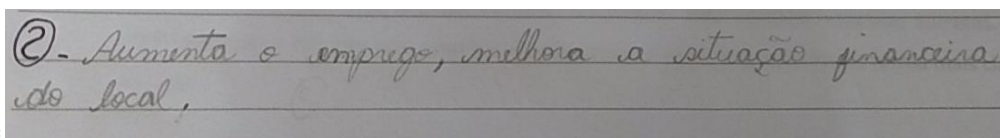


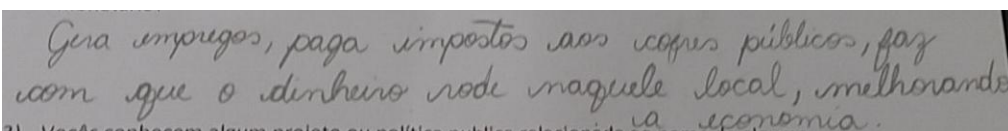
Final =



Esta questão tinha o objetivo de identificar o conhecimento dos alunos a respeito de uma empresa de mineração, seu funcionamento e possivelmente onde é empregado o minério. Como se pode perceber o aluno apresentou avanço em sua resposta, tendo agregado novas informações no final.

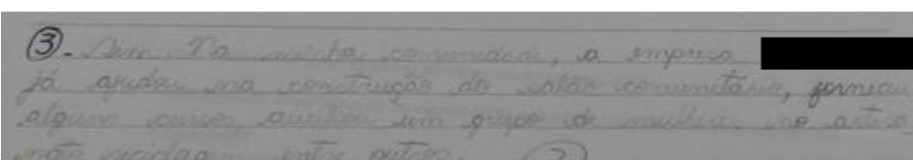
Questão 2) Qual impacto esse ramo de atividade pode ocasionar na economia local, em sentido monetário?

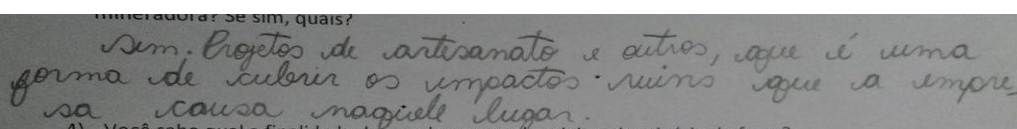
Inicial = 

Final = 

Esta questão tinha o intuito de buscar a relação financeira de uma empresa (mineradora, no caso) com o dinheiro que gira naquele município, promovendo uma movimentação do capital. O aluno já possuía conhecimento sobre o assunto, modificando apenas a estrutura de sua resposta.

Questão 3) Vocês conhecem algum projeto ou política pública relacionada ao nome de alguma mineradora? Se sim, quais?

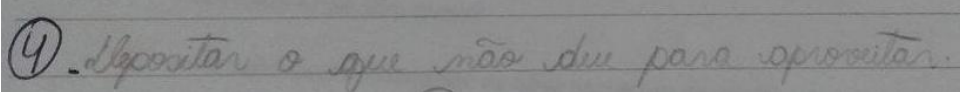
Inicial = 

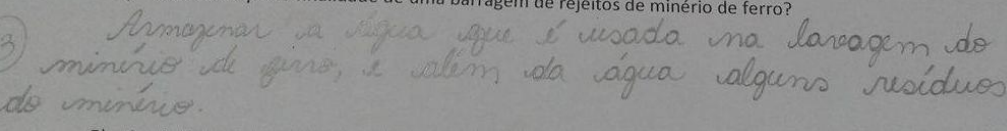
Final = 

(Foi utilizada a tarja, pois o aluno citou o nome de uma mineradora).

Nesta questão o aluno já possuía certo conhecimento quanto aos projetos realizados em sua comunidade, como pode-se ver nas duas respostas dos questionários. E esta era a finalidade da questão: buscar informações dos alunos quanto aos projetos oferecidos em suas comunidades, saber se toda a população tem acesso a eles e se são divulgados.

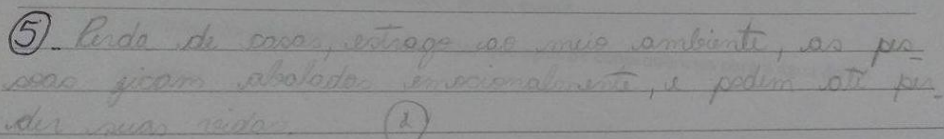
Questão 4) Você sabe qual a finalidade de uma barragem de rejeitos de minério de ferro?

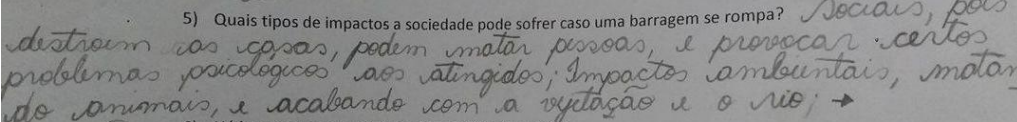
Inicial = 

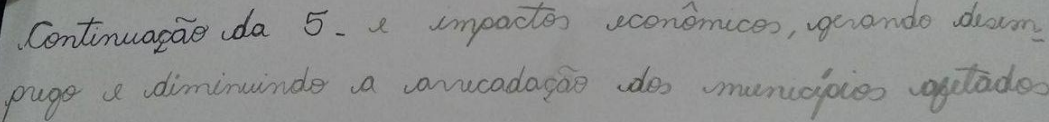
Final = 

A intenção desta questão, além de conhecer as ideias prévias dos alunos quanto à barragem, era também saber se eles reconhecem os vários processos pelos quais o minério passa até chegar aos portos para exportação. O aluno A mostrou ter esse conhecimento, apenas modificando as palavras utilizadas e se expressando de forma mais clara.

Questão 5) Quais os tipos de impacto a sociedade pode sofrer caso uma barragem se rompa?

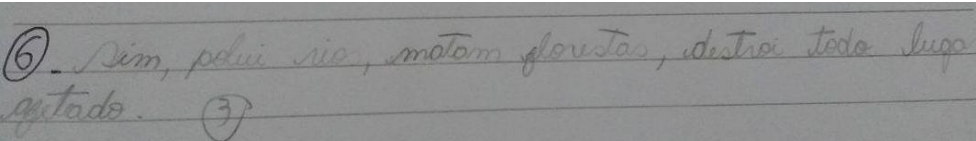
Inicial = 

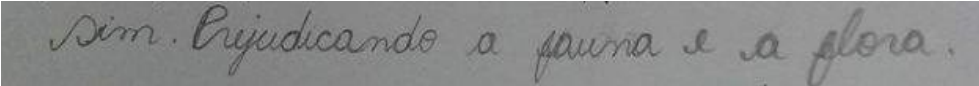
Final = 



O intuito desta questão foi verificar qual a familiaridade dos alunos em relação ao acontecimento do rompimento da barragem de Fundão, ocorrido em 5 novembro de 2015 e se eles entendiam que tipos de impactos (social, ambiental, econômico, cultural) a sociedade pode, e efetivamente veio a sofrer, com a barragem. Ao analisar os questionários percebe-se que o aluno A aprimorou seu conhecimento e agregou mais informação à resposta anterior.

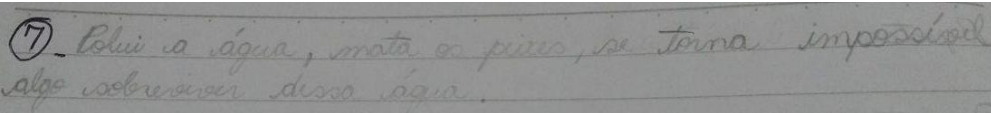
Questão 6) Há impactos para o meio ambiente? Se sim, quais?

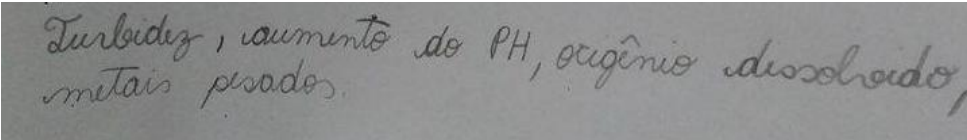
Inicial = 

Final = 

Como na questão anterior, o propósito era identificar as concepções dos alunos quanto às consequências ambientais de um desastre como o rompimento de uma barragem. O aluno A apresentou, nas duas respostas, domínio sobre o assunto sendo sucinto e apenas modificando as palavras ao se expressar.

Questão 7) A ruptura de uma barragem pode trazer que tipos de consequências para a água do rio próximo?

Inicial = 

Final = 

A última questão apresentada tinha o intuito de verificar o conhecimento dos alunos quanto aos parâmetros físico-químicos da água e sua qualidade, conceitos como o pH, oxigênio dissolvido, turbidez, temperatura, metais pesados dentre outros. Analisando a resposta do aluno A, pode-se perceber que, no questionário inicial, foram descritas as características da água após a ruptura de uma barragem, já no último ele cita os parâmetros que intervêm na qualidade da água, podendo-se então dizer que o aluno agregou novas informações, ampliando seu conhecimento quanto à questão.

A seguir é mostrada análise sucinta das respostas dos alunos B e C, com relação aos avanços demonstrados através das questões.

