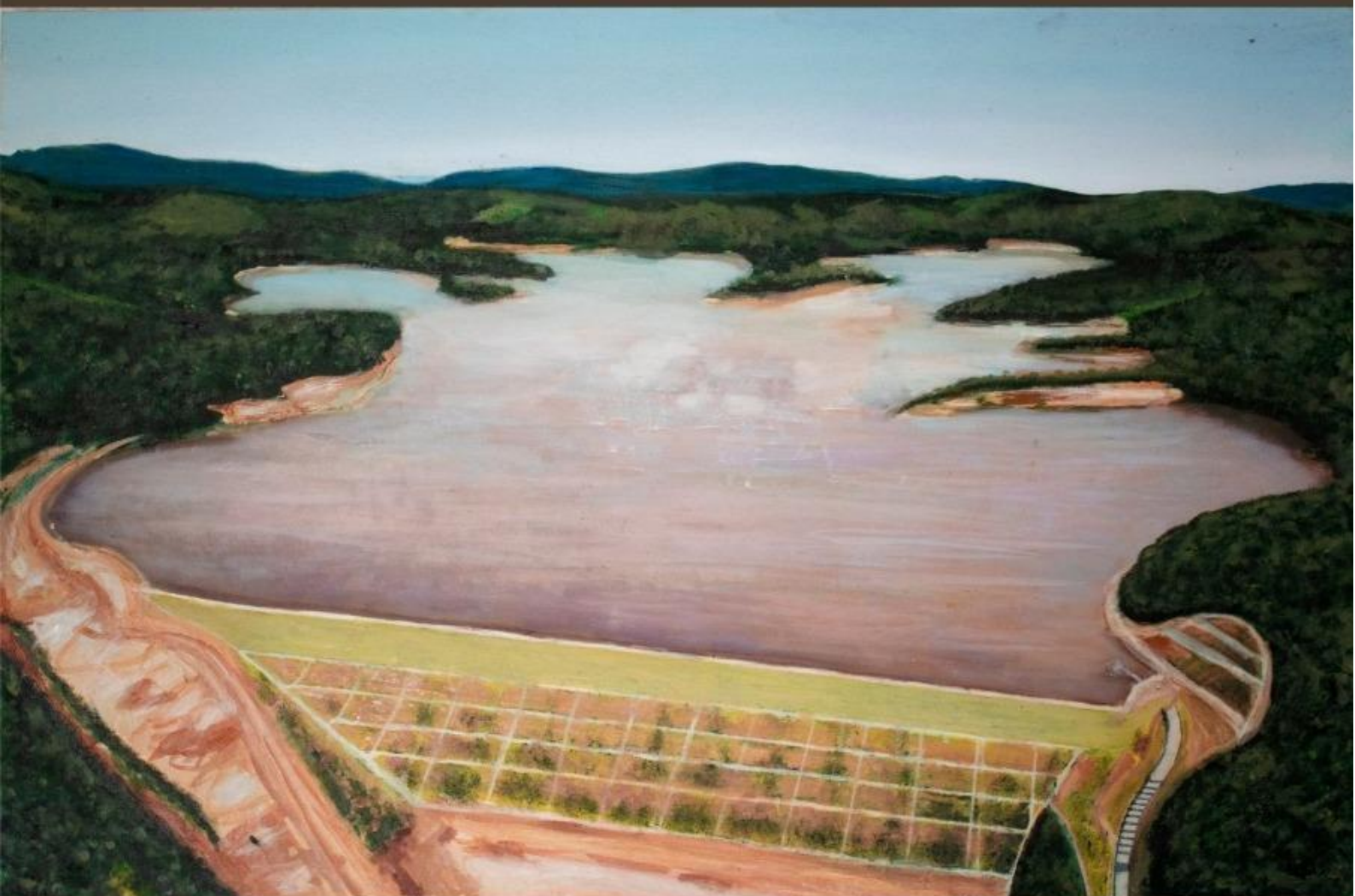




“No meio do caminho, o rejeito...”



Ho P. Maciel

Endereço postal

Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG

Unidade João Monlevade
Avenida Brasília, 1.304
Bairro Baú - João Monlevade/MG - Brasil
CEP 35.930-314 – Fone: (31) 3859-3200

Contato Principal

Equipe – REIS

Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade João Monlevade
Telefone: (31) 98510-1759
E-mail: revista.engenhariasocial@uemg.br

Contato para Suporte Técnico

Revista Engenharia de Interesse Social

Telefone: (31) 98510-1759
E-mail: revista.engenhariasocial@uemg.br

Equipe Editorial

Editor Chefe

Robson Pereira de Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Conselho Editorial

Andreia Ribeiro Ayres, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Arminda Eugenia Marques Campos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, SP, Brasil

Geraldo de Souza Ferreira, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil

Ivan Bursztyrn, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Lênin dos Santos Pires, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil

Luis Henrique Abegão, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ, Brasil

Marcus Alvarenga Soares, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, Brasil

Maurício César Delamaro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, SP, Brasil

Editores Científicos

Sergio Luiz Gusmão Gimenes Romero, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Rafael Otávio Fares Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Flávia Cristina Silveira Braga, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Telma Ellen Drumond Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Editor de Texto

Sergio Luiz Gusmão Gimenes Romero, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Editor Convidado

Glelson Pereira Marques, Universidade do Estado de Minas Gerais, Passos, MG, Brasil

Assessores de Editoração

Renata Janaína do Carmo, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Railton Barros Fonseca, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Comitê de Avaliadores

Adrielle Magalhães, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Afonso de Paula dos Santos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

Agostinho Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Alan Rodrigues Teixeira Machado, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Alexandre de Barros Teixeira, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Alexsander Saves dos Santos, Universidade Brasil, Brasil

Aline Ferreira Antunes, Universidade Federal de Goiás, Brasil

Ana Maria Moreira Batista, UEMG- Universidade do Estado de Minas Gerais

Andrea Patrícia Vargas Niño, Universidad de Cundinamarca, Colômbia

Andreia Ribeiro Ayres, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Breno Eustáquio da Silva, Universidade do Estado de Minas Gerais Faculdade Doctum de João Monlevade, Brasil

Bruno Galvão, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, Brasil

Bruno Perozzi, Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais, Brasil

Cassiano S. Rosa, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil

Cecilia Silva Monnerat, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade

Daniele Cristina Gonçalves, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil, Brasil

Diana Darlen Soares Cangussú, Universidade do Estado de Minas Gerais/Docente no Departamento de Engenharia Aplicada e Tecnologias Ambientais

Evaneide Nascimento Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Fabricio Rainha Ribeiro, Faculdade Vértice – Univértix, Matipó, MG, Brasil

Fernanda Tátia Cruz, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Fernanda Tavares Barcelos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Flávia Cristina Silveira Braga, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Flávia Martins Pantuza, Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

Gabriela Braga Fonseca, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Gleicia Miranda Paulino, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Gracielle Antunes Araújo, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Graziela Fátima Pereira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Hygor Aristides Victor Rossini, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Ícaro Trindade Carvalho, Rede Doctum de Ensino, Brasil

Isac Jonatas Brandão, Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu, Manhuaçu, MG, Brasil

Jônatas Franco Campos da Mata, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

José Alves Ferreira Neto, Universidade do Estado de Minas Gerais - João Monlevade, MG, Brasil, Brasil

Júnia Soares Alexandrino, Universidade do Estado de Minas Gerais - João Monlevade, MG, Brasil

Juscelina Rosiane Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Jussara Aparecida de Oliveira Cotta, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo, Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

Kelly Cristina Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Ladir Antonio Silva Junior, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Laura de Souza Cota Carvalho Silva Pinto, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Lucília Alves Linhares Machado, Universidade Federal de Ouro Preto - Campus João Monlevade, Brasil

Luiza Bedê, Professora de Linguística e Língua Portuguesa do Centro Universitário Municipal de Franca

Maísa Comar Pinhotti Aguiar, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Marcelo Silva Pinto, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Marcus Alvarenga Soares, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, Brasil

Maria de Lourdes de Almeida Silva, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

Maurício César Delamaro, UNESP, Guaratinguetá, SP, Brasil

Michel Fábio Moreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

Rafael Otávio Fares Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Rafael Vital Januzzi, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Renata dos Santos, Universidade Federal de Itajubá - Campus Theodomiro Carneiro Santiago, Brasil

Rieder de Oliveira Neto, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Rita de Cássia Mendes, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Robson Pereira de Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Roney Eduardo Lino, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Rubem Geraldo Vasconcelos Machado, Rede de Ensino Doctum, João Monlevade, MG, Brasil

Rudinei Martins de Oliveira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Savio Correa, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, MG, Brasil

Sergio Luiz Gusmão Gimenes Romero, Universidade Do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Shisley Ramos Barcelos, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Silmara Garcia, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Sofia Luiza Brito, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ubá, MG, Brasil

Tamara Daiane Souza, Universidade Federal de Ouro Preto, MG, Brasil

Tatiana Deane, Agência Nacional do Cinema, Brasil

Telma Ellen Drumond Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

Wagner Ragi Curi Filho, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

SUMÁRIO

Editorial

Para sairmos da lama	vii
----------------------------	-----

Dossiê Temático

“No meio do caminho, o rejeito: as problemáticas da mineração no contexto das catástrofes de Mariana e Brumadinho”	1
Relações de trabalho na mineração: análise dos acordos coletivos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A. com validade no período de 2009 a 2018	10
Análise da mancha de inundação da Barragem Sul da Mina de Brucutu, São Gonçalo do Rio Abaixo, MG	35
Epidemia de febre amarela na bacia do Rio Doce: análise de fatores ambientais, epidemiológicos e efeitos indiretos do rompimento da barragem de Fundão (Samarco S/A)	53
Análise das mudanças do uso e da cobertura da terra em municípios com áreas de mineração na microrregião de Itabira, a partir de dados do MAPBIOMAS entre 1987 e 2017	77
Saberes ambientais nos livros indígenas: uma proposta de educação ambiental a partir das árvores	97

Resenhas

Resenha do livro "Ideias para adiar o fim do mundo"	116
---	-----

Entrevistas

“Se não lutarmos, seremos engolidos”: resistência e militância dos atingidos pela Vale S.A. — Entrevista com Camila Leal	119
--	-----

Artigos

Dimensionamento de uma associação de bombas hidráulicas com uso de Arduino como parâmetro de automação	129
Desafios no gerenciamento de resíduos em construção de pequeno porte	150
Bibliometria sobre gerenciamento de riscos: um paralelo entre anais dos principais eventos de Engenharia de Produção no Brasil	173



Editorial

Para sairmos da lama...

Para haver **lama** são necessários água e terra, dois elementos básicos da vida terrestre que Tupã nos concedeu para o cultivo de nossas matas, jardins e florestas. Desejo não ter que cantar a excelsa canção de Heitor Villa-Lobos — **O canto do Pajé** — para dizer “ó Tupã tira de mim essa saudade, Anhangá me fez sonhar com **a terra que perdi**”!

No exercício da ignorância sobre os valores fundamentais da vida humana, o homem, por cobiça e ambição, passou a gerar a sua própria **lama**, que, no dossiê publicado neste número da Revista Engenharia de Interesse Social – REIS, é traduzida para o termo “**rejeito**”. Portanto, é altamente recomendável, neste momento econômico e político da nossa sociedade, que leiamos com atenção e crítica os textos que compõem o Dossiê Temático: **No meio do caminho, o rejeito: as problemáticas da mineração no contexto das catástrofes de Mariana e Brumadinho.**

Se podemos reconhecer a **lama** como um fluído, podemos reconhecer o texto **Dimensionamento de uma associação de bombas hidráulicas com uso de Arduíno como parâmetro de automação** como uma boa referência para estudar a mecânica dos fluídos e saber otimizar o uso de sistemas de bombas hidráulicas para avaliar suas eficiências.

Ao propormos a elaboração do dossiê, objetivamos também provocar uma análise crítica sobre diferentes atividades que mantêm relações com a Mineração, como a construção civil, e, por isso, sugerimos a leitura do texto **Desafios no gerenciamento de resíduos em construção de pequeno porte**, que mostra como a cadeia de consumo de materiais de construção, em boa parte de base mineral, pode contribuir para uma Mineração sustentável.

Mas, falando de “catástrofes” na mineração, que tal sabermos como o tema Gerenciamento de Riscos tem sido tratado no âmbito da Engenharia de Produção!? Para isso, sugerimos a leitura do texto **Bibliometria sobre gerenciamento de riscos: um paralelo entre anais dos principais eventos de Engenharia de Produção no Brasil**, que faz um bom estudo sobre a número de abordagens do tema.

Então, prezado(a) leitor(a), aproveite a nossa nova safra de textos e depois reflita sobre o que você entende por desenvolvimento!?

Boa leitura e um ano novo com muito diálogo, justiça e equidade social.

Esses são os votos da Equipe REIS para 2021.

Robson Pereira de Lima



“No meio do caminho, o rejeito: as problemáticas da mineração no contexto das catástrofes de Mariana e Brumadinho”

Sérgio Luiz Gusmão Gimenes Romero¹

Rafael Otavio Fares Ferreira²

Produzir um dossiê capaz de contribuir de maneira relevante para o debate crítico e o conhecimento científico acerca de problemática tão complexa e urgente não constitui, de modo algum, tarefa fácil. Sobretudo em se tratando de um periódico que, em cenário tão adverso à produção acadêmica e à reflexão fundamentada, luta para se consolidar como um instrumento substantivo de compartilhamento de saberes e de mediação entre o arcabouço científico e os interesses sociais.

Talvez possa-se justificar nossa disposição em encampar essa difícil empreitada justamente por um senso de responsabilidade e de compromisso para com uma sociedade tão impunemente violentada pelo apetite voraz com que as todo-poderosas corporações mineradoras preterem vidas em prol de lucros. Dessa forma, assumimos plenamente o bordão tornado célebre pelo filósofo italiano Antonio Gramsci: “É necessário criar homens sóbrios, pacientes, que não se desesperem diante dos piores horrores e não se exaltem em face de qualquer tolice. *Pessimismo da inteligência, otimismo da vontade*”. (2006, p. 267, grifo nosso)

De fato, as disjunções e os conflitos entre, de um lado, os interesses hegemônicos do setor de mineração no país e, de outra parte, o bem-estar e os direitos das populações que

¹Graduado em Letras e Mestre em Estudos Literários pela Faculdade de Ciências e Letras da UNESP, Campus Araraquara. Doutorando em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. É professor e pesquisador da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: sergio.romero@uemg.br.

²Graduado, Mestre e Doutor em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. É poeta e também professor e pesquisador da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: rafael.ferreira@uemg.br.

habitam o território nacional não constituem, obviamente, uma novidade. Sem embargo, os últimos cinco anos, nos parece, explicitam, em vários aspectos, um aprofundamento dessas contradições.

O marco notório desta fase crítica encontra-se no terrível desastre — crime para uns, incidente para outros — do rompimento da barragem de Fundão em Bento Rodrigues, subdistrito pertencente ao município de Mariana, Minas Gerais, em 5 de novembro de 2015. Tal ocorrência foi responsável pela liberação de 62 milhões de m³ de rejeitos que deixaram um rastro, em muitos aspectos irreversível, de destruição ecológica, humana e social, sobretudo ao longo da bacia do Rio Doce.

Um novo rompimento, novamente catastrófico, em Brumadinho – MG, em 25 de janeiro de 2019, despejou 12 milhões de m³ de rejeitos na bacia do rio Paraopeba, causando pelo menos 259 mortes humanas já confirmadas.

Ambas as recentes catástrofes foram responsáveis pela destruição de centenas de hectares de Mata Atlântica — bioma do qual restam, hoje, apenas 12,4% de sua extensão original em território brasileiro. Os rompimentos também devastaram afluentes importantes de suas respectivas bacias hidrográficas, Rio Doce e Paraopeba, comprometendo a qualidade hídrica e da biota ao longo de quilômetros de extensão fluvial.

Esses não foram os primeiros rompimentos de barragem de rejeitos de mineração com consequências graves no Brasil e, particularmente, no estado de Minas Gerais. Desde o ano 2000 houve oito rompimentos de barragens de mineração somente neste ente federativo. Todavia, dadas as suas proporções, as ocorrências de 2015 e 2019 intensificaram ainda mais o debate, que há anos vem se desdobrando em relação ao setor, no que tange a seus impactos socioeconômicos, ecológicos e culturais; extrapolando, dessa maneira, os limites de uma abordagem exclusivamente tecnicista e/ou tecnológica das problemáticas da atividade mineradora.

Com efeito, quaisquer expectativas de uma mudança significativa de rumos no setor minerador após a catástrofe de 2015 submergiram na lama de rejeitos do já mencionado rompimento da barragem da Vale, no Córrego do Feijão, em 2019. E, a despeito dessa somatória de tragédias, os desdobramentos subsequentes não delineiam uma realidade menos perigosa.

Na verdade, ao rompimento da barragem de Fundão em 2015 sucederam-se ações governamentais a nível estadual e federal no sentido de flexibilizar e acelerar ainda mais processos de aprovação de licenças para a mineração. Entre as medidas representativas desse

movimento cabe assinalar a Lei Estadual 21.972/2016, aprovada, em janeiro de 2016, pela Assembleia Legislativa de Minas Gerais; o Decreto 47.137 de janeiro de 2017, expedido pelo governador do mesmo estado; bem como a aprovação, pela Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania do Senado, da Proposta de Emenda Constitucional 65/2012 em abril de 2016. (ZHOURI *et al.*, 2018)

Esse quadro aterrador não pode ser minimamente analisado sem um efetivo esforço de compreensão das relações dialéticas que se estabelecem entre conflitos e contradições territorialmente localizados e o cenário econômico global. De fato, não é por acaso que a intensificação quantitativa e qualitativa de acidentes no campo da mineração tem lugar justamente no contexto do pós-boom das *commodities* minerais, sobretudo a partir de 2012.

Do início dos anos 2000 até meados de 2011, temos o chamado boom do setor. Neste período, em resposta ao expressivo crescimento da demanda internacional, o minério de ferro, por exemplo, passa por uma valorização, no mercado internacional, de quase quinze vezes em uma década; ao passo que sua importação global se eleva, de 2011 a 2014, em 178%. Tal processo fez com que o extrativismo mineral assumisse um pronunciado protagonismo na pauta exportadora de países como o Brasil, ajudando a garantir, com a expansão das atividades mineradoras, os superávits de suas balanças comerciais. (WANDERLEY, 2017)

Em contrapartida, no pós-boom que se instaura a partir de 2012, verifica-se claramente um movimento das grandes corporações do setor no sentido de tentar compensar a intensa queda nos preços e, assim, manter a salvo os interesses dos acionistas. Dessa forma, em frente à baixa dos preços e da demanda global, o esforço por manter as taxas de lucro — por meio do aumento da produtividade e da redução dos custos de operação — se pauta, em grande medida, pelo incremento no grau de exploração da força de trabalho, assim como pelos cortes de custos com preservação ambiental e responsabilidade social.

As tragédias de Mariana e Brumadinho são, desse modo, o resultado incontornável de um processo anterior bem demarcado. Quando se prioriza a manutenção das exorbitantes taxas de ganhos do mercado do setor minerário por meio do aceleração da exploração humana e ecológica, aliada ainda à redução de gastos com prevenção e preservação ambiental, fica difícil imaginar consequências menos funestas.

Mas também não é menos grave a situação presente, haja vista o número de barragens de rejeitos de mineração sem estabilidade ter passado de 21 em 2019 para 38 em 2020; ou

seja, atualmente, 9% das barragens monitoradas pela Agência Nacional de Mineração no país estão em condições não estáveis. (MILANEZ; WANDERLEY, 2020)

Soma-se a isso a precarização da própria Agência Nacional de Mineração e, por conseguinte, o comprometimento das atividades de gestão e regulação do setor a ela imbuídas. Na realidade, a autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia vem sofrendo ano após ano e sobretudo no atual governo com reduções em seu orçamento que comprometem temerariamente sua missão de fiscalizar processos de extração mineral, incluídas aí as condições das barragens de rejeitos catalogadas em todo o território nacional. (MILANEZ; WANDERLEY, 2020)

Nesse sentido, as noções de *desenvolvimento* e *progresso* bem como as atividades econômicas baseadas no *extrativismo* de larga escala têm sido, por diferentes caminhos teóricos, políticos e científicos, colocadas crescentemente em xeque; uma vez que se explicita, de maneira cada vez mais contundente, a discrepância entre, por um lado, a quantidade de riquezas engendradas pela exploração de gigantescos volumes de recursos naturais em países de capitalismo periférico e, por outro, a trágica contraparte social e ecológica desse extrativismo massivo que recai sobre essas nações, cuja economia é dependente, em grande medida, das exportações das *commodities*.

Sob esse viés, a síntese crítica do economista equatoriano Alberto Acosta nos parece vigorosamente acertada:

A economia extrativista deteriora grave e irreversivelmente o meio ambiente. O estudo da atividade mineradora ou petrolífera ao redor do planeta evidencia inúmeros danos e destruições múltiplas e irreversíveis à Natureza. Além disso, são incontáveis as tragédias humanas e a destruição de potencialidades culturais dos povos. No âmbito econômico, a situação não é melhor. Os países cujas exportações dependem fundamentalmente de recursos minerais ou petrolíferos são economicamente atrasados, e seus problemas ambientais crescem no ritmo em que se expande o extrativismo. (2016, p. 61-62)

Aqui, nos parece apropriado ainda retomar um pequeno poema de Carlos Drummond de Andrade, o qual, por meio da percepção estética alinhada com uma apreensão crítica de uma realidade que o itabirano conhecia muito bem, cristaliza a tragédia continuada que cai e recai sobre todos nós:

INFATIGÁVEL

O progresso não recua.
Já transformou esta rua
em buraco.

E o progresso continua.
Vai abrir neste buraco
outra rua.

Afinal, da nova rua,
o progresso vai compor
outro buraco.
(2014, p. 120)

Nesse texto, a ironia sutil, característica do discurso drummondiano, articula crítica e pessimismo para dismantelar o mito do progresso tão afim ao regime ditatorial então implantado no país. Com efeito, “Infatigável” — cujo título adjetiva o avanço do progresso e baliza a leitura do poema — foi publicado em 1977, no bojo de um arsenal de textos poéticos e jornalísticos do ilustre itabirano que se ocupavam de desnudar um momento histórico marcado pela corrosão ambiental, cultural, social e econômica levada a cabo pela atuação do setor minerador conjugado com uma ditadura civil-militar que fez da barbárie seu *modus operandi* por duas décadas no Brasil. (ROMERO, 2020)

No pequeno poema, a repetição, ao longo das três estrofes, da tríade: progresso, rua e buraco reforçam o caráter ciclicamente destrutivo de processos que, sob a égide de sonoros e belos bordões — tais como “progresso”, “desenvolvimento” e “crescimento econômico” — só atingem o meio ambiente e a imensa maioria da população pelo seu revés.

Ora, não é justamente essa a dinâmica a que temos sido submetidos pela atuação das grandes redes corporativas do setor de mineração nos últimos anos? Mostra-se bem apropriado, em consonância com a perspectiva enunciada por Drummond e à luz dos desastres ocorridos, recuperar a concepção de “progresso” assinalada pelo filósofo alemão Walter Benjamin, segundo o qual: “Deve-se fundar o conceito de progresso na ideia da catástrofe. Que tudo “continue assim”, isto é a catástrofe. Ela não é o sempre iminente, mas sim o sempre dado” (1995, 174).

Por outro lado, o mesmo trágico cenário cujos contornos opressores buscamos aqui delinear também enseja resistências. Dessarte, à medida que o colapso socioambiental se mostra mais e mais a estação próxima e final a que, inexoravelmente, nos conduz o célere trem do progresso capitalista; fervilham e transbordam também ações que convergem em divergir do *statu quo* — experiências coletivas, tradições alternativas e *ideias para adiar o fim do mundo*.

Entre essas vozes que mais do que nunca se fazem ouvir, destacam-se, entre outras:

O Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB: organização pioneira na defesa, articulação e mobilização de populações atingidas pela implantação de projetos de barragens — seja de hidrelétricas seja de rejeitos de mineração — e que atua desde a década de oitenta no país. O MAB se destaca por sua construção coletiva, pelo questionamento radical das políticas e dinâmicas energéticas no país e pela defesa intransigente dos direitos dos atingidos.

Ademais, evidencia-se o trabalho desenvolvido, desde 2008, pelo “Movimento pelas Serras e Águas de Minas” – MovSAM. Esse movimento socioambiental tem desempenhado um importante papel na defesa da água e do meio ambiente enquanto patrimônios públicos fundamentais do estado, bem como efetuado sistematicamente a denúncia das ingerências e autoritarismos que configuram a ação de elites político-econômicas vinculadas à mineração no país.

Em consonância, assinala-se a atividade da Articulação Internacional dos Atingidos e Atingidas pela Vale – AIAAV. Essa organização congrega, desde 2009, diferentes categorias: movimentos sociais, sindicalistas, ambientalistas, ONGs, associações comunitárias, grupos acadêmicos etc., do Brasil e de outros países em que a Vale S.A. atua, com o fito de fortalecer redes de enfrentamento dos impactos da lógica extrativista promovida pela multinacional.

Outra organização popular de atuação substantiva no país é o Movimento pela Soberania Popular na Mineração – MAM. Surgido em 2012, no estado do Pará, o MAM fomenta a organização e a resistência, sobretudo, de povos campesinos, indígenas, quilombolas e ribeirinhos, entre outros, diante da expansão do atual modelo minerador sobre os territórios e sua conseqüente degradação social e ambiental em nome da acumulação massiva de capital destinado ao mercado financeiro.

Outrossim, merece destaque a recentemente criada Frente Mineira de Luta das Atingidas e dos Atingidos pela Mineração – FLAMa-MG. A proposta essencial dessa organização consiste justamente em conjugar múltiplas mobilizações, posicionamentos e setores da sociedade que concorrem, atualmente, para o enfrentamento dos abusos cometidos por empreendimentos mineradores sobre os territórios em que estes operam.

Perante a atual conjuntura, o presente dossiê materializa o propósito da [Revista Engenharia de Interesse Social – REIS](#) de contribuir para a reflexão crítica acerca da problemática da mineração no país e, particularmente, no estado de Minas Gerais.

Nesse sentido, o artigo “Relações de trabalho na mineração: análise dos acordos coletivos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A. com validade no período de 2009 a 2018” propõe, a partir da ótica da Teoria Marxista da Dependência, uma análise dos contornos assumidos pela luta de classes, durante o período assinalado, nos acordos coletivos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A. Com efeito, o recorte adotado pelo trabalho se insere no esforço mais amplo de desnudar, científica e politicamente, o modo como a mineração extrativista na região implica uma dinâmica de dependência econômica, de superexploração da força de trabalho e de devastação do meio ambiente.

De outra parte, o artigo “Análise da mancha de inundação da Barragem Sul da mina de Brucutu, São Gonçalo do Rio Abaixo, MG” apresenta os dados de uma simulação de rompimento da Barragem Sul da Mina Brucutu, em São Gonçalo do Rio Abaixo – MG. Esse trabalho traz apontamentos importantes no que diz respeito tanto às barragens de rejeitos de mineração quanto às situações de emergência provenientes de rompimentos. Indica-se ainda que a forma pela qual os dados fornecidos pelo Plano de Ação de Emergência Para Barragens de Mineração (PAEBM), da empresa responsável pela estrutura da Barragem Sul, são apresentados para a sociedade pode acarretar um desconhecimento, por parte das comunidades atingidas, de nuances vitais de uma eventual situação de ruptura.

Já o texto “Epidemia de febre amarela na bacia do Rio Doce: análise de fatores ambientais, epidemiológicos e efeitos indiretos do rompimento da barragem de Fundão (Samarco S/A)” se dedica a investigar uma possível relação entre o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, em Mariana – MG, em novembro de 2015 e a epidemia de febre amarela surgida no início de 2017, da qual parte significativa das ocorrências foi verificada na região da bacia do Rio Doce. Embora os dados obtidos não atestem uma correlação causal imediata entre os fenômenos, fatores ambientais e epidemiológicos sugerem implicação indireta dos danos ambientais causados pelo rompimento na configuração da epidemia.

Por sua vez, o artigo “Análise das mudanças do uso e da cobertura da terra em municípios com áreas de mineração na microrregião de Itabira a partir de dados do MAPBIOMAS entre 1987 e 2017” reforça a importância do monitoramento do uso do espaço geográfico em regiões mineradoras, a fim de se mensurar aspectos socioambientais, bem como a relação entre a dependência da extração mineral e a diversificação econômica dessas localidades.

Afinal, o texto “Saberes ambientais nos livros indígenas: uma proposta de educação ambiental a partir das árvores” sinaliza o caminho para a necessária articulação entre a engenharia ambiental e os saberes tradicionais indígenas. O trabalho toma as árvores como mote para propor ações educativas que transcendam os estéreis lugares-comuns da educação ambiental e os esvaziados discursos acerca da sustentabilidade que se replicam, diuturnamente, à nossa volta, mas que pouco contribuem para barrar o avanço da devastação ecológica. Dessarte, reitera um ponto fundamental das reflexões que urgentemente se nos impõem: os povos da floresta, contra quem o capital minerador esforça-se por avançar implacavelmente, têm muito a nos ensinar sobre *existir e resistir*.

Analogamente, temos a resenha do livro *Ideias para adiar o fim do mundo*, de Ailton Krenak. Publicada em 2019, a obra sucinta traz a marca e o estilo de seu autor, uma das mais vigorosas vozes indígenas do país, cuja reflexão incisiva se sobressai pela capacidade ímpar de deslocar nosso olhar, desarticulando o entorpecimento em que concepções e afetos se encontram hoje imersos. Aqui, Ailton Krenak coloca o dedo na ferida, questionando a própria noção de humanidade, tão naturalizada quanto esvaziada de sentido, ao mesmo tempo em que, a partir da experiência de destruição do rio Watu (Rio Doce) — sagrado para os Krenak —, pelo rompimento da barragem de Fundão em Bento Rodrigues em 2015, sinaliza para a necessidade de nos vermos como parte de conjunções que nos abarcam e nos transcendem.

Concluindo o presente dossiê, temos uma entrevista realizada com Camila Leal, advogada popular do Movimento Águas e Serras de Casa Branca. Camila Leal é moradora de Casa Branca, Brumadinho – MG, atuando, também, na Associação Comunitária Regional de Casa Branca, na Associação Comunitária do Jardim Canadá no Parque Estadual da Serra do Rola Moça; e como integrante do Coletivo de Atingidos da Arquidiocese de Belo Horizonte. As substantivas contribuições da entrevistada para se pensar criticamente a problemática proposta nascem da intersecção entre reflexão intelectual e experiência humana, reiterando que a dimensão catastrófica da extração mineral predatória não pode ser reduzida ao âmbito quantitativo.

Em outras palavras, não se trata tão somente de considerar os milhões de m³ de rejeitos responsáveis pelo assassinio de rios e bacias hidrográficas, as centenas de vítimas humanas, as incontáveis vidas exterminadas na flora e na fauna, a degradação de incontáveis quilômetros de ambientes, espaços, ecossistemas, bem como o soterramento de memórias, histórias, saberes e formas de experiência humana. Na verdade, o passivo ecológico e social

que constituem o legado do extrativismo minerador para a totalidade de nossas sociedades manifesta um caráter qualitativo que transborda qualquer análise e que escapa a qualquer síntese. Essa catástrofe continuada, retomando aqui imagens caras a Walter Benjamin, demanda de nós uma interrupção urgente, pois “[a]ntes que a centelha chegue à dinamite, é preciso que o pavio seja cortado” (BENJAMIN, 1987, p. 46). Se não nos mostrarmos capazes de puxar o freio de emergência antes de certo momento cada vez mais próximo — e a história recente deixa isso muito claro — o trem do progresso nos arrastará para o buraco-abismo definitivo do colapso humano e ambiental.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, Alberto. “Extrativismo e neoextrativismo: Duas faces da mesma maldição”. In: DILGER, Gerhard; LANG, Miriam; PEREIRA FILHO, Jorge (orgs.). **Descolonizar o imaginário: Debates sobre pós-extrativismo e alternativas ao desenvolvimento**. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2016.

BENJAMIN, Walter. “Alarme de incêndio”. In: _____. **Rua de mão única**. Obras escolhidas, vol. II. São Paulo: Editora Brasiliense, 1987.

_____. **Charles Baudelaire: um lírico no auge do capitalismo**. Obras escolhidas, vol. III. São Paulo: Editora Brasiliense, 1995.

DRUMMOND DE ANDRADE, Carlos. **Discurso de primavera e algumas sombras**. Posfácio Sérgio Alcides. São Paulo: Companhia das Letras, 2014.

GRAMSCI, Antonio. **Cadernos do cárcere**. Volume II. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

KRENAK, Ailton. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Editora: Companhia das Letras, 2019.

MILANEZ, B.; WANDERLEY, L. J. **O número de barragens sem estabilidade dobrou, “e daí?”**. *Versos*, v. 4, n. 4, 2020.

ROMERO, Sérgio Luiz G. Gimenes. **A economia no meio do caminho: mineração e endividamento no Drummond da década perdida**. *Literatura: teoria, história, crítica*, vol. 22, nº 2, p. 127-151, 2020.

WANDERLEY, Luiz Jardim. **Do Boom ao Pós-Boom das commodities: o comportamento do setor mineral no Brasil**. *Versos*, vol. 1, nº 1, p. 1-7, 2017.

ZHOURI, Andréa *et al.* “O desastre do Rio Doce: entre as políticas de reparação e a gestão das afetações”. In: ZHOURI, Andréa (org.). **Mineração: violências e resistências: um campo aberto à produção de conhecimento no Brasil**. Marabá, PA: Editorial iGuana; ABA, 2018. e-PUB. p. 28-64.



Relações de trabalho na mineração: análise dos acordos coletivos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A. com validade no período de 2009 a 2018

Kathiuça Bertollo¹

Neidimar Santos dos Reis²

RESUMO

Este artigo analisa e discute os acordos coletivos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A. com validade no período de 2009 a 2018. Assume a teoria social crítica, especialmente a Teoria Marxista da Dependência, para fundamentar a crítica ao modo de produção capitalista e a sua configuração a partir da dependência e da superexploração da força de trabalho neste território e explicitar que a luta de classes está presente nos acordos coletivos firmados. Os dados foram agrupados em quatro cláusulas e foram organizados em tabelas, sendo: 1) Cláusulas trabalhistas; 2) Cláusulas sociais; 3) Acordos e Benefícios referentes à área da saúde e 4) Acordos e Benefícios referentes à área da família. Como resultado da análise, demonstra-se a conquista e a manutenção de direitos, bem como a perda de benefícios ao longo dos anos analisados. Demarca-se a importância e a necessidade da organização coletiva dos trabalhadores para fazer frente à necessidade de o capital retomar as taxas de lucro neste contexto produtivo. Ressalta-se a atuação do Sindicato Metabase Inconfidentes enquanto uma entidade combativa e alinhada aos interesses da categoria profissional que representa e da classe trabalhadora como um todo. Por fim, esta discussão intenta contribuir com a luta sindical dos trabalhadores da mineração na região Inconfidentes de Minas Gerais.

Palavras-chave: Acordos coletivos. Mineração. Relações de trabalho. Organização da classe trabalhadora. Direitos trabalhistas.

