



Projeto Brumadinho – UFMG

Apresentação dos estudos realizados no âmbito do Projeto Brumadinho – UFMG

Apresentadores professores: Ricardo Machado Ruiz, Fabiano Teodoro Lara, Carlos Augusto Gomes Leal, Claudia Carvalhinho Windmoller, Cristiane Valéria de Oliveira e Jandira Maciel

Impactos das Mudanças no Uso e Cobertura do Solo

Objetivo: Apresentar os impactos causados pela mudança no uso e cobertura do solo associados ao espalhamento do rejeito, tanto na sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão, quanto na bacia do Rio Paraopeba, tal como possível compreender no âmbito no Projeto Brumadinho-UFMG.

Apresentadora: **Cristiane Valéria de Oliveira**

Professora do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da UFMG

Subprojetos relacionados

Subprojeto 02: Mapeamento de uso e cobertura do solo na Sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão.
Coordenação: Prof. Rodrigo Affonso de Albuquerque Nóbrega

Objetivo: identificar e avaliar os impactos decorrentes do rompimento da Barragem B1 da Mina "Córrego do Feijão", a partir do mapeamento multitemporal da cobertura e do uso do solo na Sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão e do diagnóstico das alterações ocorridas.

Equipe: 7 professores; 1 estudante de doutorado, 1 de mestrado e 4 de graduação

Subprojeto 08: Coleta de amostras de solos e rejeitos na Sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão.
Coordenação: Profa. Cristiane Valéria de Oliveira e Prof. Fábio Soares de Oliveira

Objetivo: coletar amostras de solos e rejeitos na Sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão, município de Brumadinho, MG, conforme especificações técnicas. Foram coletadas amostras em 214 pontos, sendo que em 188 pontos foram coletadas amostras nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, em 2 pontos na profundidade 0-20 cm e em 24 pontos nas profundidades 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm, totalizando 498 amostras divididas em dois planos amostrais. Desse total, há amostras de rejeito, de rejeito+solo e de solo (referência) e há também 20 amostras retiradas de 4 pontos, localizados na área onde ficava a Barragem B1.

Equipe: 3 professores; 3 pós-doutorandos, 4 estudantes de doutorado e 2 de mestrado

Subprojeto 58: Mapeamento e caracterização dos estabelecimentos agropecuários pertencentes à Sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão.

Coordenação: Prof. Diego Rodrigues Macedo.

Objetivo: mapear e caracterizar os estabelecimentos agropecuários pertencentes à Sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão, tendo como objetivo realizar o levantamento das atividades agropecuárias que eram desenvolvidas na bacia e que podem ter sido impactadas pelo rompimento da barragem de rejeitos BI da Mina “Córrego do Feijão”.

Equipe: 2 professores; 1 estudante de mestrado e 1 de graduação

Subprojeto 60: Zoneamento Ambiental e Produtivo – ZAP da Sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão e da bacia do Rio Paraopeba.

Coordenação: Prof. Carlos Fernando Ferreira Lobo.

Objetivo: realizar o Zoneamento Ambiental Produtivo (ZAP) da sub-bacia do Córrego Feijão e da Bacia do Rio Paraopeba e estimar e avaliar o estudo da demanda, da disponibilidade e da pressão hídrica; além de mapear e calcular as Áreas de Preservação Permanente (APP) hídricas, o índice de concentração de nascentes e o cruzamento de resultados do PUC e de uso e ocupação, a fim de observar conflitos presentes na área.

Equipe: 7 professores; 2 pós-doutorandos, 2 estudantes de doutorado e 3 de graduação

Impactos:

Projeto Brumadinho UFMG

1 – Recobrimento dos Solos pelo Rejeito

Evolução do uso e cobertura do solo na área de estudo, nos Tempos 1, 2 e 3						
Uso e cobertura do solo	Tempo 1		Tempo 2		Tempo 3	
	Área total (ha)	Área relativa (%)	Área total (ha)	Área relativa (%)	Área total (ha)	Área relativa (%)
Floresta Estacional Semidecidual	1873,74	47,65	1749,67	44,49	1747,24	44,43
Cerrado	342,04	8,70	321,74	8,18	316,90	8,06
Campos de Altitude	96,81	2,46	96,81	2,46	96,81	2,46
Vegetação Degradada	104,78	2,66	99,27	2,52	85,36	2,17
Unidade Rural	194,08	4,94	174,61	4,44	118,16	3,00
Galpões	2,66	0,07	2,66	0,07	2,63	0,07
Tanques e Açudes	8,18	0,21	5,29	0,13	5,29	0,13
Área de Cultivo	68,86	1,75	51,62	1,31	30,04	0,76
Pastagem	337,02	8,57	329,01	8,37	271,37	6,90
Pastagem Degradada	22,96	0,58	22,99	0,58	20,56	0,52
Manchas Urbanas/Povoados	182,04	4,63	176,80	4,50	176,83	4,50
Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos - ETRS	12,10	0,31	12,10	0,31	12,11	0,31
Mineração/Cava	581,67	14,79	544,61	13,85	528,14	13,43

Fonte: Tabela 10 do Relatório Final do Subprojeto 02

“Tempo 1” :período pré-rompimento, dezembro de 2018;

“Tempo 2” :janeiro de 2019, imediatamente após o rompimento,

“Tempo 3” : abril de 2020, mais de um ano após o rompimento e já com o avanço das obras de reparação.