Análise do aluno B:

O aluno demonstrou avanço nas respostas dadas, ou seja, agregou informação ao seu conhecimento, o que não havia anteriormente.	Questão 1 Questão 2 Questão 3 Questão 4 Questão 5 Questão 6 Questão 7
As respostas dadas pelo aluno tanto no primeiro quanto no último questionário, atenderam as expectativas, embora não tenha havido avanço relevante.	

Análise do aluno C:

O aluno demonstrou avanço nas respostas dadas, ou seja, agregou informação ao seu conhecimento, o que não havia anteriormente.	Questão 2 Questão 5 Questão 7
A resposta dada pelo aluno tanto no primeiro quanto no último questionário, atendeu as expectativas, embora não tenha havido avanço relevante.	Questão 1 Questão 3 Questão 4 Questão 6

Desta forma, analisando os questionários iniciais e finais dos alunos, pode-se concluir que a partir das experiências de aplicação da estratégia docente proposta, eles avançaram em seu conhecimento, conforme ficou indicado nos gráficos 01 e 02.

O intuito da pesquisa foi conhecer os conceitos prévios dos alunos e a partir deles, trabalhar as atividades de forma integrada, promovendo discussão em sala de aula, introduzindo novos conceitos e informações, utilizando o

ensino por investigação, como estratégia pedagógica, de acordo com Azevedo (2012):

“Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações. (p. 22).”

Dessa forma procurou-se partir de um tema gerador, que era de conhecimento dos alunos, a fim de instigá-los e levá-los a sair de sua zona de conforto, participando efetivamente das discussões e atividades que foram propostas.

No início houve algumas resistências quanto à participação nas discussões não opinando sobre o assunto, talvez em virtude do tipo de ensino que ainda é promovido em sala de aula em alguns casos, de cunho conteudista e centralizador na figura do professor.

Buscou-se interagir com os alunos e promover um ensino com abordagem mais interativa e dialógica (MORTIMER E SCOTT, 2003), a fim de proporcionar aos alunos a construção do conhecimento e/ou a introdução de novos conceitos científicos em seu pensamento.

Como pode ser observado nos questionários aplicados, onde os alunos já detinham conhecimento sobre alguns fatos apontados, após a discussão e as atividades observaram-se informações agregadas, sendo verificado avanço em suas ideias.

2. Análise das atividades

Após a aplicação do questionário inicial, como mostra o Fluxograma 01, foram realizadas algumas atividades com os alunos, discutidas a seguir: Vídeos, Reportagens e Atividade Final.

Antes de iniciadas as atividades foram projetados para os alunos dois **Vídeos** sobre a Mineração, o primeiro deles contendo informações sobre o processo seguido pelo minério, desde a sua extração até o embarque para exportação, nos portos no litoral do Espírito Santo. No segundo vídeo os alunos

puderam se informar mais sobre os metais e sua importância, além do processo de beneficiamento dos minérios nos alto-fornos.

Após a exibição dos vídeos os alunos opinaram quanto ao que haviam aprendido e o que de importante havia sido acrescentado a seus conhecimentos.

Dessa maneira realizou-se a primeira atividade em grupo: uma **Reportagem** foi entregue a cada um, quando fizeram a leitura e discussão entre eles houve a explanação de cada grupo para toda a sala.

O primeiro grupo ficou com a reportagem publicada no dia 05/11/2015 – 17h02 pelo jornal “O TEMPO Cidades” com a chamada *Rompimento de barragem soterra distrito de Mariana; há mortes*, que noticiou os primeiros acontecimentos logo após o rompimento da barragem. Os alunos teceram comentários sobre a reportagem e, em seguida, alguns falaram sobre o momento em que suas casas foram atingidas, na comunidade de Paracatu; outros indagaram sobre o número de mortos, publicado nos meios de comunicação. Seguiu-se uma discussão.

Em seguida o grupo responsável pela leitura da reportagem publicada no dia 24/11/2015 pelo jornal “A Folha de São Paulo”, com o título – *Barragem rompida e que levou a desastre ambiental tinha lama da Vale* comentou sobre o que leram e levantaram questionamentos a respeito do envolvimento das duas mineradoras da região. Alguns alunos alegaram culpa de ambas, outros já se posicionaram contra, afirmando que a responsabilidade era apenas de uma. Novamente houve interação entre todos da sala, sendo que a professora intervia, quando necessário.

O terceiro grupo comentou sobre a reportagem publicada no dia 26/01/2016 pelo Jornal “Estado de São Paulo, conteúdo divulgado pelo site – UOL Notícias: *Água do Rio Doce tem qualidade péssima 80 dias após o rompimento de barragem*”.

Após a explanação do grupo e de seus comentários, a professora indagou aos alunos sobre as fotos que foram divulgadas na época com os peixes mortos nos rios atingidos pela lama. Os alunos alegaram que não havia oxigênio dissolvido suficiente para eles e que pelo fato de a lama ser densa eles não conseguiam chegar até à superfície, não sobrevivendo. Nesse momento foi discutido um dos parâmetros físico-químicos (OD – Oxigênio

Dissolvido) recomendados pelos órgãos de monitoramento da qualidade da água.

Por fim o quarto grupo apresentou seus conceitos e opiniões em relação às duas reportagens publicadas: uma no dia 23/11/2015 às 21h26 (atualizada em 24/11/2016 às 09h36) pelo canal “R7 Notícias” – *Lama contaminada muda cor do mar e ameaça litoral do ES. Conheça os efeitos da devastação*; e a outra reportagem, do dia 06/11/2015 pela “Samarco”– *Plano Emergencial de Barragens*. Após a explanação dos alunos sobre a primeira reportagem a professora novamente entrevistou questionando lhes se haviam visto uma medida que foi tomada no mar, colocando boias para que a lama não se espalhasse, na tentativa de contê-la. Os alunos falaram que as boias não adiantaram e que a lama chegou até o mar. Nesse momento a professora perguntou se eles haviam ouvido ou visto alguma reportagem sobre derramamento de petróleo e as medidas que são tomadas logo após o acidente. Alguns disseram que sim, outros que não. Assim ela lhes explicou sobre o processo de contenção utilizado por boias para não deixar que o petróleo se espalhe por todo o mar, fazendo com que ele se concentre em uma só parte, facilitando sua retirada. Nesse momento discutiu-se sobre as diferentes densidades dos líquidos. Com essa comparação, voltou-se a discutir sobre a contenção feita sem sucesso para impedir a chegada da água barrenta (lama) ao mar.

Já na segunda reportagem, o grupo chamou a atenção pelo título que não atendeu às expectativas, já que apenas informaram sobre os auxílios prestados às vítimas, e que só depois pensaram no meio ambiente. Eles chamaram a atenção também para a afirmação feita no informe sobre a fiscalização da barragem em julho de 2015, criando a dúvida quanto a ter tido ou não a fiscalização e concluíram, expressando a opinião quanto aos órgãos fiscalizadores, que estes devem ser mais rigorosos no que se refere às barragens.

A professora, aproveitando a exposição do grupo, questionou os alunos sobre a quantidade de fiscais que foi divulgada e que realizam esse tipo de serviço nas barragens, e quais seriam as possíveis medidas a serem tomadas em relação a essa situação. Os alunos se posicionaram promovendo uma discussão em relação ao governo e órgãos responsáveis e às possíveis

medidas cabíveis. Em seguida um aluno lembrou sobre a barragem que há em Congonhas e que está próxima à cidade, e a respeito de outras tragédias que ocorreram há algum tempo e sobre a situação em que ficaram as famílias e os locais afetados.

Após toda a discussão a professora promoveu um fechamento sobre as informações que surgiram ao longo da atividade. Algumas questões foram retomadas como a do oxigênio dissolvido, a densidade da lama, as fiscalizações, os tipos de reportagens e manchetes promovidos pelos veículos de comunicação, a fim de que os alunos entendessem a proposta da atividade e principalmente elaborassem suas opiniões, fundamentos nos fatos e discussões que ocorreram.

Em um segundo momento entregou aos alunos a **Atividade Final**, contendo questões para serem discutidas e analisadas em grupo através dos textos informativos, tabelas e relatórios.

Na questão (1) - (Anexo 3) – pediu-se aos alunos que analisassem dois relatórios ocorridos em datas distintas e que tirassem suas conclusões sobre o índice de turbidez encontrado nos dois. Antes das questões eles foram informados quanto aos parâmetros dos órgãos fiscalizadores para a classificação da água. O propósito desta atividade era identificar as habilidades dos alunos quanto à interpretação e análise de tabelas e dados e suas conclusões quanto à questão.

Nessa análise, oito alunos tiveram a percepção da diferença entre as datas distintas do relatório, apresentando resposta condizente com a análise feita, indicando a diferença da turbidez logo após o rompimento da barragem e após os cinco meses. Uma aluna não se expressou quanto às datas das análises deixando sua resposta ampla, apesar de expressar a diferença dos níveis de turbidez. E quatro alunos não responderam de acordo com o que foi solicitado na questão, deixando-a incompleta.