¹Graduada em Serviço Social pela Universidade Comunitária Regional de Chapecó – UNOCHAPECÓ. Mestre e Doutora em Serviço Social pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. É professora do departamento de Serviço Social da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Campus Mariana, MG, Brasil. E-mail: kathibertollo@gmail.com.

²Graduada em Serviço Social pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Campus Mariana, MG, Brasil. E-mail: neidireis@gmail.com.

Mining work relations: analysis of collective agreements signed between the Metabase Inconfidentes Union and Vale S.A. valid from 2009 to 2018

ABSTRACT

This article analyzes and discusses the collective agreements signed between the Metabase Inconfidentes Union and Vale SA with validity from 2009 to 2018. It assumes the critical social theory, especially the Marxist Theory of Dependency to support the criticism of the capitalist mode of production and its configuration based on the dependence and overexploitation of the labor force in this territory and to explain that the class struggle is present in the collective agreements signed. The data were grouped into four clauses and were organized in tables, as follows: 1) Labor clauses; 2) Social clauses; 3) Agreements and Benefits referring to the health area and 4) Agreements and Benefits referring to the family area. As a result of the analysis, it demonstrates the conquest and maintenance of rights, as well as the loss of benefits over the years analyzed. It highlights the importance and the need for the collective organization of workers to face the need for capital to resume profit rates in this productive context. The performance of the Metabase Inconfidentes Trade Union is highlighted as a combative entity and aligned with the interests of the professional category it represents and the working class as a whole. Finally, this discussion intends to contribute to the union struggle of mining workers in the Inconfidentes region of Minas Gerais.

Keywords: *Collective Agreements. Mining. Labor Relations. Working Class Organization. Labor Rights.*

Artigo recebido em: 03/08/2020

Aceito em: 08/10/2020

1. INTRODUÇÃO

Nas linhas que seguem serão analisados e discutidos os acordos coletivos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A. com validade no período de 2009 a 2018³. Para tanto, assumimos como percurso teórico e analítico a teoria social crítica, especialmente a Teoria Marxista da Dependência (TMD), para fundamentar a crítica ao modo de produção capitalista e a sua configuração a partir da dependência e da superexploração da força de trabalho neste território. As formulações de MARX (2013) explicitam o caráter fetichizado da mercadoria e o processo de trabalho em que uma mercadoria especial é comprada e vendida, a força de trabalho. É neste processo de trabalho assalariado, relação que se dá entre os detentores dos meios de produção e aqueles que possuem apenas a sua força de trabalho como forma de sobrevivência, que se põem e se explicitam a exploração e a produção de mais valor.

Ao assumir tais premissas como fundamento do modo de produção capitalista consideramos fundamental considerar as particularidades em que o capitalismo e o processo de produção capitalista vão se generalizando e se estabelecendo como processos hegemônicos no globo como um todo.

Ruy Mauro Marini, um dos formuladores da Teoria Marxista da Dependência (TMD), explicita e argumenta acerca da condição de capitalismo dependente que se põe ao continente latino-americano, aos seus Estados-nações e povos no contexto da divisão internacional do trabalho. A situação que se impõe é de subordinação econômica para com os centros capitalistas europeus, o que conforma o processo de produção a partir da superexploração da força de trabalho e da dependência. Nas palavras do autor “a inserção da América Latina no mercado mundial contribui para desenvolver o modo de produção especificamente capitalista, que se baseia na mais-valia relativa”. (MARINI, 2005, p. 146)

O mesmo autor prossegue explicitando acerca da superexploração da força de trabalho, fundamento da dependência, e afirma que:

A intensificação do trabalho, a prolongação da jornada de trabalho e a expropriação de parte do trabalho necessário ao operário para repor sua força de trabalho – configuram um modo de produção fundado exclusivamente na maior exploração do trabalhador, e não no desenvolvimento de sua capacidade produtiva. Isso é condizente com o baixo nível de desenvolvimento das forças produtivas na economia latino-americana, mas também com os tipos de atividades que ali se realizam. (MARINI, 2005, p. 156)

³Este artigo é dedicado à Memória de Bruno Augusto Carrilho Coga, militante da mineração em Minas Gerais. Sua contribuição foi fundamental para a realização deste estudo.

O autor prossegue afirmando que:

[...] na indústria extrativa e na agricultura o efeito do aumento de trabalho sobre os elementos do capital constante são muito menos sensíveis, sendo possível, pela simples ação do homem sobre a natureza, aumentar a riqueza produzida sem um capital adicional. Entende-se que nestas circunstâncias, a atividade produtiva baseia-se sobretudo no uso extensivo e intensivo da força de trabalho: isso permite baixar a composição-valor do capital, o que, aliado à intensificação do grau de exploração do trabalho, faz com que se elevem simultaneamente as taxas de mais valia e lucro. (MARINI, 2005, p. 156)

Assim, para explicitar e refletir sobre as relações de trabalho e os acordos coletivos, é imprescindível considerar a configuração, a partir da dependência e da superexploração da força de trabalho (MARINI, 2005), da América Latina e deste território em estudo, a região de abrangência do Sindicato Metabase Inconfidentes, e explicitar acerca do período recente, dando ênfase ao chamado *boom* e *pós-boom* das *commodities*, questão que as autoras entendem estar diretamente relacionada com os rompimentos das barragens/crimes ocorridas em Minas Gerais.

A partir desta condição histórica são apontados os dilemas e desafios colocados à organização sindical da classe trabalhadora brasileira em tempos pretéritos e na contemporaneidade, dando ênfase à atuação e à organização do Sindicato Metabase Inconfidentes nas lutas gerais da classe trabalhadora e na pactuação dos já mencionados acordos coletivos. Explicitamos que a luta de classes está presente nos documentos firmados, seja pela luta e resistência dos trabalhadores organizados e representados pelo sindicato seja pela ofensiva exploratória da mineradora, uma vez que os documentos demonstram a conquista e a manutenção de direitos, bem como a perda de benefícios ao longo dos anos analisados.

Em meio a esse conjunto de elementos, demarcamos a importância e a necessidade da organização coletiva dos trabalhadores para fazer frente à superexploração da força de trabalho, à destruição ambiental e às mortes decorrentes da necessidade de o capital retomar as taxas de lucro neste contexto produtivo. Nesse sentido, ressaltamos a atuação do Sindicato Metabase Inconfidentes enquanto uma entidade combativa e alinhada aos interesses da categoria profissional que representa e da classe trabalhadora como um todo.

Por fim, esta discussão intenta contribuir com a luta sindical dos trabalhadores da mineração na região Inconfidentes de Minas Gerais.

2. CAPITALISMO DEPENDENTE E O CONTEXTO DA MINERAÇÃO EXTRATIVISTA EM MINAS GERAIS

Minas Gerais ocupa lugar emblemático no globo quando se pensa acerca da mineração, seja pelo seu passado rico em ouro, diamantes e outros metais preciosos que foram expropriados pelas metrópoles europeias, ou pelo seu presente, em que o minério de ferro ocupa a referência central da extração mineral, produção esta que é direcionada prioritariamente ao exterior, aos grandes centros imperialistas e em desenvolvimento. Assim, neste chão a riqueza e a pobreza, âmbitos imbricados, porém contrastantes, decorrem de e são fomentados pela atividade mineral.

A América Latina, o Brasil, o estado de Minas Gerais e seus inúmeros municípios em que ocorre a exploração mineral são territórios conformados pela lógica do capitalismo dependente e da superexploração da força de trabalho (BERTOLLO, 2017). É o lugar, posição e condição relegados a esses no âmbito da divisão internacional do trabalho. “Temos um sistema mundial que opera com núcleos e acumulação de valor em contraste com amplos territórios que sofrem de desacumulação” (OSÓRIO, 2012, p. 76). Nesse sentido, o mesmo autor prossegue afirmando que,

os processos que permitem a transferência de valores de uma região e uma economia para outras variam no tempo. Se na etapa colonial isso era possível por meios preferencialmente políticos (as colônias entregando tributos e impostos às metrópoles ou sofrendo despojos de riquezas e metais preciosos pela simples condição colonial), posteriormente tal processo tende a se apoiar de maneira predominante em mecanismos econômicos (deterioração nos termos de intercâmbio ou intercâmbio desigual, pagamento de royalties, transferência devido ao monopólio de conhecimentos, juros da dívida, etc.). (OSÓRIO, 2012, p.77)

Esses elementos determinantes conformam e estruturam historicamente a produção mineral no país, em Minas Gerais e particularmente nos municípios da chamada Região Inconfidentes, que demonstraram ter expressiva dependência econômica e política da atividade de extração de minério de ferro, uma vez que vivenciaram fortemente os impactos dos ciclos de *boom* e *pós-boom* das *commodities* que resumidamente podem ser compreendidos da seguinte forma:

A primeira parte do ciclo, que durou até 2011, corresponde à fase de constante e aguda valorização nos preços de várias commodities minerais no mercado internacional. O minério de ferro de 62% de teor que, em maio de 2002, custava US\$ 12,60 a tonelada, chegou a US\$ 187,10 em janeiro de 2011, uma valorização de quase 15 vezes em 10 anos. [...] Até 2011, o setor da mineração se comportava como se o crescimento da demanda e dos preços fosse se manter crescente, não

restringindo novos investimentos e aquisições e sem limites para a expansão da fronteira mineral. A partir 2012, com o alastramento da crise econômica global, em especial para a Europa, e com a desaceleração do crescimento da economia na China, os preços das commodities minerais entram em decréscimo. [...] o minério de ferro voltou a US\$ 39,60 a tonelada, queda de 79%. (WANDERLEY, 2017, p 01)

A partir dessas movimentações econômicas no âmbito do comércio mundial de *commodities*, pode-se dizer que o período de *boom* se caracterizou pelo alto preço e expressiva demanda de minério de ferro; já o período denominado de *pós-boom* foi marcado pelo excesso de oferta no mercado internacional e pela retração da demanda global e, mais especificamente, chinesa, o que ocasionou preços mais baixos.

Essa oscilação determinada pela crise econômica mundial influenciou diretamente o âmbito da produção e das relações de trabalho na mineração em Minas Gerais. Agravaram-se as condições laborais e sociais dos trabalhadores. A comprovação máxima desse contexto foi o rompimento da barragem/crime de Fundão ocorrido em 05 de novembro de 2015. Fato/crime este que está intimamente relacionado ao descaso e à omissão da mineradora para com os seus trabalhadores e para com a comunidade em seu entorno, bem como, ao objetivo primordial de retomar os patamares de lucratividade afetados pelo período de baixa nos preços e na demanda.

Nesse sentido, torna-se relevante explicitar o posicionamento do Sindicato Metabase Inconfidentes frente à situação laboral dos trabalhadores e ao ocorrido:

O Sindicato Metabase Inconfidentes e a CSP-Conlutas se solidarizam com as vítimas e se colocam à disposição dos trabalhadores e das comunidades neste momento de dor e sofrimento. Também nos colocamos à disposição do Metabase Mariana, representante dos trabalhadores da Samarco Mineração para juntos, darmos uma resposta do conjunto do movimento sindical para este grave problema causado pela Samarco. A política da Samarco para com os trabalhadores e as comunidades é a mais perversa possível. Uma empresa que lucra bilhões todos os anos e investe muito pouco em seus trabalhadores, em segurança e nas cidades. Há aproximadamente um mês, a CSP- Conlutas divulgou um boletim informativo com uma grave denúncia sobre o aumento dos acidentes de trabalho na empresa. Mesmo diante da grave situação de risco, a Samarco manteve sua produção, sem se preocupar com os riscos de acidentes iminentes. Para as grandes mineradoras, o mais importante é o lucro. A preocupação com a vida dos trabalhadores e das comunidades é secundarizada. (CAHIS CONTRACORRENTE, 2005)

Essa situação tênue entre a vida e a morte no contexto laboral da mineração extrativista, de exaurimento precoce da força de trabalho pelos constantes acidentes e turnos de trabalho, de destruição abrangente, alastrada e definitiva da natureza é marca histórica de nossa conformação enquanto país de capitalismo dependente, subordinado econômica e politicamente aos ditames e aos interesses dos centros imperialistas e da superexploração da

força de trabalho, condição de cotidiano e de vida imposta aos trabalhadores. Assim, é fundamental a organização da classe trabalhadora para tensionar e fazer frente a essas questões estruturais das esferas da produção e reprodução social sob a hegemonia do capital.

3. ORGANIZAÇÃO SINDICAL DA CLASSE TRABALHADORA BRASILEIRA: CONSIDERAÇÕES SOBRE O SINDICATO METABASE INCONFIDENTES

É pelo número de sócios que se mede a força do sindicato. O Sindicato não é só um prédio, nem é somente seus diretores, o Sindicato é a organização de todos os trabalhadores e deve estar a serviço dos trabalhadores. (ILAESE; SINDICATO METABASE INCONFIDENTES, 2017, p 20)

A organização sindical da classe trabalhadora brasileira tal qual como conhecemos hoje decorre de processos históricos, políticos e de resistência que têm origem mesmo antes da abolição da escravatura no país. É imperioso reconhecer os ‘levantes’ ocorridos nos centros urbanos e desencadeados pelos trabalhadores escravizados e que tiveram o apoio dos trabalhadores livres. Essa atuação conjunta já explicitava “valores da nova classe em formação” e já incluía “o compartilhamento de modelos e formas associativas, assim como de padrões de mobilização e luta [...] que se desdobra para além da abolição” (MATTOS, 2009, p 21-24). Dos ‘levantes’ e ‘associações de ajuda mútua’ à primeira ‘greve’ no país em 1858, a formação da classe trabalhadora e a conformação tal qual a conhecemos na atualidade foi forjada no âmbito da luta de classes e da posição ocupada na divisão social do trabalho.

Ao conformar-se como modo de produção hegemônico, o capitalismo vai configurando e impondo a chamada divisão internacional do trabalho, em que os territórios/Estados-nações ocupam posições distintas; bem como, configura e acirra a luta entre as classes sociais fundamentais. Nesse cenário econômico global, o lugar ocupado pelo continente latino-americano é de dependência e a classe trabalhadora latino-americana é submetida à superexploração da força de trabalho. Tal conformação histórica é reafirmada e ganha novos e agravados contornos a partir das últimas décadas do século XX, com a ofensiva neoliberal (que pressupõe a venda/privatização dos bens públicos e o desmonte do Estado no que se refere ao atendimento via políticas públicas e legislações de proteção ao

trabalhador/a, dentre outros aspectos), com a chamada reestruturação produtiva⁴ (que diz respeito às inúmeras transformações e modificações no processo produtivo e nas relações laborais decorrentes da expressiva incorporação da tecnologia, do desemprego, das modificações das formas de vínculos trabalhistas, dentre outros aspectos) e com a financeirização da economia⁵ (situação influenciada e conformada pela mundialização do capital, pela divisão internacional do trabalho, pela produção em escala global, pela comercialização de produtos que ainda serão produzidos, ou seja, a partir de uma projeção de sua produção a sua comercialização é realizada – tal como acontece com a produção de várias commodities, como a soja, por exemplo, dentre outros aspectos) estratégias estas que orientam o capital na busca pela retomada das taxas de lucro e fazem com que as relações laborais permaneçam pautadas pela exploração de uma classe sobre a outra, exploração esta que se acentua cotidianamente. Esse é o cenário a partir do qual a classe trabalhadora brasileira se constituiu ao longo dos séculos e que impõe desafios ímpares ao seu fortalecimento e organização sindical na contemporaneidade.

É imperioso destacar que a classe trabalhadora brasileira é conformada historicamente pelo processo de escravidão e, posteriormente, pela dominação imperialista, o que a subordina a adversas e restritas possibilidades de sobrevivência, ou seja, um contingente de homens e mulheres, adultos, crianças, jovens e idosos são cotidianamente submetidos ao trabalho informal, ao desemprego estrutural e à superexploração da força de trabalho.

Acerca da Região dos Inconfidentes, território de abrangência e atuação do Sindicato ora em evidência, destaca-se que a principal fonte e atividade econômica é a mineração extrativista de minério de ferro. Os trabalhadores representados por esse sindicato residem majoritariamente nos municípios de Congonhas – MG, Mariana – MG e Ouro Preto – MG. Esses municípios cresceram populacionalmente e se conformaram de vilas a cidades de médio porte por meio das riquezas minerais próprias dessa região do país. A configuração resultante de que os municípios não possuem outras atividades produtivas que sejam expressivas economicamente como a mineração condiciona parte significativa da população

⁴Para maior aprofundamento consultar a produção teórica de Ricardo Antunes, na qual destacamos as obras: *Adeus ao trabalho?: ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho*. 11. ed. São Paulo: Cortez; Campinas: Universidade de Campinas, 2006; *Trabalho e precarização numa ordem neoliberal*. In: GENTILI, P.; FRIGOTTO, G. (Orgs). *A cidadania negada: Políticas de exclusão na educação e no trabalho*. São Paulo: Cortez, 2001, p. 35-48; *Riqueza e miséria do trabalho no Brasil*. Ricardo Antunes (Org.). São Paulo: Boitempo, volumes I, II e III.

⁵Para maior aprofundamento consultar artigo científico intitulado: *Dialética do desenvolvimento periférico: dependência, superexploração da força de trabalho e política econômica* de autoria de Marcelo Dias Carcanholo e publicado na *R. Econ. contemp.*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 247-272, maio/ago. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rec/v12n2/03.pdf>.

residente a vender sua força de trabalho às mineradoras que ali estão situadas. Destaca-se que, no ano de 2013, o município de Ouro Preto – MG possuía 5.200 pessoas trabalhando no setor de serviços e 5.667 na mineração. Em Mariana – MG, município vizinho, neste mesmo ano, 4.660 pessoas estavam empregadas no setor de serviços e 1.633 na mineração. Após o rompimento da barragem/crime de Fundão ocorre uma queda dessas estimativas, passando para 1.059 pessoas empregadas na mineração e 3.902 no setor de serviços no ano de 2016 (LAMPIÃO, 2019). Em suma,

explicita-se uma realidade em que a parcela de renda a qual a maior parte da população tem acesso é aquela que possibilita apenas o suficiente para manter biologicamente viva uma singular mercadoria – a força de trabalho, nada, além disso; o que remete estes indivíduos historicamente ao lugar de sujeitos superexplorados, seja no setor minerário extrativo ou no setor de serviços e de construção que servem de suporte para que o primeiro aconteça e se perpetue no município. (BERTOLLO, 2017, p. 160)

Importa destacar ainda que a relação entre a Compensação Financeira pela Exportação de Recursos Minerais (CFEM) e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) não ocorre de maneira proporcional, pelo contrário, reafirma a perpetuação da desigualdade entre as classes sociais neste território e a partir das riquezas por ele geradas. No ano de 2010, Mariana – MG ocupava a 3ª posição no ranking estadual de arrecadação da CFEM e a 52ª posição no ranking do IDHM. Situação semelhante ocorre com o município de Ouro Preto – MG, que ocupava a 11ª e a 57ª posição respectivamente (LAMPIÃO, 2019).

Diante desse cenário, aponta-se que somente com organização coletiva será possível potencializar as lutas e a resistência dos trabalhadores vinculados ao contexto da mineração extrativista nesta região. Assim, é mister reconhecer o sindicato “como o instrumento de representação de interesses coletivos mais próximo ao mundo do trabalho” (MATTOS, 2009, p. 09) e requisitar uma organização e atuação classista e autônoma, rechaçando qualquer postura atrelada ao Estado, de apaziguamento das lutas e pautas reivindicatórias, e de mera instância prestadora de serviços; situação esta, que vem marcando fortemente a ação e estruturação sindical do país nas últimas décadas e que se manifesta no setor produtivo da mineração.

A Vale tem buscado aproximar as direções sindicais de seus interesses, as subordinando de diferentes formas. No Brasil, uma das principais táticas têm sido o apoio à formação de chapas que disputem a direção dos sindicatos, além da demissão de funcionários que se disponham a formar chapas de oposição à Vale e da inviabilização das mesmas. (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 25)

Em nosso entendimento e constatação, a postura sindical de mitigação das pautas e da organização coletiva não está presente na realidade organizativa e interventiva do Sindicato Metabase Inconfidentes, pelo contrário, histórica e cotidianamente ele “se posiciona explícita e fortemente a favor dos interesses dos trabalhadores e contra os desmandos do capital/empresas mineradoras” (BERTOLLO, 2017, p. 227), se constituindo como um sindicato de referência em nível nacional e internacional no que diz respeito à organização dos trabalhadores e às lutas travadas no contexto da mineração.

O Metabase Inconfidentes está há décadas na luta dos (as) operários (as) da mineração nas cidades de Congonhas, Ouro Preto/Mariana e região em MG, além de travar campanhas nacionais e internacionais em defesa da classe trabalhadora! (ILAESE, 2017, p. 70)

Essa postura interventiva, de atuação de modo amplo e articulado ao máximo de trabalhadores possível, reflete-se desde o processo histórico de conformação da atual estrutura organizativa e territorial do Metabase Inconfidentes. Essa decorreu da união entre o Metabase Timbopeba e o Sindicato distrital de Antônio Pereira – Ouro Preto – MG com o Metabase de Congonhas – MG, que, dessa forma, passou a representar os trabalhadores da Indústria de Extração de Ferro e Metais Básicos dos municípios de Congonhas – MG, Belo Monte – MG e Ouro Preto – MG.

A partir dessa configuração, a sede passa a se localizar no município de Congonhas – MG, sendo que, em Mariana – MG, o sindicato possui uma subsede. Isso se explica pela proximidade geográfica e melhor condição de atuar politicamente junto aos trabalhadores, em especial aos da Mina Timbopeba, que se localiza no distrito de Antônio Pereira - Ouro Preto – MG, mas que fica muito próximo do centro urbano de Mariana – MG; local em que a maioria dos trabalhadores reside, acessa o comércio e o setor de serviços, dentre outros elementos. Nesse sentido, importa destacar que:

o processo de luta junto aos trabalhadores e conseqüentemente junto às comunidades dos municípios mineradores acontece por meio de assembleias, participação e realização de debates públicos, assessoria junto aos trabalhadores, dentre outras ações que vão além das pautas locais e da categoria, uma vez que se alinham a questões que atingem e marcam a vida da classe trabalhadora como um todo. (BERTOLLO, 2017, p. 228)

Além dessas formas de atuação, o Sindicato Metabase Inconfidentes mantém uma página na rede social *Facebook* em que, de imediato, explicita seu posicionamento ao afirmar que “está na luta em defesa dos trabalhadores e de uma sociedade mais justa”

(SINDICATO METABASE INCONFIDENTES, 2019). Esse espaço serve como mais um canal de divulgação dos informes-boletins do sindicato, publicização de registros fotográficos e em vídeo de ações realizadas junto aos trabalhadores e da posição da diretoria perante as causas organizativas do contexto produtivo e laboral da mineração na região. Também são socializadas informações sobre o impacto e a importância de se combater as ofensivas do capital e do Estado por meio da restrição de direitos trabalhistas, da contrarreforma⁶ da previdência social, dentre outras pautas atreladas ao conjunto da classe trabalhadora. Por fim, explicita-se que o sindicato é filiado à CSP-Conlutas Central Sindical e Popular e, dessa forma, pauta a questão da organização, luta e resistência dos trabalhadores da mineração na Região Inconfidentes junto a outros sindicatos e movimentos sociais do país e em nível internacional.

4. ANÁLISE DOS ACORDOS COLETIVOS FIRMADOS ENTRE O SINDICATO METABASE INCONFIDENTES E A VALE S.A. NOS ANOS DE 2009 A 2018

A análise dos acordos foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica e documental. Foram analisadas as informações contidas em cada acordo coletivo, dando ênfase para cada ano do período em que foram firmados e em que possuíam validade. Esses dados foram relacionados e analisados a partir de bibliografia pertinente ao tema, ou seja, buscamos subsídios teóricos que possibilitassem uma melhor compreensão e reflexão do conteúdo pactuado entre as partes. O acesso aos acordos coletivos se deu através do Sindicato Metabase Inconfidentes, que disponibilizou cópia dos documentos para que o estudo fosse realizado pelos autores.

Foram analisados os acordos coletivos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A. com validade no período de 2009 a 2018. Isso significa dizer que o último acordo analisado foi aquele firmado no ano de 2017, mas que teve sua vigência também ao longo de meses do ano civil de 2018, quando foi assinado o acordo coletivo referente ao ano de 2018, que adentrou o ano civil de 2019, e assim sucessivamente. Destaca-se que os acordos são pactuados nos meses de outubro/novembro, a depender do contexto de negociações. O período de um ano de validade desse documento ultrapassa o limite do ano civil corrente e adentra o calendário/meses do ano seguinte. A fim de abranger todo o

⁶Para maior aprofundamento acerca da categoria ‘contrarreforma’ indicamos a obra intitulada *Brasil em contra-reforma: desestruturação do Estado e perda de direitos*, de autoria de Elaine Rossetti Behring.

período de validade do mesmo é que nas tabelas aparecerá 2017 como a última referência de ano, pois se trata do ano em que foi firmado o último acordo coletivo analisado neste estudo; mas, por ter validade também em vários meses de 2018, é que utilizamos essa referência temporal no corpo do texto.

Dito isso, ainda importa ressaltar que, entre os anos de 2009 e 2014, os acordos coletivos tinham vigência de dois anos, após, passaram a ser anuais.

Em caso de não cumprimento do acordo firmado, foi estabelecida uma multa de R\$ 100,00. Para o ‘Acompanhamento do Acordo’ foi estabelecido que seriam realizadas reuniões trimestrais durante o período (ano) de sua vigência, sendo que, na última dessas reuniões, seriam apresentadas as propostas a serem pactuadas no acordo seguinte, e as partes seriam avisadas e chamadas com 15 dias de antecedência, antes do término do acordo em vigência, para o fechamento do novo acordo e posterior assinatura deste. Não houve alteração dessas questões nos acordos coletivos ao longo dos anos analisados. Acerca do repasse aos sindicatos, que ocorre por meio de desconto na folha de pagamento dos trabalhadores sindicalizados no 5º dia útil de cada mês, destaca-se que tal questão também não sofreu alteração entre as partes no período analisado.

Para uma melhor realização e compreensão da análise, os dados foram agrupados em quatro categorias de cláusulas que foram organizadas em tabelas, sendo: 1) Cláusulas trabalhistas (salariais); 2) Cláusulas sociais; 3) Acordos e Benefícios referentes à área da saúde (auxílios médicos e odontológicos) e 4) Acordos e Benefícios referentes à área da família (cônjuges e filhos).

É relevante destacar, acerca da organização dos trabalhadores e dos acordos coletivos, que tais pactuações, após firmadas, abrangem e contemplam todos os trabalhadores das minas da Vale S.A. nas quais o Metabase Inconfidentes possui base territorial de atuação, sejam estes trabalhadores sindicalizados ou não, e independentemente do tempo de contratação pela empresa; mas considerando, obviamente, a particularidade de cada profissão/categoria e a possibilidade de os trabalhadores serem representados por outros sindicatos de categoria, situação que é recorrente no trabalho na mineração.

Dito isso, ressalta-se que os benefícios garantidos nas cláusulas dos acordos abrangem de forma ampla o conjunto de trabalhadores, o que reconhecemos como uma grande conquista de classe. Em contraposição, consideramos como uma estratégia de fragmentação e apaziguamento das lutas o fato de que é possível que trabalhadores que atuam nas minas não sejam representados por esse sindicato, como é o caso dos trabalhadores terceirizados e

dos que são representados pelos sindicatos de suas categorias profissionais e não pelo ramo de atuação.

Os dados a seguir estão organizados na tabela 1 e nos informam sobre as cláusulas trabalhistas. Acerca do reajuste do Salário Base, é perceptível que a categoria teve um reajuste mais significativo nos anos de 2011, com uma porcentagem de 8,6%, e de 2016, com 8,5%. Dentre os anos de menor valor reajustado, destacamos o ano de 2017 com uma porcentagem de apenas 2,5%. Destaca-se que não houve aumento significativo na média salarial, que ficou estabelecida em R\$ 1.253,84. Acerca disso é relevante explicitar que o piso salarial é considerado como base de cálculo para o pagamento do adicional de insalubridade, o que interfere diretamente na remuneração total recebida pelos trabalhadores.

O Abono Salarial, que é um benefício repassado para os trabalhadores através de um valor que é desvinculado do salário, nos anos de 2009 e 2010, foi de R\$ 600,00 e de 2011 a 2014, de R\$ 700,00. O aumento mais considerável deste benefício aconteceu no ano de 2015, cujo valor foi de R\$ 4.660,00. Essa grande diferença deve-se ao fato de que a mineradora Vale S.A. foi responsável por um significativo aumento da atividade de extração de minério de ferro na região e, com isso, teve, conseqüentemente, um aumento expressivo de seus lucros naquele período.

Destacamos que foi em 05 de novembro de 2015 que aconteceu o rompimento/crime da barragem de Fundão em Mariana – MG de propriedade da Samarco S.A., BHP Billiton e Vale S.A. Relacionamos tal acontecimento diretamente com o aumento da produção/extração de minério de ferro e com a superexploração da força de trabalho nessa atividade produtiva. (BERTOLLO, 2017). Enfatizamos que os trabalhadores vinculados à atividade da mineração nesse município são representados pelo Sindicato Metabase Mariana, sendo esse o motivo de não abordarmos mais diretamente o rompimento/crime no texto ora apresentado.

No entanto, mesmo que os dados dos acordos coletivos analisados não se refiram diretamente às pactuações entre a mineradora responsável pelo rompimento/crime (Samarco S.A.) e o sindicato que representa os trabalhadores a ela vinculados (Metabase Mariana), é imperioso destacar a relação direta entre o dado correspondente ao valor repassado via abono salarial no ano de 2015 e o rompimento/crime, pois explicita que todo o contexto produtivo nas diferentes empresas mineradoras e minas de suas propriedades foi levado ao extremo, ou seja, houve um aumento da extração e conseqüentemente dos lucros. Isso evidencia a

posição conscientemente assumida pelas mineradoras de atenuar o contexto altamente degradante e destrutivo a que são submetidos os trabalhadores, ou seja, opta-se e pactua-se legalmente a distribuição de parte (irrisória) do montante financeiro adquirido pela empresa, porém se vai às últimas consequências no que se refere à produção desenfreada de minério de ferro na região.⁷

O valor do adicional noturno, que é direito dos trabalhadores no horário de 22h até às 5h do dia seguinte, é referido ao valor da hora calculada com base no Salário Base. Nos acordos coletivos, os valores são de 60%, divididos em 20% e 40% conforme o horário trabalhado. Os valores do adicional noturno de 20% se mantiveram ao longo dos anos, já os valores de 40% passaram, a partir de 2013, para 45% do valor da hora de trabalho de cada funcionário.

Quanto ao pagamento de horas extras, os trabalhadores não obtiveram maiores ganhos. Os valores se mantiveram os mesmos ao longo dos nove anos analisados, sendo que, nas duas primeiras horas extras de trabalho, o percentual a ser pago foi de 50%; a partir da terceira hora, foi de 110%; e, para as horas extras trabalhadas em dia de repouso semanal, feriado, fins de semana ou dia que não seja de expediente do trabalhador, ficou estabelecido em 120%. Acerca da antecipação do 13º Salário, foi estabelecido que o pagamento de 50% do salário ocorreria no mês de novembro de cada ano e os demais 50% seriam pagos no mês de dezembro. Essa cláusula não é diferente das regras da CLT.

O Bônus Por Acordo de Dois Anos caracteriza-se como mesmo benefício do Abono Salarial. Nos anos de 2009 a 2014, os acordos coletivos tinham vigência de dois anos, dessa forma, o valor do abono a ser pago aos trabalhadores se referia ao período de vigência do acordo; no entanto, o pagamento era dividido em parcelas anuais. No ano de 2009 o valor do bônus foi de R\$ 1.200,00, sendo pago R\$ 600,00 no ano de 2009 e R\$ 600,00 no ano de 2010. No ano de 2011, o valor acordado foi de R\$ 1.400,00, sendo repassado aos trabalhadores R\$ 700,00 no ano de 2011 e a mesma quantia em 2012. O mesmo ocorreu até 2014, quando os acordos passaram a ser firmados anualmente e o bônus extinto.

⁷Para maior conhecimento sugerimos a leitura da tese de doutorado intitulada ‘Mineração e superexploração da força de trabalho: análise a partir da realidade de Mariana – MG’, apresentada e defendida no Programa de Pós-graduação em Serviço Social da Universidade Federal de Santa Catarina no ano de 2017 e de autoria de Kathiúça Bertollo, bem como, apontamos a relevância e a pertinência da realização de novos estudos sobre a temática.

Tabela 1: Dados referentes às cláusulas trabalhistas nos acordos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e Vale S.A. e com validade no período de 2009 a 2018

CLÁUSULAS TRABALHISTAS	ANOS									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	MÉDIA
REAJUSTE SALÁRIO BASE	7,0%	7,0%	8,6%	8,0%	6,0%	5,4%	0,0%	8,5%	2,5%	5,9%
ABONO SALARIAL	R\$600,00	R\$600,00	R\$700,00	R\$700,00	R\$700,00	R\$700,00	R\$4.660,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$962,22
PISO SALARIAL	R\$930,00	R\$1.000,00	R\$1.000,00	R\$1.250,00	R\$1.325,00	R\$1.325,00	R\$1.396,55	R\$1.515,00	R\$1.542,99	R\$1.253,84
ADICIONAL até às 23:55h	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20,0%
NOTURNO de 23:55h às 5:00h	40%	40%	40%	40%	45%	45%	45%	45%	45%	42,8%
Duas Primeiras horas	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50,0%
HORAS EXTRAS										
A partir da terceira hora	110%	110%	110%	110%	110%	110%	110%	110%	110%	110,0%
Feriados e fins de semana	120%	120%	120%	120%	120%	120%	120%	120%	120%	120,0%
ANTECIPAÇÃO do 13º salário	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50,0%
BÔNUS por acordo de 2 anos	R\$1.200,00	R\$1.200,00	R\$1.400,00	R\$1.400,00	R\$1.400,00	R\$1.400,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$888,89
MULTA entre as partes por não cumprir o acordo	R\$100,00	R\$100,00	R\$100,00	R\$100,00	R\$100,00	R\$100,00	R\$100,00	R\$100,00	R\$100,00	R\$100,00

Fonte: Autoria própria.

Os dados a seguir estão organizados na Tabela 2 e nos informam sobre as cláusulas sociais. Acerca do Cartão Alimentação fornecido aos trabalhadores pela Vale S.A., é importante ressaltar que o trabalhador participa com 5% do custo total do benefício. No ano de 2009, o valor mensal que os trabalhadores receberam foi de R\$ 320,00. De 2011 a 2012, passa a ser de R\$ 500,00. Em 2013 ocorre um aumento de R\$ 120,00, permanecendo o valor desse auxílio em R\$ 620,00 até o ano de 2016, quando é conquistado um novo aumento, porém de somente R\$ 80,00. A situação piora no acordo referente aos anos de 2017 e 2018, pois o aumento conquistado foi mais irrisório ainda, somente R\$ 17,00. O que os acordos explicitam sobre esse direito é que ocorreu uma desvalorização expressiva no valor recebido, considerando que o preço dos alimentos aumentou ao longo dos anos, situação que é cotidianamente sentida pela classe trabalhadora brasileira⁸. No período analisado, a média total recebida via cartão alimentação foi de R\$ 546,33.