1 – Recobrimento dos Solos pelo Rejeito

Projeto Brumadinho UFMG

Evolução do uso e cobertura do solo na área de estudo, nos Tempos 1, 2 e 3						
Uso e cobertura do solo	Tempo 1		Tempo 2		Tempo 3	
	Área total (ha)	Área relativa (%)	Área total (ha)	Área relativa (%)	Área total (ha)	Área relativa (%)
Escritórios e Sede Social	16,01	0,41	5,87	0,15	6,85	0,17
Área de Manutenção de Equipamentos	10,50	0,27	10,50	0,27	10,49	0,27
Barragens de Rejeito	43,48	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Espalhamento da Lama	0,00	0,00	299,22	7,61	0,00	0,00
Lama e Obras de Recuperação	0,00	0,00	0,00	0,00	431,90	10,98
Estação de Tratamento de Águas Fluviais - ETAF	0,00	0,00	0,00	0,00	41,69	1,06
Barragens de Água	23,52	0,60	17,03	0,43	16,84	0,43
Rio Paraopeba	11,90	0,30	12,58	0,32	13,21	0,34

Fonte: Tabela 10 do Relatório Final do Subprojeto 02

"Tempo 1": período pré-rompimento, dezembro de 2018;

"Tempo 2": janeiro de 2019, imediatamente após o rompimento,

"Tempo 3": abril de 2020, mais de um ano após o rompimento e já com o avanço das obras de reparação.

- Aspecto dinâmico do rompimento.
- Perda do solo: o solo foi coberto ou levado pela lama, e essa parte perdida não pode ser recuperada. Isso reduz a capacidade da terra de produzir alimentos e destrói solos especiais que ajudam a manter a qualidade e a quantidade da água na região.

1 – Recobrimento dos Solos pelo Rejeito

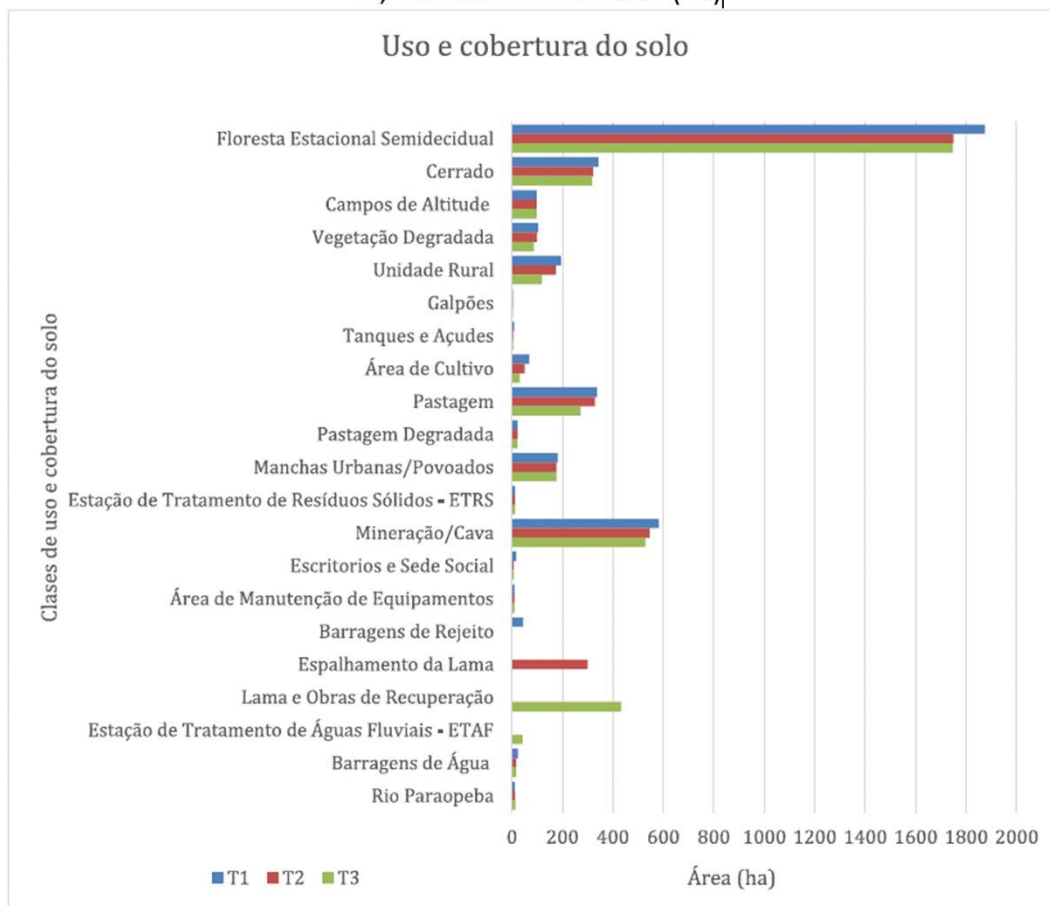
Consequências associadas:

- (i) A parte de cima do solo é muito importante porque nela vivem microrganismos que ajudam a transformar restos de plantas e outros materiais em nutrientes. Eles também ajudam no ciclo de elementos como carbono, nitrogênio e enxofre, que mantêm a vida no ambiente. Quando essa camada é perdida, muitos desses processos naturais deixam de acontecer.
- (ii) A lama cobriu áreas que antes tinham vegetação. Sem plantas para proteger o solo, aumenta a poeira e a poluição do ar, piorando sua qualidade.
- (iii) Comprometimento da quantidade e qualidade da água: o solo natural é organizado de um jeito que deixa espaços por onde a água da chuva consegue entrar, alimentando o lençol freático e reduzindo a erosão. Quando esse solo é destruído ou coberto pela lama, essa função se perde. Além disso, o solo funciona como um filtro natural, ajudando a reter poluentes – e essa proteção também se reduz.

2 – Perda da Vegetação Florestal

Projeto Brumadinho UFMG

Matriz de transição do uso e cobertura do solo na área de estudo entre os Tempos T1, T2 e T3, em valores absolutos (ha)



Fonte: Figura 37 do Relatório Final do Subprojeto

“T1”: período pré-rompimento, dezembro de 2018;

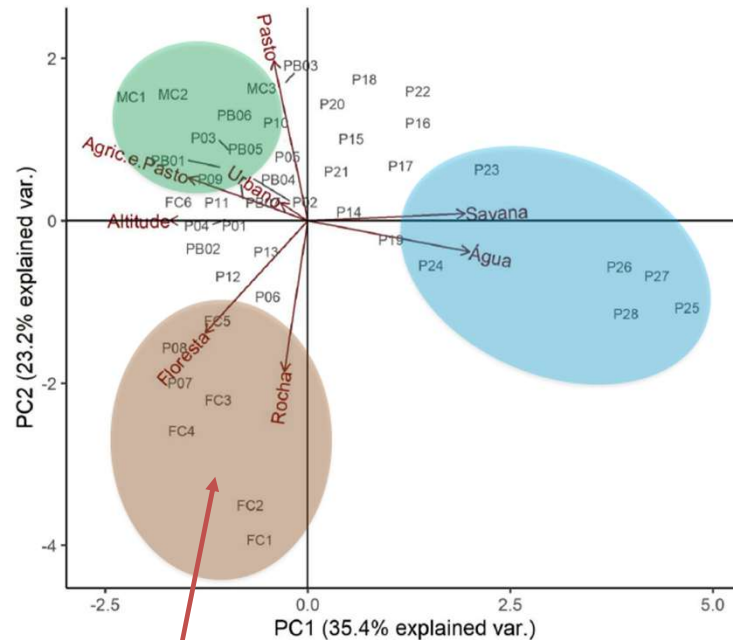
“T2”: janeiro de 2019, imediatamente após o rompimento,

“T3”: abril de 2020, mais de um ano após o rompimento e já com o avanço das obras de reparação.

2 – Perda da Vegetação Florestal

Projeto Brumadinho UFMG

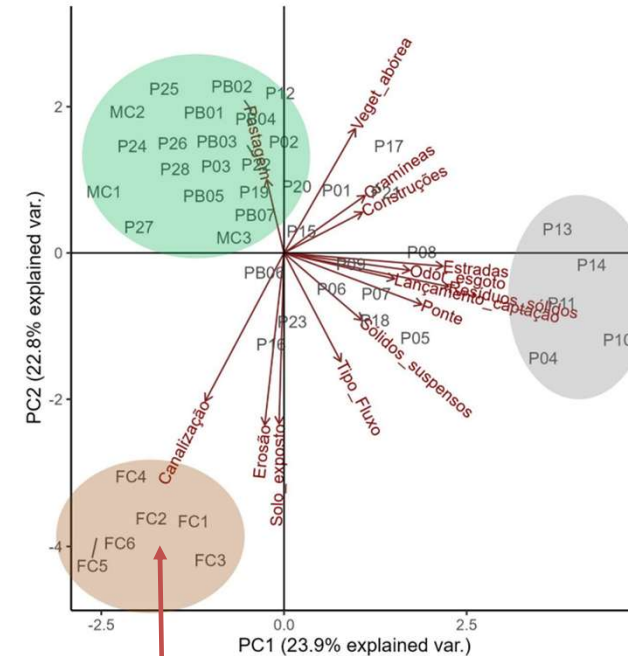
Análise dos componentes principais utilizando as classes de uso solo no interior de um círculo com 1 km de raio situado imediatamente a montante de cada ponto amostral