Quanto à questão (2) (Anexo 3), cujo objetivo também era identificar as habilidades de interpretação, formulação de ideias e escrita, abordava os parâmetros físico-químicos (pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica) analisados em 2010 e 2015, apresentados em duas tabelas. Além disso, identificar o conhecimento químico possivelmente apresentado pelos alunos diante dos parâmetros.

Havia três alternativas, com locais diferentes, mas com os mesmos parâmetros (pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica) para serem analisados; o pH nas três regiões permaneceu inalterado não havendo aumento ou diminuição significativa, de acordo com o Ministério da Saúde – Fundação Nacional da Saúde “para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se, geralmente, na faixa de 6 a 9”, o que podia ser observado nos dados das tabelas (Anexo 3). O oxigênio dissolvido (OD) é um parâmetro importante quanto à qualidade do meio aquático, de acordo com Ministério da Saúde “A concentração de oxigênio disponível mínima, necessária para sobrevivência das espécies piscícolas é de 4 mg/L para a maioria dos peixes e de 5 mg/L para trutas”. Quanto aos locais analisados percebeu-se uma diminuição no OD, o que pode influenciar na vida aquática destes locais. E, por último, a condutividade elétrica que, de acordo com o Ministério da Saúde (2014),

“indica a capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica (pág.20)”.

Podemos perceber que nas três regiões houve um aumento considerado em 2015, possivelmente pelas substâncias encontradas no resíduo de uma barragem.

De modo geral os alunos conseguiram identificar os valores nas tabelas e compará-los, conforme solicitado; alguns mostraram maiores informações e conhecimentos, outros apresentaram respostas curtas e sucintas: Seis alunos analisaram as tabelas, apenas identificando se houve ou não o aumento dos parâmetros; dois alunos identificaram na resposta a porcentagem encontrada nas tabelas agregando informação dos dados em sua resposta; outros dois alunos, além de identificarem o aumento ou não dos parâmetros, atribuíram tal fato ao rompimento da barragem tomando-a como causa da alteração encontrada nas análises. E três alunos atribuíram a morte dos peixes dos rios à diferença de OD encontrado em 2015. A última questão (3) tinha como intuito discutir, analisar e comparar os dados de metais pesados apresentados em 2010 e 2015, a fim de os alunos responderem à questão sobre se a água estaria ou não contaminada. Discutiu-se também sobre a

riqueza dos metais encontrados nas cidades de Mariana e Ouro Preto por estarem localizadas no Quadrilátero Ferrífero.

Ao analisarmos a questão, cinco alunos afirmaram que, segundo a pesquisa, a água não estaria contaminada, quatro alunos concluíram que estaria contaminada, já que houve aumento mínimo em alguns metais solicitados. E os outros quatro não apresentaram coerência nas respostas e não explicitando o que havia sido pedido.

Como fechamento da atividade final, deve-se apontar alguns tópicos que não ficaram bem explícitos, havendo assim dificuldade de entendimento por parte dos alunos. Como consequência obtiveram-se respostas incoerentes e sem sentido. Na tabela disponibilizada para análise dos dados havia outros tipos de metais com valores significativos e que, se analisados, poderiam ter auxiliado os alunos a chegarem a uma conclusão mais fundamentada.

Vale lembrar que a atividade buscou identificar as habilidades dos alunos quanto à interpretação, discussão e conclusão dos dados fornecidos através das tabelas para as questões fornecidas. Teve-se o aluno como objetivo principal, para que ele pudesse participar efetivamente das aulas buscando e construindo novos conhecimentos junto com seus colegas.

Após a atividade final, novamente os alunos responderam ao questionário final para que se pudesse ter um respaldo maior sobre a pesquisa e suas contribuições perante suas ideias.

A todo o momento buscou-se a interação do nosso aluno com seus colegas, promovendo discussões em pares, pois acreditar que o diálogo é uma forma importante de se expressar.

Sasseron (2013) destaca que:

“Em uma investigação, diversas interações ocorrem simultaneamente: interações entre pessoas, interações entre pessoas e conhecimentos prévios, interações entre pessoas e objetos. Todas são importantes, pois são elas que trazem as condições para o desenvolvimento do trabalho. (p.43).”

Buscou-se proporcionar um ensino mais dinâmico e contextualizado, proposta na qual o professor atua como mediador das atividades, indagando e auxiliando seus alunos na discussão e exposição de suas ideias.

Diante das atividades os alunos puderam detectar, mais especificamente no terceiro momento (explanação/discussão das reportagens),

o modo como a sociedade e os meios de comunicação em geral colocam as notícias e os fatos, sendo muitas vezes tendenciosos, a ponto de aumentar ou distorcer tal acontecimento.

Dessa forma, cria-se para os alunos um momento de reflexão e análise entre o que lhes é falado, exposto, apresentado e a verdadeira realidade, que a maioria vivenciou durante o rompimento da barragem, especificamente.

Assim, analisando todos os dados obtidos, identificamos aspectos positivos quanto às contribuições que o ensino por investigação pode oferecer para a formação da consciência crítica dos alunos. Dentre elas pode-se citar a percepção de novas informações; o aprimoramento e/ou posse dessas informações; a construção de argumentos fundamentados em dados e fatos; o modo de se posicionarem frente a uma notícia, fundamentando suas ideias com base no conhecimento prévio e no conhecimento científico.

Considerações Finais

As atividades propostas na pesquisa (vídeos, reportagens e atividade final) instigaram os alunos e os fizeram repensar o modo como se posicionam perante fatos e decisões. Isso porque procurou-se levar atividades que favorecessem um ensino dinâmico, contextualizado e real, uma vez que o tema estava diretamente ligado a todos eles, à sua comunidade e região.

Durante as atividades surgiram alguns posicionamentos a favor e outros contra a mineradora responsável pelo grande desastre. No entanto, os alunos perceberam que se deve exigir uma presença mais efetiva do poder público, com melhores fiscalizações e firmeza quanto ao licenciamento para a construção de barragens, no ramo da mineração. Até o ano passado, quando houve o rompimento da barragem de Mariana, a população somente percebia benefícios trazidos pela mineradora à região de Mariana, como os empregos gerados e a movimentação da economia.

Na maioria das vezes as vantagens econômicas se destacam de tal forma que a população se esquece dos impactos ao meio ambiente e dos projetos que as mineradoras devem realizar a fim de minimizar esses impactos ao solo, fauna e flora, em suas atividades cotidianas.

Somente quando ocorre algo tão grande e inesperado como o rompimento da barragem é que vem à tona a preocupação com os impactos ambientais e direcionam todos os olhares e órgãos fiscalizadores para o agente causador do problema. Cabe ressaltar ainda os transtornos sociais e econômicos que afetaram toda a população do município, seja de forma direta ou indireta.

O processo de apuração de responsabilidades contra a mineradora ainda não foi finalizado, novos indícios surgem e são divulgados pelos órgãos oficiais e mídia, com emails e gravações telefônicas de funcionários, atestando o conhecimento prévio, por parte da empresa, dos problemas de infraestrutura da barragem, indicando riscos para o distrito de Bento Rodrigues. A mídia

divulgou, ainda, que há rejeitos depositados na hidrelétrica de Candonga⁶ aguardando serem retirados.

Exigir dos órgãos mais fiscalização quanto aos parâmetros de segurança para a construção de barragens de rejeito de minério de ferro pode ser o começo para se evitarem futuros desastres como o ocorrido na região. É preciso também que a população se organize através de ONGs, por exemplo, e atue na cobrança de ações que venham a minimizar os impactos ao meio ambiente.

Cabe ressaltar que por determinação da justiça a empresa envolvida no desastre está realizando ações de correção e recuperação dos danos causados, como construção de pontes, abertura e reforma de estradas, reflorestamento, e, principalmente apoio às famílias desabrigadas com o desenvolvimento de atividades socioculturais e definição de um novo terreno para a reconstrução dos distritos.

Desta forma, entendemos a importância deste trabalho investigativo vivenciado junto com os alunos como uma forma de construção de senso crítico e posicionamento ativo na sociedade diante de uma tragédia como essa.

⁶ Essa hidrelétrica se encontra situada na Bacia Hidrográfica do Rio Doce nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. *Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula*. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p.19-33.

AZEVEDO, M.C.P.S. *Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula*. In: CARVALHO, A.M.P. *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo, Cengage Learning, 2012.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias; Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio*. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHASSOT, A. *Para que(m) é útil o ensino?* 2.ed. Canoas, RS: ULBRA, 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterado pela Resolução CONAMA 410/2009 e pela 430/2011*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 17 de abril de 2016.

DUARTE, A. P. *Classificação das barragens de contenção de rejeitos de mineração e de resíduos industriais no estado de Minas*. 2008. Dissertação – Avaliação e gerenciamento de impactos e de riscos ambientais. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

GIORDAN, M. *O papel da experimentação no ensino de ciências*. Revista Química Nova na Escola. São Paulo, nº 10, p 43 – 49, nov. 1999.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS*. Fundação Nacional de Saúde – Departamento de Saúde Ambiental (Desam). Brasília, 1ª edição, 2014.

MIZUKAMI, M.G. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo, E.P.U., 1986.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P.H. *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press, 2003.