De acordo com o que consta nos itens 18 e 18.1 dos acordos coletivos e que dispõem sobre o Reembolso Educacional:

A empresa reembolsará os seus empregados com as despesas incorridas por esses cursos de ensino fundamental, ensino médio e ensino superior em curso de graduação (a partir da autorização de funcionamento pelo Ministério da Educação), nos termos da Instrução INS-0036. (ACORDOS COLETIVOS DE TRABALHO, 2009 – 2017)

Assim, nos anos de 2009 até 2018, o reembolso dos trabalhadores que cursaram o nível médio foi de 90%; já para os trabalhadores que cursaram o ensino superior o reembolso foi

⁸Para maior conhecimento desta situação de aumento do preço dos produtos alimentícios, da inflação e do preço da cesta básica, sugerimos consulta às publicações do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

de 75% até o ano de 2011, quando este percentual passou a ser de 85%. Ressalta-se que as porcentagens de reembolso são baseadas no salário-base de cada trabalhador.

No percurso de análise das cláusulas sociais ainda foi possível constatar que o benefício de Cartão Material Escolar/Uniforme, que era fornecido no ano de 2009 no valor de R\$ 24,00, deixou de ser fornecido aos trabalhadores nos anos seguintes. Também, o benefício Vale Cultura, incentivado pelo governo federal como uma forma de integrar os trabalhadores à cultura e ao lazer, foi ofertado aos trabalhadores apenas de 2013 a 2015.

Tabela 2: Dados referentes às cláusulas sociais presentes nos acordos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A. e com validade no período de 2009 a 2018

CLÁUSULAS SOCIAIS	ANO									MÉDIA
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
CARTÃO ALIMENTAÇÃO	R\$320,00	R\$320,00	R\$500,00	R\$500,00	R\$620,00	R\$620,00	R\$620,00	R\$700,00	R\$717,00	R\$546,33
REEMBOLSO EDUCACIONAL	Ensino Médio	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
	Ensino superior	75%	75%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	83%
CARTÃO MATERIAL ESCOLAR/UNIFORME	R\$24,00	R\$24,00	R\$24,00	R\$24,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$10,67
VALE CULTURA	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$50,00	R\$50,00	R\$50,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$16,67
REPASSE AOS SINDICATOS	Descontos no 5º dia útil do mês, na folha de pagamento dos associados (não houve alteração entre 2009 à 2017).									
ACOMPANHAMENTO DO ACORDO	Reuniões trimestrais com 15 dias de antecedência (não houve alteração entre 2009 à 2017).									

Fonte: Autoria própria.

Os dados a seguir estão organizados na Tabela 3 e nos informam sobre os Acordos e Benefícios referentes à área da saúde (auxílios médicos e odontológicos). Entre os anos de 2009 a 2017, as Despesas com Tratamento Psicológico e Psicoterápico tiveram um reembolso de 40% com cada tipo de tratamento. Esse valor se manteve ao longo dos anos e os limites do reembolso são de acordo com o limite máximo. Dos valores analisados, a média total final do limite semestral clínico foi de R\$ 1.279,98 e a média final do limite do reembolso de 40% do tratamento em regime de internação foi de R\$ 2.559,88 por beneficiário.

O benefício do reembolso das Despesas com Vacinas também manteve os mesmos requisitos anteriores, isto é, a Vale S.A. reembolsaria o valor de 40% das despesas com vacinas utilizadas para prevenção de doenças infectocontagiosas devidamente registradas pelo Ministério da Saúde. Dentre os valores analisados e demonstrados na Tabela 3, a média final do limite do valor do reembolso é de 40% do total de R\$ 234,16 reais.

O Reembolso das Despesas Médicas de Grande Risco permaneceu com o percentual de participação da Vale S.A. em 70%. O Reembolso das Despesas Médicas de Pequeno Risco foi de 65% nos anos de 2009 a 2015. A partir de 2015 e até 2018 esse valor foi reduzido para 55%, ou seja, uma perda considerável para o trabalhador, de 10% desse benefício. As

Despesas de grande Porte com Internação permaneceram com 99% de reembolso pela Vale S.A. ao longo dos anos 2009 até 2018. Em relação ao Atendimento Odontológico, a empresa participou com o reembolso de 65% do valor total do tratamento até o ano de 2015 e, deste ano em diante, o valor do reembolso foi reduzido para 55%. Para a compra de medicamentos especiais, o valor do reembolso foi de 60%, e esse valor permaneceu o mesmo até o ano de 2018. Nos acordos coletivos realizados nos últimos anos do período considerado, os trabalhadores perderam alguns benefícios do Plano Odontológico, tais como o direito à prótese dentária e a tratamentos odontológicos mais específicos. Dessa forma, pode-se afirmar que, em questões de benefícios de saúde em geral, os trabalhadores não perderam tanto como em relação à questão específica de tratamento odontológico.

Tabela 3: Dados referentes às cláusulas da saúde presentes nos acordos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e Vale S.A. e com validade no período de 2009 a 2018

CLÁUSULAS DA SAÚDE		ANO									
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Média
DESpesas com Tratamento Psicológico Psicoterápico	Repasso	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
	Limite semestral (clínico)	R\$1.007,51	R\$1.007,51	R\$1.158,88	R\$1.158,88	R\$1.340,47	R\$1.340,47	R\$1.412,64	R\$1.532,71	R\$1.560,76	R\$1.279,98
DESpesas com Vacinas	Repasso	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
	Limite semestral (internação)	R\$2.015,02	R\$2.015,02	R\$2.317,77	R\$2.317,77	R\$2.680,54	R\$2.680,54	R\$2.825,29	R\$3.065,44	R\$3.121,54	R\$2.559,88
REEMBOLSO DE DESPESAS MÉDICAS	Grande Risco	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
	Pequeno Risco	65%	65%	65%	65%	65%	65%	55%	55%	55%	62%
REEMBOLSO DE DESPESAS ODONTOLÓGICAS		50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
DESPESAS DE GRANDE RISCO (INTERNAÇÃO)		99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
ATENDIMENTO ODONTOLÓGICO		65%	65%	65%	65%	65%	65%	55%	55%	55%	62%
MEDICAMENTOS ESPECIAIS		60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%

Fonte: Autoria própria.

Os dados a seguir estão organizados na Tabela 4 e nos informam sobre os acordos e benefícios referentes à área da família (cônjuges e filhos). Pode-se destacar, em relação ao Auxílio Creche/Maternal, que é concedido 100% de reembolso no caso de atendimento a filho até o 36º mês de vida; e 60% de reembolso no caso de atendimento a filho do 37º ao 72º mês de vida. O valor máximo de limite de reembolso desse benefício aumentou entre 2009 e 2014, passando de R\$ 245,48 para R\$ 327,22; no entanto, não foi possível localizar informações sobre esse benefício nos acordos firmados nos anos seguintes. Percebe-se que esse benefício fomenta muito fortemente a rede privada de educação no município de Mariana – MG e região. Fomento este que se dá em detrimento do ensino público, mas que, por deixar de constar nos acordos, significa, contraditoriamente, uma perda relevante para

os trabalhadores e para seus filhos, que não necessariamente conseguirão uma vaga na rede pública de atendimento.

Para a Trabalhadora Gestante Mãe a empresa garantirá o emprego ou o salário de 120 dias após licença maternidade. No item 28 dos acordos coletivos é garantida a transferência Provisória da Gestante:

com base no artigo 392, § 4º da CLT, à empregada gestante é assegurado o direito de transferência provisória do setor ou função, quando as condições de saúde exigir, desde que haja prévia comprovação desta necessidade através de laudo médico emitido ou aprovado pelo médico do trabalho da empresa. (ACORDOS COLETIVOS DE TRABALHO, 2009 – 2017)

Já para o Trabalhador Empregado Pai, a empresa garantirá o emprego ou o salário por 60 dias após o nascimento do filho.

O Benefício de Saúde do Cônjuge (tratamento de saúde) é oferecido a todos, com os mesmos direitos, considerando companheiro também pessoas do mesmo sexo. Esse benefício consta no item 10.3 do acordo:

A empresa considerará o cônjuge e, nos termos de seu regulamento, o (a) companheiro (a), inclusive do mesmo sexo, como dependente do empregado para efeitos de assistência médica supletiva, independente da data de admissão do mesmo na empresa e da renda percebida. (ACORDOS COLETIVOS DE TRABALHO, 2009 - 2017).

Percebe-se que há certo avanço no que se refere ao reconhecimento e ao tratamento ético e digno das relações familiares dos trabalhadores, sejam elas hétero ou homoafetivas.

No tocante ao benefício “da mãe de filho adotivo” a empresa agirá nos termos da Lei 10.421, de 15 de abril de 2002, ou seja, a empresa concederá licença maternidade à trabalhadora que adotar ou obtiver guarda judicial para fins de adoção de criança até 8 anos. O período dos benefícios, conforme a referida lei, é configurado da seguinte forma: para crianças de até 1 ano de idade a licença para a mãe trabalhadora será de 120 dias; para crianças de 1 ano até 4 anos, será de 60 dias; e para crianças de 4 a 8 anos, será de 30 dias.

Tabela 4: Dados referentes às cláusulas da área familiar presentes nos acordos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e Vale S.A. e com validade no período de 2009 a 2018

CLÁUSULAS DA ÁREA FAMILIAR	ANO									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
AUXÍLIO CRECHE/ MATERNAL	Reembolso (até 36 meses)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	Valores não encontrados entre 2015 e 2017.		
	Reembolso (de 37 a 72 meses)	60%	60%	60%	60%	60%	60%			
	Limite máximo	R\$245,48	R\$245,48	R\$285,83	R\$285,83	R\$327,22	R\$327,22			
EMPREGADA GESTANTE MÃE	A EMPRESA GARANTIRÁ O EMPREGO OU SALÁRIO 120 DIAS, APÓS LICENÇA MATERNIDADE.									
EMPREGADO PAI	GARANTIA DO EMPREGO OU SALÁRIO POR 60 DIAS, APÓS NASCIMENTO DO FILHO.									
SAÚDE DO CONJUGE (TRATAMENTO DE SAÚDE)	MESMOS DIREITOS, CONSIDERA-SE COMPANHEIRO INCLUINDO PARCEIRO DO MESMO SEXO.									
LICENÇA À MÃE DO FILHO	Crianças até 1 ano								120 dias	
ADOTIVO (LEI:10.421 DE ABRIL DE 2012)	Crianças de 1 a 4 anos								60 dias	
	Crianças de 4 a 8 anos								30 dias	

Fonte: Autoria própria.

Após apresentarmos os principais elementos presentes nos acordos coletivos estudados, consideramos que a luta de classes no âmbito das relações trabalhistas entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A. é real e se põe, se explicita e se reafirma em cada pactuação realizada. Situação essa que pode ser relacionada com a questão da privatização da mineradora, com as modificações e os impactos desse acontecimento no que se refere aos direitos e condições de trabalho quando a Vale ainda era uma empresa estatal e após a sua privatização.

Importa ressaltar que, pela metodologia assumida neste estudo ora apresentado, não conseguiremos abordar de modo mais incisivo essa questão tão polêmica e questionável da privatização da Companhia Vale do Rio Doce e de como o processo aconteceu. O que faremos é destacar alguns elementos presentes nas relações entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a mineradora antes e depois da privatização, pois compreendemos que esses subsidiam e potencializam o entendimento do contexto em que as pactuações anteriormente demonstradas ocorreram. Assim, destacamos a partir de CARRANO (2017 *apud* BERTOLLO, 2017, p. 132) que

a Vale do Rio Doce (hoje apenas Vale) foi vendida por R\$ 3,3 bilhões, quando somente as suas reservas minerais eram calculadas em mais de R\$ 100 bilhões à época. [...] A empresa foi criada em 1942 com recursos do Tesouro Nacional. Durante 55 anos, foi uma empresa mista e o seu controle acionário pertencia ao governo. Depois do leilão de privatização da companhia, com militância ativa de José Serra, ministro do planejamento à época, a Vale passou a ser comandada pelo banco Bradesco, integrante do consórcio Valepar, detentor de 32 por cento das ações, enquanto os investidores estrangeiros passaram a somar 26,7% das ações totais da empresa.

Essa informação explicita uma posição de classe assumida pelo Estado brasileiro, ou seja, entreguista dos bens e patrimônios públicos ao capital internacional, posição esta que reafirma as teses de Marini (2005) acerca do caráter dependente e subordinado do capitalismo no continente latino-americano e do papel desempenhado pelo Estado neste contexto. Essa opção política e financeira de condução do Estado-nação é alinhada e incorporada às premissas neoliberais que, especialmente a partir da segunda metade do século XX e nesta primeira década do século XXI, apenas reafirmam, perpetuam e agravam a condição de dependência do país em relação aos países de capitalismo central, ou seja, aos países que detém um maior poderio econômico e político decorrente do lugar que ocupam na divisão internacional do trabalho, e que, por consequência, ditam as regras a serem seguidas pelos países de capitalismo dependente⁹. Ou seja, o processo de privatização da Companhia Vale do Rio Doce se deu em contexto de capitalismo dependente e subordinado; o que no tempo presente assume conformação cada vez mais agravada, incidindo de forma destrutiva sobre a força de trabalho, no caso em tela, sobre os trabalhadores da mineração extrativista na Região Inconfidentes de Minas Gerais.

O embate entre as partes, isto é, os elementos e contornos da luta de classes presentes no processo produtivo e nas relações de trabalho na mineração e que tem incidência na pactuação dos acordos coletivos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale, antes e após a privatização da mineradora, assume as seguintes conformações:

Se no período estatal, a produtividade era incentivada pelo apelo ao sentimento cívico de gerar divisas ao país, hoje ela tem várias outras formas de ser requerida: recompensa econômica coletiva, grupal ou individualizada (através da participação nos resultados e/ou nos lucros); metas estabelecidas e controladas dia a dia, e, não menos importante, a ameaça velada de um mercado de trabalho excessivamente inflacionado, frente a uma demanda da empresa cada vez mais reduzida. Hoje, as admissões são parcimoniosas e não acontecem na proporção necessária nos momentos de crescimento da demanda, e para cobrir necessidades eventuais a empresa usa o mecanismo das terceirizações. CARVALHO (2013, p. 93)

Esse contexto de acirramento das disputas, que, em última instância, significa a busca e a efetivação de maior exploração dos trabalhadores e de maior lucratividade da mineradora, é mais bem compreendido quando se explicitam as mudanças ocorridas na forma e nos meios de negociações, tais quais:

⁹Podemos referenciar as recomendações advindas do Consenso de Washington como exemplo desse “ditar as regras”. Também, as inúmeras recomendações advindas do Banco Mundial e do Fundo Monetário Internacional, agências multilaterais que explicitam os interesses dos países de capitalismo central, do imperialismo sobre as nações e povos do globo como um todo, a fim de garantir e perpetuar os seus interesses e manutenção da condição de países e economias dominantes no capitalismo.

De acordo com o Metabase/Inconfidentes, no período totalmente estatal, existiu uma coordenação nacional, na qual participavam, com funcionamento regular e profissional, mesmo com diferenças entre as várias tendências existentes na época, mas com muito mais maturidade política para entender essa necessidade. As demissões eram esporádicas, falava-se na época que se empregar na Vale era quase a mesma coisa que entrar no serviço público para o trabalhador comum. [...] As negociações coletivas aconteciam anualmente e os resultados eram os esperados. As reivindicações mais negociadas, em seu período totalmente estatal, foram a carteira de benefícios e direitos aprimorados durante o tempo, principalmente no que tange a assistência médica, salários e outros. Os benefícios sociais eram os investimentos nas cidades onde a CVRD tinha suas operações, como hospitais, moradia para os trabalhadores, clubes e outros. Eles não têm notícia de nenhum ano sem negociação. Ajuizaram apenas um dissídio coletivo na época de estatal (mas não especificaram a demanda). (CARVALHO, 2013, p. 102)

Após a privatização, o cenário se agrava, conforme pode ser observado na longa, mas importante citação do estudo da mesma autora:

(...) a relação do Metabase/Inconfidentes com a empresa privatizada não é positiva. De acordo com os dirigentes, após a privatização, a Vale deixou de repassar a mensalidade dos sócios do sindicato e não sentou com o sindicato para negociação de acordo coletivo, sendo que essa atitude demorou quase dois anos para ser resolvida. Afirmaram que as demissões promovidas pela empresa depois da privatização foram totalmente injustas, visando somente o lucro e o aumento de produtividade, geradas também pelo assédio de todos os tipos por causa do excesso de autoridade dos cargos de chefia. Ocorreram demissões em massa após a privatização, e a mais significativa foi a de 2008, na administração ex-presidente da empresa Roger Agnelli. Frente a isso, o sindicato participou de uma luta nacional, encabeçada por eles e pelo Metabase Itabira, com denúncias ao Ministério Público, atos com os movimentos sociais em várias cidades do estado de Minas Gerais, como em janeiro de 2009 em Itabira com 15 mil pessoas nas ruas e o de Mariana que reuniu 12 mil pessoas, denúncias na imprensa nacional e internacional, informes ao movimento sindical e social do mundo inteiro, denúncias na OIT e várias outras iniciativas. As negociações coletivas junto à empresa após a privatização são anuais. Ocorreram dois acordos com zero por cento de reajuste e uma pressão forte nas áreas com demissões. As reivindicações mais negociadas e os direitos conquistados foram: avanços mínimos na assistência médica supletiva, cartão alimentação, ganhos maiores nos salários variáveis e queda no custo fixo. Afirmam que a empresa continua fazendo “cortes secos” nos direitos após a privatização ou comprar benefícios via negociação. (CARVALHO, 2013, p. 107 – 108)

Estas informações explicitadas por Carvalho (2013) somadas às que apresentamos acerca da análise dos acordos coletivos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A., com validade no período de 2009 a 2018, ou seja, passadas décadas da privatização da empresa pública, retratam o acirramento vivenciado no ‘mundo do trabalho’ e nas atividades laborais sob o domínio e a hegemonia do capital, mais especificamente do capital internacional; bem como, o fato de que esse contexto é e deve ser permeado pela luta organizada da classe trabalhadora no sentido de fazer enfrentamento às ofensivas e aos ataques vivenciados cotidianamente.

Tal cenário é condição de sua própria existência enquanto relação de compra e venda da força de trabalho e de propriedade privada dos meios de produção, ou seja, da sociabilidade burguesa e das relações de trabalho conformadas no e pelo capitalismo enquanto modo de produção. Resgatando o clássico texto de Marx e Engels publicado originalmente em 1848, temos a seguinte afirmação sobre a sociabilidade que naquele momento se conformava e que ainda hoje se põe como determinante de nossas vidas e relações, dentre estas, as laborais: “A moderna sociedade burguesa, que surgiu do declínio da sociedade feudal, não aboliu as contradições de classe. Ela apenas colocou novas classes, novas condições de opressão e novas formas de luta no lugar das antigas.” (MARX; ENGELS, 2008, p. 08).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assumimos o entendimento de que o contexto da mineração extrativista na Região Inconfidentes de Minas Gerais, mais precisamente nos municípios de abrangência do Sindicato Metabase Inconfidentes, é fundamentado pela lógica da dependência, da superexploração da força de trabalho e da destruição ambiental. (BERTOLLO, 2017). Ressaltamos que este artigo, que possui um recorte de análise sobre as relações de trabalho, mais especificamente os acordos coletivos firmados entre o Sindicato Metabase Inconfidentes e a Vale S.A., não esgota e nem se aprofunda exaustivamente em tais questões, mas as identifica e as relaciona com a temática proposta.

Sendo a atividade minerária uma atividade extremamente danosa e penosa aos trabalhadores, à natureza e à vida social de seu entorno, há a necessidade de organização coletiva para tensionar, fazer frente e impor limites e negativas à premissa da exploração incontrolável almejada e imposta pelas empresas.

Nesse sentido ganha relevância a atuação sindical, enquanto um instrumento coletivo de apresentação de pautas, demandas e requisição de direitos trabalhistas. A partir do estudo realizado, podemos observar que este é um contexto de perdas e ganhos para os trabalhadores. Perdas que são expressão da ofensiva do capital, ou seja, das mineradoras sobre os trabalhadores, no sentido de lucrar cada vez mais a partir da negação de condições mínimas e adequadas de trabalho. Já os ganhos e a manutenção de direitos são devidos ao caráter combativo do sindicato Metabase Inconfidentes, de seus dirigentes e de sua base

organizada, condição historicamente assumida pela entidade, conforme pudemos observar quando foi explicitada a relação com a mineradora antes e após sua privatização.

As empresas tremem quando o Sindicato chega na mesa de negociação com um número alto de sindicalizados na base. Quando é assim, a empresa sabe que os trabalhadores estão unidos e que o Sindicato é forte! Quando o número de sindicalizados é alto, a empresa sempre pensa duas, três vezes antes de tentar passar o trabalhador para trás, já que ela sabe que se o trabalhador se revoltar, não tem produção. (ILAESE, 2019)

Ressaltamos que o contexto político, econômico e social do país — cujas marcas históricas vão da escravidão aos atuais ataques e ofensivas sobre os direitos sociais, trabalhistas e previdenciários a partir de modificações nas legislações via as chamadas ‘reformas’, que na verdade nada mais são do que ‘contrarreformas’— bem como os rompimentos das barragens/crimes em Mariana – MG e Brumadinho – MG e a possibilidade iminente de novos rompimentos, tal como pode ocorrer em Ouro Preto – MG (G1 MINAS, 2020), apontam para a importância e necessidade de a classe trabalhadora se organizar.

Ressaltamos que há diferentes formas e meios pelos quais essa organização pode ocorrer, dentre os quais destacamos três sujeitos coletivos: o partido político, os movimentos sociais e os sindicatos. Ressaltamos que as posturas combativas do partido político são fundamentais no enfrentamento ao poderio político das mineradoras nos municípios, estados, bem como no país. Os governantes possuem um papel a ser desempenhado e para o qual foram eleitos e são os representantes da população. Nessa perspectiva, e buscando ir além da institucionalidade governamental burguesa, o partido também possui o estratégico papel de organização da classe no sentido de construir e buscar a transformação societária superando as violências da exploração capitalista.

Em relação aos movimentos sociais, especialmente aos que atuam diretamente na questão da mineração, dentre os quais destacamos o Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM) e o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), apontamos a pertinência de suas atuações no sentido de organizar as comunidades e as populações atingidas pela mineração e suas consequências danosas. Essa organização é cada dia mais necessária, considerando que o contexto de ofensiva das mineradoras se agrava, se amplia e se aprofunda.

Acerca da organização sindical, a análise das relações de trabalho e das disputas acerca das cláusulas dos acordos coletivos explicitam a relevância dessa organização coletiva dos trabalhadores, por se tratar do sujeito coletivo que os organiza e os representa

no âmbito direto das negociações com o empregador. A partir dessa organização em sindicatos é fundamental que estes assumam uma postura combativa, que não assumam e sucumbam a posturas ‘pelegas’ e de alinhamento e submissão aos interesses das empresas em detrimento dos interesses dos trabalhadores. Especificamente no âmbito das relações de trabalho na mineração extrativista, é fundamental que seja rechaçado qualquer alinhamento com as mineradoras, expoentes do capital que nestas terras somente deixam um rastro de destruição, exploração e morte.

Por fim, recomendamos a pertinência de novos estudos sobre esta temática a fim de potencializar a produção de conhecimento e a disputa ideológica a partir do campo crítico na ciência, bem como para potencializar as lutas vivenciadas cotidianamente pelos trabalhadores e suas organizações a partir de sujeitos coletivos, especialmente via sindicatos.

REFERÊNCIAS

ACORDOS COLETIVOS DE TRABALHO. VALE S.A. e **Sindicato dos Trabalhadores na Indústria de Extração de Ferro e Metais Básicos de Congonhas, Belo Vale e Ouro Preto**. 2009 a 2017.

BERTOLLO, Kathiuça. **Mineração e superexploração da força de trabalho**: análise a partir da realidade de Mariana – MG. Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-graduação em Serviço Social, Florianópolis, 2017.

CAHIS CONTRA CORRENTE. Centro Acadêmico de História da Universidade Federal de Ouro Preto. **Nota do Sindicato Metabase Inconfidentes e da CSP Conlutas sobre o grave acidente na barragem da Samarco Mineração**. 5 nov. 2015. Disponível em: <https://cahiscontracorrente.wordpress.com/2015/11/06/nota-do-sindicato-metabase-inconfidentes-e-da-csp-conlutas-sobre-o-grave-acidente-na-barragem-da-samarco-mineracao/>. Acesso em: 01 jul 2017.

CARVALHO, Laura Nazaré de. **Análise da ação dos sindicatos dos trabalhadores da mineradora Vale S.A. na região sudeste brasileira**. Textos & Debates, Boa Vista, n.23, p. 91-114, jan./jun. 2013. Disponível em: <https://revista.ufr.br/textosedebates/article/view/1623>. Acesso em: 20 jul 2018.

ILAESE. Instituto Latino Americano de Estudos Socioeconômicos. **Campanha Salarial dos Trabalhadores da Vale 2015, 2016, 2017, 2018**. Disponível em: <http://www.ilaese.org.br>. Acesso em: 23 jul 2019.

ILAESE. Instituto Latino Americano de Estudos Socioeconômicos. **Trabalho & exploração**: O mapa da exploração dos trabalhadores no Brasil. Ano 01, Vol. 01, 2017.

ILAESE. Instituto Latino Americano de Estudos Socioeconômicos; SINDICATO METABASE INCONFIDENTES. **As verdades que a Vale e os governos não mostram:** Campanha salarial dos trabalhadores da Vale 2017-2018. 2017.

G1 Minas. **Barragem da Vale em Ouro Preto entra no nível 2 de emergência.** Disponível em: https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/04/01/barragem-da-vale-em-ouro-preto-entra-no-nivel-2-de-emergencia.ghtml?fbclid=IwAR2iX27z1NTGC_Nx0cwbfc652IGu6kwxzdtI18PRd5GkZnPcO1DfAvVNs. Acesso em: 04 abr 2020.

LAMPIÃO. **A mineração vale?** In: Jornal-laboratório do Curso de Jornalismo da Universidade Federal de Ouro Preto. 34^a ed. Ano 9. Julho de 2019.

MARINI, Ruy Mauro. **Dialética da Dependência.** In: Ruy Mauro Marini: vida e obra. TRANSPADINI, Roberta; STEDILE, João Pedro (orgs). 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2005. p. 137 a 180.

MARX, Karl. **O Capital:** crítica da economia política. São Paulo: Boitempo, 2013. (Livro 1).

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **Manifesto do Partido Comunista.** 1^a ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

MATTOS, Marcelo Badaró. **Trabalhadores e sindicatos no Brasil.** 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2009.

MILANEZ, Bruno et.al. **A Estratégia Corporativa da Vale S.A.:** um modelo analítico para Redes Globais Extrativas. *Versos*, Textos para Discussão PoEMAS, 2(2), p. 1-43. 2018.

OSÓRIO, Jaime. **Padrão de reprodução do capital:** uma proposta teórica. In: Padrão de reprodução do capital: contribuições da teoria marxista da dependência. FERREIRA, Carla; OSÓRIO, Jaime; LUCE, Mathias (orgs). São Paulo: Boitempo. 2012.

SINDICATO METABASE INCONFIDENTES. Disponível em: https://www.facebook.com/pg/metabaseinconfidentes/about/?ref=page_internal. Acesso em: 23 jul 2019.

WANDERLEY, Luiz Jardim. **Do Boom ao Pós- Boom das commodities:** o comportamento do setor mineral no Brasil. *Versos: Textos para Discussão PoEMAS*, v. 1, n. 1, p.1-7, ago. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318213362_Do_Boom_ao_Pos-Boom_das_commodities_o_comportamento_do_setor_mineral_no_Brasil. Acesso em: 25 set 2017.



Análise da mancha de inundação da Barragem Sul da Mina de Brucutu, São Gonçalo do Rio Abaixo, MG

Caio Moreira dos Santos¹

Junior Geraldo da Silva²

Pedro Valle Salles³

Flávia Cristina Silveira Braga⁴

Flávia Spitale Jacques Poggiali⁵

RESUMO

Nos últimos anos, o Brasil tem enfrentado desastres ambientais e sociais ocasionados por barragens de rejeito das mineradoras, em grande parte, decorrentes da falta de controle e da falta de fiscalização dessas estruturas. Destacam-se as catástrofes ocorridas no estado de Minas Gerais, nos municípios de Mariana (em 2015) e Brumadinho (em 2019), que geraram maior preocupação com a estabilidade desse tipo de estrutura. Nesse contexto, este estudo apresenta os dados de uma simulação de rompimento da Barragem Sul da Mina Brucutu, utilizando o software REC-HAS e o AutoCAD Civil 3D, a fim de compará-los com os dados fornecidos pelo Plano de Ação de Emergência Para Barragens de Mineração (PAEBM) da empresa responsável pela Mina Brucutu. Para a realização dos cálculos foi criado um mapa de inundação e exportados os dados da bacia analisada, para o HEC-RAS. As simulações de rompimento forneceram resultados aproximados aos que foram fornecidos pelo PAEBM. No entanto, o fato do tempo de formação da brecha de ruptura estar incluída no tempo de chegada da onda de ruptura no PAEBM, é muito preocupante, pois é difícil estimar o início exato de formação da brecha.

Palavras-chave: Barragens de Rejeito. Mancha de Inundação. HEC-RAS. Desastre Ambiental.

¹Graduado em Engenharia Civil pela Faculdade DOCTUM, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: caio.geologia@yahoo.com.br.

²Graduado em Engenharia Civil pela Faculdade DOCTUM, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: jr.silva010@gmail.com.

³Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Mestre e Doutorando em Engenharia Civil pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET. Atua na Construção Civil e também é professor e pesquisador da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: pedrovallesalles025@gmail.com.

⁴Graduada, Mestra e Doutora em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Desenvolve pesquisas na área de Geologia e também é professora da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: flavia.braga@uemg.br.

⁵Graduada em Engenharia Civil, Mestra em Construção Civil e Doutora em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Atualmente é pesquisadora e professora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: flaviaspitale@gmail.com.

Analysis of flood area of the South Dam from Brucutu Mine, São Gonçalo do Rio Abaixo, MG

ABSTRACT

In recent years, Brazil has faced environmental and social disasters caused by mining tailings dams, largely due to the lack of control and the lack of inspection of these structures. Noteworthy are the catastrophes that occurred in the state of Minas Gerais, in the municipalities of Mariana (in 2015) and Brumadinho (in 2019), which generated greater concern about the stability of this type of structure. In this context, this study presents data from a simulation of rupture of the South Dam of Brucutu Mine, using the REC-HAS software and AutoCAD Civil 3D, in order to compare them with the data provided by the Emergency Action Plan for Dams Mining (PAEBM) of the company responsible for Brucutu Mine. In order to carry out the calculations, a flood map was created and the data from the analyzed basin was exported to HEC-RAS. The breakout simulations provided approximate results to those provided by PAEBM. However, the fact that the time of formation of the rupture gap is included in the time of arrival of the rupture wave in the PAEBM, is very worrying, since it is difficult to estimate the exact beginning of the gap formation.

Keywords: Tailings Dams. Flood Area. HEC-RAS. Environmental Disaster.

Artigo recebido em: 14/09/2020

Aceito em: 10/12/2020

1. INTRODUÇÃO

As barragens de rejeitos são estruturas utilizadas por mineradoras como forma de armazenamento dos resíduos extraídos no processo de beneficiamento do minério. Esses resíduos são considerados uma fração estéril após a separação mecânica e/ou química do minério bruto em concentrado e rejeito.

Essas estruturas são feitas de terra e exercem a função de armazenamento desse material estéril. Em seu interior, ocorre uma segregação onde a parte sólida decanta para o fundo e a água, por sua vez, fica na superfície, sendo drenada, tratada e reutilizada no processo de mineração.

No passado, tais resíduos eram dispostos de forma que gerassem o menor custo de logística possível. Essa forma de descartar os rejeitos aliada à falta de controle e de fiscalização resultou em vários desastres ao longo dos anos, causando danos ambientais e sociais. Conseqüentemente, isso gerou uma maior preocupação com a estabilidade dessas estruturas.

Os desastres causados recentemente pelo rompimento de barragens de rejeitos no estado de Minas Gerais, despertaram dúvidas quanto à segurança e quanto ao correto monitoramento dessas estruturas. Em Mariana - MG, foram lançados no meio ambiente cerca de 35 milhões de m³ de rejeitos, causando a morte de 17 pessoas, desabrigando outras 1.265 e gerando incontáveis impactos ambientais (FREITAS, 2019). A qualidade da água do Rio Doce foi comprometida, principalmente devido ao volume de sólidos em suspensão, além de elevados teores de alumínio, ferro, manganês e arsênio, observados no período imediato após o rompimento da barragem de Mariana (DIAS *et al.*, 2018). Já em Brumadinho, o desastre deixou 270 vítimas ao todo, sendo 253 mortes confirmadas e 17 pessoas que seguem desaparecidas, além dos 12 milhões de m³ de rejeitos (FREITAS, 2019). Em Brumadinho, 297,28 ha de terras foram soterradas pelos rejeitos, e pelo menos 193 estruturas empresariais (41%) e familiares (59%) foram comprometidas (PEREIRA *et al.*, 2019). Segundo Lacaz *et al.* (2017) os relatórios elaborados por órgãos oficiais tais como Comissão Extraordinária de Barragens da Assembleia Legislativa de Minas Gerais e Ministério do Trabalho e da Previdência Social, indicam a incapacidade do Estado em cumprir seu papel de agente e fiscalizador e controlador das barragens.

Assim, este estudo analisará o Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM) da Barragem Sul, localizada na Mina do Brucutu em São Gonçalo do

Rio Abaixo, MG. Essa análise é de suma importância para verificar se realmente a população terá tempo hábil de evacuação, caso ocorra um rompimento. Apresenta-se os dados de uma simulação de rompimento da Barragem Sul, utilizando o software REC-HAS e o AutoCAD Civil 3D. Foi realizada ainda a comparação dos dados obtidos neste trabalho com os fornecidos pelo PAEBM da empresa responsável pela estrutura.

2. BARRAGENS DE REJEITO

Segundo Soares (2010), o método mais usual de armazenamento de rejeito da mineração é através de seu lançamento em lagos de decantação, ou aterros hidráulicos, represados por barragens. Em decorrência do aumento da demanda por produtos minerais nos últimos anos, essas estruturas sofreram ampliações em suas dimensões, o que exige um estudo mais aprofundado das mesmas e mais atenção ao seu monitoramento, devido ao seu alto potencial de dano em caso de falhas.

Sabe-se do alto risco de rompimento dessas estruturas e não surpreende que o rompimento de barragens de mineração é algo recorrente em Minas Gerais. De acordo com Oliveira (2015), de 1996 a 2016 foram identificados oito desastres de grande porte em Minas, considerando o desastre de Brumadinho em janeiro de 2019 são nove, o que representa um desastre a cada 2,55 anos no estado. As causas das falhas que originaram esses desastres são variadas. De acordo com Azam e Li (2010), apenas 27,5% dos rompimentos de barragem, entre 1910 e 2009, tiveram como causas questões climáticas. As outras decorreram de infiltração (20,4%), defeitos na estrutura e na fundação da barragem (15,6%), falhas de manutenção (12,5%) e instabilidade da encosta e transbordamento (10,7%).