Fonte: Figura 18 do Relatório Final do Subprojeto 09+11

Antes do rompimento: área se destacava pela presença de afloramentos de rocha e cobertura florestal

Análise dos componentes principais utilizando as características do entorno de cada ponto amostral de água superficial



Fonte: Figura 4 do Relatório Final do Subprojeto 09+11

Após o rompimento: área se destaca pela presença de solo exposto e erosão

2 – Perda da Vegetação Florestal

Consequências associadas:

- (i) A vegetação que existia na região – tanto árvores quanto plantas menores – foi destruída. Essa vegetação era muito importante porque servia de moradia, proteção e fonte de alimento para muitos animais. Com a perda desse ambiente, vários animais ficaram sem abrigo e sem comida, e isso pode causar impactos agora e no futuro.
- (ii) Aumento da taxa de erosão com comprometimento de todo ecossistema: sem a vegetação natural, o solo fica mais exposto. As raízes das plantas ajudam a formar espaços no solo por onde a água da chuva consegue entrar. Quando a vegetação desaparece, a água infiltra menos e aumenta a erosão. As áreas mais afetadas foram as partes baixas da bacia, perto do Ribeirão Ferro-Carvão, onde havia mata ciliar – um tipo de vegetação essencial para proteger rios. Essa vegetação perdida era fundamental para manter a qualidade e a quantidade de água, evitar que areia e lama se acumulem nos rios (assoreamento) e servir de abrigo e alimento para animais terrestres e aquáticos.

3 – Perda de Área Produtiva

Projeto Brumadinho UFMG

Diagrama de transição da cobertura do solo simplificada na área de estudo entre os Tempos T1, T2 e T3

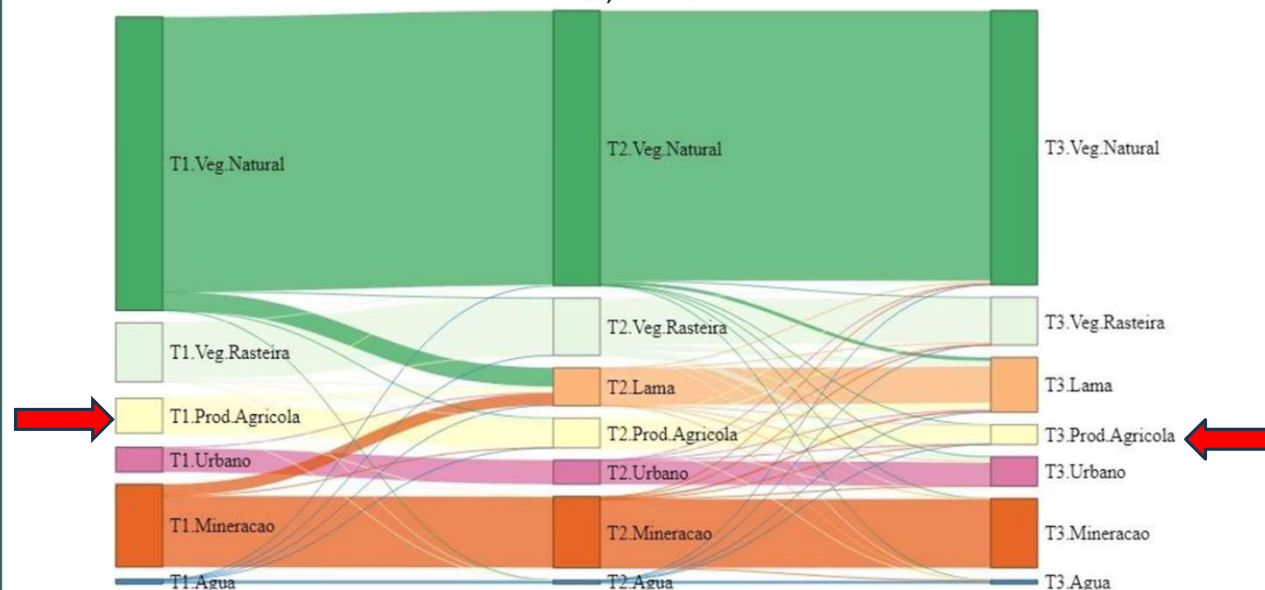


Figura 38 - Diagrama de transição da cobertura do solo simplificada na área de estudo entre os Tempos T1, T2 e T3. Veg.Natural: Floresta estacional semidecidual, cerrado e campos de altitude; Veg.Rasteira: Vegetação degradada, pastagem e pastagem degradada; Prod.Agricola: Unidade rural, galpões, tanques e açudes, área de cultivo; Urbano: Manchas urbanas povoado, Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos – ETRS e Estação de Tratamento de Águas Fluviais – ETAF; Mineração: Mineração/Cava; escritórios e Sede Social; Área de Manutenção de Equipamentos; Barragens de Rejeito (T1); Água: Rio Paraopeba, barragens de água; Lama: Espalhamento da Lama (T2), Lama e Obras de Recuperação (T3).