MUNFORD, D.; CAIXETA DE CASTRO E LIMA, M. E. *Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?* Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 9, num. 1, 2007. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

SANTOS, W.; SCHNETZLER, R.P. *O que significa ensino de Química para formar o cidadão?* Química Nova na Escola, n. 4, p. 28-34, 1996.

SASSERON, L. H. *Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor.* In: CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM) – *Sistema de Alerta de Eventos Críticos.* Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php#>. Acesso em 17 de abril de 2016.

Anexos

Anexo 1

Questionário Inicial

Prezado aluno(a),

Este questionário faz parte de uma pesquisa desenvolvida pelo Curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação – ENCI/ Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Por isso solicitamos que você o responda com sinceridade. Não existem respostas corretas. O importante para nós são suas próprias ideias. Por favor, tente expressá-las da forma mais clara possível.

Muito obrigada pela cooperação.

- 1) Você sabe o que uma empresa do ramo da mineração faz?
- 2) Qual impacto esse ramo de atividade pode ocasionar na economia local em sentido monetário?
- 3) Vocês conhecem algum projeto ou política pública relacionada ao nome de alguma mineradora? Se sim, quais?
- 4) Você sabe qual a finalidade de uma barragem de rejeitos de minério de ferro?
- 5) Quais tipos de impactos a sociedade pode sofrer caso uma barragem se rompa?
- 6) Há impactos para o meio ambiente? Se sim, quais?
- 7) Que tipos de consequências a ruptura de uma barragem pode trazer para a água do rio próximo?

Anexo 2

BENTO RODRIGUES - Rompimento de barragem soterra distrito de Mariana; há mortes

O Corpo de Bombeiros não confirma o número de desaparecidos; até o momento duas mortes já foram confirmadas

Jornal O TEMPO

PUBLICADO EM 05/11/15 - 17h02
DA REDAÇÃO

A Barragem de Fundão, da mineradora Samarco, se rompeu na tarde desta quinta-feira (5), no distrito de Bento Rodrigues, entre Mariana e Ouro Preto, na região Central do Estado. De acordo com o Corpo de Bombeiros, o acidente aconteceu por volta das 16h.

Duas viaturas da corporação foram enviadas para o local. Valério Vieira, presidente do sindicato Metabase, recebeu a informação de que há pelo menos 10 mortos e 30 pessoas desaparecidas. "A mina de Fábrica Nova, da Vale, foi atingida. Tem muitas casas destruídas e tomadas pela lama em Bento Rodrigues", afirmou. O número de desaparecidos não foi confirmado pelos bombeiros.

A Barragem do Fundão estava passando por uma obra de alteamento, que é quando a barragem chega a um nível de saturação e não consegue mais receber os rejeitos. As obras começaram no mês de julho deste ano e previam a elevação do nível da barragem. A reportagem de **O TEMPO** não obteve detalhes sobre a obra e sobre qual a extensão da barragem.

Segundo relatos anônimos de funcionários da Samarco, por volta das 14h30 houve tremores de terra no local e, aproximadamente às 16h, a barragem veio abaixo. Ainda segundo depoimentos de funcionários, o clima ficou muito tenso.

Há relatos de que tudo foi muito rápido e um funcionário teria conseguido escapar da morte arrancando rapidamente o carro, que foi perseguido pela lama. Não há confirmação de quantos trabalhadores estavam no local nem se moradores de Bento Rodrigues foram soterrados. O distrito fica em um vale rebaixado, ao pé da barragem de rejeitos, e recebeu uma enxurrada de lama.

Já foram confirmadas duas mortes em consequência do rompimento da barragem. A primeira vítima estava entre os cinco feridos que deram entrada no Hospital Monsenhor Horta, em Mariana, até as 19h30 desta quinta-feira (5).

A assessoria de imprensa da Prefeitura de Mariana informou que o acesso ao local do rompimento da barragem está sendo feito apenas por helicópteros. O prefeito da cidade e o secretário de Meio Ambiente estão na sede da Samarco acompanhando a situação.

Pelo menos dez caixas com medicamentos foram enviados para Bento Rodrigues, de acordo com a gerente da Policlínica de Mariana, Kim Lauenstein. Além disso, pelo menos 50 carros já foram enviados para a área onde a barragem se rompeu.

A reportagem de **O TEMPO** teve acesso a vídeos que mostram o rastro de destruição visto de um helicóptero e, também, a fuga desesperada de funcionários após perceberem o rompimento.

Investigação

De acordo com o coordenador de promotorias de meio ambiente, Carlos Eduardo Ferreira Pinto, a situação é gravíssima. "Nossa equipe de combate a crimes ambientais está no local. Amanhã vou fazer sobrevoo, mas já instauramos inquérito. Primeiro passo é minimizar danos, contenção das famílias, quanto contenção de agravamento do dano. Em segundo, identificação das causas, nenhuma barragem rompe por acaso", afirmou.

Conforme o promotor, quando há rompimento de barragem não é por acaso. "Vamos requisitar, investigar formalmente e apurar o responsável. A sociedade tem que ter a resposta do que houve", afirmou.

Há suspeita de que os rejeitos da barragem tenham atingido o córrego Fundão, que passa na bacia do Rio Doce, segundo o Núcleo de Emergência Ambiental da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (Semad).

Moradores foram orientados a deixar comunidade

A Prefeitura de Mariana informou que, em contato com a assessoria da Samarco, está pedindo aos moradores de Bento Rodrigues que deixem a comunidade e sigam, imediatamente, para o distrito de Camargos "que é mais alto e seguro".

Segundo Dário José Pereira Junior, morador de Camargos os habitantes da comunidade vizinha ainda não chegaram. Ele conta que três casas no distrito foram atingidas pelo rompimento da barragem. Os moradores conseguiram se salvar, mas perderam carro e outros objetos pessoais. "É um desastre que só você vendo para saber como é", afirmou o morador. Segundo ele, a população está nas ruas, com medo de que o rejeito suba ainda mais. Não há eletricidade. "É pura lama", contou.

Ainda de acordo com o comunicado, equipes do Corpo de Bombeiros, agentes da Guarda Municipal e da Defesa Civil estão no local. "A Samarco e a Prefeitura de Mariana estão com as equipes no local para auxiliar a comunidade no que for necessário. Segundo informações da assessoria da empresa, no momento não há confirmação de vítimas, e sim danos materiais", diz a nota.

A assessoria de imprensa da Samarco foi procurada pela reportagem de **O TEMPO**, e informou que está mobilizando todos os esforços para priorizar o atendimento às pessoas e a minimização de danos ao meio ambiente. "Não é possível, neste momento, confirmar causas e extensão do ocorrido, bem como a existência de vítimas", diz o comunicado.

** (Participaram desta cobertura os repórteres Juliana Baeta, Bruna Carmona, José Vítor Camilo, JhonnyCazetta, Bárbara Ferreira, Luíza Muzzi, Joana Suarez e Aline Diniz)
Atualizada às 20h08*

Acessado em 01/02/2016. Disponível em:
<http://www.otempo.com.br/cidades/rompimento-de-barragem-soterra-distrito-de-mariana-h%C3%A1-mortes-1.1159239>.

Folha de São Paulo

Barragem rompida e que levou a desastre ambiental tinha lama da Vale

LUCAS FERRAZ
AVENER PRADO
ENVIADOS ESPECIAIS A BELO HORIZONTE

24/11/2015 © 02h00

A barragem que se rompeu em Mariana (MG) no dia 5, provocando um desastre ambiental histórico que já chegou até ao litoral capixaba, também tinha lama da Vale, maior mineradora do Brasil.

Uma das acionistas (ao lado da anglo-australiana BHP Billiton) da Samarco, responsável pela barragem, a Vale utilizava a área para despejar rejeitos de minério de ferro de suas atividades na região.

A lama encaminhada pela Vale para a barragem de Fundão vinha de uma mina conhecida como Alegria, que integra um complexo operacional da empresa na região.

A mina fica a cerca de 25 km do distrito de Bento Rodrigues, primeiro alvo do "tsunami de lama" e que ficou completamente destruído.

A Vale confirmou à **Folha** que mantinha um contrato com a Samarco para utilizar a barragem como destinação de seus rejeitos, mas afirmou que sua lama correspondia a menos de 5% do total depositado em Fundão.

Embora seja acionista da Samarco, a Vale até agora não admitiu qualquer responsabilidade pela tragédia. Nos pronunciamentos feitos pela mineradora e por seus diretores não houve menção aos rejeitos que a empresa depositava na barragem.

Do ponto de vista jurídico, no entanto, a responsabilidade é da Samarco, responsável pela gestão e manutenção da área de Fundão.

As causas do rompimento ainda são desconhecidas, e só uma investigação poderá dizer se a quantidade de lama enviada pela Vale estava ou não dentro das normas.

A tragédia que afetou cidades de Minas Gerais e do Espírito Santo foi provocada pelo rompimento da barragem –que resultou no vazamento de ao menos 40 bilhões de litros de lama e no transbordamento também da barragem de Santarém, que fica logo abaixo da do Fundão.

O desastre deixou ao menos oito mortos –11 pessoas ainda estão desaparecidas e quatro corpos aguardam identificação–, além de ter destruído a fauna e a flora por onde a lama passou.