2.1 Métodos de alteamento

Na mineração, diversas vezes é necessário o desenvolvimento de complementos, ou seja, um aumento da capacidade das barragens. Com isso, são desenvolvidos os alteamentos, que são classificados de acordo com os métodos construtivos, sendo eles: o método a jusante; método da linha de centro e; método a montante.

Quando planeja-se realizar o alteamento de uma barragem, realiza-se um estudo para definir qual método é mais adequado, de acordo com várias características do empreendimento, tais como: topografia, hidrologia, geologia, tipos e propriedades do subsolo, granulometria e concentração dos rejeitos, velocidade de deposição, variação da

capacidade de armazenamento do reservatório com o aumento da altura (SOARES, 2010). Sabe-se que muitas vezes na prática, infelizmente, as empresas preferem o método mais barato ao mais seguro.

O método à jusante, adotado na barragem foco do estudo (TETRA TECH, 2016), é considerado o mais seguro, pois tem como estrutura uma forma que não depende diretamente do rejeito e sua base consiste em uma área de alteamento a jusante do dique de partida. Seu modo de desenvolvimento visa reduzir os riscos de liquefação (CAMPOS, 1986). Segundo Campos (1986), esse método possui menor probabilidade de ruptura interna, porém tem como desvantagem seu elevado custo construtivo, maior quantidade de aterro necessário para execução e também, dentre os três tipos, necessita de uma maior área para sua construção.

2.2 Mapa de inundação

Os Mapas de Inundação compõem um importante conjunto de ferramentas de controle de uma situação de emergência proveniente de um rompimento de barragens. Devem apresentar, além da área atingida pela inundação, os locais para onde as vítimas deverão ser levadas, assim como os alojamentos temporários que deverão abrigar os atingidos pela inundação (SILVA, 2016). Esses mapas funcionam como base para a mineradora planejar a evacuação de moradores, considerando todas as habitações, acessos, pontos de encontro e infraestruturas existentes à jusante da barragem. Esses mapas são gerados através de softwares, sendo o REC-HAS um dos mais utilizados, por ser gratuito e apresentar resultados condizentes com os dados obtidos em campo. Além disso, Lauriano (2009) recomenda o uso do HEC-RAS pela possibilidade de utilização do programa consorciado a plataformas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), o que possibilita um melhor detalhamento das seções transversais e facilita o pós-processamento dos resultados para a geração dos mapas de inundação.

O HEC-RAS é desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica do Corpo de Engenheiros do Exército Norte Americano e é um software de distribuição gratuita, de alta precisão e que permite realizar simulações de escoamento em regimes permanente e não permanente, assim como análise de sedimentos e de qualidade da água (NEVES, 2018).

Tanto Xiong (2011), quanto Ackerman e Brunner (2016) deixam claro a importância da avaliação da ruptura de barragens com o uso da ferramenta HEC-RAS. Através do

software é possível realizar simulações de rompimentos em barragens de rejeito e também de água. Para isso é necessário conhecer as características geométricas do barramento e seu reservatório, as características da bacia de inundação e do curso d'água.

Outro ponto importante para a simulação de rompimento é a definição da brecha, que nada mais é que o início do rompimento da estrutura. Os parâmetros geométricos da brecha são de suma importância no mapa de inundação, uma vez que exercem influência na vazão de pico e no tempo de formação da mesma. Considerando esse aspecto, o modelo de *Froehlich* apresenta uma largura média cerca de quatro vezes menor do que a largura média do modelo de *Von Thun e Gillette* e uma vazão de pico duas vezes maior (NEVES, 2018). Portanto, durante a definição do modelo a ser utilizado, deve-se analisar os dois casos e considerar o de pior cenário possível.

2.3 Métodos de monitoramento

Os instrumentos de monitoramento implantados em barragens de rejeitos têm como objetivo monitorar o desenvolvimento de deformações e de pressões intersticiais na estrutura, além de obter dados de deslocamento, tensão total, vazão e nível de água. Esses dados são obtidos através de leituras periódicas e são comparados aos respectivos valores máximo e mínimo de controle, especificados nos critérios de projetos (MACHADO, 2007). Além desse monitoramento por equipamentos, é muito importante realizar inspeções de campo periodicamente em busca de alterações na estrutura da barragem. Os instrumentos mais comuns de monitoramento são os piezômetros, os marcos topográficos, inclinômetros, deformímetros e estações meteorológicas, entre outros.

Durante o planejamento de uma barragem, deve-se considerar vários fatores que podem ocasionar a ruptura da mesma. Destaca-se o rompimento devido às enchentes, falhas no sistema de extravasão, colmatação no sistema de drenagem, erosão regressiva interna (*pipping*), atividades sísmicas, liquefação, deficiência de compactação durante sua construção, escorregamentos internos ao entorno do reservatório, recalques excessivos do aterro ou fundação, entre outros.

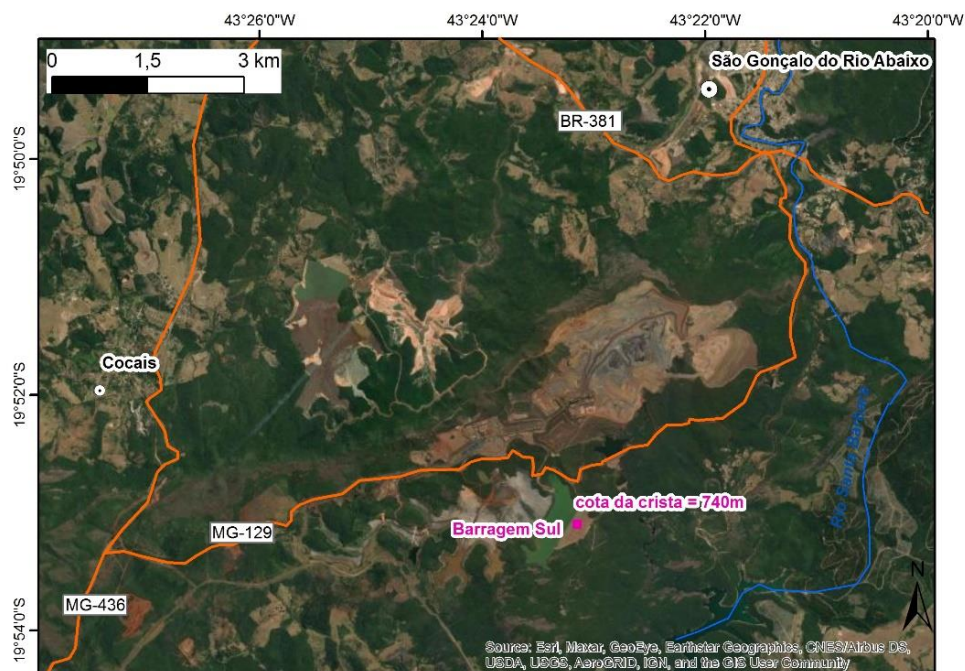
3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Barragem Sul (Figura 1) está inserida no município de São Gonçalo do Rio Abaixo, Minas Gerais, na mina de ferro Brucutu pertencente ao Complexo Mariana – Brucutu,

administrada pela Vale. O acesso à barragem pode ser realizado pela BR-381, no trevo com a MG-129, seguindo em direção à Mina Brucutu, em seguida acessada por via local, dentro da área de mina.

A Mina de Brucutu está localizada à montante do centro urbano de São Gonçalo do Rio Abaixo. Aos pés da barragem corre o Rio Santa Bárbara, pertencente à Bacia do Rio Doce, que em caso de rompimento, seria o caminho natural da lama (Figura 1).

Figura 1: Acesso à Barragem Sul da Mina Brucutu



Fonte: Autoria própria.

A Barragem Sul foi construída a partir de um maciço inicial, seguido de alteamento a jusante e berma de reforço em aterro compactado. Sua drenagem interna é constituída por um sistema principal (formado por três tipos de filtro "sanduíche"), um sistema complementar (tapete drenante inclinado tipo sanduíche) e o sistema de conexão formado por duas linhas de poços drenantes (TETRA TECH, 2016).

Segundo o PAEBM, seu monitoramento é realizado a partir de piezômetros, indicadores de nível d'água, régua milimétrica, marcos superficiais e medidores de vazão. O vertedouro é constituído por um canal de aproximação, emboque de seção triangular com soleira espessa (em concreto), descida d'água em degraus, bacia de dissipação (em concreto) e canal de restituição (escavado em solo e revestido com enrocamento). São apresentados na Tabela 1 os principais dados da Barragem Sul de acordo com seu PAEBM elaborado pela

Empresa TETRA TECH (2016).

Tabela 1: Dados gerais da Barragem Sul

Informação	Valor
Localização (m)	669.000 E e 7.800.548 N (Sirgas 2000)
Cota da Crista (m)	740
NA Normal (m)	737
Altura da Barragem (m)	83
Volume do Reservatório (m ³)	53.162.357
Cheia de Projeto	10.000 anos

Fonte: TETRA TECH (2016).

4. METODOLOGIA

O mapeamento da mancha de inundação foi realizado com auxílio da ferramenta HEC-RAS inserida no AutoCAD 3D Civil. O primeiro passo foi a geração da superfície, ou modelo digital de terreno da bacia e o alinhamento representando o traçado do curso d'água onde ocorrerá a propagação da onda de inundação, proveniente do rompimento da barragem. Em seguida foram geradas seções transversais ao longo do curso d'água. Os objetos gerados foram exportados para o HEC-RAS para criação do modelo de inundação.

O modelo matemático utilizado para criação da mancha de inundação foi o de *Saint-Venant* incorporado ao programa HEC-RAS, pois representa a metodologia mais conservadora e a que irá produzir um cenário de inundação mais catastrófico, possibilitando a preparação das autoridades a jusante para a pior situação (MELO *et al.*, 2013). Para definição de áreas potencialmente inundáveis, utilizou-se a ferramenta *River Analysis System* do software HEC-RAS, a qual efetua cálculos de progressão bidimensional do escoamento.

A escolha pelo HEC-RAS (versão 5.0.7) se deu pela boa capacidade do modelo em representar os fenômenos de inundação de ruptura de barragens. Esse software é capaz de determinar as elevações de nível de água, tempo de chegada da onda de ruptura, velocidade máxima atingida na seção e outros resultados, baseando seus cálculos na solução das equações de *Saint-Venant* (WALM, 2018).

Mesmo que o AutoCAD Civil 3D forneça todas as informações necessárias para a simulação, ainda é necessário realizar alguns ajustes no HEC-RAS. Dessa forma, foram inseridas informações utilizadas durante os cálculos do rompimento, como hidrogramas, coeficiente de Manning e informações sobre o barramento. Todas as informações

constituintes do modelo geométrico do HEC-RAS foram inseridas no modelo com auxílio da ferramenta SIG HEC-RAS (USACE, 2011) acoplada ao programa AutoCAD civil 3D.

O estudo da ruptura hipotética da Barragem Sul teve como objetivo o mapeamento das áreas potencialmente inundáveis da região à jusante do barramento. Neste contexto, considerou-se os dados hidrológicos fornecidos pelo PAEBM (Tabela 2). Posteriormente houve a definição do modo de falha e geração do hidrograma de ruptura, em seguida a propagação e mapeamento da mancha de inundação no vale a jusante do barramento.

4.1 Superfície

A superfície é o objeto do AutoCAD Civil 3D que representa a topografia do terreno através do modelo digital de terreno. É importante ressaltar que a topografia do terreno é um fator essencial na criação da geometria da simulação de rompimento de barragens.

Para a construção desse objeto, importou-se para o AutoCAD Civil 3D a imagem da área de estudo disponível no software Google Earth. Desta forma a imagem é inserida georreferenciada no AutoCAD Civil 3D e o modelo digital do terreno é criado. A partir da definição da superfície de estudo, gerou-se uma nuvem de pontos georreferenciados e as curvas de nível.

Tabela 2: Síntese dos principais dados hidrológicos

Descrição	Valor adotado
Tempo de recorrência chuva de projeto (anos)	10.000
Área de drenagem (km ²)	11,9
Duração da chuva de projeto (h)	10
Altura da chuva de projeto (mm)	230
Nível da crista da barragem (m)	740,00
Nível de água normal do reservatório (m)	737,00
Nível de água máximo do reservatório (m)	738,39
Borda livre remanescente (m)	1,61
Vazão máxima afluyente da área de drenagem (m ³ /s)	125
Vazão máxima efluyente do reservatório (m ³ /s)	64,2
Volume do lago (m ³)	4.248.211
Volume disponível para o trânsito de cheias (m ³)	2.551.026
Volume total de sólidos depositados (m ³)	48.914.146

Fonte: TETRA TECH (2016).

4.2 Alinhamento

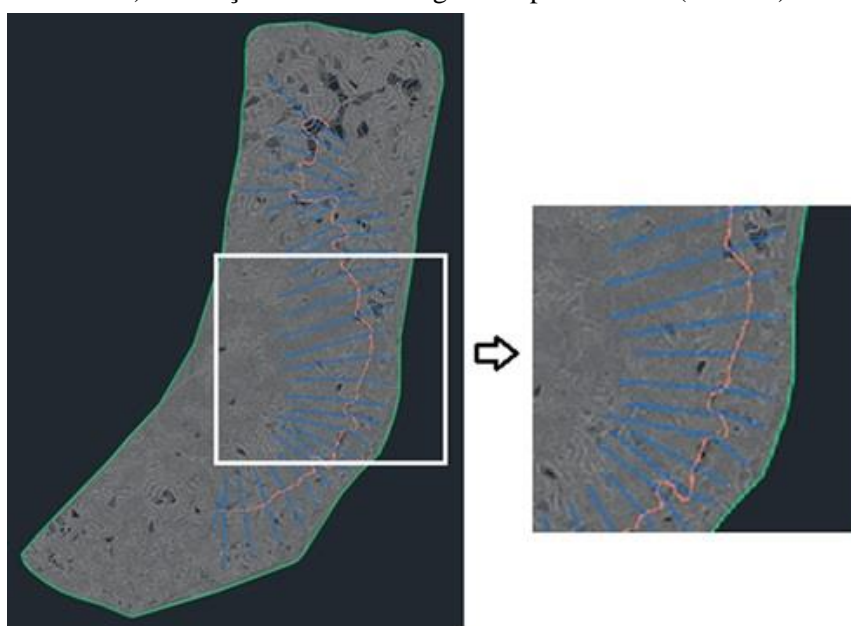
O alinhamento é responsável por definir o traçado do curso d'água onde ocorrerá a propagação da onda de inundação, proveniente do rompimento da barragem. Trata-se de um objeto bidimensional que, nesse caso, foi criado a partir do contorno do Rio Santa Bárbara, até o final da mancha urbana de São Gonçalo do Rio Abaixo. Apesar de ser um objeto bidimensional, é possível obter informações de sua interação com o terreno, e assim analisar de que forma o curso d'água interage com a planície de inundação. Esta interação é fundamental em um estudo de escoamento no HEC-RAS, já que características do terreno são fundamentais para calcular o nível da inundação.

4.3 Seções Transversais

A ferramenta utilizada para criar as seções transversais é a *Sample Line*. A *Sample Line* será responsável por fornecer ao HEC-RAS a interação entre o curso d'água e o terreno, delimitando assim o canal e suas margens.

Conforme ilustrado na Figura 2, é possível criar um conjunto de *Sample Lines* no Civil 3D, de acordo com as características da simulação que será realizada e pré-visualizada, de forma a analisar melhor as nuances do terreno que será utilizado para realização do estudo.

Figura 2: Superfície do terreno à jusante do barramento, o alinhamento do Rio Santa Bárbara (em rosa) e as seções transversais geradas para análise (em azul)



Fonte: Autoria própria.

4.4 Exportação para o HEC-RAS

Os objetos anteriores são exportados para o HEC-RAS através de uma ferramenta presente no AutoCAD, que ajusta toda a geometria criada para o formato GEO, aceito pelo HEC. A modelagem no HEC-RAS consiste na configuração da geometria (seção da barragem e do reservatório), do regime não permanente e o plano de simulação do sistema. Em seguida, realiza-se no HEC-RAS a configuração da barragem com a brecha de ruptura de acordo com as informações presentes no PAEBM da Barragem Sul.

Como o objetivo deste trabalho é confirmar as informações contidas no PAEBM, os dados hidrográficos e parâmetros da barragem foram conservados. Sendo assim, de acordo com TETRA TECH (2016), a geometria final da brecha foi estimada a partir do modelo empírico de Froehlich (2008). O modelo da brecha tem formato de prisma trapezoidal com base maior e menor, respectivamente de 125,00 m e 20,00 m, altura de 75 metros e inclinação lateral de 1V:0,7H. Entretanto, nessa simulação será adota a altura de 83 metros para a brecha. A elevação no nível de água para o desenvolvimento da brecha é de 738,39 m e o volume de água acima da cota de fundo da brecha é de 4.248.211 m³. Quanto ao tempo de formação da brecha, adotou-se 22 minutos.

A partir da geomorfologia e das imagens de satélite, observou-se que a planície de inundação do Rio Santa Bárbara no trecho estudado é predominantemente formada por meandros com vegetação e pedras, de condições regulares. Sendo assim, adotou-se o valor de 0,040 para o Coeficiente de Manning, conforme presente na Tabela 3.

Durante a abertura da brecha o reservatório é drenado e as vazões constituintes do hidrograma efluente são calculadas considerando o estrangulamento do escoamento, a carga hidráulica a montante e as dimensões instantâneas da brecha. No âmbito desse trabalho, essa simulação foi realizada pela aplicação da lei de conservação da massa introduzida no modelo de armazenamento incorporado ao programa HEC-HAS (USACE, 2011).

Segundo Lucia (1981), na ausência de evidências contrárias, todo o volume armazenado no reservatório será considerado para o cálculo do hidrograma efluente. Além disso, recomenda-se utilizar a altura do barramento como altura final da brecha. Entretanto, nos cálculos da TETRA TECH (2016) considerou-se a altura final da brecha como 75 m.

Tabela 3: Síntese dos principais dados hidrológicos

Item	Natureza das paredes	Condições			
		Muito Boas	Boas	Regulares	Ruins
1	Limpos, retilíneos e uniformes.	0,025	0,028	0,030	0,033
2	Como em 1, porém com vegetações e pedras.	0,030	0,033	0,035	0,040
3	Com meandros, bancos e poços pouco profundos, limpos.	0,035	0,040	0,045	0,050
4	Como em 3, águas baixas, declividade fraca.	0,040	0,045	0,050	0,055
5	Como em 3, com vegetação e pedras.	0,033	0,035	0,040	0,045
6	Como em 4, com pedras.	0,045	0,050	0,055	0,060
7	Com margens espraiadas, pouca vegetação.	0,050	0,060	0,070	0,080
8	Com margens espraiadas, muita vegetação.	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (2006).

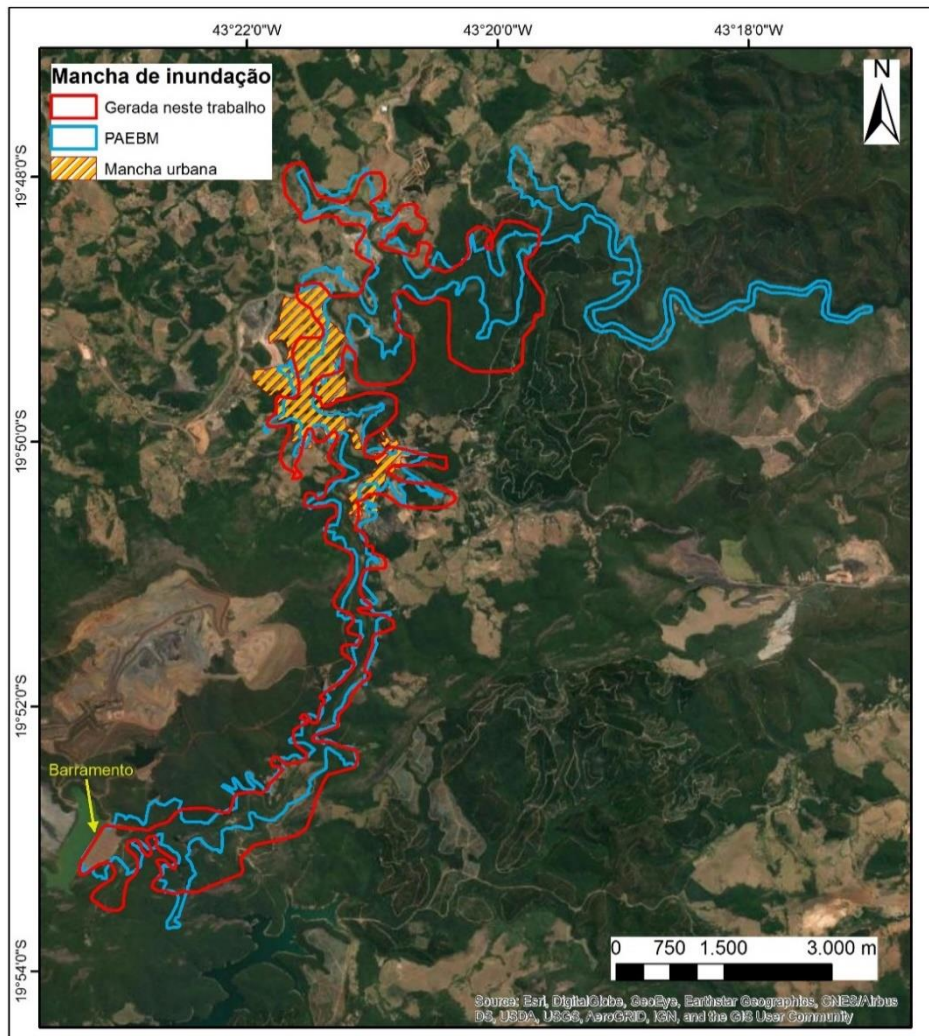
5. RESULTADOS

A modelagem no HEC-HAS tem como objetivo encontrar o hidrograma de vazão a jusante da Barragem Sul. Obteve-se uma mancha de inundação informando as áreas afetadas pelo possível rompimento da barragem e dados em formato de tabela com informações de seções pré-estabelecidas.

Após a simulação das manchas de inundação, o mapa foi extraído para o programa AutoCAD. Na Figuras 3 temos a comparação da mancha obtida neste trabalho com a fornecida pelo PAEBM.

A mancha gerada pelo presente trabalho atingiu uma área maior de inundação (Figura 3). Essa diferença pode ser explicada pela diferença entre as duas superfícies utilizadas para o estudo. Enquanto o estudo do PAEBM baseia-se em dados obtidos em campo, como na batimetria do Rio Santa Bárbara, o presente estudo baseia-se em altimetria gerada por imagens de satélite (Landsat 8) disponíveis no Google Earth, o que pode gerar resultados menos precisos, pois o satélite possui resolução de 15 m no pancromático e de 30 m no multiespectral (INPE, 2018). Outro fato que pode explicar essa diferença é a altura total utilizada para brecha de rompimento, 83 m neste estudo e 75 m no PAEBM. Apresenta-se a seguir as Tabelas 4 e 5, a primeira contendo informações presentes no PAEBM, e a segunda com os dados obtidos pelo presente estudo.

Figura 3: Mancha de inundação fornecida pelo PAEBM (TETRA TECH, 2016) e a gerada pelo HEC-HAS neste trabalho



Fonte: Autoria própria.

6. DISCUSSÕES

De acordo com a Tabela 4, a simulação realizada pela empresa TETRA TECH (2016) se estendeu por 32 km, com seções de quatro em quatro km e uma seção na ZAS (10 km à jusante do barramento). Em uma análise preliminar, percebe-se incoerências nas informações contidas no PAEBM, como na distância do eixo da barragem em relação à comunidade Vargem da Lua e o tempo de chegada da onda de ruptura à comunidade.

Tabela 4: Síntese dos principais dados hidrológicos

Descrição de referência	Distância em relação ao eixo da Barragem (km)	Profundidade Máxima Atingida na Seção (m)	Elevação Máxima Atingida na Seção (m)	Velocidade Máxima Atingida na Seção (m/s)	Tempo de Chegada da Onda de Ruptura - 2 Pés (hh:mm)	Tempo de Chegada da Onda de Ruptura - Pico (hh:mm)	Vazão Máxima Atingida na Seção (m³/s)
Eixo da Barragem	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Comunidade de Vargem da Lua	4	29,8	662,5	3,11	00:25	00:35	10.874
A Montante da Mancha Urbana do Município de São Gonçalo do Rio Abaixo	8	20,4	647,5	4,84	00:40	01:00	5.325
Zona de Autossalvamento (ZAS)	10	22,3	645,0	1,39	00:50	01:20	3.321
Bairro Santa Efigênia (São Gonçalo do Rio Abaixo)	12	17,4	642,4	2,15	01:00	01:40	2.811
-	16	15,8	637,5	1,67	01:50	03:30	1.567
-	20	14,2	633,8	1,12	02:40	04:10	1.420
-	24	12,2	629,3	1,23	03:05	05:40	1.354
A Montante da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) São Gonçalo	28	15,9	627,8	1,95	03:55	06:25	1.340
A Jusante da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) São Gonçalo	32	19,8	600,3	3,55	04:35	07:30	2.680

Fonte: TETRA TECH (2016).

Tabela 5: Dados da simulação realizada através do programa HEC-HAS neste trabalho

Descrição de referência	Distância em relação ao eixo da Barragem (km)	Profundidade Máxima Atingida na Seção (m)	Elevação Máxima Atingida na Seção (m)	Velocidade Máxima Atingida na Seção (m/s)	Tempo de Chegada da Onda de Ruptura - 2 Pés (hh:mm)	Tempo de Chegada da Onda de Ruptura - Pico (hh:mm)	Vazão Máxima Atingida na Seção (m ³ /s)
Eixo da Barragem	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Comunidade de Vargem da Lua	3	31,8	664,5	6,73	00:25	00:32	14.243
Comunidade de Roque	5	29,8	662,5	5,10	00:27	00:35	9.877
Bairro Gralhos	7	25,3	655,0	4,99	00:30	00:45	6.342
Bairro Malaquias	8	25,0	647,5	3,84	00:45	01:00	5.739
Zona de Autossalvamento (ZAS)	10	21,8	644,0	1,39	00:50	01:15	4.321
Centro do Município São Gonçalo do Rio Abaixo (SGRA)	11	15,3	640,5	1,27	01:10	02:00	3.118
Bairro Guanabara	12	15,0	642,4	2,15	01:20	02:20	2.984
Parque de Exposições de SGRA	13	12,2	639,3	1,23	01:35	02:45	2.642
Final da Mancha Urbana do Município de SGRA	14	10,6	637,5	1,17	01:50	03:30	1.977

Fonte: Autoria própria.

Como as seções da simulação da Tabela 4 são realizadas em intervalos de 4 km, o tempo de chegada da onda de inundação à comunidade de Vargem da Lua está mascarado. Isso porque a população dessa comunidade está situada à 2,7 km de distância da barragem, ou seja, a informação de tempo de chegada real da onda de ruptura aos moradores é omitida.

Pensando nessa situação, o presente estudo realizou seções em locais estratégicos, onde há aglomerados de moradores e limitou a simulação até 14 km, ou seja, até o final da mancha urbana de São Gonçalo do Rio Abaixo, diferentemente do fornecido pelo PAEBM. Os resultados dessa simulação estão presentes na Tabela 5.

Comparando as duas tabelas, percebe-se que os valores de vazão, velocidade, profundidade máxima atingida nas seções e tempo de chegada da onda são bem próximos. Devido à modificação da altura total da brecha (75 m para o PAEBM e 83 m para esta simulação), a simulação do presente estudo apresentou maiores valores de profundidade, elevação, velocidade e vazões máximas em relação ao PAEBM. Além disso, a diferença de precisão dos modelos digital de terreno adotados pode provocar esses valores ligeiramente superiores.

O tempo de chegada da onda de ruptura (onda de 2 pés e de pico máximo) foram menores nas seções analisadas. Um detalhe importante, que não é mencionado pelo PAEBM é que no tempo de chegada da onda de ruptura já está contabilizado o tempo de formação da brecha, ou seja, 22 minutos. Sendo assim, de acordo com o PAEBM, o tempo de chegada da onda de ruptura à comunidade de Vargem da Lua são de 25 minutos a partir do início do *pipping* que forma a brecha e não 25 minutos após o rompimento.

Segundo o PAEBM, a população localizada na ZAS é alertada quando a barragem atinge o nível 3 de emergência, ou seja, risco de ruptura iminente ou a ruptura está ocorrendo. Nesse momento a brecha de ruptura já se iniciou. Levando em conta essas informações, a demora para identificação do início da brecha pode ser fatal para os moradores mais próximos da estrutura.

A seção localizada à 12 km do eixo da barragem, apresentou em ambas simulações uma velocidade maior do que a seção à montante. Isso pode ser explicado pelo estrangulamento da calha do rio frente ao relevo. Em seguida o relevo se torna mais plano e a velocidade do fluxo continua reduzindo.

A mancha de inundação gerada neste trabalho cobre 59% da área urbana do município, já a mancha do PAEBM cobre 43% da área urbana (Figura 3).

De uma forma geral, os resultados obtidos se mostraram compatíveis aos dados fornecidos pelo PAEBM da Vale. Entretanto, é necessária uma melhor calibração dos dados da superfície para resultados mais fidedignos, uma vez que o modelo HEC-RAS é sensível aos dados de topografia e aos dados de coeficiente de rugosidade de Manning.

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos pelo presente estudo mostraram que os dados fornecidos pelo PAEBM da Vale estão de acordo com as metodologias utilizadas atualmente. Entretanto, é necessário melhorar a forma com que os dados são apresentados à população. O fato do tempo de formação da brecha de ruptura estar incluído ao tempo de chegada da onda de ruptura é muito preocupante, pois é difícil estimar o início exato de formação da brecha. Quando identificado o problema, já podem ter se passados minutos. Além disso, casos de negligência e imperícia no monitoramento de anomalias podem ser fatais. O PAEBM exige que o monitoramento em campo deve ser feito no máximo quinzenalmente, o que não atende às necessidades reais dos moradores à jusante da barragem. Recomenda-se que o monitoramento de barragens de rejeito seja em tempo real, com uso de tecnologias avançadas, levando-se em conta o risco que elas oferecem.

Vale ressaltar que, esse estudo não obteve os dados referentes ao monitoramento da Barragem Sul. Faz-se necessário conhecer os métodos de monitoramento (visual e eletrônico) e sua frequência, para um melhor apuramento do risco real dessa estrutura para a Comunidade de Vargem da Lua, que é a primeira a ser afetada em um possível rompimento.

Para a obtenção de resultados mais próximos do real, seria necessário a calibração do modelo para rompimento de barragens de rejeito, uma vez que o software foi desenvolvido para barragens de água. Outro fato que melhoraria os resultados seria a realização de levantamentos topográficos para delimitação mais precisa da topografia, além da obtenção do coeficiente de rugosidade de cada trecho estudado.

REFERÊNCIAS

ACKERMAN, C.T.; BRUNNER, G.W. **Dam failure analysis using HEC-RAS and HECGeoRAS**. In: Proceedings of Third Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, Reno, Reno, 8p, 2006.

AZAM, S; LI, Q. **Tailings Dam Failures: A Review of the Last One Hundred Years**. Geotechnical News, p. 50-53, dez., 2010.

CAMPOS, T. M. P. **Geotecnia e Meio Ambiente: Relato do Estado da Arte.** In: VIII COBRAMSEF. Porto Alegre, 1986.

DIAS, C.A.; COSTA, A.S.V.; GUEDES, G.R.; UMBELINO, G.J. de M.; SOUSA, L.G.; ALVES, J.H., SILVA, T.G.M. **Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce.** Revista Espinhaço, v. 7, n. 1, p.21-35, 2018.

FREITAS, R. G1. **'A gente está resgatando sonhos e histórias', diz bombeiro que atuou em Brumadinho.** Portal G1. Atualizado em 25/10/2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/10/25/a-gente-esta-resgatando-sonhos-e-historias-diz-bombeiro-que-atuou-em-brumadinho.html>. Acesso em: 15 de nov. de 2019.

FROEHLICH, D. C. **Embankment dam breach parameters and their uncertainties.** Journal of Hydraulic Engineering, v. 134, n. 12, p. 1708-1721, 2008.

INPE – INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. Geração de Imagens. **Coordenação Geral de Observação da Terra. Landsat.** Disponível em: <https://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>. Acesso em: 14 de dez. de 2019.

LACAZ, F.A. de C.; PORTO, M. F. de S.; PINHEIRO, T.M.M. **Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 42, n.9, p. 1-12, 2017.

LAURIANO, A. W. **Estudo de ruptura da Barragem de Funil: comparação entre os modelos FLDWAV e HEC-RAS.** Dissertação de M.Sc. em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: Brasil, 2009. 251 f.

LUCIA, P. **Review of experiences with flow failures of tailings dams and waste impoundments.** PhD, University of California. Berkeley: Estados Unidos, 1981. 228 f.

MACHADO, W. G. F. **Monitoramento de Barragens de Contenção de Rejeitos Da Mineração.** Dissertação de M.Sc., Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: Brasil, 2007. 155 f.

MELO, L. P. R. *et al.* **Análise comparativa de metodologias de propagação de ondas para previsão dos impactos de inundação provenientes da ruptura hipotética da barragem Tico-Tico.** In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. Belo Horizonte, 2013. 183 f.

NEVES, L. P. **Segurança de Barragens – Legislação Federal Brasileira em Segurança de Barragens Comentada 2018.** Disponível em: <http://www.anm.gov.br/>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

OLIVEIRA, N. **Minas já sofreu com outros rompimentos de barragens.** O Tempo. (05/11/2015), 2015. Disponível em: <http://www.otempo.com.br/cidades/minas-j%C3%A1-sofreu-com-outros-rompimentos-de-barragens-1.1159501>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

PEREIRA, L.F.; CRUZ, G. de B.; GUIMARÃES, R.M.F. **Impactos do rompimento da barragem de rejeitos de Brumadinho, Brasil: uma análise baseada nas mudanças de**

cobertura da terra. Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 4, n. 2, p.122-129, 2019.

PORTO, R. de M. **Hidráulica Básica.** 4. ed. São Paulo: Rima Artes e Textos, 2006. 540p.

SILVA, L. R. C. M. **O AutoCAD Civil 3D auxiliando em Estudos de Rompimento de Barragens.** 2016. Disponível em: <http://www.aprenderweb.com.br/>. Acesso em: 18 de junho de 2019.

SOARES, L. **Barragem de Rejeitos.** In: LUZ, A. B. L.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. Tratamento de minérios. 5. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 2010. p. 829-896.

TETRA TECH. Plano de Ação de Emergência Para Barragem de Mineração (PAEBM). Barragem Sul. Mina Brucutu, Complexo Mariana-Brucutu. **Relatório.** São Gonçalo do Rio Abaixo, 2016. 63 p.

USACE – U. S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. HEC-GeoRAS, GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS. **User's Manual.** Davis: Hydrologic Engineering Center (HEC), 2011, 244p.

XIONG, Yi. **A Dam Break Analysis Using HEC-RAS.** Journal Of Water Resource And Protection. Mississippi, p. 370-379, 28 mar., 2011.