Fonte: Figura 38 do Relatório Final do Subprojeto 02

As áreas destinadas à produção agrícola diminuíram em mais de 50%, passando de 68,86ha antes do rompimento para 30,04ha, em abril de 2020.

"T1": período pré-rompimento, dezembro de 2018;

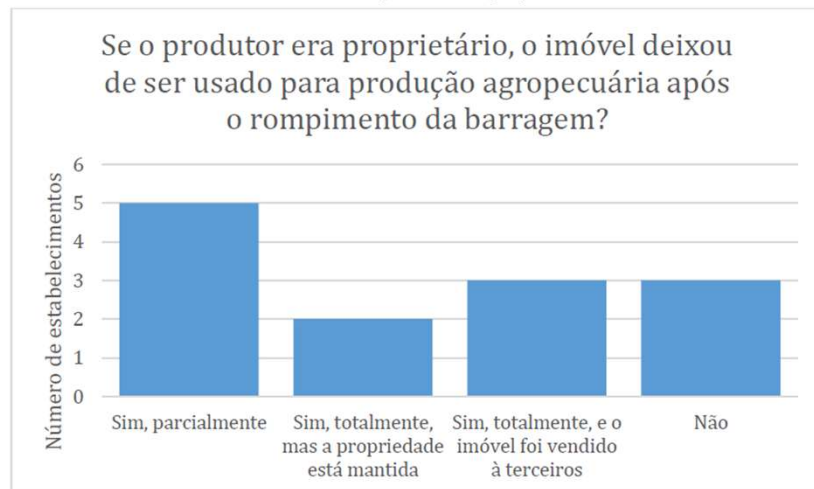
"T2": janeiro de 2019, imediatamente após o rompimento,

"T3": abril de 2020, mais de um ano após o rompimento e já com o avanço das obras de reparação.

3 – Perda de Área Produtiva

Projeto Brumadinho UFMG

Número de imóveis dos produtores investigados na bacia do Ribeirão Ferro-Carvão que tiveram mudança no uso agropecuário



Fonte: Figura 10 do Relatório Final do Subprojeto 58

Apenas 3 de 13 estabelecimentos agropecuários continuaram utilizando a mesma área para a produção.

Perda de áreas em classes de Potencial de Uso Conservacionista de T1 para T3

Classe PUC	Área perdida pelo espalhamento, em relação a T1 (ha)	Percentual (%) de área perdida, em relação a T1
Muito baixo	0,15	0,01
Baixo	50,60	2,06
Médio	169,44	6,89
Alto	109,92	4,47
Muito alto	24,18	0,98

Fonte: Tabela 14 do Relatório Final do Subprojeto 60

Foram perdidas áreas que tinham grande potencial para agricultura e produção de alimentos, mas que acabaram sendo cobertas pela lama. De acordo com o Relatório do Subprojeto 60, muitas dessas áreas eram classificadas como de **médio a alto PUC**, ou seja, tinham um potencial natural muito bom para produção, boa capacidade de infiltração de água e maior resistência à erosão.

Em resumo: as áreas que poderiam produzir mais e melhor foram justamente algumas das mais afetadas pelo rejeito.

3 – Perda de Área Produtiva

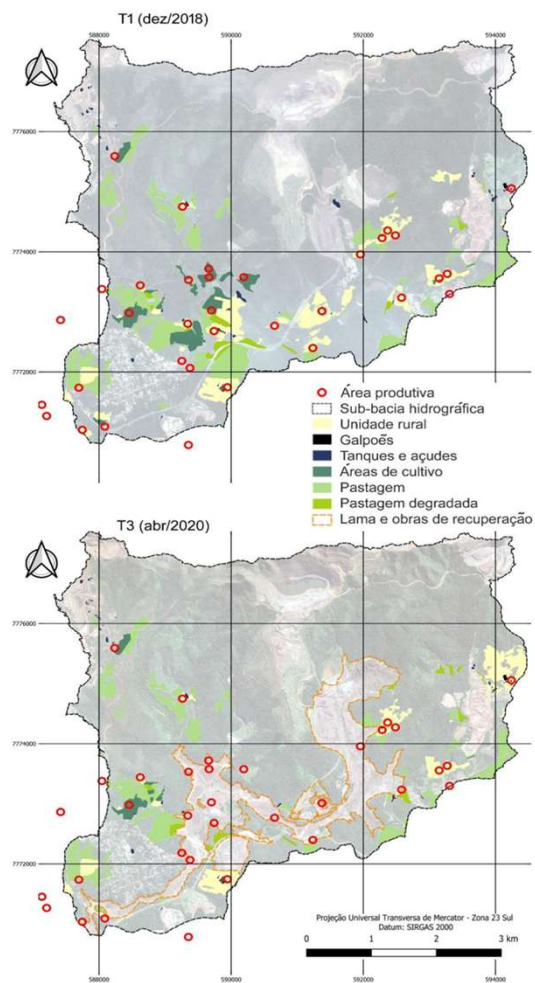
Consequências associadas:

- (i) Alteração no mercado de trabalho: Os responsáveis pelas propriedades rurais disseram, com muita clareza, que houve grandes problemas para conseguir mão de obra depois do desastre. Entre janeiro de 2019 e dezembro de 2021, o número de trabalhadores caiu, mesmo nas propriedades que continuaram funcionando. Também diminuiu muito a quantidade de meeiros e trabalhadores assalariados. Isso mostra que a atividade agropecuária diminuiu bastante na área estudada, já que não foram feitos investimentos para melhorar a produção nesse período – algo confirmado tanto pelos pesquisadores quanto pelos entrevistados.
- (ii) Mudanças no padrão alimentar: Com a redução das áreas de cultivo – principalmente de hortaliças –, a alimentação da população da região mudou bastante. Além de produzir menos, muitas pessoas passaram a desconfiar da qualidade dos alimentos por medo de contaminação, seja do solo ou da água usada na irrigação. Esse receio foi relatado com frequência por moradores e turistas de Brumadinho e de outros municípios afetados. Os relatórios também mostram que muitos municípios próximos à área atingida tiveram queda na venda de frutas, legumes e verduras depois do desastre, especialmente Brumadinho. Com menos produção e menos comercialização, a renda média dos trabalhadores caiu. Como consequência, muitas pessoas podem ter passado a consumir mais alimentos industrializados, por medo de comer alimentos frescos possivelmente contaminados. Isso pode trazer problemas de saúde pública, como aumento de casos de diabetes e hipertensão, entre outros. Três subprojetos estavam originalmente planejados no âmbito do Projeto Brumadinho-UFMG, os Subprojetos 33, 35 e 36, com o objetivo de analisar os alimentos produzidos na área atingida pelo rompimento, mas não foram executados.

4 – Queda do rendimento médio dos estabelecimentos agropecuários

Projeto Brumadinho UFMG

Mapas ilustrativos das áreas ocupadas pelas principais atividades agropecuárias na bacia do Ribeirão Ferro-Carvão antes e depois do rompimento da barragem de rejeitos



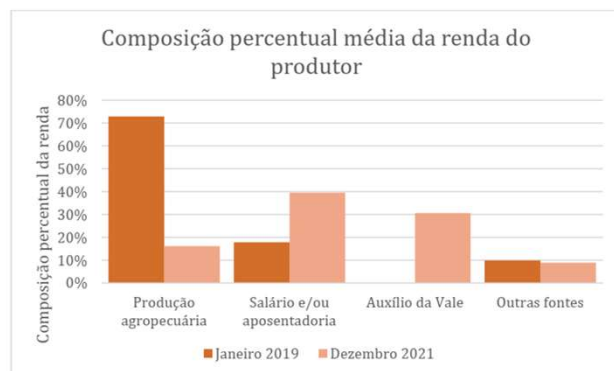
Fonte: Figura 16 do Relatório Final do Subprojeto 58

A maior parte dos estabelecimentos agropecuários estavam (estão) em áreas que foram atingidas pela lama.

4 – Queda do rendimento médio dos estabelecimentos agropecuários

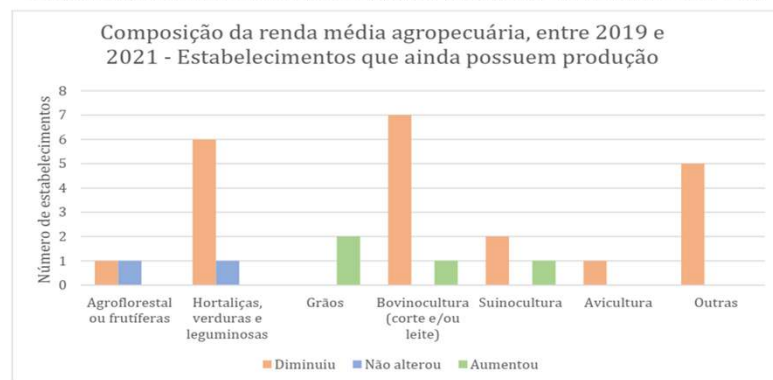
Projeto Brumadinho UFMG

Composição percentual média da renda do produtor em janeiro de 2019 e dezembro de 2021 na bacia do Ribeirão Ferro-Carvão



Fonte: Figura 13 do Relatório Final do Subprojeto 58

Situação da porcentagem da composição da renda média agropecuária dos estabelecimentos agropecuários em janeiro de 2019 e dezembro de 2021, considerando os estabelecimentos que ainda possuem área produtiva em dezembro de 2021