O rejeito, que contaminou praticamente todo o rio Doce, chegou no fim de semana ao mar do Espírito Santo.

O governo federal classificou o episódio como a maior tragédia ambiental já ocorrida na história do país.



[Clique e veja o infográfico "Rastro da lama"](#)

OPERAÇÕES CONJUNTAS

A Samarco (que é presidida por Ricardo Vescovi) e a Vale (que tem Murilo Ferreira como presidente) mantêm várias atividades operacionais conjuntas na região de Mariana. O compartilhamento da barragem é uma delas.

O rejeito da mina de Alegria era transportado para a barragem de Fundão por meio de linhas de transmissão que foram destruídas no acidente, segundo relatos obtidos pela **Folha**. A Vale, no entanto, afirma que a informação não procede.

Questionada sobre desde quando utilizava a barragem de Fundão para depositar seus rejeitos, a assessoria de imprensa da Vale não respondeu à reportagem, alegando não dispor de tal informação.

Desde a tragédia em Mariana, as atividades das duas mineradoras na região tiveram que ser reduzidas.

OUTRO LADO

A Vale confirmou à **Folha** nesta segunda-feira (23), por meio de sua assessoria de imprensa, que utilizava a barragem de Fundão para depositar rejeito de minério de ferro proveniente das usinas de tratamento da mina de Alegria, em Mariana (MG).

Segundo a empresa, ela destinava à barragem de Fundão "menos de 5% do total de rejeito" depositado na barragem da Samarco anualmente. "A relação era regida por contrato entre as duas empresas, que definia a Samarco como responsável pela gestão, controle e operação dessa deposição", afirmou a Vale.

Procurada pela reportagem nesta segunda-feira, a Samarco não se manifestou até a conclusão desta edição.

Ainda segundo a Vale, seus rejeitos eram encaminhados apenas para a barragem de Fundão. As outras duas barragens próximas, de Santarém (danificada pelo desastre) e de Germano (que apresenta problemas), não receberam lama da empresa, afirma a mineradora.

A assessoria de imprensa da Vale nega que as linhas de transmissão do rejeito da mina de Alegria tenham sido destruídas devido ao rompimento da barragem.

Acessado em 01/02/2016. Disponível em:
<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/11/1710155-barragem-rompida-e-que-levou-a-desastre-ambiental-tinha-lama-da-vale.shtml>.

Água do Rio Doce tem qualidade péssima 80 dias após rompimento de barragem

ESTADÃO conteúdo Em São Paulo
26/01/2016 18h27

- Fabio Braga/Folhapress

Lama da barragem rompida em Mariana (MG) sai da foz do rio Doce, no Espírito Santo, e se espalha pela costa capixaba

Passados 80 dias desde o rompimento da barragem da mineradora Samarco, em Mariana (MG), que despejou uma onda de lama sobre a região, chegando até o oceano, a qualidade da água do Rio Doce e afluentes atingidos, continua, em sua maioria, péssima.

É o que mostra uma análise feita pela Fundação SOS Mata Atlântica em 29 amostras de água e de lama coletadas em 18 pontos afetados pelo acidente ambiental, cobrindo 650 km de rios. Entre os pontos avaliados, 16 apresentaram Índice de Qualidade da Água (IQA) péssimo e 2 foram considerados regular. Contribuíram com as baixas notas a turbidez da água e a presença de metais pesados em concentrações acima das consideradas saudáveis.

Antes do acidente as condições do rio já não eram muito boas, em especial por causa da contaminação por esgoto e metais provenientes de atividades mineradoras no entorno, mas o mar de lama piorou muito a situação, afirma Malu Ribeiro, coordenadora da Rede das Águas da fundação. Segundo ela, não há dúvida de que os indicadores observados nesse levantamento são resultado da contaminação pelos rejeitos de minério da Samarco.

Para checar isso também foram feitas coletas em afluentes do Rio Doce antes da área do rompimento da barragem, que serviram para comparar com os pontos afetados. Foram eles que receberam a nota "regular". "Nesses locais há concentração de metais, mas não acima do que prevê a lei. O material que saiu da barragem alterou completamente a qualidade da água. Dá para garantir com segurança que a condição ruim da água até Regência é consequência do rompimento da barragem", explica Malu.

Em todos os 16 pontos considerados "péssimos", por exemplo, o índice de turbidez ficou muito acima do aceitável, que é 40 NTUs (unidade matemática que mede esse indicador). Em Bento Rodrigues, onde ficava a barragem, e em Barra Longa, um dos locais mais atingidos pela lama, esse valor chegou a 4.800 e 5.150 NTUs, respectivamente. O nível mais baixo foi registrado em Itatinga (1.220), ainda assim 30 vezes o limite máximo.

O metal mais encontrado nos pontos analisados foi o magnésio. Entre os 16 pontos "péssimos", em 14 o nível ficou acima do recomendado, que é 150 mg/litro. Em Bento Rodrigues, por exemplo, a concentração chegou a 270 mg/litro. É o magnésio, juntamente com o ferro, que dá a coloração alaranjada para a lama. Outro metal que apareceu acima do recomendável foi o manganês, em oito dos 16 pontos ruins.

Malu lembra que isso não significa que a lama seja tóxica, expressão que foi atribuída várias vezes nos dias seguintes ao acidente. "Esses metais

pesados são encontrados na natureza em geral em concentrações que não afetam a saúde. Mas as coletas mostraram que há vários pontos fora do padrão, o que torna a água imprópria para o consumo humano e animal. Podem afetar rins, estômago", diz.

Persistente

Ela afirma que o que mais impressionou nos resultados, no entanto, foi a persistência da lama. Esperava-se que com o início das chuvas ela iria se dispersar, mas não foi o que aconteceu. Pelo contrário, a lama que caiu nas margens agora está sendo carregada para dentro da água. E mesmo a que já tinha se depositado no leito não está diluindo. Ao longo das coletas, os pesquisadores encontraram depósitos de sedimentos de 40 centímetros a 3 metros de altura. "A lama está impermeabilizando o leito do rio e mesmo com as chuvas não vemos o rio se regenerar. E para piorar ele segue recebendo mais metais pesados da lama do entorno", relata.

As coletas foram feitas entre os dias 6 e 12 de dezembro, em uma expedição que contou com o apoio da Ypê Química Amparo, da Universidade Municipal de São Caetano do Sul, da ProMinent Brasil e de outros grupos de especialistas voluntários, como o Giaia (Grupo Independente de Avaliação de Impacto Ambiental). As análises foram feitas logo depois e repetidas na semana passada.

Nessa segunda etapa, as amostras chegaram a ser misturadas à água destilada, mas as concentrações se mantiveram. "Por isso podemos dizer que passados 80 dias do acidente o rio continua com as mesmas condições de turbidez. Para recuperar essa água é preciso retirar a lama das margens", alerta.

Acessado em 01/02/2016. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2016/01/26/agua-do-rio-doce-tem-qualidade-pessima-80-dias-apos-rompimento-de-barragem.htm>.

R7 Notícias

23/11/2015 às 21h26 (Atualizado em 24/11/2015 às 09h36)

Lama contaminada muda cor do mar e ameaça litoral do ES. Conheça os efeitos da devastação

Peixes resgatados não servirão mais para repovoar o rio Doce, diz governo do ES.



A onda de lama contaminada da mineradora Samarco chegou ao oceano Atlântico no domingo (22) e mudou a paisagem da região. Em Linhares, no litoral do Espírito Santo, o mar ganhou uma mancha escura e densa, com aparência de leite achocolatado.

O estrago da **maior tragédia natural brasileira** ainda é incalculável. A lama chegou à costa capixaba no pico da época de desova das tartarugas. Especialistas estimam que o rio Doce poderá sofrer as consequências até o **ano 3.000**. "Seria como dizimar, de uma só vez, **todo o Pantanal**".

Foto: 23.11.2015/REUTERS/Ricardo Moraes

Acessado em 01/02/2016. Disponível em: <http://noticias.r7.com/minas-gerais/fotos/lama-contaminada-muda-cor-do-mar-e-ameaca-litoral-do-es-conheca-os-efeitos-da-devastacao-24112015#!/foto/1>.

SAMARCO

NOTÍCIAS

Plano Emergencial de Barragens

06/11/2015

A Samarco informa que colocou em ação, juntamente com Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar e outras instituições competentes, todas as ações previstas no seu Plano de Ação Emergencial de Barragens – validado pelos órgãos competentes, em função do acidente nas barragens de Fundão e Santarém, localizadas no distrito de Bento Rodrigues, em Mariana (MG), ocorrido na tarde desta quinta-feira, cinco de novembro. A mineradora está mobilizando todos os esforços necessários para priorizar o atendimento e a integridade das pessoas que estavam trabalhando no local ou que residem

próximas às Barragens, além das ações para conter os danos ambientais. As operações da Samarco na unidade de Germano estão paralisadas.

Até o momento, não é possível confirmar número de vítimas e desaparecidos. Todas as pessoas, resgatadas com ferimentos, estão sendo encaminhadas para pronto atendimento no hospital do município de Mariana e demais municípios próximos e, os desabrigados, para um ginásio de Mariana onde equipes prestam auxílio a todos. Neste momento, não há confirmação das causas e a completa extensão do ocorrido. Investigações e estudos apontarão as reais causas do ocorrido.