WALM. **Relatório do Estudo de Ruptura Hipotética (Dam Break) da Barragem 2.** Disposição de Rejeitos e Estéril. SAM – Sul Americana de Metais S/A (Projeto Ferro Vale do Rio Pardo). 2018. Disponível em: http://ftp.brandt.com.br:2100/EIA%20SAM%20BLOCO%208/EIA%20SAM%20BLOCO%208%20-%20PASTAS%20DE%20ARQUIVOS/EIA%20-%20CAP%20C3%20DTULO%2004%20-%20Descri%C3%A7%C3%A3o%20do%20Empreendimento/ANEXOS/ANEXO%208-%20Dam%20Break%20da%20Barragem%202/ANEXO%208%20-%20MINA_BLC8007-1010-G-RE-14_R03.pdf. Acesso em: 10 de maio de 2019.



Epidemia de febre amarela na bacia do Rio Doce: análise de fatores ambientais, epidemiológicos e efeitos indiretos do rompimento da barragem de Fundão (Samarco S/A)

Gabriel de Oliveira Contini Pereira¹

Elvira Carolina Bicalho²

Jaquelline Carla Valamiel de Oliveira e Silva³

Sofia Luiza Brito⁴

RESUMO

O rompimento da barragem de rejeitos de Fundão (Samarco S/A no município de Mariana – MG), em novembro de 2015, liberou 55 milhões m³ de rejeitos, provocando a morte da biota aquática na calha central do Rio Doce e danos nos ecossistemas adjacentes. No início de 2017, iniciou-se uma epidemia de febre amarela em Minas Gerais, com grande parte das ocorrências na região da bacia do Rio Doce. Assim, este trabalho buscou verificar a existência de relação entre os dois fatos ocorridos. Os dados epidemiológicos e de monitoramento da água foram relacionados por meio de Análise de Componentes Principais (ACP), não sendo identificada relação direta entre o dano ambiental e a epidemia. Todavia, fatores como a dizimação dos predadores do mosquito vetor, a proximidade entre o homem e as florestas, e a baixa cobertura vacinal da população foram também considerados como aspectos relevantes. Desse modo, esse estudo analisou os fatores que devem ser considerados em conjunto, no intuito de compreender o aumento da febre amarela na Bacia do Rio Doce após o rompimento da barragem de Fundão.

Palavras-chave: Lama. Qualidade da água. *Haemagogus* spp. Epizootia.

¹Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG. Pós-Graduado em Docência com ênfase em Educação Básica pelo Instituto Federal Minas Gerais – IFMG. Atua como professor de Educação Básica, MG, Brasil. E-mail: continigabriel@gmail.com.

²Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG. Pós-Graduada em Gestão Pública e de Pessoas pela Faculdade Única de Ipatinga – FUNIP, MG, Brasil. E-mail: elviracbicalho@gmail.com.

³Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. Mestre e Doutora em Imunoparasitologia pela UFOP. É professora da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: jackvalamiel@yahoo.com.br.

⁴Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Mestre e Doutora em Ecologia pela UFMG. É professora da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade Ubá, MG, Brasil. E-mail: sofialuizabrito@gmail.com.

Yellow fever epidemic in Rio Doce basin: analysis of environmental and epidemiological factors and indirect effects of Fundão dam break (Samarco S/A)

ABSTRACT

The rupture of the Fundão tailings dam (Samarco S/A in the county of Mariana – MG), which took place on November, 2015, released 55 million m³ of mud, causing the death of the aquatic biota in the central channel of Rio Doce and damage to adjacent ecosystems. At the beginning of 2017, a yellow fever epidemic started in Minas Gerais, mainly in rural areas, with most of the occurrences in the region of the Rio Doce basin. Thus, the present work aimed to verify the existence of a relationship between these two facts that occurred. Data on public health and water monitoring were related using Principal Component Analysis (PCA), but there was no direct relationship between environmental damage and the yellow fever epidemic. However, factors such as decimation of predators of disease vector, proximity of humans to forests, decrease in larvaphagous fish and low vaccination coverage of population were also considered as relevant aspects. Thus, this study analysed the factors that should be considered together, in order to understand the increase in yellow fever in Rio Doce basin after Fundão dam break.

Keywords: *Mud. Water quality. Haemagogus spp. Epizootic.*

Artigo recebido em: 08/06/2020

Aceito em: 05/11/2020

1. INTRODUÇÃO

A febre amarela é uma doença infecciosa, imunoprevenível, causada por vírus e transmitida pela picada de vetores infectados. Apresenta dois ciclos de transmissão: urbano e silvestre, com evolução clínica semelhante em ambas. No ciclo urbano, o vírus é transmitido através do mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae), o mesmo transmissor da dengue, e utiliza o homem como hospedeiro. Já no ciclo silvestre, em áreas florestais, os vetores da doença são principalmente os mosquitos *Haemagogus* spp e *Sabethes* spp (Diptera: Culicidae), que são capazes de transmitir o vírus para os macacos, hospedeiro natural do vírus nesse ambiente (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2017b, 2017c).

Os gêneros supracitados apresentam ampla distribuição geográfica, todavia os *Sabethes* spp são mais seletivos em sua distribuição. Estes vetores se concentram nos locais de vegetação preservada, enquanto os *Haemagogus* spp podem ser avistados ainda nos arredores das florestas, onde os *Sabethes* spp. geralmente não se aventuram (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2017a). Possuem hábitos estritamente silvestres, só picando pessoas dentro de seu nicho ecológico, de modo que a distribuição da doença é limitada pela distribuição desses vetores. Seu padrão de transmissão depende da dinâmica de multiplicação do vírus, da ecologia e do comportamento de seus vetores e de seus hospedeiros, incluindo a imunidade (COSTA & CALADO, 2016).

As fêmeas são primatófilas, ou seja, se alimentam preferencialmente em macacos e, secundariamente, no homem. Apresentam atividade diurna, período em que ocorre a transmissão da febre amarela em pessoas que adentram matas. Apresentam hábitos como acrodendrofilia (tendência de certos insetos silvestres a viver ao nível do topo ou copa das árvores), com preferência pela localização de criadouros em aberturas nos troncos das árvores (NEVES *et al.*, 2005; VASCONCELOS, 2003). Algumas características ambientais são muito importantes para a manutenção e consequente reprodução do mosquito, como o tipo do clima. O clima tropical (com temperaturas elevadas e chuvas normalmente abundantes no verão), presente na maior parte do Brasil, favorece a reprodução de mosquitos, sendo assim constantes os casos diagnosticados de doenças transmitidas por esses vetores no país (REY, 2001).

Segundo informações do Ministério da Saúde (2017), a febre amarela urbana deixou de ser registrada no Brasil desde 1942. A partir desta data, só houve casos da doença na

forma silvestre, sendo que, até o ano de 1999, os focos endêmicos se localizavam nos estados da região Norte, Centro-Oeste, pequenas áreas do Maranhão e região oeste de Minas Gerais. Em 2000, casos da doença em humanos ocorreram fora de áreas endêmicas clássicas, que possuíam cobertura florestal intacta. Investigações epidemiológicas demonstraram que esses casos ocorreram em locais com alto grau de desmatamento e também em áreas rurais onde a vegetação nativa foi transformada em remanescentes escassos, como mata ciliar ou áreas mais distantes dos rios, cercadas por pastagens.

Desde então, observa-se que as epizootias (ocorrência de doença em população animal não humana) ocorrem em remanescentes florestais que sofrem constantemente a invasão de animais domésticos e também de humanos (CAMARGO-NEVES *et al.*, 2005). Com base nessa observação, o Ministério da Saúde, ao analisar a doença em uma determinada região, passou a considerar também fatores externos como a proximidade desta região a ecossistemas, o trânsito de pessoas e de animais domésticos para a região silvestre, a circulação viral na região, dentre outros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Segundo a Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (2017), as últimas ocorrências de casos humanos de febre amarela no estado haviam sido registradas em 2008 e 2009, desde então, as notificações destes casos permaneceram silenciosas. Porém, no início do ano de 2017, o estado de Minas Gerais passou a registrar sucessivos casos da doença, sobretudo nas áreas rurais. Conforme informações do boletim sobre a investigação de casos suspeitos da doença, divulgado pela Secretaria de Estado de Saúde (SES, 2017), cerca de metade dos casos ocorreram em municípios localizados na bacia do Rio Doce.

Esta região foi uma das mais afetadas pelo rompimento da barragem de rejeitos da empresa Samarco S/A ocorrido no município de Mariana, em Minas Gerais, em 5 de novembro de 2015. O acidente foi então considerado como o pior desastre ambiental brasileiro, uma vez que houve liberação de mais de 55 milhões de m³ de resíduos ao longo de 663 km nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce. Este episódio gerou severos danos socioambientais por todas as cidades presentes no percurso longitudinal até chegar no litoral capixaba, onde adentrou 80 km² no mar (SEDRU, 2016).

A Bacia do Rio Doce possui 98% de sua área inserida no bioma da Mata Atlântica, um dos 34 *hotspots* mundiais para a conservação da biodiversidade devido aos altos níveis de espécies endêmicas e alteração antrópica (MYERS *et al.*, 2000). Entretanto, o fluxo de rejeitos proveniente do acidente apresentou-se de forma expressiva, prejudicando ainda mais essa região. O desastre foi classificado pela Defesa Civil de Minas Gerais como nível IV,

isto é, “desastre de porte muito grande”. Quanto aos danos ambientais, a liberação da lama provocou a pavimentação de uma grande área, infertilidade do solo, morte da vegetação, danos aos recursos hídricos com consequente morte de peixes e desequilíbrio da cadeia alimentar, assoreamento, desvio dos cursos d’água e soterramento de nascentes (SANTOS, 2017).

Neste contexto, considerando o aumento da febre amarela, no início de 2017, em municípios localizados na bacia do Rio Doce, este trabalho teve como objetivo avaliar a possível correlação desses casos com o rompimento da barragem de Fundão ocorrido em novembro de 2015.

2. METODOLOGIA

Grande parte dos dados pertinentes a este estudo são de ampla divulgação nos canais de comunicação relacionados a fatores ambientais, biológicos e de saúde pública, sendo utilizados bancos de dados públicos como INFOHIDRO, IGAM, INMET, IBGE, Ministério da Saúde, SES-MG, além de material publicado sobre as características da doença estudada, a fim de se estabelecer relação entre o surto de febre amarela e o desastre ambiental provocado pelo rompimento da barragem de Fundão da Samarco S/A.

Os dados epidemiológicos (número de casos, óbitos e epizootias) foram obtidos por meio dos informes da Secretaria do Estado de Saúde, SES-MG, referentes ao 4º trimestre de 2014, aos anos de 2015 e 2016 e ao primeiro trimestre de 2017. Estes dados são utilizados para a associação das estações de monitoramento da qualidade de água às cidades que apresentaram casos de febre amarela.

O monitoramento da qualidade das águas na bacia hidrográfica do Rio Doce contempla atualmente 64 estações de amostragem, onde são realizadas coletas e análises laboratoriais com periodicidade trimestral e avaliação de aproximadamente 50 parâmetros físico-químicos e hidrobiológicos, dentre eles o Índice de Qualidade da Água (IQA), Contaminação por Tóxicos (CT) e Índice de Estado Trófico (IET), além da presença de certas substâncias. Estes dados são divulgados, trimestralmente, pelo portal InfoHidro (Informações sobre Recursos Hídricos) (IGAM, 2017).

Neste estudo, foram obtidos dados dos relatórios do monitoramento da qualidade das águas superficiais no Estado de Minas Gerais no mesmo intervalo de tempo das amostras epidemiológicas (IGAM, 2015a, 2015b, 2016a, 2016b, 2016c, 2016d, 2017), utilizando

dados de 13 estações de amostragem do monitoramento do Rio Doce localizadas desde o seu afluente Rio do Carmo até a cidade de Aimorés, antes do exutório para o estado do Espírito Santo.

Para possibilitar a relação da quantidade de casos notificados e confirmados (SES-MG) com a qualidade da água de cada região foi necessário verificar a localização das estações de amostragem de monitoramento do IGAM com o intuito de associá-las, de acordo com a proximidade, às cidades com epidemia de febre amarela (Tabela 1).

Tabela 1: Relação entre estações de monitoramento do IGAM e cidades com casos de febre amarela em 2017 na bacia do Rio Doce

Código IGAM	Cidades associadas	Código IGAM	Cidades associadas
RD071	Alvinópolis		
RD072	Ponte Nova		Mesquita
RD019	Raul Soares	RD033	Belo Oriente
	Nova Era		Naque
	Timóteo		Dom Cavati
	Vargem Alegre	RD083	Tarumirim
RD023	Entre Folhas	RD044	Alpercata
	Ubaporanga	RD045	Governador Valadares
	Caratinga	RD053	Itanhomi
	Ipatinga	RD058	Conselheiro Pena
RD035	Santana do Paraíso		Resplendor
	Coronel Fabriciano	RD059	Santa Rita do Itueto
	Ipaba		Itueta
		RD067	Aimorés

Fonte: IGAM (2015a).

Para verificar as diferenças entre IQA, IET e CT entre os diferentes trimestres avaliados neste trabalho foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey. Já o efeito do rompimento da barragem de Fundão na bacia do Rio Doce sobre a epidemia de febre amarela, em 2017, foi verificado por uma Análise de Componentes Principais (ACP) entre os índices de qualidade de água monitorados pelo IGAM e os números de casos de febre amarela nos municípios da região (SES-MG). Após análise prévia dos dados, alguns parâmetros foram retirados da análise, como número de óbitos, devido à descontinuidade das informações. As análises de Variância e de Componentes Principais foram realizadas no software *Statistica* da Statsoft, versão teste.

Buscando outros possíveis fatores para a ocorrência da epidemia de febre amarela e considerando que a doença é prevenida através da imunização, foram analisados os dados de cobertura vacinal, obtidos junto ao Sistema de Informações do Programa Nacional de

Imunizações (SIPNI), sistema que faz parte do Departamento de Informática do SUS (DATASUS).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

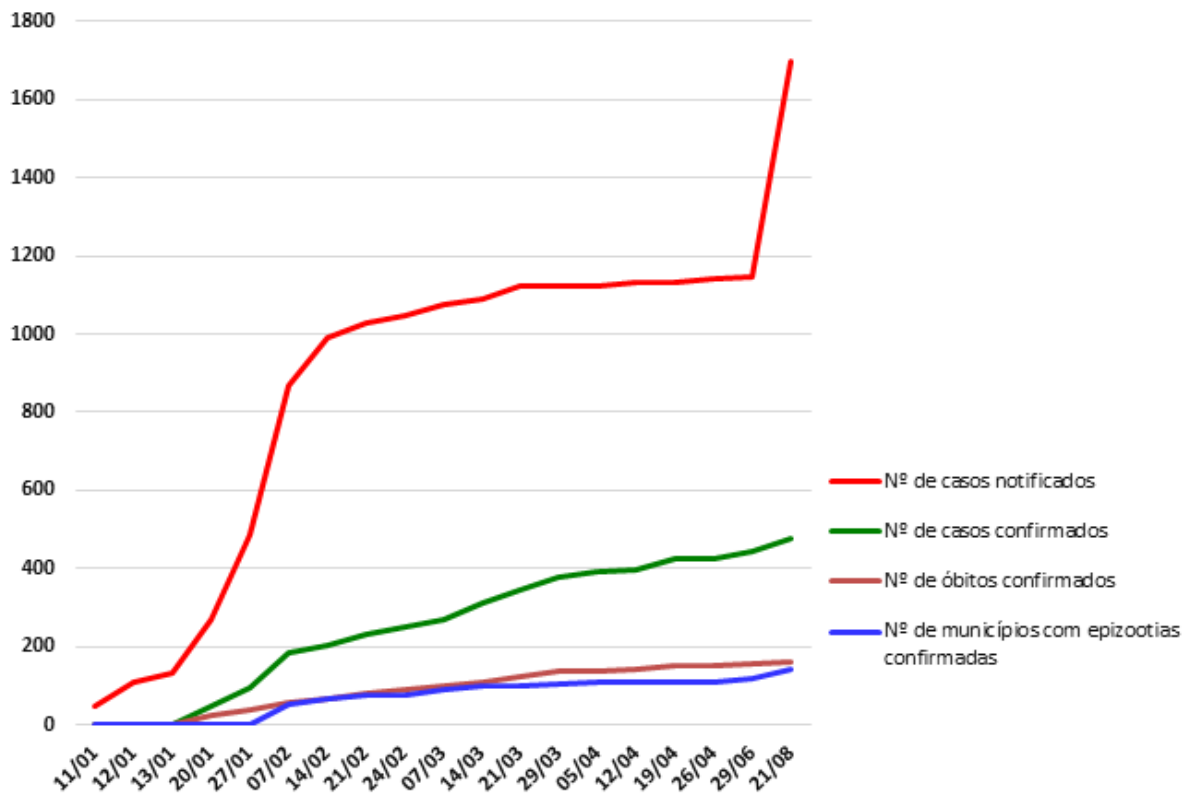
3.1 Dados epidemiológicos para febre amarela

No período compreendido entre janeiro e agosto de 2017, o número de casos notificados de febre amarela apresentou um aumento de 35 vezes no estado, caracterizando um surto epidêmico, o que pode ser verificado na Figura 1.

Devido ao fato da febre amarela não possuir registros históricos de grandes índices de infecção na região mineira, a rápida evolução da doença observada durante o ano de 2017 gerou grande preocupação na população e nas autoridades de saúde. No ano anterior, por exemplo, foram registrados apenas 40 casos ao longo dos 12 meses. É possível perceber que houve um aumento abrupto no número de casos notificados ao longo do mês de janeiro até o mês de fevereiro, quando os números começam a estabilizar. Nota-se ainda, entre os meses de junho e agosto, um grande aumento nas notificações, que, segundo a Secretaria de Estado de Saúde (2017), é reflexo do intenso trabalho de consolidação dos dados oriundos de diferentes fontes de informação e também de uma maior sensibilidade por parte da vigilância em saúde. Desse modo, o aumento das notificações, não significa aumento real no número de casos.

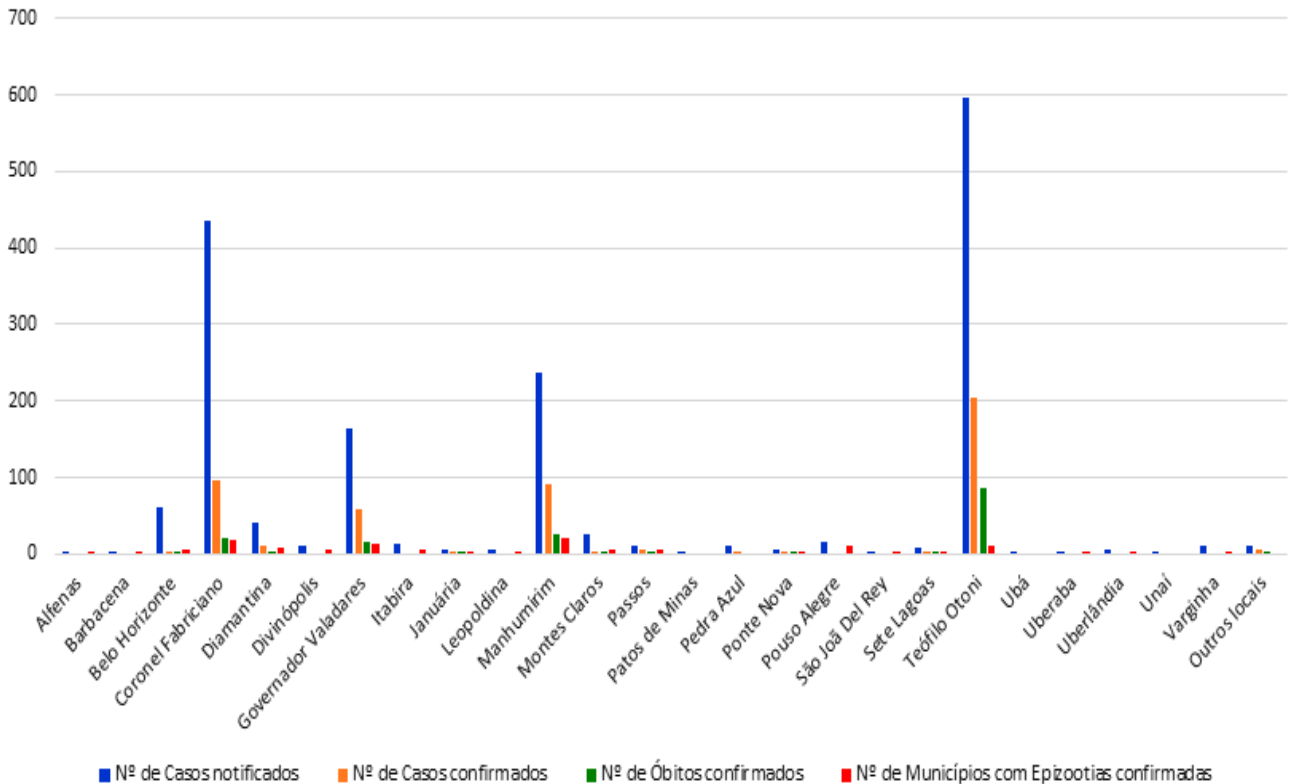
Em relação aos casos confirmados, percebe-se também que aumentaram ao longo dos meses avaliados, entretanto, este aumento foi menor e menos acentuado que os casos notificados no mesmo período. Já em relação aos números de óbitos confirmados, foi observado um aumento gradativo ao longo dos períodos, sendo que, nos últimos meses, os óbitos tiveram uma tendência a se estabilizar.

Figura 1: Progressão do surto de febre amarela em Minas Gerais no ano de 2017



Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE (2017).

A Figura 2 demonstra a distribuição da epidemia de febre amarela por região de saúde, em que é possível verificar que a maior quantidade de casos e óbitos por febre amarela ocorreu nas regiões de saúde de Teófilo Otoni, Coronel Fabriciano, Governador Valadares e Manhumirim. No presente estudo, esses dados contribuíram para a definição dos pontos de amostragem que se enquadram nos critérios de proximidade com a região da Bacia do Rio Doce, motivo pelo qual os dados da regional de saúde de Manhumirim não foram considerados na análise.

Figura 2: Distribuição de febre amarela por Regional de Saúde em 2017

Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE (2017).

3.2 Índices de qualidade da água na Bacia do Rio Doce

A Tabela 2 demonstra os resultados obtidos pelas análises das amostras de água para as 13 estações em três diferentes momentos: 3º trimestre de 2015 (antes do rompimento da barragem), 4º trimestre de 2015 (período em que ocorreu o desastre) e o 1º trimestre de 2016 (após o rompimento da barragem).

Ao longo do período avaliado, ocorreu uma queda de 32,5% do IQA (Tabela 2). Este declínio foi mais acentuado no 1º trimestre de 2016, sendo uma possível consequência do rompimento da Barragem de Fundão no final do 4º trimestre de 2015. Para Minas Gerais, a faixa do IQA considerada como ótima é aquela que apresenta valor igual ou superior a 90 (IGAM, 2017). Entretanto, dados publicados pelo IGAM demonstram que antes do acidente a qualidade da água do Rio Doce era considerada como boa (média de 70,58) e logo após o ocorrido ela passou a ser enquadrada como ruim (45,74).

Tabela 2: Monitoramento da qualidade das águas nas estações de coleta do Rio Doce no intervalo de 07/2015 a 03/2016

Código IGAM	Resultado 3º tri/2015			Resultado 4º tri/2015			Resultado 1º tri/2016		
	IQA	CT	IET	IQA	CT	IET	IQA	CT	IET
RD071 - Barra Longa	69,1	baixa	56,4	67,3	baixa	52,8	48,1	baixa	29,5
RD072 - Rio Doce	68,2	baixa	48,6	56,4	baixa	54	43,6	alta	58,2
RD019 - Rio Casca	78,4	baixa	50,6	61,8	baixa	56,4	45	baixa	32
RD023 - Marliéria	79,8	baixa	39	65	baixa	56	49	alta	45,9
RD035 - Santana do Paraíso	60,6	baixa	42,1	57,4	média	40	45	baixa	39
RD033 - Belo Oriente	59,4	baixa	42,6	51,6	baixa	55,6	42,1	média	58,5
RD083 - Periquito	77,7	baixa	49,7	62,5	baixa	60,5	49,3	alta	40,8
RD044 Governador Valadares I	69,8	baixa	42,7	53,4	baixa	56,8	43,1	alta	44,4
RD045 - Governador Valadares II	65,6	baixa	49,3	56	baixa	52,2	45,8	alta	58
RD053 - Tumiritinga	77,5	baixa	51,6	78,7	baixa	50,6	45	baixa	39
RD058 - Conselheiro Pena	66,9	baixa	51,6	52	baixa	41,2	45,5	alta	32,3
RD059 - Resplendor	72,3	baixa	52,8	63	baixa	41,8	44,8	alta	46,8
RD067 - Aimorés	72,3	baixa	49,6	54,9	média	43,3	48,3	alta	45,5
Média	70,58	baixa	48,20	60,00	baixa	50,86	45,74	média	43,84

IQA: Índice de Qualidade da Água

CT: Contaminação por Tóxicos

IET: Índice de Estado Trófico

Fonte: IGAM (2015a, 2015b, 2016a).

Não ocorreram alterações significativas para o IET quando comparadas as médias em cada período avaliado. Foi observado um aumento de 5,52% no trimestre em que ocorreu o derramamento de lama no Rio Doce (4º trimestre de 2015), e assim o IET da água manteve-se na classe oligotrófico ($47 < IET \leq 52$), mesma classificação segundo a faixa de variação apresentada por Lamparelli (2004). Comparando as médias do IET no 1º trimestre de 2016 com o último trimestre de 2015, foi observada uma queda de 13,81. Desta forma a água se enquadrou, nesse período, em uma classificação de ultraoligotrófico ($IET \leq 47$), com condição melhor do que se encontrava anteriormente.

Antes do rompimento da barragem, a média das 13 estações de monitoramento apresentou a CT baixa. Esse índice corresponde à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedem em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem. Porém, com a presença da lama e o material tóxico nela contida, 61,54% das estações tiveram a contaminação classificada como alta no 1º semestre de 2016, já que as concentrações excederam em mais de 100% os limites permitidos.

A Análise de Variância apresentou diferenças significativas nos valores do IQA ($F = 24,88$; $p < 0,0001$) e do CT ($F = 20,12$; $p < 0,0001$). O teste de Tukey apontou que estas

diferenças estão nas coletas do 1º e 2º trimestres de 2016 com menores valores de IQA e alta Contaminação por Tóxicos.

Os dados do monitoramento do IGAM nos três trimestres antes do surto epidemiológico de febre amarela na Bacia do Rio Doce em Minas Gerais (cerca de um ano após o desastre) foram apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Monitoramento da qualidade das águas nas estações de coleta do Rio Doce no intervalo de 04/2016 a 12/2016

Código IGAM	Resultado 2º tri/2016			Resultado 3º tri/2016			Resultado 4º tri/2016		
	IQA	CT	IET	IQA	CT	IET	IQA	CT	IET
RD071 - Barra Longa	48,1	baixa	29,5	58,4	baixa	53,1	51,3	alta	52,8
RD072 - Rio Doce	43,6	alta	58,2	61,5	baixa	56,3	53,2	baixa	56,7
RD019 - Rio Casca	45	baixa	32	56,2	baixa	53,5	50,3	baixa	57,2
RD023 - Marliéria	49	alta	45,9	59,7	baixa	51,3	53,9	baixa	48,4
RD035 - Santana do Paraíso	45	baixa	39	46,8	baixa	48	45,3	baixa	47,1
RD033 - Belo Oriente	42,1	média	58,5	46,6	baixa	51,8	47,6	baixa	53,7
RD083 - Periquito	49,3	alta	40,8	62,7	baixa	55,2	63,2	baixa	56,4
RD044 Governador Valadares I	43,1	alta	44,4	57,3	baixa	53,5	55,8	baixa	51,4
RD045 - Governador Valadares II	45,8	alta	58	63,4	baixa	50,7	59,5	baixa	52,1
RD053 - Tumiritinga	46,3	alta	40	75,3	baixa	54	67,4	baixa	52,7
RD058 - Conselheiro Pena	45,5	alta	32,3	71,8	baixa	50,7	57,8	baixa	46,1
RD059 - Resplendor	44,8	alta	46,8	75,5	baixa	53,9	66,6	baixa	57,9
RD067 - Aimorés	48,3	alta	45,8	66,1	baixa	51,1	63,8	baixa	55,6
Média	45,84	média	43,94	61,64	baixa	52,55	56,59	baixa	52,93

IQA: Índice de Qualidade da Água

CT: Contaminação por Tóxicos

IET: Índice de Estado Trófico

Fonte: IGAM (2016b, 2016c, 2016d).

No 2º trimestre de 2016, após o rompimento da barragem, a água ainda estava contaminada por substâncias tóxicas e, no decorrer do ano, a maioria das amostras de água se enquadraram na classificação baixa. Essa baixa contaminação pode favorecer a proliferação da biota do fitoplâncton, fazendo com que o Índice de Estado Trófico na maioria das estações subisse durante o período avaliado e atingisse a classificação mesotrófica ($52 < IET \leq 59$), inferior quando comparado aos trimestres anteriores. Para o IET, a Análise de Variância também apresentou diferenças significativas ($F = 7,32; p < 0,0001$); contudo o teste de Tukey indicou que estas ocorrem entre 4º trimestre de 2014, 3º e 4º trimestres de 2016 e 1º trimestre de 2017, em relação aos demais.

Em relação ao IQA, foi observado um aumento nos valores obtidos, se aproximando daqueles de antes do desastre (Tabela 2). Quando foi comparada a média dos valores de IQA obtidos das análises de água das 13 estações de monitoramento entre o 3º e o 4º trimestre, percebeu-se uma diminuição de 8,19%, o que também ocorreu no ano anterior quando foi observada uma queda média de 15,00% no mesmo período anual. Tal fator, além de ser

explicado pela influência do desastre da Samarco em 2015, teve como auxílio também a variação de temperatura, assim como em 2016, visto que no último trimestre do ano há um aumento com a chegada do verão. A variação da temperatura é um dos fatores para o cálculo do IQA, possuindo o quarto maior peso para o cálculo.

3.3 Relação entre perda da qualidade da água e a epidemia de febre amarela na Bacia do Rio Doce

A Análise de Componentes Principais (ACP) entre os índices de qualidade de água monitorados pelo IGAM e os dados epidemiológicos da SES-MG é apresentada na Tabela 4 e Figura 3. A porcentagem de explicação da variância nos eixos 1, 2 e 3 foi de 40,46, 31,27 e 18,78%, respectivamente. Apesar de apresentar boa explicação acumulada nos três eixos (90,7%) não foi possível verificar uma clara relação entre os parâmetros de qualidade de água (IQA, IET, CT) e os dados epidemiológicos (CN e CC).

Tabela 4: Correlação das variáveis com os eixos da Análise de Componentes Principais entre os parâmetros de qualidade de água e os dados epidemiológicos de febre amarela da bacia do Rio Doce (valores em negrito representam correlações significativas com os fatores ($p < 0,05$))

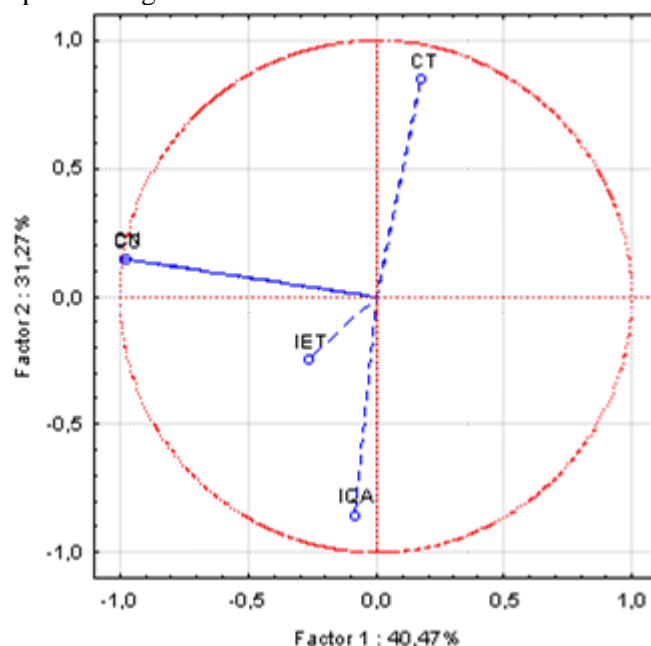
	Fator 1	Fator 2	Fator 3
IQA	-0,089322	-0,857463	0,180559
IET	-0,264126	-0,247945	-0,931577
CT	0,174911	0,850028	-0,126652
CN	-0,979234	0,150918	0,095778
CC	-0,977762	0,146227	0,116577

IQA = Índice de Qualidade de Água; IET = Índice de Estado Trófico;
 CT = Contaminação por Tóxicos; CN = Casos notificados;
 CC = Casos confirmados de febre amarela

Fonte: Autoria própria

A correlação do IQA é negativa com o eixo 2, pois este índice varia de 0 a 100, sendo os valores até 25 considerados de qualidade Muito Ruim e aqueles acima de 90, Excelente. Opostamente, o CT apresentou correlação positiva com este eixo, pois valores baixos ($CT < 1,2$ concentração limite) representam boa qualidade de água, enquanto valores altos ($CT > 2,0$ concentração limite) representam má qualidade.

Figura 3: Análise de Componentes Principais entre os parâmetros de qualidade de água e os dados epidemiológicos de febre amarela da bacia do Rio Doce



IQA = Índice de Qualidade de Água; IET = Índice de Estado Tráfico;
 CT = Contaminação por Tóxicos; CN = Casos notificados;
 CC = Casos confirmados de febre amarela

Fonte: Autoria própria

É possível constatar que a qualidade da água foi significativamente correlacionada aos eixos 1 e 3; enquanto os casos de febre amarela estavam correlacionados ao eixo 2. Uma vez que os eixos 1, 2 e 3 são perpendiculares entre si, o não alinhamento das variáveis reflete a ausência de uma relação direta entre esses parâmetros.

Ao verificar por matriz de correlação os pontos específicos com maiores números de casos de febre amarela (RD023, RD035, RD045, RD053, RD058, RD059, RD067), apenas para o IET e os casos notificados foi observada correlação positiva e significativa ($r = 0,881$; $p < 0,01$) em RD035, na região de Coronel Fabriciano. Ou seja, um maior número de casos notificados ocorreu com a piora da qualidade, quando este índice apontou águas hipereutróficas.

Analisando dados do Sistema de Informações do Programa Nacional de Imunizações (SIPNI), contidos na Tabela 5, a média da cobertura vacinal do estado de Minas Gerais até dezembro de 2016 era de 57,26%, muito abaixo da média preconizada. Durante a epidemia, com as campanhas de vacinação realizadas, essa média chegou a 80,64%.

Tabela 5: Cobertura Vacinal Acumulada – Minas Gerais, 2016 e 2017

Regional	Cobertura vacinal acumulada 2007 - 2016 (%)	Cobertura vacinal acumulada 2007 - 2017 (%)
Alfenas	58,97	74,04
Barbacena	55,53	77,27
Belo Horizonte	54,87	79,92
Coronel Fabriciano	51,34	80,28
Diamantina	58,51	78,36
Divinópolis	64,22	84,36
Governador Valadares	54,09	84,99
Itabira	66,87	94,48
Ituiutaba	59,52	71,64
Januária	70,74	94,28
Juiz de Fora	46,37	82,68
Leopoldina	47,14	71,38
Manhumirim	43,67	84,06
Montes Claros	56,77	81,57
Passos	56,92	72,80
Patos de Minas	73,29	83,76
Pedra Azul	46,74	72,40
Pirapora	66,71	89,96
Ponte Nova	46,77	69,25
Pouso Alegre	49,75	65,23
São João Del Rey	48,80	66,74
Sete Lagoas	61,40	80,33
Teófilo Otoni	52,70	98,04
Ubá	56,88	76,09
Uberaba	67,85	86,42
Uberlândia	72,57	85,76
Unai	88,94	101,99
Varginha	51,00	73,62
Minas Gerais	57,26	80,64

Fonte: <http://pni.datasus.gov.br> (2017).