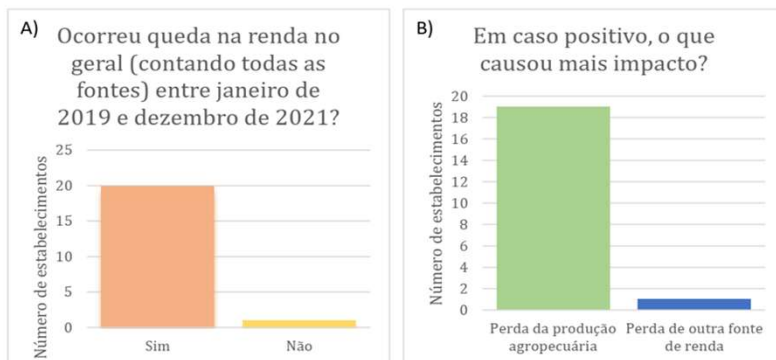
Fonte: Figura 17 do Relatório Final do Subprojeto 58

A perda das áreas usadas para produção, seja pelo recobrimento ou mesmo pelo fato de ficarem muito perto da lama de rejeito, mudou de forma repentina o trabalho dos produtores e isso, reduziu bastante sua renda. Antes do rompimento da Barragem BI, mais de 70% da renda vinha da agropecuária. Depois do desastre, esse valor caiu para menos de 20%. A produção de hortaliças e a criação de animais (como bovinos, suínos e aves) diminuíram muito, o que alterou todo o jeito de produzir na região.

4 – Queda do rendimento médio dos estabelecimentos agropecuários

Projeto Brumadinho UFMG

Número de estabelecimentos nos quais a queda na produção agropecuária causou maior impacto em sua renda entre janeiro de 2019 e dezembro de 2021



Fonte: Figura 20 do Relatório Final do Subprojeto 58

Número de estabelecimentos em que foi necessário reestruturar ou adiar investimentos do processo produtivo



Fonte: Figura 18 do Relatório Final do Subprojeto 58

A maioria dos estabelecimentos disse que perdeu renda, e essa queda está ligada à redução da produção.

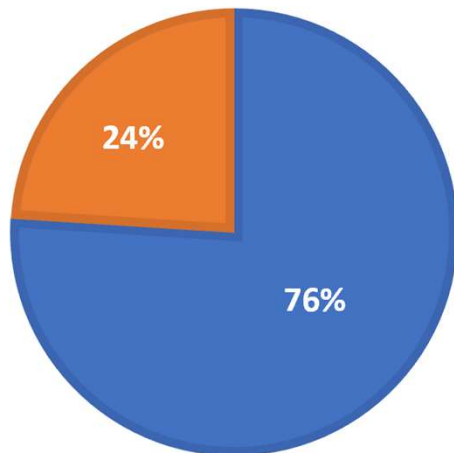
A maior parte dos produtores contou que precisou reorganizar ou adiar investimentos no seu trabalho por causa dos impactos do rompimento.

Consequências associadas: Mudanças no mercado de trabalho, queda da renda e necessidade de reorganizar todo o processo produtivo. Estudos sobre como o rompimento afetou a economia, o emprego e a produção já foram feitos e serão apresentados ao longo do dia.

5 – Mudanças no comportamento do rio, com perda e/ou contaminação dos solos das margens do Rio Paraopeba

Distribuição Percentual dos 12 milhões de m³ de rejeitos liberados no rompimento da Barragem B1

■ Sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão ■ Bacia do Rio Paraopeba



O leito do rio mudou: ele passou a seguir novos caminhos e deixou outros para trás, fazendo com que algumas lagoas desaparecessem.

O fundo dos rios ficou mais cheio de sedimentos por causa da erosão e dos rejeitos, o que mudou as características da água. Ela ficou muito mais turva e com maior risco de contaminação.

As áreas alagadas ficaram maiores, porque o rio perdeu capacidade de reter água. A área coberta pelos rejeitos também aumentou.

5 – Mudanças no comportamento do rio, com perda e/ou contaminação dos solos das margens do Rio Paraopeba

Além desses impactos, existem outras consequências que já aconteceram ou que ainda podem ocorrer, como:

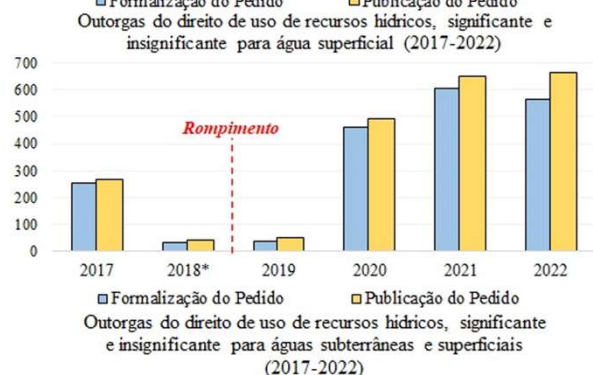
- i. A contaminação dos alimentos cultivados na região e, por consequência, dos animais e das pessoas que consomem esses produtos.
- ii. As mudanças no comportamento do rio, com o depósito e a mistura do rejeito nos solos das margens do Rio Paraopeba, especialmente abaixo da bacia do Ribeirão Ferro-Carvão, podem prejudicar a qualidade dos produtos agrícolas e também da pecuária.
- iii. A situação fica ainda mais preocupante porque há muitos estabelecimentos rurais ao longo de toda a bacia do Rio Paraopeba, principalmente voltados para a pecuária e o cultivo de alimentos, como apontado no Relatório Final do Subprojeto 60.