As barragens da Samarco são compostas por quatro estruturas: barragens de Germano, Fundão, Santarém e Cava de Germano. Todas possuem Licenças de Operação concedidas pela Superintendência Regional de Regularização Ambiental (SUPRAM) – órgão que, nos recorrentes processos de fiscalização, atesta o comportamento e a integridade das estruturas. A última fiscalização ocorreu em julho de 2015 e indicou que as barragens encontravam-se em totais condições de segurança. A Samarco também realiza inspeções próprias, conforme Lei Federal de Segurança de Barragens, e conta com equipe de operação em turno de 24 horas para manutenção e identificação, de forma imediata, de qualquer anormalidade.

Informações sobre a composição do rejeito de minério de ferro

O rejeito é inerte. Ele é composto, em sua maior parte, por sílica (areia) proveniente do beneficiamento do minério de ferro e não apresenta nenhum elemento químico que seja danoso à saúde.

Acessado em 01/02/2016. Disponível em:
<http://www.samarco.com/2015/11/06/comunicado-2-2/>

Anexo 3

Atividade Final

Leia com atenção as informações que serão apresentadas a seguir, para posteriormente discutir com seus colegas e professora:

Informação I:

O Índice de Qualidade das Águas – IQA - foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país.

Segundo a descrição dos parâmetros de Turbidez pelo IQA: a turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc.).

A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos quando, na época das chuvas, as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água.

Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas.

O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (ex: coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação.

(Retirado de: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>)

Informação II:

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, o CONAMA: “*Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*”.

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Oxigênio dissolvido (OD)	Não inferior a 6mg/L	Não inferior a 5mg/L	Não inferior a 4mg/L
Arsênio	0,01 mg/L	0,14 µg/L	0,033 mg/L
Bário total	0,7 mg/L	0,7 mg/L	1,0 mg/L
Cádmio	0,001 mg/L	0,001 mg/L	0,01 mg/L
Chumbo	0,01 mg/L	0,01 mg/L	0,033 mg/L
Ferro dissolvido	0,3 mg/L	0,3 mg/L	5,0 mg/L
Cobre dissolvido	0,009 mg/L	0,009 mg/L	0,013 mg/L
Mercúrio Total	0,0002 mg/L	0,0002 mg/L	0,02 mg/L
Níquel Total	0,025 mg/L	0,025 mg/L	0,025 mg/L
Zinco Total	0,18 mg/L	0,18 mg/L	5 mg/L
Cromo Total	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L
Manganês Total	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,5 mg/L
Vanádio	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L
Fluoreto	1,4 mg/L	1,4 mg/L	1,4 mg/L
Cloreto	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L
Nitrito	1,0 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L
Nitrato	10,0 mg/L	10,0 mg/L	10,0 mg/L
Sulfato	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L
Turbidez	Até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT)	Até 100 UNT	Até 100 UNT
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0

Fonte: Valores de alguns parâmetros de qualidade para as águas doces estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA.

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) a proteção das comunidades aquáticas;
- c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rente ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) a proteção das comunidades aquáticas;
- c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) a aquicultura e a atividade de pesca.

Classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) a pesca amadora;
- d) a recreação de contato secundário; e
- e) a dessedentação de animais.

Questão 1

O CPRM Serviço Geológico do Brasil, está realizando o monitoramento dos rios que foram atingidos com a lama devida ao rompimento da barragem no município de Mariana. Boletins da Bacia do Rio Doce estão sendo disponibilizados com os dados analisados durante todo o tempo. Abaixo seguem dois relatórios com datas diferentes de algumas cidades.

Belo Horizonte, 13 de novembro de 2015 às 18:00h.

Previsão da turbidez

Com os dados obtidos até o momento a previsão da turbidez é a seguinte:

- Belo Oriente - no dias 14, 15 e 16/11/15 ficou entre 2.500 e 10.000 NTU
- Governador Valadares, nos dias 13 e 14/11/15 entre 10.000 e 50.000 NTU e em 15/11/15, entre 500 e 10.000 NTU
- Tumiritinga, nos dias 14 e 15/11/15 entre 10.000 e 50.000 NTU e no dia 16/11 entre 2.500 a 10.000 NTU
- Galiléia, no dia 14/11/15 maior do que 50.000 NTU, nos dias 15 e 16/11/15 entre 10.000 e 50.000 NTU
- Conselheiro Pena, nos dias 13 e 14/11/15 acima de 50.000 NTU, nos dias 15 e 16/11/15 entre 10.000 e 50.000 NTU
- Resplendor, nos dias 14 e 15/11/15 acima de 50.000 NTU, no dia 16/11/15 entre 10.000 e 50.000 NTU

O modelo está calibrado até Resplendor onde a água com elevada turbidez já foi registrada.

Belo Horizonte, 03 de abril de 2016 às 17:00h.

Previsão da turbidez

Com os dados obtidos até o momento a previsão da turbidez é a seguinte (04/04/2016):

- Belo Oriente - Abaixo de 2500 NTU
- Governador Valadares - Abaixo de 2500 NTU
- Tumiritinga - Abaixo de 2500 NTU
- Galiléia e Barra do Cuieté - Abaixo de 2500 NTU
- Conselheiro Pena - Abaixo de 2500 NTU
- Resplendor - Abaixo de 2500 NTU
- Aimorés - Abaixo de 2500 NTU
- Baixo Guandu - Abaixo de 2500 NTU
- Colatina - Abaixo de 2500 NTU
- Linhares - Abaixo de 2500 NTU

Ressalta-se que chuvas fortes localizadas podem causar aumento temporário de turbidez nos municípios afetados.

a) De acordo com as informações fornecidas pelo IQA e o CONAMA, analisando os dois relatórios ocorridos em datas distintas, um dia depois do rompimento da barragem em Mariana e o outro 5 meses depois. Quais conclusões podem ser tiradas sobre o índice de turbidez analisado?

Questão 02

“Com o objetivo de avaliar a qualidade das águas dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, em função do rompimento da barragem de rejeitos do Fundão, a CPRM e a ANA empreenderam duas campanhas de monitoramento em 25 estações de amostragem, com coleta de 25 amostras de água, 25 de sedimentos e 6 amostras de material em suspensão na água, totalizando 3.662 determinações analíticas”. Os dados obtidos no Relatório II da Segunda Campanha de Campo que ocorreu do dia 12 a 23 de novembro de 2015 está abaixo em uma tabela, que pode ser comparada a outra que foram analisados em 2010.

Tabela I: Parâmetros físico-químicos medidos nas amostras de água em 2015

Anexo 2 - Parâmetros físico-químicos medidos nas amostras de água em 2015

Região	Local	Nº Amostra	Data da Coleta	Cor da água	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm)	OD (mg/L)	Temperatura (°C)
Amostras coletadas entre a barragem Santarém (SAMARCO) e a foz do rio Doce	Gesteira	EDA0001	14/11/2015	laranja	7,12	202,7	3,88	26,2
	Barra Longa	EDA0002	14/11/2015	laranja	6,96	132,1	3,78	26,3
	Rio Doce	EDA0003	14/11/2015	laranja	7,04	119,2	3,92	26,1
	Faz. Cachoeira D'Antas	EDA0004	14/11/2015	laranja	6,94	130,4	3,88	26,3
	Cachoeira dos Óculos	EDA0005	17/11/2015	marrom	7	98,82	6,23	27,2
	Ponte Rodovia Ipatinga	EDA0006	17/11/2015	marrom	7,02	109,6	6,26	27,4
	Periquito	EDA0007	17/11/2015	marrom	7,06	111,7	6,45	27,8
	Governador Valadares	EDA0008	17/11/2015	marrom	7,14	154,1	5,31	29,9
	Tumitinga	EDA0009	18/11/2015	marrom	6,92	198,9	3,7	28,8
	Conselheiro Pena	EDA0010	18/11/2015	marrom	6,9	185,4	3,99	30,7
	Baixo Guandu	EDA0011	18/11/2015	marrom	6,61	161,1	2,69	30,9
	Colatina	EDA0012	19/11/2015	marrom	6,71	151,7	3,65	27,9
	Linhares	EDA0013	19/11/2015	clara	7,07	107,5	5,52	27,5
Amostras coletadas no entorno da barragem Santarém	Pedras	EVA4003	19/11/2015	vermelha	7,6	226,6	4,91	24,9
	Barragem Samarco	EVA4004	20/11/2015	vermelha	6,72	468,3	1,67	26,9
	Córrego Bento Rodrigues	EVA4006	21/11/2015	laranja	5,62	24,21	8,52	26,6
	Gualaxo do Norte	EVA4008	21/11/2015	laranja	7,12	156,5	6,75	28,3
	Rio do Carmo	EVA4010	22/11/2015	laranja	7,51	84,92	6,9	27,7
	Foz Gualaxo do Norte	EVA4011	22/11/2015	laranja	6,89	130,8	6,94	26,9
Amostras coletadas que não foram afetadas pela lama	Bandeirantes	EVA4000	19/11/2015	laranja	7,8	724,6	6,13	24,5
	Furquim	EVA4001	19/11/2015	laranja	8,05	264,7	6,89	25,6
	Furquim	EVA4002	19/11/2015	marrom	8,1	48,43	7,84	26,6
	Estrada a Bento Rodrigues	EVA4005	21/11/2015	verde	7,96	143,9	10,18	23,9
	Fonseca	EVA4007	21/11/2015	laranja	6,57	109,2	7,43	26,5
	Camargos	EVA4009	22/11/2015	transparente	8,62	52,66	6,79	22