4. DISCUSSÃO

Considerando os dados epidemiológicos da febre amarela coletados nesse estudo, foi observado que os municípios com epizootias permaneceram silenciosos no início da epidemia devido ao tempo hábil necessário para a correta investigação da *causa mortis* do animal. Com o passar dos meses, o número de casos confirmados foi aumentando devido ao intenso monitoramento das autoridades em saúde.

No âmbito da saúde pública, sabe-se que há um modelo de descentralização administrativa, que busca repartir atribuições a cada ente, de maneira a tornar mais eficiente e ágil a gestão das ações (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017). Um exemplo desse modelo são

as 28 Superintendências ou Gerências Regionais de Saúde existentes no estado de Minas Gerais. Vale salientar que destas 28 Gerências Regionais, 25 apresentaram casos suspeitos ou confirmados de febre amarela no ano de 2017.

Inicialmente pretendia-se traçar o fluxo de avanço da doença a partir do primeiro município infectado, para então ser possível chegar a respostas sobre a relação do desastre ambiental causado pelo rompimento da barragem em Mariana com o surto epidemiológico observado em Minas Gerais. Porém, devido à falta de detalhamento de alguns dados fornecidos pelos órgãos oficiais, não foi possível traçar esse fluxo. Ressalta-se também a grande dificuldade em se obter dados precisos, devido à demora na atualização de algumas plataformas governamentais.

Houve um aumento da preocupação das autoridades em saúde devido à possibilidade da reintrodução da febre amarela urbana na região Sudeste do Brasil, uma vez que surtos epidêmicos foram observados em centros urbanos com mais de 100 mil habitantes, como em Teófilo Otoni, Coronel Fabriciano e Governador Valadares. Nesses municípios há outros vetores, como o *A. aegypti*, a pressão do desmatamento e da caça sobre os remanescentes de Mata Atlântica, além da influência de fatores ambientais sazonais que propiciam o aumento da densidade vetorial. Fatores estes que contribuem para o aumento de casos da febre amarela nessas regiões (CAVALCANTE & TAUIL, 2017).

A degradação dos ecossistemas aquáticos e das interações entre as espécies que vivem nesses ambientes pode ter intensificado o aumento do número de casos da febre amarela. Além do dano físico causado pela lama liberada, também houve adição de substâncias tóxicas, que quando em contato com a biota, alteram o crescimento, a taxa de reprodução e a sobrevivência das espécies, impedindo a proliferação de organismos devido ao aumento de toxicidade (LOPES, 2016). Este efeito é evidenciado no presente estudo, uma vez que foi observada redução nos valores de IQA e alta contaminação por tóxicos após o rompimento da barragem de Fundão.

Apesar da elevada turbidez provocada pelo lançamento da lama no curso d'água, o IET não considera somente a transparência da água, mas também concentrações de clorofila-a e fósforo total (LAMPARELLI, 2004). A atividade fotossintética foi afetada pela menor entrada de luz no ambiente aquático, bem como o carreamento e/ou soterramento das algas, reduzindo as concentrações de clorofila-a. Por outro lado, a atividade mineradora provoca a liberação de nutrientes (especialmente fósforo associado ao ferro) para a coluna d'água, o que aumenta sua concentração e, conseqüentemente, eleva a produtividade primária local,

causando eutrofização do ambiente aquático (GOMES *et al.*, 2000). Dessa forma, diferentes valores dessas variáveis compensaram o IET, havendo pouca mudança neste índice.

Uma das hipóteses para a investigação da relação do surto epidemiológico da febre amarela com o desastre de Mariana seria verificar se houve aumento da população do vetor *Haemagogus* spp. na região da bacia hidrográfica do Rio Doce, uma vez que alterações físico-químicas foram observadas no corpo hídrico após o desastre. Foi observado no presente estudo que a ACP não demonstrou correlação dos índices de qualidade de água com os dados epidemiológicos, sendo assim umas das explicações para este resultado é o fato das larvas do *Haemagogus* spp. se desenvolverem em ocos de árvores e reservatórios de bromélias, onde comumente há ausência de predadores (MÜLLER *et al.*, 2010; SILVA; LOZOVEI, 1999).

Portanto, a associação direta entre a qualidade do corpo hídrico e o aumento da população do vetor não existe, visto que o impacto causado pelo rompimento da barragem não atingiu diretamente os ocos de árvores que são os pontos de oviposição do mosquito. Buscando então entender o porquê do aumento dos casos de febre amarela após esse desastre ambiental esse estudo analisou também quais seriam os possíveis predadores das larvas do mosquito vetor da febre amarela.

Foi observado na literatura que macroinvertebrados bentônicos são predadores tanto das formas larvais quanto de adultos de mosquitos hematófagos. A bacia do Rio Doce é uma das mais diversas em relação ao número de táxons (93 táxons), sendo comparável à do Rio São Francisco, que possui 83 táxons nos seus respectivos trechos dentro do estado de Minas Gerais (FRANÇA & CALLISTO, 2007; MAIA-BARBOSA *et al.*, 2009). Essa fauna inclui espécimes de diversos grupos, como anelídeos, platelmintos, copépodes, anfíbios, répteis, peixes, aves e insetos (especialmente as ordens Hemiptera, Coleoptera, Diptera e Odonata) (ANDRADE & SANTOS, 2004).

Os indivíduos do grupo Odonata, representado pelas libélulas, são encontrados em todos os tipos de ambientes aquáticos de água doce e também em águas salobras, tanto na zona temperada como na tropical. Entretanto, algumas espécies são restritas a ambientes tropicais, como as fitotelmas ou fitotelmata, que são pequenos corpos d'água contidos em cavidades de plantas como ocos de árvores, bambus e bromélias (PERUQUETTI, 2004). As ninfas de libélulas têm sido registradas como predadoras mais eficientes de larvas de mosquitos que habitam esses recintos, principalmente quando em seu último estágio, podendo predar cerca de 6 larvas/dia e, quando encontram populações densas da presa,

matam mais do que conseguem comer (ANDRADE & SANTOS, 2004). Já os adultos de libélulas são predadores de mosquitos e moscas (GOULART & CALLISTO, 2003), sendo importantes no controle desses vetores de doenças.

Nesse sentido, pode-se inferir que a lama liberada durante o rompimento da barragem, além de causar alterações físico-químicas na água, pode ter causado também uma diminuição nas populações de larvas e adultos de libélulas e outros insetos bentônicos que habitam a calha central do Rio Doce.

Dessa forma, é possível que o desastre ambiental tenha causado um desequilíbrio na cadeia alimentar da bacia, propiciando uma diminuição na quantidade dos predadores de larvas do mosquito vetor da febre amarela como, por exemplo, libélulas e insetos que se desenvolvem no ambiente bentônico. Isso acarretaria um aumento crescente no número das larvas do vetor da febre amarela e, conseqüentemente, aumento da doença na região.

Gomes *et al.* (2010) explica que a acrodendrofilia, tendência de certos insetos silvestres em viver no topo ou na copa de árvores, representa uma parte do caráter do comportamento do *Haemagogus* spp., uma vez que já foi observado sua presença ao nível do solo. Essa aproximação se justifica pelo fato de que riachos e córregos podem ser utilizados como criadouros naturais (FERNANDES, 2011), assim como porções hídricas mais calmas. Neste ambiente, o controle biológico dos mosquitos está relacionado aos peixes larvófagos. Muitos estudos demonstram que, além do consumo efetivo das larvas dos vetores logo após a eclosão, esses peixes possuem capacidade de repelir a oviposição das fêmeas de mosquitos, liberando substâncias na água (PAIVA, 2013; PEREIRA; OLIVEIRA, 2014). Assim, a obstrução das brânquias dos peixes pelo excesso de turbidez da água, dentre outros motivos provenientes da presença da lama no corpo hídrico, diminuiu a ocorrência desses larvófagos (CHAVES *et al.*, 2016), o que favoreceria a permanência e aumento do vetor, contribuindo assim para o conseqüente aumento no número de casos da doença na região.

Assim como os *Aedes*, os *Haemagogus* não depositam seus ovos diretamente na superfície aquática, mas sim na parede interna do criadouro próximo à lâmina d'água. Quando os ovos são submersos, as larvas eclodem e passam a se desenvolver, se alimentando da matéria orgânica presente na água, até se tornarem pupas. Cerca de sete a dez dias após a eclosão dos ovos, os *Haemagogus* chegam à fase de mosquitos adultos. Já os *Sabethes* lançam seus ovos diretamente sobre a superfície da água e chegam à fase adulta quase um mês depois (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2017a). Por esse mecanismo, a maior resistência dos ovos de *Haemagogus* nos períodos de seca aumenta suas chances de

sobrevivência. Consequentemente, mais indivíduos chegam à idade adulta quando as condições se tornam propícias novamente, aumentando as probabilidades de surtos epidêmicos durante o verão, uma vez que nesse período ocorre um aumento da reprodução desses vetores.

As pesquisas realizadas na bacia do Rio Doce após o rompimento da barragem de Fundão ainda não apresentaram dados publicados acerca do impacto sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos e demais organismos aquáticos (IGAM, 2017). Entretanto, o presente estudo defende a hipótese de que esse desastre ocasionou grande diminuição da fauna de macroinvertebrados bentônicos e vertebrados aquáticos (peixes e anfíbios), indivíduos estes que possuem grande potencial para controle biológico de larvas e adultos de mosquitos hematófagos, vetores de doenças como a febre amarela. A causa imediata dessa dizimação foi o soterramento dos organismos pelo rejeito de maior densidade, enquanto aqueles que sobreviveram a isso, possivelmente, morreram devido ao colapso das brânquias, que os levou à morte por asfixia por meio dos sólidos finos em suspensão (IBAMA, 2015).

Associado com a baixa qualidade da água apresentada neste estudo, desde 2012 diferentes municípios do Sudeste brasileiro têm se deparado com reduções da pluviosidade, delineando um cenário complexo de escassez hídrica. Esse fenômeno climático contribui para o agravamento da oferta de água em bacias hidrográficas, em razão da baixa disponibilidade hídrica qualitativa e/ou quantitativa (ANA, 2014). A região próxima ao Rio Doce já apresentava danos ambientais causados pela mineração, como a destruição das áreas preservadas, fazendo com que os animais encontrassem dificuldades de adaptação, sobretudo quanto à alimentação (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2017c; SURTO, 2017).

Dessa forma, a menor pluviosidade e os impactos provocados pelo rejeito na calha central e nas matas ciliares do Rio Doce causaram uma redução considerável da oferta de alimento nos remanescentes de Mata Atlântica, de modo que primatas desnutridos e possivelmente imunodeprimidos estivessem mais vulneráveis à doença. Já no final de 2016, mortes de primatas associadas à essa epizootia, especialmente muriquis e bugios, foram registradas em pelo menos duas reservas na região (RPPNs Feliciano Miguel Abdala e Mata do Sossego) (STRIER *et al.*, 2018).

Além dessa vulnerabilidade, a proximidade cada vez maior das áreas urbanas em relação às áreas verdes remanescentes propicia um aumento da área onde comumente ocorre a transmissão da doença. A Floresta Atlântica, onde está localizada 98% da bacia

hidrográfica do Rio Doce, já perdeu mais de 93% de sua área, restando menos de 100.000 km² de vegetação remanescente, provenientes do processo de ocupação do território brasileiro para exploração de recursos naturais, o qual ocasiona a supressão da vegetação nativa (DE FREITAS PEREIRA, 2016; TABARELLI *et al.*, 2005). Este crescente avanço do processo de ocupação em direção às áreas antes vegetadas pode fazer com que animais já doentes se aproximem dos centros urbanos, possibilitando que vetores antes não infectados adquiram o vírus.

Outro fator que pode ter contribuído para o aumento crescente no número da febre amarela é o modo de vida do mosquito *Haemagogus* spp que apresenta atividade diurna, sendo também encontrado nas bordas de fragmentos florestais, o que favorece a transmissão da febre amarela aos humanos que acessam estas matas (VALE *et al.*, 2018). Considerando os dados supracitados, somados ao fato de que predadores de mosquitos tiveram suas populações drasticamente reduzidas pelo rejeito de minério no Rio Doce, o aumento nas populações de *Haemagogus* spp pode ter causado o seu deslocamento para vegetações periurbanas em busca de alimento, contribuindo também para o aumento da doença.

Outro fator relevante em relação à febre amarela, diz respeito à taxa de imunização dos habitantes do estado de Minas Gerais no início do ano de 2017. A prevenção dessa doença se dá através de vacinação, cujas doses são oferecidas gratuitamente por meio do Sistema Único de Saúde (SUS). Segundo informações da Secretaria de Estado de Saúde (2017), a partir do início de 2017, cada indivíduo deve receber pelo menos uma dose da vacina ao longo da vida para ser considerado imunizado. Porém, para que a vacinação consiga prevenir a ocorrência de surtos, é necessário que a cobertura vacinal da população tenha uma taxa de no mínimo 95%. Porém, os dados apresentados demonstraram que, até o ano de 2016, todas as regionais de saúde do Estado de Minas Gerais se encontravam com cobertura vacinal abaixo da taxa preconizada pelo Ministério da Saúde, o que pode ter contribuído para que a população estivesse mais suscetível ao vírus. Durante a epidemia da febre amarela em 2017, houve grande mobilização para a vacinação da população, mas mesmo assim, foi verificado que os índices ainda se encontravam abaixo do valor preconizado. Destaca-se que apesar de ser o estado que mais recebeu doses da vacina durante a epidemia, a distribuição não foi homogênea no território de Minas Gerais. Foi observado ainda que foram baixos os valores per capita investidos em vigilância epidemiológica (FGV, 2017), o que interfere também no aumento de casos da doença.

Os danos ocasionados por um desastre ambiental da magnitude do acidente da Samarco continuarão a causar impactos nos locais afetados por muitos anos, danos estes que, por vezes, só se tornarão evidentes com o passar do tempo. Por este motivo, acredita-se que o presente estudo, assim como outros que venham a ser realizados na região, poderão fornecer dados que futuramente serão fundamentais para novas conclusões a respeito da associação do rompimento da barragem com o aumento dos casos de febre amarela e outras enfermidades que venham a ser observadas após o desastre. Em função disso, é fundamental manter o monitoramento ambiental e epidêmico na região, além de se realizar ações preventivas de conscientização popular em relação à febre amarela e demais doenças endêmicas.

5. CONCLUSÕES

No âmbito epidemiológico, ao analisar o aumento de uma doença, é necessário considerar em conjunto fatores ambientais, sociais e antrópicos. Dessa forma, o crescente número de casos de febre amarela na Bacia do Rio Doce deve ser avaliado considerando-se os diversos aspectos que, em conjunto, podem ter propiciado o reaparecimento dessa doença na região.

O presente estudo não detectou correlação direta entre os índices de qualidade de água e o aumento dos casos da febre amarela. Porém, a análise desses índices em conjunto com a avaliação de outros fatores ambientais e epidemiológicos discutidos neste trabalho sugere uma ação indireta do dano ambiental causado sobre a ocorrência da epidemia de febre amarela.

Salienta-se que novos trabalhos relacionados à região de estudo serão fundamentais para a determinação do nível de participação do dano ambiental em relação à epidemia ocorrida.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil – Encarte Especial sobre a Crise Hídrica**. 2014. Disponível em. Acesso em: 23 nov 2017.

ANDRADE, Carlos Fernando S.; SANTOS, Luciana Urbano dos. **O uso de predadores no controle biológico de mosquitos, com destaque aos Aedes**. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP - SP, 2004.

CAMARGO-NEVES, Vera. L. F. de; POLETTO, Daniela W.; RODAS, Lílian A. C.; PACHIOLI, Márcio L.; CARDOSO, Rubens P.; SCANDAR Sirle A. S.; SAMPAIO, SusyM. P.; KOYANAGUI, Paulo H.; BOTTI, Mauricio V.; MUCCI, Luis F.; GOMES, Almério de C. **Entomological investigation of a sylvatic yellow fever area in São Paulo State, Brazil.** *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 1278-1286, ago. 2005.

CAVALCANTE, Karina Ribeiro Leite Jardim; TAUIL, Pedro Luiz. **Risco de reintrodução da febre amarela urbana no Brasil.** *Epidemiol. Serv. Saude*, Brasília, v. 26, n. 3, p. 617-620, jul-set, 2017.

CHAVES, Bárbara Regina Neves; AMARANTE, Marcelo Coutinho; NACIF, Wanderlene Ferreira. **Mortandade de peixes na Bacia do Rio Doce após rompimento da barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues (Mariana/MG), em 05/11/2015.** Belo Horizonte, Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recurso Hídrico, 2016.

COSTA, Isabelle Matos Pinheiro; CALADO, Daniela Cristina. **Incidência dos casos de dengue (2007-2013) e distribuição sazonal de culicídeos (2012-2013) em Barreiras, Bahia.** *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, v. 25, n. 4, p. 735-744, dez. 2016.

COSTA, Raissa de Moura; FACIOLI; Larissa de Souza; REIS, Thainá Desiree Franco dos; SÁ, Odila Rigolin de; BERNARDES, Nicole Blanco. **Febre Amarela: Sua Perspectiva No Brasil.** *Id on Line Rev.Mult. Psic.*, vol.12, n.41, p.435-448, jun. 2018.

DATASUS. Si-PNI - Sistema de Informações do Programa Nacional de Imunizações. Disponível em: <http://pni.datasus.gov.br>. Acesso em: 22 nov. 2017.

DE FREITAS PEREIRA, Bruno Wendell; MACIEL, Maria de Nazaré Martins; OLIVEIRA, Francisco de Assis; ALVES, Marcelo Augusto Moreno da Silva; RIBEIRO, Adriana Melo; FERREIRA, Bruno Monteiro; RIBEIRO, Ellen Gabriele Pinto. **Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil/Land use and water quality degradation in the Peixe-Boi River watershed.** *Revista Ambiente & Água*, v. 11, n. 2, p. 472, 2016.

FERNANDES, Gláucia de Oliveira. **Culicídeos vetores em uma unidade de conservação da Caatinga na região do Seridó no Rio Grande do Norte** – aspectos da transmissão de doenças. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências, Natal, 2011.

FGV – Fundação getúlio Vargas. 2017. **Febre amarela no Brasil: um estudo de caso.** Rio de Janeiro: FGV. 39p.

FRANÇA, Juliana Silva; CALLISTO, Marcos. **Coleção de macroinvertebrados bentônicos:** ferramenta para o conhecimento da biodiversidade em ecossistemas aquáticos continentais. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 2, n. 1, p. 3-10, 2007.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Conheça semelhanças e diferenças entre mosquitos transmissores da febre amarela.** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/conheca-semelhancas-e-diferencas-entre-mosquitos-transmissores-da-febre-amarela>. Acesso em: 28 jul. 2020.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Febre amarela:** sintomas, transmissão e prevenção. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/febre-amarela-sintomas-transmissao-e-prevencao>. Acesso em: 10 abr. 2017.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Surto de febre amarela no Brasil é destaque na Revista Radis.** Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/surto-de-febre-amarela-no-brasil-e-destaque-na-radis>. Acesso em: 10 abr. 2017.

GOMES, Almério de Castro; TORRES, Maria Amélia Nascimento; Paula, Marcia Bicudo de; FERNANDES, Aristides; MARASSÁ, Ana Maria; CONSALES, Cleide Aschenbrenner; FONSECA, Daltro Fernandes. **Ecologia de *Haemagogus* e *Sabethes* (Diptera: Culicidae) em áreas epizooticas do vírus da febre amarela, Rio Grande do Sul, Brasil.** Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 19, n. 2, p. 101-113, jun. 2010.

GOULART, Michael Dave C.; CALLISTO, Marcos. 2003. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental.** Revista da FAPAM, v. 1, p. 1-9.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2015. **Lauda Técnico Preliminar – Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais.** Diretoria de Proteção Ambiental – DIPRO. Coordenação Geral de Emergências Ambientais – CGEMA. Brasília: MMA, 74p.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2015a. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais.** Relatório Trimestral – 3º trimestre de 2015. Belo Horizonte: SEMAD.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2015b. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais.** Relatório Trimestral – 4º trimestre de 2015. Belo Horizonte: SEMAD.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2016a. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais.** Relatório Trimestral – 1º trimestre de 2016. Belo Horizonte: SEMAD.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2016b. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais.** Relatório Trimestral – 2º trimestre de 2016. Belo Horizonte: SEMAD.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2016c. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais.** Relatório Trimestral – 3º trimestre de 2016. Belo Horizonte: SEMAD.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2016d. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais.** Relatório Trimestral – 4º trimestre de 2016. Belo Horizonte: SEMAD.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2017. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais.** Relatório Técnico -

Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG. Belo Horizonte: SEMAD.

LAMPARELLI, M. C. **Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo**. 2004. Tese de Doutorado. Ph. D. Thesis, University of São Paulo, State of São Paulo, Brazil, 3 de Setembro.

LOPES, Luciano Motta Nunes. **O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais**. Sinapse Múltipla, belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 1-14, jun , 2016.

MAIA-BARBOSA, P. M.; MACHADO, C. F.; BARBOSA, F. A. R.; FERREIRA, H. L. M.; BRITO, S. L.; JUNQUEIRA, M. V.; CAMPOS, M. S.; MEYER, S. T.; JARDIM, B. F. M.; GAMA, F. O.; MOTA, H. R.; MENEDEZ, R. M. 2009. **Diversidade de Organismos Aquáticos In: BIOTA MINAS** – Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no estado de Minas Gerais – Subsídio ao Programa BIOTA MINAS. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, p.81-118.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017. **Febre Amarela**. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/febreamarela/historico.php>. Acesso em: 22 mai. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017. **Febre Amarela**. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/febreamarela>. Acesso em: 11 mai. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Centro de Operações de Emergências em Saúde Pública - Informe no 40/2017. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/maio/12/COES-FEBREAMARELA---INFORME-40---Atualiza---o-em-11maio2017.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017. **Situação Epidemiológica / Dados**. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/situacao-epidemiologica-dados-febreamarela>. Acesso em: 02 mai. 2017.

MÜLLER, Gerson Azulim; MARCONDES, Carlos Brisola; NAVARRO-SILVA, Mário Antônio. **Aplicação de marcadores microssatélites para o estudo de Culicidae (Diptera):** revisão com especial referência a *Haemagogus*. Boletín de Malariología y Salude Ambiental, v. 2, p. 175-186, 2010.

MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russell A.; MITTERMEIER, Cristina G., *et al.*, 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature 403, 853–858.

PAIVA, Clemison Nogueira. **Utilização de peixes larvófagos para o controle das formas imaturas do *A. aegypti* em depósitos domiciliares de água**. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Medicina, Fortaleza, 2013.

PEREIRA, Boscolli Barbosa; OLIVEIRA, Eidis Antônio de. **Determinação do potencial larvófago de *Poecilia reticulata* em condições domésticas de controle biológico**. Cad. saúde colet.. Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 241-245, Set. 2014

NEVES, David Pereira; MELO, Alan Lane de; LINARDI, Pedro Marcos; VITOR, Ricardo W. Almeida. **Parasitologia humana**. 11^a ed. São Paulo: Editora Atheneu. 2005. p 370.

PERUQUETTI, Patrícia Santos Ferreira *et al.* **Odonata (libélulas) do município de Luís Antônio, São Paulo, Brasil**: relação com o uso do solo e riqueza faunística. 2004. 62 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004).

REY, Luis. **Parasitologia**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **Impactos ambientais do acidente em Mariana (MG)**. Brasil Escola. Disponível em: <http://brasilecola.uol.com.br/biologia/impactos-ambientais-acidente-mariana-mg.htm>. Acesso em: 09 abr. 2017.

SEDRO – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana. 2016. **Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana – MG**. Belo Horizonte, 03 de fevereiro de 2016. Disponível em: http://www.agenciaminas.mg.gov.br/ckeditor_assets/attachments/770/relatorio_final_ft_03_02_2016_15h5min.pdf. Acesso em: 01 mai. 2017.

SES – Secretaria de Estado de Saúde. **Atualização sobre a investigação de casos suspeitos de febre amarela silvestre**. Minas Gerais, 2017. Disponível em: <http://www.saude.mg.gov.br/component/search/?all=febre+amarela+informe+epidemiol%C3%B3gico&area=all>. Acesso em: 22 mai. 2017.

SILVA, Mario Antônio Navarro da; LOZOVEI, Ana Leuch. **Ocorrência de *Haemagogus (Conopostegus) leucocelaenus* (Dyar & Shannon) e *Toxorhynchites (Lynchiella) theobaldi* (Dyar & Knab) em ocos de árvore em capão de mata, Curitiba, Paraná, Brasil**. Rev. Bras. Zool., Curitiba, v. 16, supl. 1, p. 257-267, 1999.

STRIER, Karen B; TABACOW, Fernanda P; POSSAMAI, Carla B; FERREIRA, Anderson I G; NERY, Marcello S; MELO, Fabiano R; MENDES, Sérgio L. **Status of the northern muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) in the time of yellow fever**. Primates; v. 60, n. 1, p. 21-28, 2018.

TABARELLI, Marcelo; PINTO, Luiz Paulo; SILVA, José Maria C.; HIROTA, Márcia M.; BEDÊ, Lúcio C. **Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira**. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

VALE, Caroline Almeida; JUNIOR, Vicente Sanches; PREZOTO, Fábio. **Febre Amarela: o Mosquito, o Macaco e o Ser Humano**. CES Revista, v. 32, n. 2, p. 7-27, 2018.

VASCONCELOS, Pedro Fernando da Costa. **Febre Amarela**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 36, n. 2, p. 275-293, 2003.



Análise das mudanças do uso e da cobertura da terra em municípios com áreas de mineração na microrregião de Itabira, a partir de dados do MAPBIOMAS entre 1987 e 2017

Rafael Adighieri Moraes¹

RESUMO

Atualmente, a análise da dinâmica do uso do espaço é de extrema importância em estudos de planejamento e monitoramento da ação humana. Estes estudos permitem diagnósticos sobre o crescimento econômico e social sustentável. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo identificar se houve mudanças no uso da terra em municípios com áreas de mineração na microrregião de Itabira, que possam ter gerado desenvolvimento além ou devido à mineração. Foram utilizadas imagens do MAPBIOMAS para geração de mapas de uso da terra, para os anos de 1987, 1997, 2007 e 2017, além de gráficos e matrizes de transição de modo a permitir uma análise de 30 anos. Os resultados indicaram que houve poucas mudanças expressivas. As principais mudanças, em geral, foram o crescimento da infraestrutura urbana e de áreas de mineração. Identificou-se também diminuição da floresta nativa e aumento de áreas com floresta plantada, provavelmente eucalipto. Porém, alguns municípios áreas de pastagens foram substituídas por mata nativa e mosaico de agricultura e pecuária, indicando desenvolvimento e recuperação ambiental.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Mineração. Desenvolvimento.

¹Graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras – UFLA. Mestre em Meteorologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – UFV e Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Atualmente é pesquisador e professor da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: rafagricola@yahoo.com.br.

Analysis of changes in land use and land cover in municipalities with mining areas in the Itabira microregion, using data from MAPBIOMAS between 1987 and 2017

ABSTRACT

Currently, the analysis of the dynamics of the use of geographical space is extremely important in studies of planning and monitoring of human action. These studies allow diagnoses about sustainable economic and social growth. In this context, the work aimed to identify whether there were changes in land use in the Itabira microregion that may have generated development beyond or due the mining. MAPBIOMAS images were used for the generation of land use maps for the years 1987, 1997, 2007 and 2017, in addition to graphs and transition matrices in order to allow a 30-year analysis of land cover use. It was observed that there were few significant changes. The main changes, in general, were the growth of urban infrastructure and mining areas. It was also identified as a decrease in the native forest (forest formation) and an increase in areas with planted forest, probably eucalyptus. However, some municipalities with pasture areas have been replaced by native forest and mosaic of agriculture and livestock, indicating development and environmental recovery.

Keywords: *Geoprocessing. Mining. Development.*

Artigo recebido em: 22/06/2020

Aceito em: 04/12/2020

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a análise da dinâmica do uso do espaço geográfico (favorecido pela tecnologia disponível) é de extrema importância em estudos de planejamento e monitoramento da ação humana. Estes estudos permitem diagnósticos sobre o crescimento econômico e social sustentável, além da identificação de novas áreas de mineração, crescimento das áreas urbanas, desmatamento, agricultura, erosão, assoreamento de rios, mata ciliar, pastagens, etc. Segundo BRAGA (2007) a ação humana na Terra e suas contradições possuem uma implicação espacial e temporal, pois denotam produção de espaço que varia no tempo.

Para o setor público, o conhecimento da dinâmica do uso da terra, permite ações mais efetivas, tanto para melhorar a qualidade de vida dos habitantes, como identificação de desmatamentos, áreas propícias a incêndios, poluição, crescimento da zona urbana e classificação do foco de produção na zona rural. Permite também análises de impactos econômicos e sociais ocasionados pela inclusão ou exclusão de empresas ao longo do tempo (mineradoras por exemplo).

Para o setor privado, informações de uso do espaço geográfico, contribuem para planejamento de novos investimentos e identificação de áreas potenciais em cada município, favorecendo a economia e a empregabilidade. O setor mineral gera resultados positivos no campo econômico que podem ser dimensionados pela produção e comercialização dos bens minerais, pela oferta de empregos e pela geração de receitas tributárias, taxas e royalties (NAHAS *et al.*, 2019).

A microrregião de Itabira, possui relevo acidentado e biomas entre mata atlântica e cerrado. A dificuldade de acesso aos locais, devido ao relevo acidentado, favorece o uso de tecnologias de sensoriamento remoto, permitindo ações mais efetivas na identificação de problemas. Além disso, áreas com alta declividade, dependendo do tipo de solo e vegetação, ao sofrerem alterações na cobertura (desmatamento), são propícias à erosão, causando não apenas perda de solo como assoreamento de cursos d'água.

Muitos trabalhos já foram feitos para o monitoramento do uso da terra em diversos locais do Brasil, com diversos objetivos, e os resultados são sempre promissores e atendem muito além dos resultados esperados no início (DIAS & OLIVEIRA, 2015; FERNANDES *et al.* 2015; ARRAES *et al.* 2010, FUJACO *et al.* 2010, MENKE *et al.* 2009).

Alguns municípios da microrregião de Itabira (Itabira, Barão de Cocais, Santa Bárbara, São Gonçalo do Rio Abaixo, João Monlevade, Rio Piracicaba e Bela Vista de Minas) apresentam áreas de mineração, causando tanto impactos positivos na economia como possíveis negativos no meio ambiente e agricultura. Além disso, a alta dependência dos municípios em relação às empresas mineradoras, pode prejudicar o desenvolvimento da diversificação de setores como a agricultura e pecuária. Assim, o conhecimento de como está sendo utilizado outras áreas dos municípios é de extrema importância, tanto para potencializar usos atuais como identificar áreas promissoras, já que a mineração é um recurso findável.

ROSSATO *et al.* (2009) analisando as diferenças das condições socioeconômicas da população das microrregiões do Estado de Minas Gerais para o ano 2000, demonstrou que as microrregiões de Minas Gerais, em sua maioria, não apresentaram condições favoráveis quanto aos indicadores de condições do domicílio, industrialização e urbanização e de infraestrutura de saúde. A microrregião de Itabira apresentou índice positivo apenas para Industrialização e Urbanização. Considerando que a região apresenta alta dependência da atividade mineral, MELLO (2000) e MARTINS (2003) acreditam que esta não gera um polo de desenvolvimento, e sim um enclave econômico. Um enclave econômico caracteriza-se pela ausência de ligações em cadeia entre a atividade principal (neste caso, a mineração) e os outros setores econômicos da região na qual a empresa está inserida. Uma região que se configura como enclave econômico não desfruta de um desenvolvimento autossustentável, diversificado e independente da atividade principal. Enclave econômico não pressupõe subdesenvolvimento, apenas dependência.

ALVARENGA (2006) analisou a Vulnerabilidade Econômica do Município de Itabira e todos os indicadores que foram desenvolvidos para quantificar a vulnerabilidade econômica de Itabira em relação à atividade mineral foram unânimes em indicar significativa dependência econômica, o que valida as teorias que modelam o desenvolvimento dos municípios mineradores. Além de mostrarem grande vulnerabilidade econômica, nenhum indicador analisado apresentou em sua evolução histórica indícios de diminuição ou aumento da vulnerabilidade econômica nos últimos cinco anos.

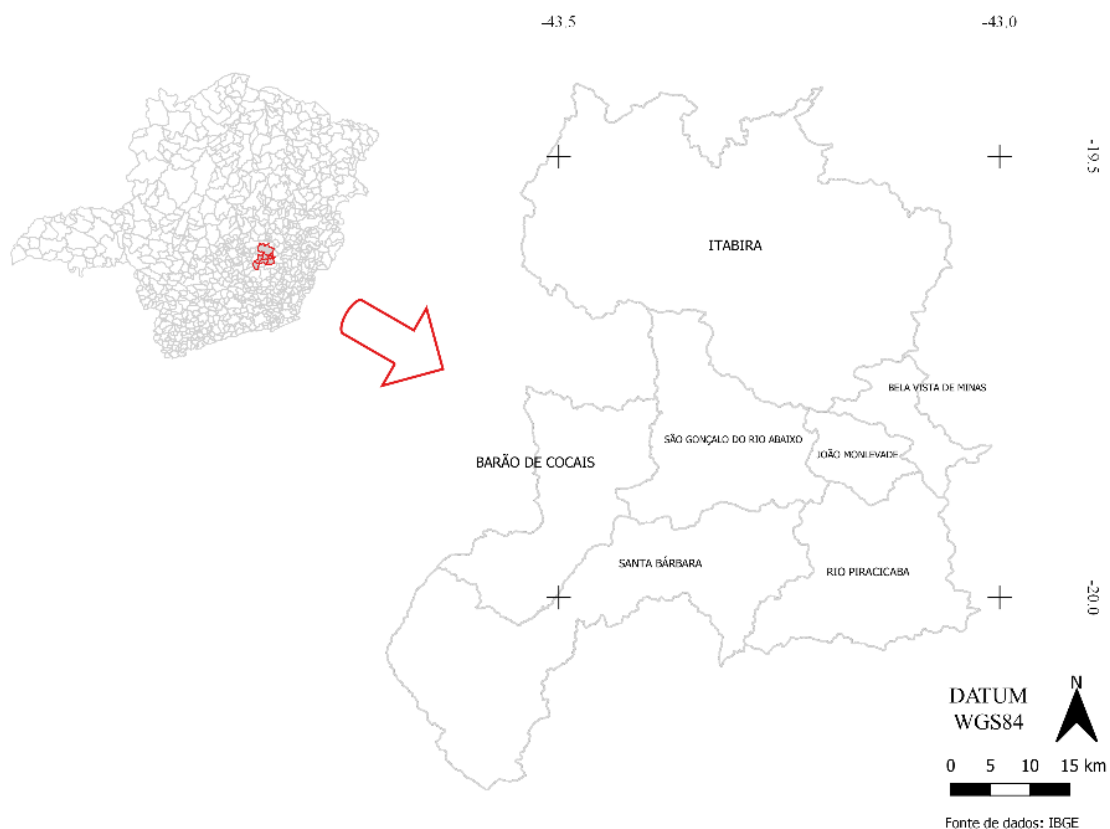
Nesse contexto, é de extrema importância a identificação das principais mudanças no uso da terra, em um período de 30 anos, para cada município com áreas de crescimento de mineração. Assim, o trabalho teve por objetivo identificar se houve mudanças no uso da terra em municípios com áreas de mineração na microrregião de Itabira, que possam ter

gerado desenvolvimento além ou devido à mineração. Dentre essas mudanças: instalação de novas áreas de mineração, crescimento das cidades, desmatamento, diversificação da agropecuária, pastagens, etc.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho analisou os municípios de Itabira, Barão de Cocais, Santa Bárbara, São Gonçalo do Rio Abaixo, João Monlevade, Rio Piracicaba e Bela Vista de Minas, pertencentes à microrregião de Itabira, apresentados no mapa de localização da Figura 1. Nessa região estão presentes duas grandes empresas de mineração, sendo uma empresa Arcelor Mittal e a outra a Vale. Os outros municípios foram incluídos pois a área de mineração, além de estar presente em divisas entre municípios, a distância entre municípios é pequena, podendo ter moradores que trabalham nas mineradoras.