Não há nenhum subprojeto dentro do Projeto Brumadinho que esteja avaliando ou monitorando a qualidade dos alimentos produzidos nessa região.

6 – Aumento do conflito de uso da água nas sub-bacias contribuintes do Rio Paraopeba

Projeto Brumadinho UFMG

Evolução das outorgas do direito de uso dos recursos hídricos, com base nos dados do IGAM
Outorgas do direito de uso de recursos hídricos, significante e insignificante para água subterrânea (2017-2022)



Fonte: Elaborado pelos autores

A análise da quantidade de água disponível nos trechos dos rios – levando em conta todas as autorizações de uso dadas pelo IGAM (como abastecimento público, uso industrial, agricultura, irrigação, dessedentação de animais, lazer, geração de energia, navegação e diluição de efluentes) – mostrou que: **37,4% dos trechos avaliados não tinham água suficiente**, ou seja, a demanda era maior que a quantidade de água disponível.

16,6% estavam em estado de atenção, o que significa que o consumo estava quase chegando ao limite do que o rio poderia fornecer.

6 – Aumento do conflito de uso da água nas sub-bacias contribuintes do Rio Paraopeba

Consequências associadas:

- i. A produção na Bacia do Rio Paraopeba foi prejudicada. Como a água é essencial para a vida, qualquer redução na sua disponibilidade afeta todas as atividades que dependem dela – como irrigação, criação de animais, atividades industriais e até o abastecimento das cidades.
- ii. Como o abastecimento público é a prioridade, quando há pouca água, os outros usos ficam ainda mais limitados. Isso pode prejudicar toda a produção e a economia da região. Outros relatórios finais também abordaram os impactos causados pela redução da disponibilidade de água.

RECOMENDAÇÕES E NECESSIDADE DE MONITORAMENTO

Projeto Brumadinho UFMG

Com base na descrição dos impactos, é possível identificar algumas demandas importantes para estudos e monitoramento futuro da área atingida pelo rompimento da barragem B1:

- (i) As ações de reparação, especialmente quanto ao destino do rejeito depositado na sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão, ainda estavam acontecendo (abril de 2020). É preciso acompanhar essas atividades para saber exatamente qual foi a área afetada e como a região ficará depois que tudo for concluído. Também é necessário acompanhar a revegetação, observando quais espécies serão usadas e como ocorrerá a recuperação da vegetação.
- (ii) É fundamental esclarecer se os alimentos da região estão contaminados. Por isso, são urgentes estudos que avaliem e acompanhem a qualidade tanto dos produtos agrícolas quanto dos alimentos de origem animal produzidos ali.
- (iii) A nova dinâmica dos rios na região precisa ser estudada para entender melhor mudanças como o surgimento de novas áreas de inundação e de risco, causadas pela deposição de rejeitos.
- (iv) É necessário acompanhar os novos pedidos de uso da água na bacia do Rio Paraopeba, feitos ao IGAM, para identificar possíveis novos conflitos pelo uso da água.
- (v) A queda da renda média das propriedades rurais precisa continuar sendo observada, assim como todos os impactos econômicos relacionados às atividades rurais afetadas.

Em resumo, os impactos causados pelas mudanças no uso e na cobertura do solo precisam continuar sendo acompanhados mesmo depois do período estudado. Isso porque muitos desses efeitos podem durar por muito tempo e continuar mudando, mostrando que as consequências do rompimento não são fixas, mas sim dinâmicas.

Considerações finais

As mudanças no uso e na cobertura do solo causaram vários impactos: o solo foi coberto pelo rejeito, a vegetação natural foi perdida, áreas produtivas desapareceram, a renda das propriedades rurais caiu, a dinâmica dos rios mudou e houve perda ou contaminação dos solos próximos ao Rio Paraopeba. Além disso, aumentaram os conflitos pelo uso da água nas sub-bacias da região, entre outros problemas.

Em resumo, quando se trata de uso e cobertura do solo, o rompimento da Barragem B1 da Mina Córrego do Feijão provocou impactos, tanto na área mais próxima (Sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão) quanto em toda a Bacia do Rio Paraopeba. Mesmo com diferentes intensidades, esses impactos mexeram com o equilíbrio ambiental, afetando solo, água, ar, plantas e animais. Isso também prejudica a qualidade de vida das pessoas que vivem ali.

Sugere-se acompanhar as ações de reparação e realizar novos estudos, pois há questões que foram levantadas nessa apresentação de resultados que ainda precisam ser esclarecidas para se afirmar a ocorrência de reparação integral.

Obrigada pela atenção!!!





Acesse o site e confira
todos os materiais na íntegra:
<http://projetoalumadinho.ufmg.br>