Tabela II: Parâmetros físico-químicos medidos nas amostras de água em 2010

Anexo 3 - Parâmetros físico-químicos medidos nas amostras de água coletadas em 2010

Região	Local	Estação 2015	Estação 2010	Data da Coleta	Cor da água	pH	OD (mg/L)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Temperatura (°C)
Amostras coletadas entre a barragem Santarém (SAMARCO) e a foz do rio Doce	Gesteira	ED-S-0001							
	Barra Longa	ED-S-0002	MAS399	22/01/2010		7,19	5,75	38,66	25,2
	Rio Doce	ED-S-0003	MAS411	25/01/2010		6,9	5,08	60,24	27,5
	Faz. Cachoeira D'Antas	ED-S-0004							
	Cachoeira dos Óculos	ED-S-0005	EVS810	14/05/2010	amarela	6,91	8,51	14,7	23,9
	Ponte Rodovia Ipatinga	ED-S-0006	EVS807	14/05/2010	amarela	5,82	8,94	14,5	22,4
	Periquito	ED-S-0007	EVS875	12/06/2010	amarela	6,8	7,87	24,66	23
	Governador Valadares	ED-S-0008	APS042	27/07/2010	verde	6,78	6,35	70,96	23,7
	Tumiritinga	ED-S-0009	APS045	28/07/2010	verde	6,71	5,87	74,22	24,2
	Conselheiro Pena	ED-S-0010	APS084	28/08/2010	clara	6,55	5,64	66,34	22,8
	Baixo Guandu	ED-S-0011	APS069	24/08/2010	verde	6,64	6,44	66,98	26,3
	Colatina	ED-S-0012	ISA245						
	Linhares	ED-S-0013							
Amostras coletadas no entorno da barragem Santarém	Pedras	EVS4003	MAS403	22/01/2010		6,87	6,46	71,56	24,2
	Barragem Samarco	EVS4004	SAMARCO						
	Córrego Bento Rodrigues	EVS4006	-						
	Gualaxo do Norte	EVS4008	-						
	Rio do Carmo	EVS4010	MAS399	22/01/2010		7,19	5,75	38,66	25,2
	Foz Gualaxo do Norte	EVS4011	MAS402	22/01/2010	Amarela	7,07	6,33	56,83	25,2
Amostras coletadas que não foram afetadas pela lama	Bandeirantes	EVS4000	LMS014	14/01/2010		7,12	6,08	197	22,5
	Furquim	EVS4001	LMS017	15/01/2010	amarela	7,19	6,68	59,65	25,8
	Furquim	EVS4002	LMS019	15/01/2010		6,82	6,79	42,14	25,5
	Estrada a Bento Rodrigues	EVS4005	-						
	Fonseca	EVS4007	EVS449	06/11/2009	amarela	6,44	5,38	33,52	27,6
	Camargos	EVS4009	-						

- a) Analisando o Local de Barra Longa nas duas tabelas I e II o que podemos identificar em quanto pH, oxigênio dissolvido (OD), e condutividade elétrica? Houve aumento? Diminuição? Ou permaneceu inalterado?

- b) E quanto a Governador Valadares? O que podemos notar quanto aos valores físico-químicos da análise da água, nas duas tabelas?

- c) E quando analisamos Pedras, na tabela I e II, houve alterações nos valores físico-químicos do pH, OD e condutividade elétrica?

Tabela III:

Anexo 7 - Resultados analíticos dos metais dissolvidos em água (câtions) nas amostras coletadas em 2015

Região	Local	Amostra	Data Coleta	As mg/L	Cd mg/L	Cr mg/L	Cu mg/L	Fe mg/L	Hg mg/L	Mn mg/L	Pb mg/L	Sb mg/L	Zn mg/L
Amostras coletadas entre a barragem Santarém (SAMARCO) e a foz do rio Doce	Gesteira	EDA0001	14/11/2015	<0,002	<0,002		<0,005	0,012	<0,0003	0,501	<0,002		<0,01
	Barra Longa	EDA0002	14/11/2015	<0,002	<0,002		<0,005	0,076	<0,0003	0,486	<0,002		<0,01
	Rio Doce	EDA0003	14/11/2015	<0,002	<0,002		<0,005	0,049	<0,0003	0,576	<0,002		<0,01
	Fazenda Cachoeira D'Anta	EDA0004	14/11/2015	<0,002	<0,002		<0,005	0,400	<0,0003	0,156	<0,002		<0,01
	Cachoeira dos Óculos	ED-A-0005	17/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,081	<0,0003	0,118	<0,002	<0,002	0,012
	Ponte Rodovia Ipatinga	ED-A-0006	17/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,080	<0,0003	0,068	<0,002	<0,002	0,019
	Periquito	ED-A-0007	17/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,063	<0,0003	0,068	<0,002	<0,002	0,020
	Governador Valadares	ED-A-0008	17/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,038	<0,0003	0,098	<0,002	<0,002	0,015
	Tumiritinga	ED-A-0009	18/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,052	<0,0003	0,042	<0,002	<0,002	0,022
	Conselheiro Pena	ED-A-0010	18/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,045	<0,0003	0,063	<0,002	<0,002	0,017
	Baixo Guandu	ED-A-0011	18/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	0,008	0,197	<0,0003	0,085	<0,002	<0,002	0,028
	Colatina	ED-A-0012	19/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	0,005	0,126	<0,0003	0,064	<0,002	<0,002	0,019
	Linhares	ED-A-0013	19/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,012	<0,0003	0,013	<0,002	<0,002	<0,01
Amostras coletadas no entorno da barragem Santarém	Pedras	EVA4003	19/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,301	<0,0003	0,775	<0,002	<0,002	<LQ
	Barragem Samarco	EVA4004	20/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	0,006	0,372		0,760	0,004	0,020	0,030
	Córrego Bento Rodrigues	EVA4006	21/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,501		0,584	0,004	0,020	0,028
	Gualaxo do Norte	EVA4008	21/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	0,005	0,339		0,728	0,004	0,021	0,030
	Rio do Carino	EVA4010	22/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,383		0,372	0,003	0,016	0,021
Foz Gualaxo do Norte	EVA4011	22/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,266		0,323	0,003	0,016	0,019	
Amostras coletadas que não foram afetadas pela lama	Bandeirantes	EVA4000	19/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,047	<0,0003	1,710	<0,002	<0,002	0,007
	Furquim	EVA4001	19/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,174	<0,0003	0,532	<0,002	<0,002	0,005
	Furquim	EVA4002	19/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,116	<0,0003	0,016	<0,002	<0,002	0,007
	Estrada de acesso a Bento Rodrigues antes da lama	EVA4005	22/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,029		0,040	<0,002	<0,002	<0,01
	Fonseca	EVA4007	21/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,178		0,085	<0,002	<0,002	<0,01
	Camargos	EVA4009	21/11/2015	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	0,204		0,052	<0,002	<0,002	<0,01

Tabela IV:

Anexo 8 - Resultados analíticos de metais dissolvidos em água (cátions) nas amostras coletadas em 2010

Região	Amostra	Estação 2015	Estação 2010	Data coleta	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn
					mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Amostras coletadas entre a barragem Santarém (SAMARCO) e a foz do rio Doce	Gesteira	ED-S-0001													
	Barra Longa	ED-S-0002	MAS399	22/01/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,002	0,377	0,00015	0,02	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Rio Doce	ED-S-0003	MAS411	25/01/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,003	1,4	0,00015	0,01	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Fazenda Cachoeira D'Anta	ED-S-0004													
	Cachoeira dos Óculos	ED-S-0005	EVS810	14/05/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,001	0,286	0,00015	0,0035	0,0035	0,001	0,001	0,02
	Ponte Rodovia Ipatinga	ED-S-0006	EVS807	14/05/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,003	0,315	0,00015	0,0035	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Periquito	ED-S-0007	EVS875	12/06/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,001	0,207	0,00015	0,0035	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Governador Valadares	ED-S-0008	APS042	27/07/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,001	0,113	0,00015	0,0035	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Tumiritinga	ED-S-0009	APS045	28/07/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,002	0,074	0,00015	0,0035	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Conselheiro Pena	ED-S-0010	APS084	28/08/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,001	0,001	0,00015	0,0035	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Baixo Guandu	ED-S-0011	APS069	24/08/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,004	0,001	0,00015	0,0035	0,0035	0,001	0,001	0,02
	Colatina	ED-S-0012	ISA245												
	Linhares	ED-S-0013													
Amostras coletadas no entorno da barragem Santarém	Pedras	EVS4003	MAS403	22/01/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,001	0,268	0,00015	0,03	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Barragem Samarco	EVS4004	SAMARCO												
	Cárrego Bento Rodrigues	EVS4006	-												
	Gualaxo do Norte	EVS4008	-												
	Rio do Carmo	EVS4010	MAS399	22/01/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,002	0,377	0,00015	0,02	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Foz Gualaxo do Norte	EVS4011	MAS402	22/01/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,002	0,229	0,00015	0,01	0,0035	0,001	0,001	0,005
Amostras coletadas que não foram afetadas pela lama	Bandeirantes	EVS4000	LMS014	14/01/2010	0,013	0,0005	0,0015	0,001	0,167	0,00015	0,27	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Funquim	EVS4001	LMS017	15/01/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,002	0,393	0,00015	0,02	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Funquim	EVS4002	LMS019	15/01/2010	0,001	0,0005	0,0015	0,008	0,284	0,00015	0,0035	0,0035	0,001	0,001	0,005
	Estrada Bento Rodrigues	EVS4005	-												
	Fonseca	EVS4007	EVS449	06/11/2009	0,001	0,0005	0,008	0,002	0,563	0,00015	0,07	0,0085	0,001	0,065	0,19
	Camargos	EVS4009	-												