Figura 1: Área de estudo, representado pelos municípios de Itabira, Barão de Cocais, Santa Bárbara, São Gonçalo do Rio Abaixo, Rio Piracicaba, João Monlevade e Bela Vista de Minas, integrando a microrregião do médio rio Piracicaba no estado de Minas Gerais

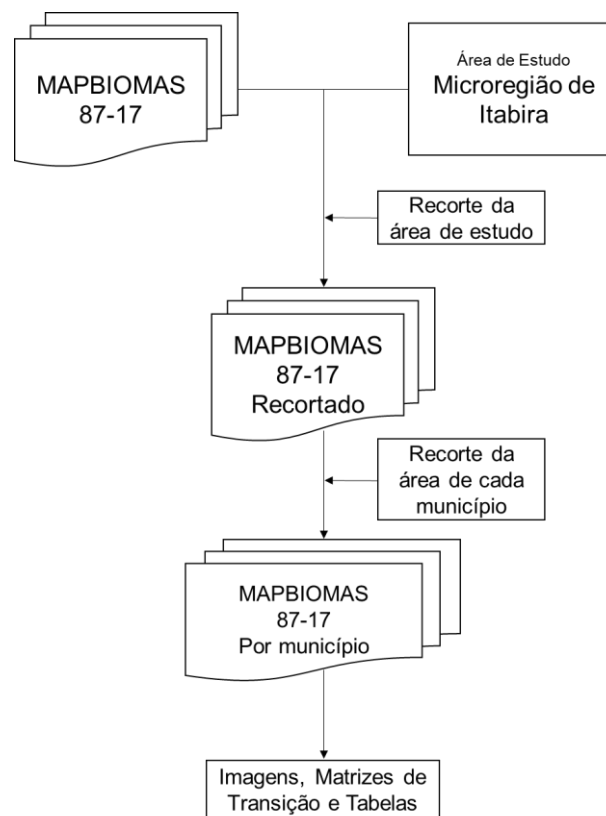


Fonte: Elaboração própria.

O fluxograma do trabalho (Figura 2) mostra as etapas realizadas para obtenção dos resultados. Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento, e uso do software QGIS (QGIS, 2020); além de imagens do MAPBIOMAS para geração de mapas uso da terra, para os anos de 1987, 1997, 2007 e 2017, de modo a permitir uma análise de 30 anos do uso da cobertura da terra.

O geoprocessamento pode ser entendido como a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para tratar dados obtidos de objetos ou fenômenos geograficamente identificados ou extrair informações desses objetos ou fenômenos, quando são observados por um sistema sensor (MOREIRA, 2007).

Figura 2: Fluxograma do trabalho



Fonte: Elaboração própria.

O MAPBIOMAS é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG (Sistema de Informação Geográfica) e ciência da computação. Estes, utilizam processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine* para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil.

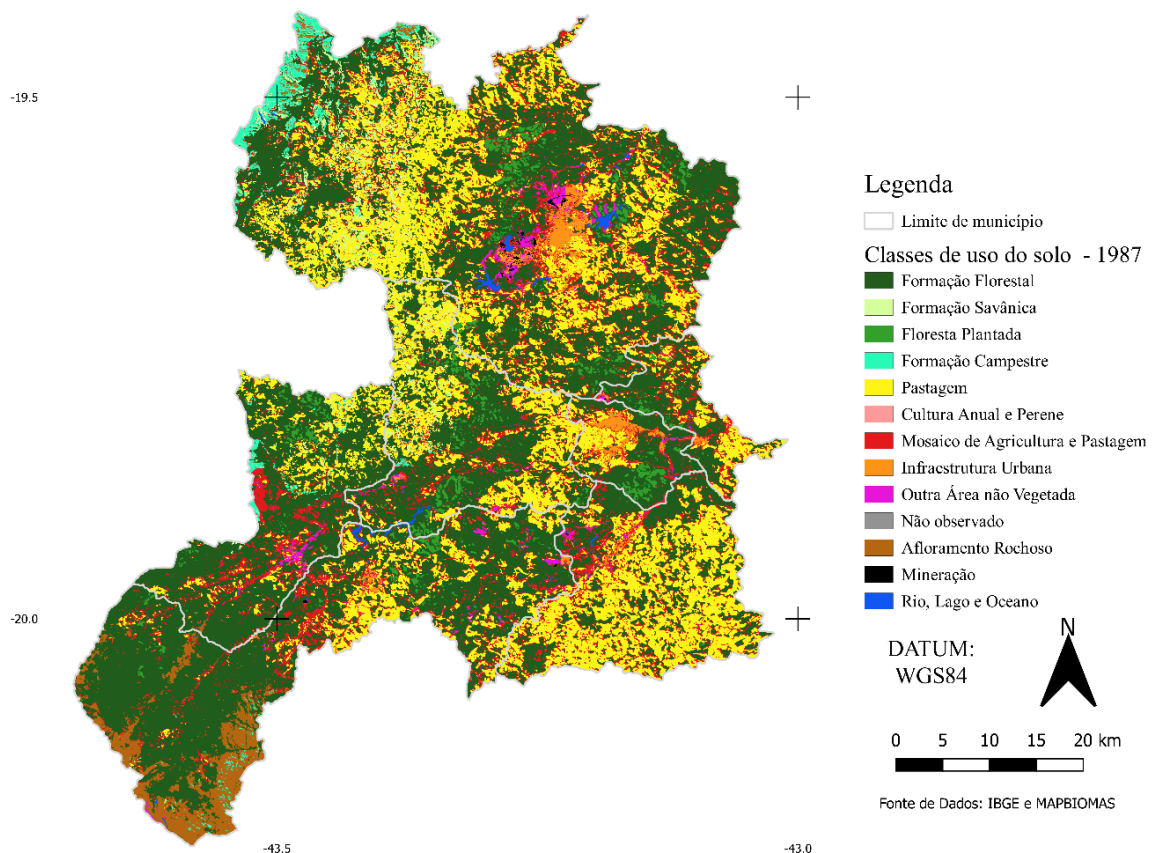
Os mapas têm sua melhor aplicação em escalas até 1:100.000 e são gerados a partir de imagens LANDSAT 8, com resolução espacial de 30 metros. Assim, cada pixel das imagens é classificado, entre 27 classes de uso da terra (MAPBIOMAS, 2019).

Pelo fluxograma do trabalho, a partir dos vetores de cada município, foi recortada as imagens do MAPBIOMAS e para cada imagem foi processado de maneira a extrair, com o uso do SIG, a área de cada tipo de uso da terra para os anos de 1987, 1997, 2007 e 2017. Também foi gerada a matriz de transição comparando os anos de 1987 e 2017 para cada município, de modo a permitir a identificação do que havia na bacia em 1987 e foi substituído ou mantido em 2017.

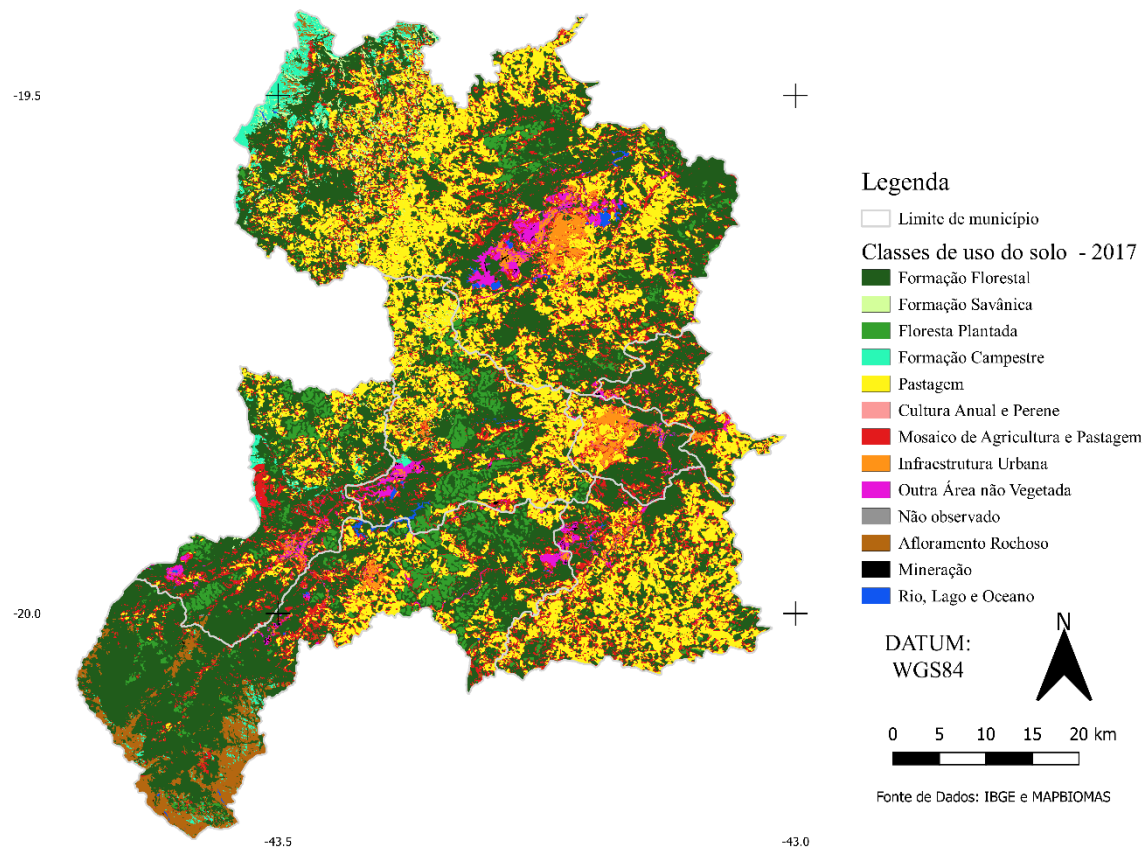
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 3 e 4 (a seguir), apresentam o mapa de uso da terra para os municípios da área de estudo, nos anos de 1987 e 2017, respectivamente.

Figura 3: Mapa de uso da terra para os municípios da área de estudo



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4: Mapa de uso da terra para os municípios da área de estudo

Fonte: Elaboração própria.

Analisando as Figuras 3 e 4, nota-se, visualmente, que há pouca alteração no uso da terra nos 30 anos de intervalo entre as imagens. Porém há destaques a serem notados como: aumento da infraestrutura urbana, com destaque a Itabira, João Monlevade, Barão de Cocais e Santa Bárbara. A maioria dos municípios analisados possuem poucos habitantes, com menos de 30 mil, e economia baseada principalmente na extração de minérios. O SIDRA/IBGE (2019) disponibiliza a população estimada entre 2001 e 2018. No Brasil houve um aumento de 21% da população no período citado. Conforme gráfico da Figura 5, nota-se que a população dos municípios com presença de mineradoras, aumentou acima da média nacional, e outros, apesar de possuírem mineração, estas são distantes dos centros destes e os funcionários acabam por residirem em outros municípios maiores, prejudicando o desenvolvimento econômico, social e com impactos em seu território.

A Tabela 1 mostra a arrecadação do CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais) em cada município da área de estudo. Com exceção de João Monlevade, onde a área de mineração é mínima e não possui registros de CFEM, foi analisada a arrecadação pontual para o ano de 2003 e para o ano de 2016. O ano final foi definido como 2016 pois em 2017 foi promulgada a lei 13.540/17 que diminui a arrecadação

dos municípios e que foi alterada em posteriormente para compensação de perdas. (MME, 2020; ANM, 2020).

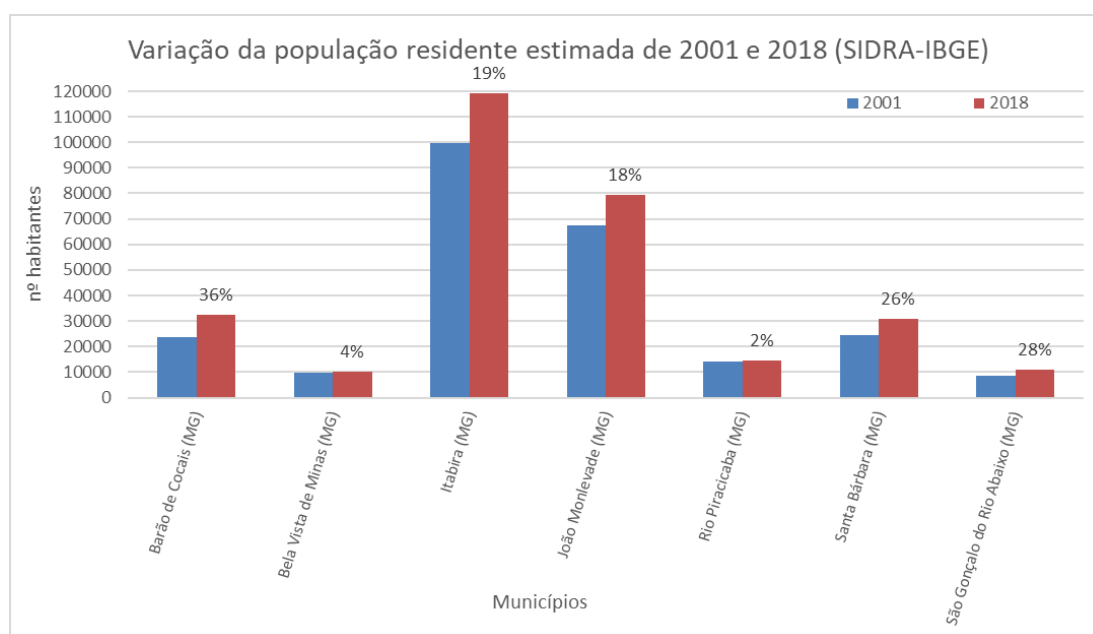
Tabela 1: Dados de arrecadação do CFEM para os anos de 2003 e 2016 nos municípios da área de estudo

Arrecadação CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais)*		
Município	Valor Anual (em Reais) 2003	Valor Anual (em Reais) 2016
Itabira	10.088.304,37	141.090.963,40
São Gonçalo do Rio Abaixo	1.026.758,40	53.124.773,23
Santa Bárbara	3.067.118,21	11.980.621,97
Rio Piracicaba	412.989,28	9.357.948,40
Bela Vista de Minas	162.003,26	1.861.853,30
Barão de Cocais	2.010.473,51	12.836.439,30
João Monlevade	-	-

*Fonte: Agência Nacional de Mineração (ANM)

Fonte: Elaboração própria.

Figura 5: População estimada em 2001 (colunas em azul) e 2018 (colunas em vermelho) e o crescimento, indicado pela porcentagem, para cada município (dados: SIDRA/IBGE).



Fonte: Elaboração própria.

Há também um crescimento notável, visualmente, da floresta plantada sobre áreas de formação florestal, indicando um desflorestamento do bioma mata atlântica. Por outro lado, manchas de formação florestal sobre pastagem aumentaram, indicando abandono de pastos (baixa produtividade) e adequações ao código florestal.

Foram geradas as matrizes de transição das classes de uso da terra, considerando toda área de cada município, objeto deste estudo, para o ano de 1987 em relação a 2017 (Tabelas

de 2 a 8). Esta foi gerada no QGIS, com a ferramenta *r.kappa* do GRASS. Essa ferramenta compara e contabiliza, em número de pixels, as imagens de 1987 e 2017, para cada tipo de uso da terra, gerando uma matriz de confusão, chamada de transição. A área para cada classe da matriz, é obtida dividindo a área total do município pelo total de pixels encontrados em cada município, a partir de uma planilha de cálculo (Excel). Dessa maneira, a área pode diferir em poucos metros quadrados em relação às áreas contabilizadas nas Figuras 6 a 12, por município. Para isso foi utilizada a ferramenta *r.report* do GRASS, que após processada, tem como saída uma Tabela com número do pixel e a área de cada conjunto de pixels.

Essa análise permite verificar as alterações na cobertura do uso da terra localmente, ou seja, que tipo de classe havia em 1987 em determinado local, e sua classificação em 2017. Nesse sentido, os cruzamentos entre mesmas classes, representam as áreas onde não se alterou o tipo de cobertura nos últimos 30 anos (diagonal da Tabela), por exemplo: a área de mineração em Barão de Cocais (Tabela 2), apresenta aproximadamente 5,6 hectares no ano de 2017 e zero em 1987, indicando áreas novas de mineração, iniciadas nos últimos 30 anos no município. Segundo DINIZ *et al.* (2014), analisando o crescimento das áreas mineradas no quadrilátero ferrífero em Minas Gerais, por meio do uso de sensoriamento remoto, não havia áreas de mineração ativa em 1989. A mina de Gongo Soco, localizada no município, antes explorada pelo ouro, foram descobertas em 1967 reservas de minério de ferro, mas somente em 1989 foi iniciada a exploração e novas áreas abertas anos depois (ARAUJO & MORAIS, 2016).

A Tabela 2, analisada na horizontal, indica o total ocupado por cada classe em 1987 (coluna *Soma 1987*); e os valores ao longo da linha, representam a área por qual classe de uso da terra foi substituída em 2017. Assim, se a área diminuiu de 1987 para 2017, pode-se analisar por qual foi substituída. Na vertical, indica o total ocupado por classe em 2017 (linha *Soma 2017*); e os valores ao longo da coluna, representam a área por qual classe de uso de solo a classe da respectiva coluna aumentou, ou seja, áreas novas sobrepondo outras. Portanto, na coluna, as áreas sobre o qual a respectiva classe aumentou; e na linha, as áreas sobre o qual a respectiva classe perdeu área.

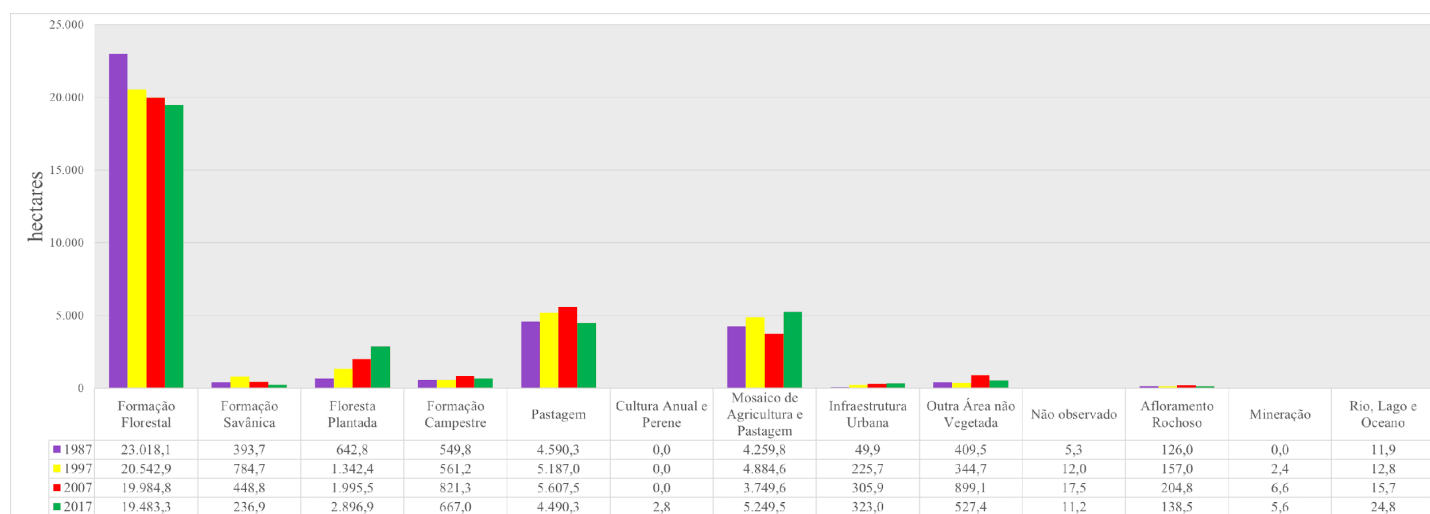
As Figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12, mostram a variação da área de cada tipo de uso de solo identificado por município, para os anos de 1987, 1997, 2007 e 2017. Isso permite analisar como cada uso variou ao longo dos últimos 30 anos. Vale salientar que algumas Tabelas foram na medida de hectares e outras em quilômetros quadrados, já que a área dos municípios difere.

Tabela 2: Matriz de transição indicando a variação da cobertura da terra (em hectares) para os anos de 1987 e 2017 no município de Barão de Cocais

Classe	2017												Soma 1987	
	3	4	9	12	15	19	21	24	25	27	29	30		33
3	17.404,69	59,86	1.992,96	84,53	1.336,75	0,84	1.777,00	52,12	269,34	5,98	15,58	0,59	18,86	23.019,09
4	116,10	123,43	4,13	12,54	88,82	-	48,41	0,08	-	-	-	-	-	393,52
9	33,59	-	590,79	-	3,37	-	5,22	-	9,60	-	-	-	-	642,57
12	28,29	22,48	3,03	452,29	12,46	-	31,07	0,08	-	-	-	-	-	549,70
15	890,10	20,96	209,73	29,55	2.588,04	1,94	809,02	23,15	12,63	0,42	1,43	0,76	1,35	4.589,08
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	976,15	7,49	94,80	86,55	443,87	-	2.470,42	84,03	81,50	1,85	10,86	2,27	0,59	4.260,39
24	0,76	0,59	-	-	2,86	-	6,31	31,07	8,34	-	-	-	-	49,93
25	23,74	-	-	1,26	6,90	-	94,47	132,52	146,08	-	3,12	0,76	0,76	409,60
27	0,93	-	-	-	0,67	-	0,67	0,08	-	2,95	-	-	-	5,30
29	8,34	-	1,26	0,17	0,59	-	6,90	-	0,08	-	107,52	1,18	-	126,04
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	1,68	2,02	-	-	4,63	-	0,25	-	-	-	-	-	3,28	11,87
Soma 2017	19.484,37	236,84	2.896,70	666,90	4.488,98	2,78	5.249,75	323,14	527,56	11,20	138,50	5,56	24,84	34.057,10

Legenda: 03-Formação Florestal; 04-Formação Savânica; 09-Floresta Plantada; 12-Formação Campestre; 15-Pastagem; 19-Cultura Anual e Perene; 21-Mosaico de Agricultura e Pastagem; 24-Infraestrutura Urbana; 25-Outra Área não Vegetada; 27-Não observado; 29-Afloramento Rochoso; 30-Mineração; 33-Rio, Lago e Oceano.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 6: Variação da área de cada classe de uso da terra, na área de estudo, nos anos de 1987, 1997, 2007 e 2017 no município de Barão de Cocais

Fonte: Elaboração própria.

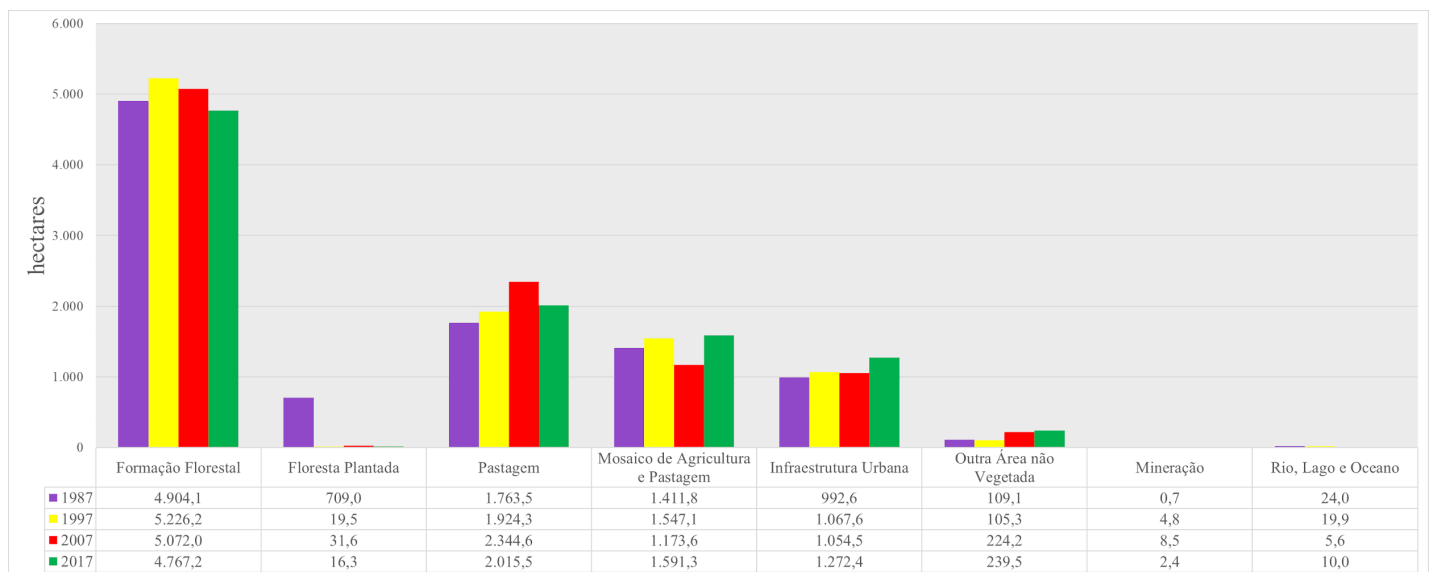
No município de Barão de Cocais, analisando a Figura 6, nota-se uma queda entre 1987 e 1997 da área de formação florestal, que segue a tendência até 2017. Na Tabela 2 é possível identificar que a formação florestal foi substituída principalmente pela classe 9 (floresta plantada) em 1993 ha, seguida pela classe 21 (Mosaico de agricultura e pastagem) em 1777 hectares (ha) e pela classe 15 (pastagens) em 1336,7 ha.

Tabela 3: Matriz de transição indicando a variação da cobertura da terra (em hectares) para os anos de 1987 e 2017 no município de João Monlevade

		2017								
Classe		3	9	15	21	24	25	30	33	Soma 1987
1987	3	3.957,51	7,24	375,38	488,15	33,44	41,44	1,01	-	4.904,17
	9	477,20	2,11	31,67	197,00	0,08	1,09	-	-	709,15
	15	32,76	5,14	1.242,61	251,49	218,81	12,55	-	-	1.763,36
	21	254,35	1,85	334,02	573,47	171,81	75,88	0,34	-	1.411,73
	24	11,71	-	26,78	57,61	831,19	61,48	-	3,71	992,47
	25	15,83	-	4,88	21,48	16,84	45,31	1,01	3,71	109,07
	30	-	-	-	-	-	0,67	-	-	0,67
	33	18,02	-	-	2,19	0,08	1,09	-	2,61	24,00
Soma 2017		4.767,39	16,34	2.015,35	1.591,38	1.272,26	239,53	2,36	10,02	9.914,63

Legenda: 03-Formação Florestal; 09-Floresta Plantada; 15-Pastagem; 21-Mosaico de Agricultura e Pastagem; 24-Infraestrutura Urbana; 25-Outra Área não Vegetada; 30-Mineração; 33-Rio, Lago e Oceano.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 7: Variação da área de cada classe de uso da terra, na área de estudo, nos anos de 1987, 1997, 2007 e 2017 no município de João Monlevade

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 3 e a Figura 7 mostram a análise da mudança de uso da terra para João Monlevade, que possui uma área relativamente pequena e praticamente ocupada por zona urbana. Sendo a área do município de aproximadamente 9914 hectares, no ano 1987 a zona urbana ocupava praticamente 10% do território, sendo que em 2017 aumentou para 12,8% com 1272,4 hectares.

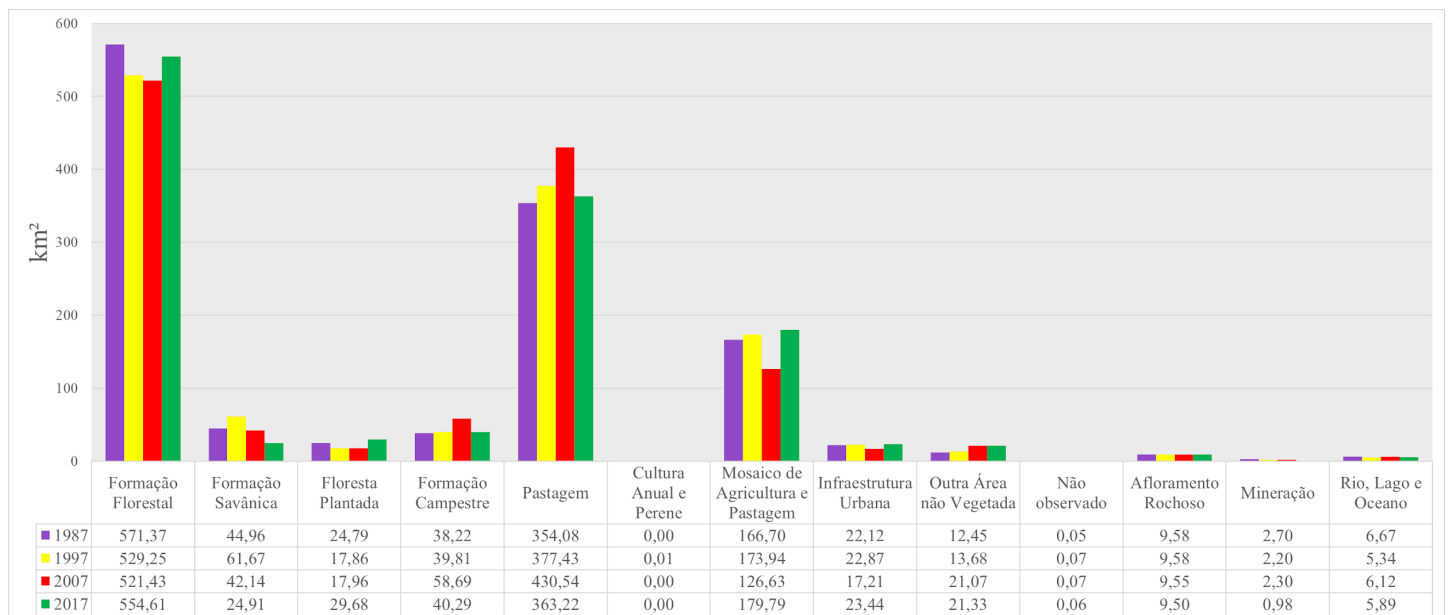
Em 1987 havia 709 hectares de floresta plantada, que acabou substituída, observando a Tabela 3, por formação florestal e mosaico de agricultura e pastagem. Isso pode indicar um leve aumento da atividade agropecuária, apesar do pequeno território do município.

Tabela 4: Matriz de transição indicando a variação da cobertura da terra (em hectares) para os anos de 1987 e 2017 no município de Itabira

Classe	2017												Soma 1987
	3	4	9	12	15	21	24	25	27	29	30	33	
3	44.124,34	387,90	1.381,81	159,07	5.410,26	4.826,85	120,95	572,36	2,28	0,67	31,04	121,37	57.138,90
4	1.177,53	1.813,99	27,41	160,00	779,34	533,39	0,17	-	0,25	0,17	-	2,95	4.495,21
9	1.119,16	-	999,73	-	109,06	217,27	1,52	22,77	-	-	1,86	8,27	2.479,64
12	141,70	141,02	4,64	3.310,00	94,55	125,42	0,84	-	0,17	1,43	-	0,17	3.819,95
15	3.421,84	87,38	370,27	171,81	25.548,71	5.369,44	336,96	72,54	0,34	4,13	3,80	22,52	35.409,73
21	5.128,89	45,97	179,82	218,70	4.134,30	6.194,32	305,16	365,04	0,25	0,84	13,07	84,34	16.670,72
24	74,14	-	-	-	140,43	276,06	1.427,02	275,55	-	-	16,53	3,04	2.212,77
25	239,79	-	1,27	-	88,39	307,27	83,42	483,88	-	-	19,99	20,83	1.244,84
27	0,42	-	-	0,25	0,42	0,59	-	-	3,04	-	-	-	4,72
29	0,76	0,25	3,54	5,90	2,19	1,94	0,67	-	-	942,55	-	-	957,81
30	19,65	-	-	-	9,19	49,85	62,08	120,27	-	-	8,94	-	269,99
33	13,66	13,07	-	0,76	6,92	77,26	5,90	221,23	-	-	2,78	325,57	667,16
Soma 2017	55.461,89	2.489,59	2.968,49	4.026,51	36.323,76	17.979,66	2.344,68	2.133,66	6,33	949,80	98,01	589,06	125.371,44

Legenda: 03-Formação Florestal; 04-Formação Savânica; 09-Floresta Plantada; 12-Formação Campestre; 15-Pastagem; 19-Cultura Anual e Perene; 21-Mosaico de Agricultura e Pastagem; 24-Infraestrutura Urbana; 25-Outra Área não Vegetada; 27-Não observado; 29-Afloramento Rochoso; 30-Mineração; 33-Rio, Lago e Oceano.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 8: Variação da área de cada classe de uso da terra, na área de estudo, nos anos de 1987, 1997, 2007 e 2017 no município de Itabira

Fonte: Elaboração própria.

Para o município de Itabira, avaliando a Tabela 4 e Figura 8, há pouca mudança significativa dentre todos os tipos de uso da terra entre 1987 e 2017. Apenas um aumento na área de floresta plantada, em 5 km² nos últimos 30 anos. Apesar do relevo acidentado do município, há pouco desenvolvimento de atividade agropecuárias (em expansão de área), o que pode criar uma dependência externa de produtos agrícolas e pouco desenvolvimento de outras atividades. A infraestrutura urbana entre 1987 e 2017 aumentou que a zona urbana

em 1,32 km² indicando crescimento, porém, conforme afirmado anteriormente, estar em um enclave econômico.