Questão 03

Diante das Tabelas III e IV e os valores obtidos dos metais pesados (Arsênio As, cromo Cr, cobre Cu, chumbo Pb, zinco Z e mercúrio Hg) nas amostras em 2010 e 2015 nos locais de Conselheiro Pena e Rio do Carmo, é possível dizer que água estaria contaminada? Justifique sua resposta.

Anexo 4

Questionário Final

Prezado aluno(a),

Este questionário faz parte de uma pesquisa desenvolvida pela Especialização em Ensino de Ciências por Investigação – ENCI/ Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Por isso solicitamos que você o responda com sinceridade. Não existem respostas corretas. O importante para nós são suas próprias ideias. Por favor, tente expressá-las da forma mais clara possível.

Muito obrigada pela cooperação.

1. Você sabe o que uma empresa do ramo da mineração faz?
2. Qual impacto esse ramo de atividade pode ocasionar na economia local em sentido monetário?
3. Vocês conhecem algum projeto ou política pública relacionada ao nome de alguma mineradora? Se sim, quais?
4. Você sabe qual a finalidade de uma barragem de rejeitos de minério de ferro?
5. Quais tipos de impactos a sociedade pode sofrer, caso uma barragem se rompa?
6. Há impactos para o meio ambiente? Se sim, quais?
7. Que tipos de consequências a ruptura de uma barragem pode trazer para a água do rio próximo?

CARTA DE SOLICITAÇÃO PARA PESQUISA NA ESCOLA

Data.....

Ilma. Sra. XXXXXX

Diretora da Escola Estadual XXXXXXXX

Eu, Professor, responsável principal pelo projeto de pesquisa intitulado....., pertencente ao programa de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), venho solicitar, através de Vossa Senhoria, autorização para realizar esse projeto na referida Escola.

A pesquisa tem por objetivoe está sob a orientação do Professor MSc. Márcio Antônio da Silva. O projeto que ora apresento a V. S^a., envolve o estudo Fica a critério de V. S^a definir qual turma participará do projeto. Ocorrerá no ano letivo de após as autorizações cabíveis. A direção, supervisores e professor titular poderão participar na execução e avaliação das atividades.

Espera-se que esse estudo contribua para que os pesquisadores conheçam melhor o contexto de desenvolvimento dee incrementem, junto ao poder público, políticas que tenham embasamento em dados apurados em sua comunidade escolar.

A participação é voluntária e não obrigatória. Esclareço que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela participação dos sujeitos. Apresento a garantia expressa de liberdade do sujeito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

Procurarei garantir sigilo que assegure a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Os nomes dos alunos, do professor, de funcionários ou da escola não serão citados em nenhum documento produzido na pesquisa. A coleta de dados é imprescindível para análise, portanto, solicito a possibilidade de filmar ou usar áudio para algumas atividades. Entretanto, todos os registros produzidos ficarão guardados sob

nossa responsabilidade e apenas poderão ser consultados por pessoas diretamente envolvidas nesse trabalho.

A participação dessa Instituição não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. S^a, quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em caso de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Embora se saiba que qualquer projeto pode oferecer algum incômodo – tal como sentir-se constrangido com a presença do pesquisador nas aulas – estarei atento, de modo a corrigir eventuais desconfortos, procurando propiciar situações em que todos se sintam à vontade para se expressarem. A intenção é criar um espaço de convívio e estudo agradável, zelando pelo respeito e pelo estímulo à participação. Deixo bem claro que os participantes têm direito a esclarecimentos adicionais, antes, durante e depois da pesquisa.

Ao final, apresentarei os resultados para todos os participantes do projeto e demais interessados, em dia e local que V. S^a. definir. Entregarei à Escola uma cópia da monografia da pesquisa. A pesquisa, na íntegra, também poderá ser acessada na página do CECIMIG da UFMG após os trâmites legais para a sua publicação.

Caso ainda deseje qualquer esclarecimento, por favor, sinta-se à vontade para nos consultar sempre que preciso. Quanto a dúvidas relacionadas a aspectos éticos da pesquisa, V. S^a. poderá entrar em contato a Secretaria do CECIMIG. Todos os dados de contato do pesquisador principal e do orientador seguem ao final desta carta, que ficará em seu poder.

Sentindo-se esclarecida em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em anexo. O TCLE precisará ser assinado em duas vias, sendo que uma das vias ficará com V.S^a. e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Na expectativa de contar com a inestimável atenção de V. S^a., no atendimento a esta solicitação, aproveito o ensejo para apresentar nosso elevado apreço.

Desde já agradeço a sua colaboração.

Pesquisador Principal ENCI/UFMG

Orientador da Pesquisa
ENCI/UFMG

AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Eu, NOME DA DIRETORA, RG _____, diretora do Colégio XXXXX, recebi a visita do professor XXXXXX, aluno da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação, da Universidade Federal de Minas Gerais, que solicitou permissão para realizar, nessa Instituição de Ensino, sua pesquisa. O pesquisador me apresentou o projeto intitulado “xxxxxxx”, que tem por objetivo XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX. O projeto ocorrerá, com duração prevista para XXXXX, em consenso com a professora XXXXXX da disciplina de XXXXXXXX. Estou ciente de que o trabalho envolverá a participação ativa dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas pelo professor e o pesquisador. Segundo o pesquisador, eu e minha equipe pedagógica poderemos participar de todas as instâncias do planejamento das aulas, incluindo implementação e análise. O pesquisador esclareceu que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela participação dos sujeitos. Assegurou a privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Estou ciente de que os nomes dos alunos, do professor, de funcionários ou da escola não serão citados em nenhum documento produzido no processo, pois o pesquisador resguardará pelo sigilo e anonimato. Comunicou que os resultados da pesquisa serão divulgados para todos os participantes do projeto e demais interessados, em dia e local que eu definir. Sinto-me esclarecido em relação à proposta e concordo em participar voluntariamente desta pesquisa. Reconheço sua importância e as possíveis contribuições que poderá trazer ao processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Sendo assim, autorizo a realização da pesquisa nesta Instituição.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____.

NOME DO DIRETOR – RG: _____

Diretor do XXXXXXXX- ENDEREÇO- email:

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) - PAIS
E/OU RESPONSÁVEIS POR ALUNOS (AS)**

Caro pai, mãe ou responsável pelo (a) aluno (a)

Eu, Professor XXXXXXXXX, aluno da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação da Universidade Federal de Minas Gerais, gostaria de convidar seu (sua) filho (a) a participar da pesquisa “Nome da pesquisa”. Estive em contato com a Direção da Escola e com os Professores de seu (sua) filho (a) e obtive a colaboração e o consentimento de ambos para a realização deste estudo. Esta pesquisa tem por objetivo xxxxxxxx. Acreditamos que a Pesquisa será importante pois contribuirá ainda mais para a aprendizagem de seu (sua) filho (filha). As aulas ocorrerão nos horários habituais no ano letivo de XXXX. Participarão deste trabalho os (as) alunos (as) que, voluntariamente, assim o decidirem e contarem com o consentimento dos senhores pais ou responsáveis. O (a) aluno (a) terá seu anonimato garantido, pois serão utilizados pseudônimos no lugar dos nomes e, assim, as informações que fornecerem não serão associadas ao nome, em nenhum documento. A participação do (a) aluno (a) não envolverá qualquer natureza de gastos. Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado em duas vias, sendo que uma das vias ficará com o (a) senhor (a) e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Desde já agradecemos a sua colaboração.

Nome da pesquisadora/ RG
Pesquisadora Principal
email - (31) telefone
Universidade Federal de Minas Gerais

Nome do Orientador / RG
Orientador da Pesquisa
email - (31) telefone
Universidade Federal de Minas Gerais

A U T O R I Z A Ç Ã O

Após a leitura do documento acima (**CARTA-CONVITE DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**), declaro que estou suficientemente esclarecido (a) sobre a pesquisa: “*nome da pesquisa*”, seus objetivos e metodologia e que concordo com a participação do (a) aluno (a) abaixo identificado (a).

Nome do(a) aluno(a): _____

Nome do(a) responsável: _____

Assinatura do(a) responsável: _____

C.I.: _____ CPF _____