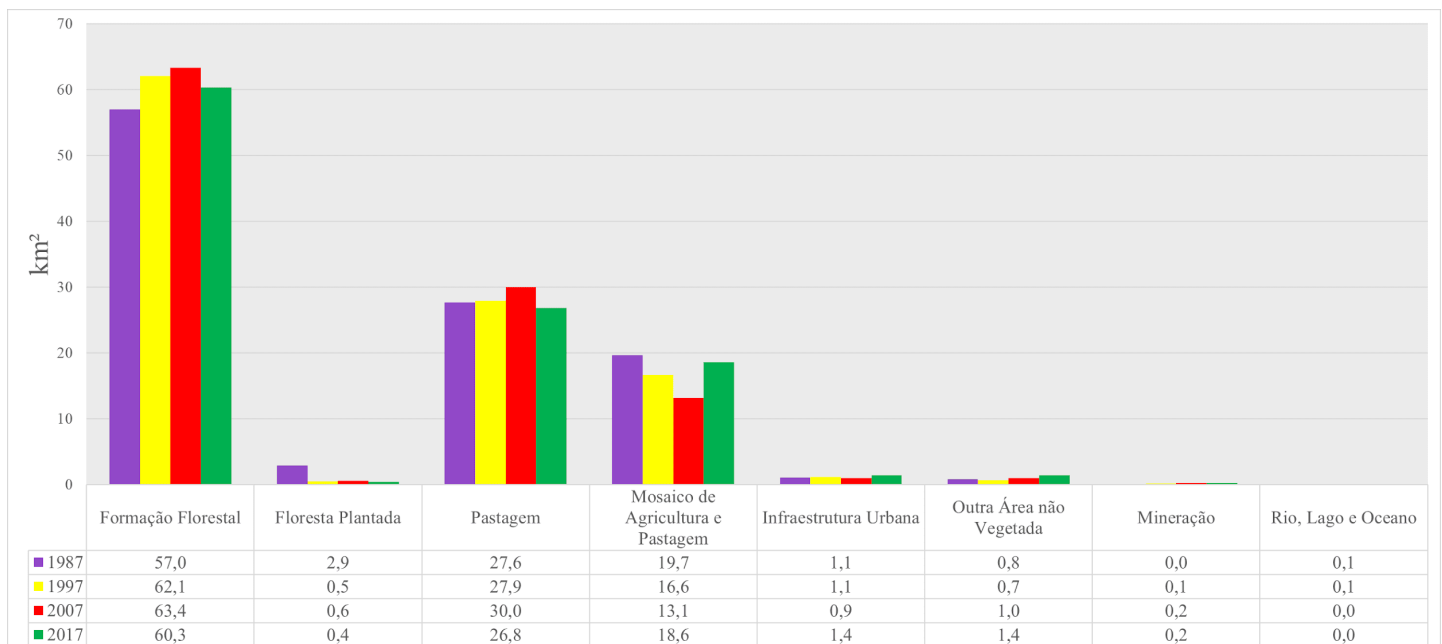
Tabela 5: Matriz de transição indicando a variação da cobertura da terra (em hectares) para os anos de 1987 e 2017 no município de Bela Vista de Minas

		2017								
	Classe	3	9	15	21	24	25	30	33	Soma 1987
1987	3	4.603,19	5,22	425,85	600,48	22,49	36,06	4,72	0,67	5.698,69
	9	182,81	1,18	40,69	65,54	0,08	2,27	-	-	292,58
	15	414,47	28,22	1.824,45	481,19	7,08	8,34	0,59	-	2.764,34
	21	819,34	4,21	384,40	679,75	19,80	52,23	5,73	0,08	1.965,55
	24	0,08	-	3,29	9,69	86,85	3,03	2,19	-	105,13
	25	9,94	-	6,23	19,71	1,35	29,15	11,54	-	77,92
	30	-	-	-	-	2,19	2,19	0,17	-	4,55
	33	3,03	-	-	0,42	-	2,11	-	0,76	6,32
Soma 2017		6.032,88	38,84	2.684,90	1.856,79	139,84	135,38	24,94	1,52	10.915,08

Legenda: 03-Formação Florestal; 09-Floresta Plantada; 15-Pastagem; 21-Mosaico de Agricultura e Pastagem; 24-Infraestrutura Urbana; 25-Outra Área não Vegetada; 30-Mineração; 33-Rio, Lago e Oceano.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 9: Variação da área de cada classe de uso da terra, na área de estudo, nos anos de 1987, 1997, 2007 e 2017 no município de Bela Vista de Minas



Fonte: Elaboração própria.

O município de Bela Vista de Minas não possui indústria de mineração, porém compartilha com João Monlevade a área da mina explorada pela empresa Arcelor Mittal. Apesar da pouca área de mineração, segundo MARIANO (2014), entre os anos de 2005 e 2011, o Produto Interno Bruto (PIB) do município cresceu 242,7%, permitindo melhoras na

infraestrutura urbana e investimentos para a população. Segundo estimativas, o funcionamento da mina pode persistir por 25 anos, permitindo royalties ao município. Esse fato pode permitir nos próximos anos a diversificação e desenvolvimento do município.

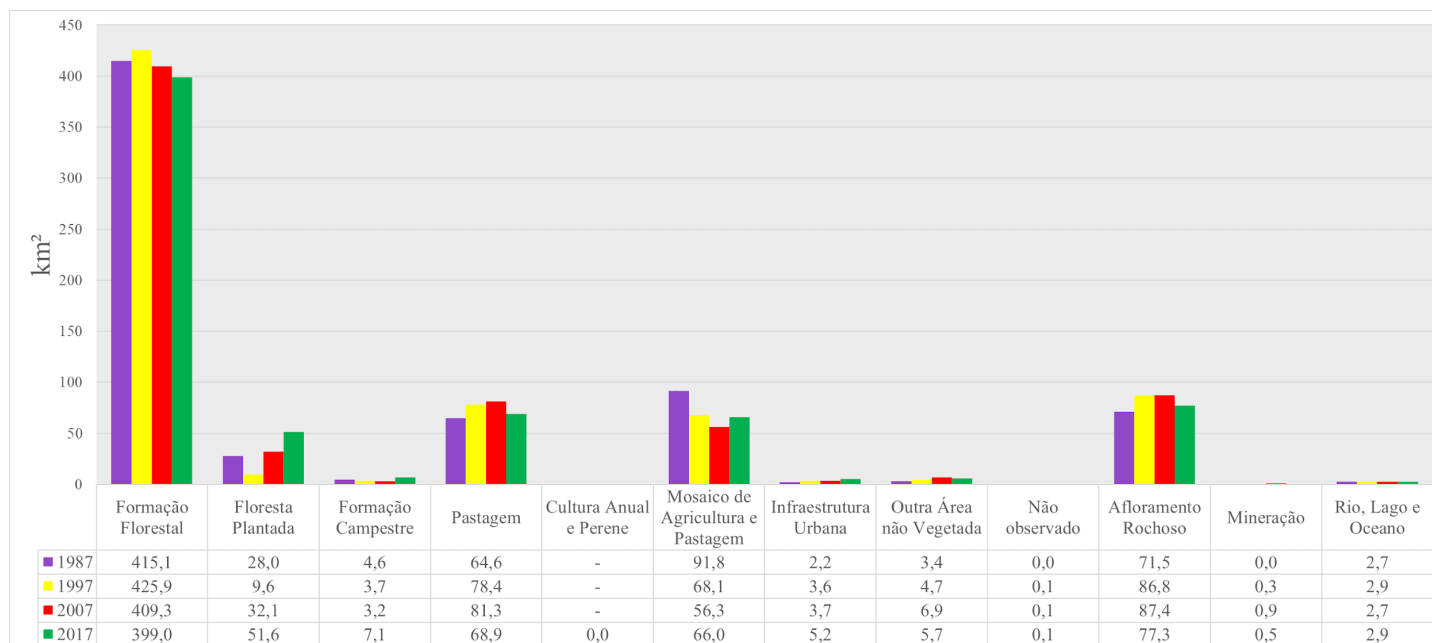
Tabela 6: Matriz de transição indicando a variação da cobertura da terra (em hectares) para os anos de 1987 e 2017 no município de Santa Bárbara

Classe	2017												Soma 1987
	3	9	12	15	19	21	24	25	27	29	30	33	
3	34.864,15	2.540,93	14,55	1.066,84	-	2.035,60	80,34	280,89	3,62	552,52	41,22	24,23	41.504,88
9	1.045,56	1.676,23	-	9,76	-	61,91	4,63	2,86	-	-	0,59	-	2.801,54
12	10,26	11,78	245,13	0,25	-	8,50	-	-	-	184,23	-	-	460,15
15	418,43	299,81	11,10	4.500,99	0,17	1.030,00	126,18	25,24	0,93	47,95	0,08	1,51	6.462,39
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	2.974,58	469,24	121,14	1.294,65	0,25	3.263,88	115,58	129,97	2,27	796,22	3,70	8,16	9.179,64
24	5,13	-	-	1,01	-	27,51	177,92	12,37	-	-	0,34	0,59	224,86
25	34,91	16,91	0,76	11,44	-	58,89	9,93	102,38	-	101,87	2,27	3,45	342,80
27	1,51	0,08	-	1,01	-	0,84	-	-	0,25	-	-	-	3,70
29	515,76	140,23	321,10	1,85	-	100,11	-	4,54	-	6.045,98	3,70	21,20	7.154,47
30	-	-	-	-	-	0,25	2,19	0,59	-	-	-	-	3,03
33	26,84	-	-	0,08	-	6,23	-	7,49	-	4,37	0,50	225,79	271,30
Soma 2017	39.897,13	5.155,21	713,78	6.887,88	0,42	6.593,71	516,77	566,31	7,07	7.733,15	52,41	284,92	68.408,76

Legenda: 03-Formação Florestal; 09-Floresta Plantada; 12-Formação Campestre; 15-Pastagem; 19-Cultura Anual e Perene; 21-Mosaico de Agricultura e Pastagem; 24-Infraestrutura Urbana; 25-Outra Área não Vegetada; 27-Não observado; 29-Afloramento Rochoso; 30-Mineração; 33-Rio, Lago e Oceano.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 10: Variação da área de cada classe de uso da terra, na área de estudo, nos anos de 1987, 1997, 2007 e 2017 no município de Santa Bárbara



Fonte: Elaboração própria.

Santa Bárbara possui atualmente duas áreas de mineração, sendo uma na parte central de seu território e outra na faixa leste. Verifica-se (analisando a Tabela 6 e Figura 10) que

boa parte da área de mineração e floresta plantada cresceu sobre formação florestal, ou seja, áreas com mata. Outro fato importante é o crescimento da infraestrutura urbana, saltando de 2,2 km² em 1987 para 5,7 km², mais que dobrando. Lembrando que o crescimento da população entre 2001 e 2018 foi de 26%.

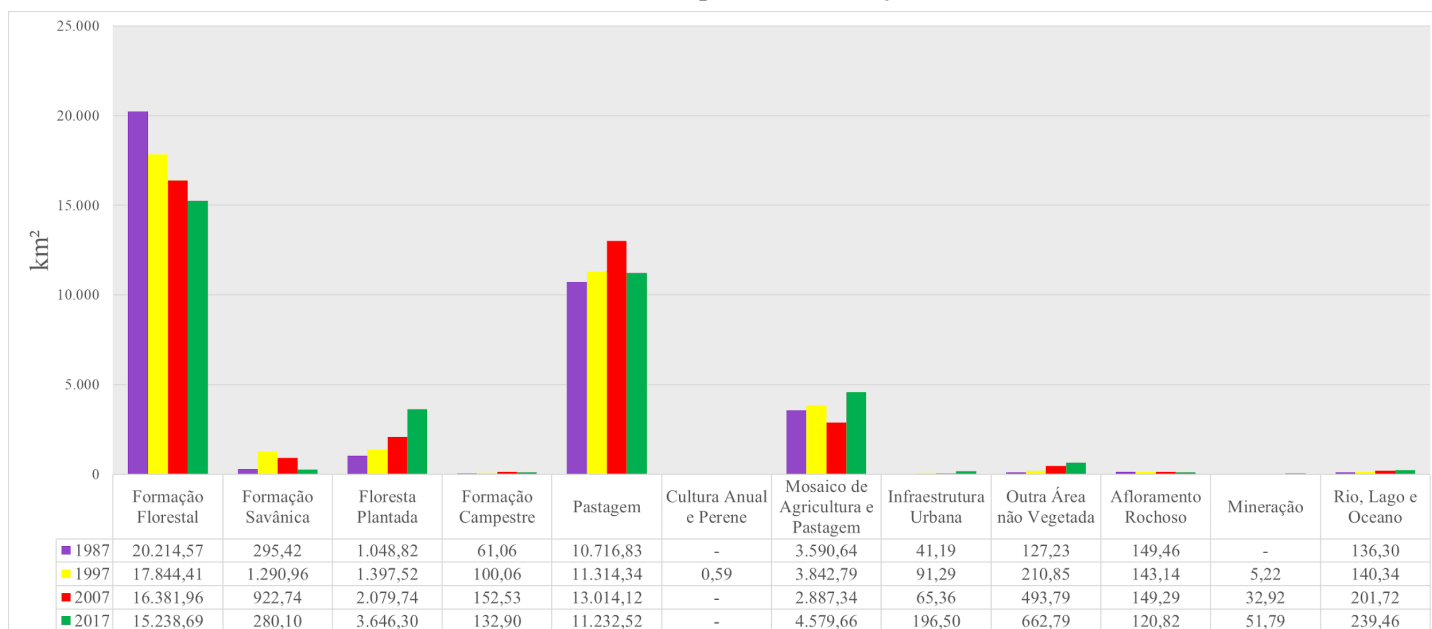
Tabela 7: Matriz de transição indicando a variação da cobertura da terra (em hectares) para os anos de 1987 e 2017 no município de São Gonçalo do Rio Abaixo

Classe	2017											Soma 1987
	3	4	9	12	15	21	24	25	29	30	33	
3	13.018,86	95,60	2.603,05	64,52	2.025,72	1.754,82	60,82	479,62	0,42	28,89	83,05	20.215,38
4	54,08	116,75	1,10	2,27	99,06	18,95	3,03	-	0,08	-	-	295,32
9	194,83	0,42	784,38	-	29,06	37,82	-	0,76	1,68	-	-	1.048,95
12	3,29	1,77	0,59	42,62	6,32	3,37	2,95	-	-	0,17	-	61,07
15	911,32	60,31	122,56	12,63	8.268,80	1.258,86	52,14	22,66	1,43	1,35	3,37	10.715,43
21	1.036,99	3,79	88,19	9,10	794,23	1.472,64	33,10	125,25	0,42	6,40	20,97	3.591,10
24	2,11	1,35	-	1,60	1,60	6,32	26,62	1,18	0,42	-	-	41,19
25	11,37	-	29,40	-	3,71	25,44	6,74	32,77	-	14,99	2,86	127,28
29	0,67	-	17,44	0,17	2,61	1,10	11,12	-	116,33	-	-	149,43
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	5,73	-	-	-	-	0,59	-	0,76	-	-	129,30	136,37
Soma 2017	15.239,24	279,99	3.646,69	132,92	11.231,10	4.579,91	196,52	663,00	120,79	51,80	239,56	36.381,52

Legenda: 03-Formação Florestal; 04-Formação Savânica; 09-Floresta Plantada; 12-Formação Campestre; 15-Pastagem; 21-Mosaico de Agricultura e Pastagem; 24-Infraestrutura Urbana; 25-Outra Área não Vegetada; 29-Afloramento Rochoso; 30-Mineração; 33-Rio, Lago e Oceano.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 11: Variação da área de cada classe de uso da terra, na área de estudo, nos anos de 1987, 1997, 2007 e 2017 no município de São Gonçalo do Rio Abaixo



Fonte: Elaboração própria.

Acompanhando o município de Santa Bárbara, São Gonçalo do Rio Abaixo tem um expressivo aumento na área de mineração no período. O município possui uma das maiores

minas a céu aberto do Brasil, inaugurada no ano de 2006. Após esse ano, pode-se verificar um grande aumento na área de infraestrutura urbana, floresta plantada e mosaico de agricultura e pastagem; e queda na formação florestal e pastagem (Tabela 7 e Figura 11).

Segundo SIQUEIRA (2019), em 2019 com a paralisação da mineração devido ao potencial de rompimento de barragem no município, houve impactos na arrecadação, onde depende 95% das receitas da mineração. Atualmente o município fomenta projetos do setor industrial e do agronegócio de modo a diversificar e desenvolver o município, gerando menor dependência.

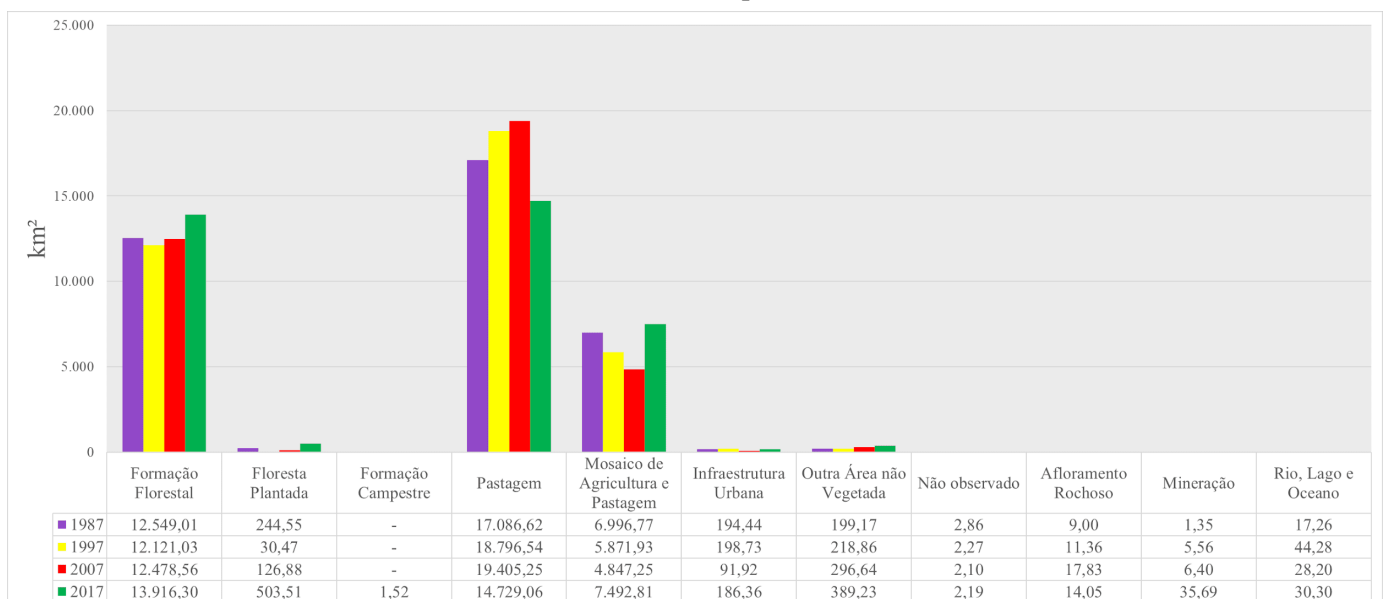
Tabela 8: Matriz de transição indicando a variação da cobertura da terra (em hectares) para os anos de 1987 e 2017 no município de Rio Piracicaba

		2017											
Classe		3	9	12	15	21	24	25	27	29	30	33	Soma 1987
1987	3	9.318,02	139,95	0,34	1.325,58	1.586,54	20,11	120,93	0,67	3,28	13,46	18,93	12.547,81
	9	139,02	11,78	-	12,12	56,72	0,08	22,05	-	-	2,69	-	244,46
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	2.350,56	304,55	-	11.333,15	3.057,37	25,83	5,72	0,67	9,17	-	0,76	17.087,79
	21	2.058,64	47,29	1,01	2.026,83	2.669,00	50,49	118,24	0,67	1,60	12,62	10,60	6.996,99
	24	15,90	-	-	13,80	49,73	87,52	26,51	-	-	0,93	-	194,39
	25	16,75	-	0,17	11,70	69,93	1,94	92,65	-	-	5,97	-	199,11
	27	1,01	-	-	0,76	0,93	-	-	0,17	-	-	-	2,86
	29	0,93	-	-	5,97	2,10	-	-	-	-	-	-	9,00
	30	0,42	-	-	-	-	-	0,93	-	-	-	-	1,35
	33	14,31	-	-	-	0,50	0,34	2,10	-	-	-	-	17,25
Soma 2017		13.915,55	503,57	1,51	14.729,90	7.492,82	186,31	389,12	2,19	14,05	35,68	30,30	37.301,02

Legenda: 03-Formação Florestal; 09-Floresta Plantada; 12-Formação Campestre; 15-Pastagem; 21-Mosaico de Agricultura e Pastagem; 24-Infraestrutura Urbana; 25-Outra Área não Vegetada; 27-Não observado; 29-Afloramento Rochoso; 30-Mineração; 33-Rio, Lago e Oceano.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 12: Variação da área de cada classe de uso da terra, na área de estudo, nos anos de 1987, 1997, 2007 e 2017 no município de Rio Piracicaba



Fonte: Elaboração própria.

Para o município de Rio Piracicaba, o destaque nas mudanças de uso da terra no período foi o aumento da área de mineração e da floresta plantada, principalmente sobre áreas de pastagem.

4. CONCLUSÃO

A partir da análise das mudanças de uso da terra para cada município da microrregião de Itabira com atividade de mineração, nos últimos 30 anos, observou-se que houve poucas mudanças expressivas. As principais mudanças, em geral, foram o crescimento da infraestrutura urbana e de áreas de mineração. Identificou-se também diminuição da floresta nativa (formação florestal) e aumento de áreas com floresta plantada, provavelmente eucalipto. Porém, alguns municípios áreas de pastagens foram substituídas por mata nativa e mosaico de agricultura e pecuária, indicando desenvolvimento e recuperação ambiental.

O aumento expressivo na arrecadação dos municípios nos últimos 20 anos poderá contribuir com novas alterações do uso da terra no futuro. Muitos destes municípios já estão iniciando a diversificação das atividades, com intuito de diminuir a dependência da mineração e aumentar o desenvolvimento socioeconômico.

Assim, estudos futuros serão necessários para essa identificação de crescimento e uso da terra de forma mais intensiva, no sentido do desenvolvimento agropecuário e diversificação da indústria. Essa dinâmica do uso da terra, caso os recursos sejam bem empregados, poderão permitir também o aumento de áreas de reflorestamento do bioma mata atlântica, indicando ser um crescimento sustentável.

REFERÊNCIAS

BASTOS, ALVARENGA, C. P. **A Vulnerabilidade Econômica do Município de Itabira, Minas Gerais, em Relação à Atividade Mineral**. Dissertação de Mestrado. UFOP, 2006. 114p.

ANM – Agência Nacional de Mineração. **Arrecadação CFEM do Estado: MG (2003 e 2016)**. Sistema Arrecadação. Site. Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/arrecadacao_cfem_muni.aspx?ano=2003&uf=MG e https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/arrecadacao_cfem_muni.aspx?ano=2016&uf=MG. Acesso em 19 junho 2020.

ARAÚJO, L. O. S.; MORAIS, C. S. **Rigidez locacional e os impactos socioeconômicos e ambientais da Mina de Brucutu no Município de Barão de Cocais – MG.** Revista Engenharia de Interesse Social (REIS), UEMG-João Monlevade – MG, v.1, p1-15, 2016.

ARRAES, C. L.; ROCHA, A. M. ; MORAES, R. A.; PISSARA, T. C. T ; RODRIGUES, F. M; ZANATA, M. **Estimativa da taxa de desmatamento do Município de Bannach, Pará – Amazônia Legal, utilizando imagens Landsat5/TM.** Revista de Ciências Agrárias (Lisboa), v. 32, p. 231-243, 2010.

BRAGA, R. **O espaço geográfico: um esforço de definição.** GEOUSP: Espaço e Tempo (Online), (22), 65-72. 2007.

MENKE, A. B., & DE CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T., MARTINS, E. S.; OLIVEIRA, S. N. **Análise das Mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de Sensoriamento Remoto Multitemporal no município de Luís Eduardo Magalhães (BA – Brasil).** Sociedade & Natureza, 21 (3), 315-326, 2009.

DIAS, R. L.; OLIVEIRA, R. C. **Caracterização socioeconômica e mapeamento do uso e ocupação da terra do litoral sul do estado de São Paulo.** Soc. & Nat., Uberlândia, 27 (1): 111-123, jan/abr/2015.

DINIZ, J. M. F. S.; REIS, A. A.; ACERBI JUNIOR, F. W.; GOMIDE, L. R. **Deteção da expansão da área minerada no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais, no período de 1985 a 2011 através de técnicas de sensoriamento remoto.** Bol. Ciênc. Geod., Curitiba , v. 20, n. 3, p. 683-700, Sept. 2014 .

FERNANDES, M. R. M.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q.; FERNANDES, M. M. **Mudanças de uso e de cobertura da terra na região semiárida de Sergipe.** Floresta e Ambiente. 22(4): 472-482. 2015.

FUJACO, M. A. G.; LEITE, M. G. P.; MESSIAS, M. C. T. B. **Análise multitemporal das mudanças no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi (MG) através de técnicas de geoprocessamento.** REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 63(4): 695-701, out. dez. 2010.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomias** – Coleção 3.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: http://mapbiomas.org/pages/database/mapbiomas_collection. Acesso em 01 junho 2019.

MARIANO, R. **Bela Vista triplica arrecadação mineral em 2014.** Hoje em dia, Belo Horizonte, 0 17, agosto de 2014. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/primeiro-plano/bela-vista-triplica-arrecada%C3%A7%C3%A3o-mineral-em-2014-1.271531>. Acesso em: 30 maio 2020.

MARTINS, Nildred Stael Fernandes. **Dinâmicas Urbanas e Perspectivas de Crescimento** – Itabira – MG. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2003. 113 p.

MELLO, Ediméia Maria Ribeiro. **Mineração de Ferro e Enclave:** Estudo de Caso da Companhia Vale do Rio Doce, IX Seminário da Economia Mineira, 2000. 24 p.

MME – Ministério de Minas e Energia. **CFEM**: divulgada lista provisória de municípios afetados que podem receber verba. Site. Disponível em: http://www.mme.gov.br/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/noticias/-/asset_publisher/Idc0DUAr9UAE/content/cfem-divulgada-lista-provisoria-de-municipios-afetados-que-podem-receber-verba. Acesso em 19 junho 2020.

MOREIRA, Mauricio A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3ª ed. Viçosa/MG: UFV, 320p, 2007.

NAHAS, M. M.; SIMÕES, R. F.; GOLGHER, A. B.; RIBEIRO, L. C. S. **Especialização e diversificação produtiva: um modelo de painel espacial para a indústria extrativa mineral em Minas Gerais, 2000-2010**. v.29, n.1. p.7-40. Belo Horizonte: Nova Economia; 2019. [Internet]. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512019000100007&lng=en&nrm=iso. Acesso em maio 2020.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. 2020. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>.

ROSSATO, P. L.; ROSSATO, M. V.; LIMA, J. E. **Análise do Desenvolvimento Socioeconômico das Microrregiões de Minas Gerais**. DOCUMENTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS – Revista Econômica do Nordeste. 40(2). 2009.

SIDRA: Banco de dados agregados do IBGE. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em nov. 2019.

SIQUEIRA, J. **Diversificação se torna prioridade para São Gonçalo do Rio Abaixo**. Diário do Comércio, Belo Horizonte, 21, novembro de 2019. Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/economia/diversificacao-se-torna-prioridade-para-sao-goncalo-do-rio-abaixo/>. Acesso em: 05 junho 2020.



Saberes ambientais nos livros indígenas: uma proposta de educação ambiental a partir das árvores

Rafael Otávio Fares Ferreira¹

Alicy Madeira de Souza²

RESUMO

Tendo como referência principalmente três livros de autoria indígena: o *Livro das Árvores* (1997, dos povos Ticuna), *Esta é a Terra Que Nós Plantamos* (2007, dos povos Kiukuro), e o livro *Curar* (2008, povos Maxakali), este artigo é o resultado de uma pesquisa inicial que busca, a partir de saberes tradicionais indígenas sobre as árvores e noções trazidas da antropologia, como o perspectivismo ameríndio elaborado por Viveiros de Castro e a noção do *Dono*, propor dinâmicas para a educação ambiental. A partir de uma pesquisa teórica mas também aplicada, que buscou o diálogo entre o conhecimento desenvolvido pela Engenharia Ambiental e os saberes indígenas, foram propostas, e aqui apresentadas, oficinas que visam promover o conhecimento dos participantes tanto em relação ao que pensam os indígenas sobre as árvores quanto sobre as relações ecológicas que estes elaboram em seus saberes ambientais.

Palavras-chave: Educação ambiental. Saberes indígenas. Árvores.

¹Graduado, Mestre e Doutor em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. É poeta e também professor e pesquisador da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: rafael.ferreira@uemg.br.

²Técnica em Segurança do Trabalho pelo SENAI. É graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: alicysouza.2631@hotmail.com.

El conocimiento ambiental en los libros indígenas: una propuesta de educación ambiental basada en los árboles

RESUMEN

Teniendo como referencia dos libros de autoría indígena: el Libro de los árboles (1997, de los pueblos Ticuna), Esta es la tierra que plantamos (2007, de los pueblos Kiukuro), y el libro Curar (2008, pueblos Maxakali), este artículo es el resultado de una investigación inicial que busca, partiendo del conocimiento tradicional indígena sobre árboles y nociones traídas desde la antropología, como el perspectivismo amerindio elaborado por Viveiros de Castro y la noción del Dueño, proponer dinámicas para la educación ambiental. Con base en una investigación teórica pero también aplicada, que buscó un diálogo entre el conocimiento desarrollado por la Ingeniería Ambiental y el conocimiento indígena, se propusieron, y aquí se presentan, talleres orientados a promover el conocimiento de los participantes tanto en relación a lo que piensan los indígenas de los árboles como acerca de las relaciones ecológicas que desarrollan en su conocimiento ambiental.

Keywords: Educación ambiental. Saberes indígenas. Árboles.

Artigo recebido em: 10/06/2020

Aceito em: 04/12/2020

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais os cientistas têm apontado a importância da manutenção das florestas para as questões climáticas do planeta, por exemplo, em relação ao chamado aquecimento global (DANOWSKI e CASTRO, 2014). Além disso, as árvores desempenham um papel importante para a manutenção da vida do nosso planeta pois realizam serviços ecossistêmicos (controle de erosão, formação dos solos, regulação das quantidades de água, etc) e, mesmo que estas afirmações estejam em discussão, sabe-se que realizam a filtragem e a limpeza do ar atmosférico por meio da retenção dos gases dióxido de carbono (CO₂), reduzindo a incidência de doenças como asma, câncer de pele, além de doenças relacionadas ao estresse e, principalmente, fornecendo o gás oxigênio, essencial para a vida humana, através da fotossíntese (LARA e WEINSE, 2018).

Os seres humanos utilizam os recursos que as árvores fornecem, como a madeira, o carvão, os frutos, as flores e as matérias-primas para a fabricação de papel, além de outros produtos. Porém, com o crescimento populacional e o progresso desenfreado, ocorre uma rápida degradação dos recursos naturais como afirma Souza (1997):

O progresso tecnológico, a amplitude cada vez maior dos horizontes urbanos ante um aumento demográfico explosivo e o crescimento imperativo da produção agro-industrial, contribuem para a rápida destruição dos recursos naturais e desequilíbrio da natureza, principalmente nas regiões tropicais. (SOUZA, 1997, p. 6.)

Em Minas Gerais, estado onde vivemos e realizamos este trabalho, nos últimos anos, ocorreram dois dos maiores desastres ambientais da história da humanidade: o rompimento das barragens do Fundão em Mariana e o da Mina do Feijão em Brumadinho. No primeiro foram despejados 43,7 milhões de metros cúbicos de rejeitos atingindo o Rio Doce e percorrendo 663 quilômetros até chegar no mar. O bioma atingido foi a Mata Atlântica, considerada uma das florestas com maior biodiversidade do mundo. No segundo caso, foram 12 milhões de metros cúbicos, causando um enorme estrago ambiental, além de quase 300 mortes. Esses desastres prejudicaram e muito a fauna, a flora e o meio ambiente de suas regiões, além de provocarem danos irreparáveis para as pessoas que viviam nos lugares e causarem muitas mortes.

Assim, conclui-se que é urgente que a humanidade mude sua forma de lidar com as questões ambientais de maneira geral. Para isso, entendemos que é necessário que se desenvolvam práticas de educação ambiental para que as futuras gerações tenham maior

consciência e respeito pelo meio ambiente. Porém, muitas vezes, estas práticas de educação ambiental acabam se tornando repetitivas e muito restritas à reciclagem de matérias e clichês de sustentabilidade que se repetem nas escolas.

Hoje sabemos que os povos indígenas são grandes responsáveis pela preservação das florestas no Brasil, conforme nos mostram os dados do ISA – Instituto Socioambiental³. Por isso, este trabalho busca trazer para a educação ambiental saberes tradicionais dos povos indígenas, que são grandes conhecedores não só das nossas árvores, mas das paisagens brasileiras em geral. Todavia, para isso é preciso questionar a falta de conhecimento nas universidades brasileiras, além do preconceito que muitas vezes as universidades e, portanto, os educadores, possuem em relação ao chamado saber tradicional dessas populações.

Os saberes indígenas, transmitidos de geração para geração, foram e continuam sendo considerados atrasados em relação à civilização ocidental e, conseqüentemente, em relação aos conhecimentos científicos, na medida em que são colocados como primitivos em nossa história. Como afirma o pensador Antônio Risério, houve uma corrente positivista oitocentista que realizou uma “construção ideológica (montada numa hábil e poderosa produção teórica de homologias entre a história da natureza e a história da sociedade) que acredita na realidade de uma trajetória unilinear presidindo à evolução da humanidade” (RISÉRIO, 1993, p. 26).

O que nos mostra o pensador Claude Lévi-Strauss (1976), em seu livro *O Pensamento Selvagem*, é que essas fronteiras tão aparentemente bem delineadas entre ciência e saber tradicional são mais borradas do que parecem. Dando mais nuances para essa dicotomia, é possível pensar que a ciência, em muitos casos baseada em conhecimentos empíricos, tinha e ainda tem métodos de pesquisa semelhantes aos de muitas práticas tradicionais, como as dos povos indígenas. Se, como se costuma pensar, a ciência no ocidente aparentemente se distanciou das sociedades tradicionais, notadamente mitológicas, os povos tradicionais, contudo, não estão de todo afastados de métodos de pesquisa concretos e empíricos. Essa é uma relação formal para cujo conhecimento Lévi-Strauss chamou a atenção em *O Pensamento Selvagem*:

Os mitos e ritos oferecem como valor principal a ser preservado até hoje, de forma residual, modos de observação e de reflexão que foram (e sem dúvida permanecem) exatamente adaptados a descobertas de tipo determinado: as que a

³Maiores informações podem ser acessadas neste link no site da instituição: <https://www.socioambiental.org/pt-br/blog/blog-do-monitoramento/a-demarcacao-das-terras-indigenas-e-decisiva-para-conter-o-desmatamento-e-manter-funcoes-climaticas-essenciais>.

natureza autorizava, a partir da organização e da exploração especulativa do mundo sensível em termos de sensível. Essa ciência do concreto devia ser, por essência, limitada a outros resultados além dos prometidos às ciências exatas e naturais, mas ela não foi menos científica, e seus resultados não foram menos reais. Assegurados dez mil anos antes dos outros, são sempre o substrato de nossa civilização (STRAUSS, 1976, p. 31).

Os métodos pelos quais os indígenas chegam a seus saberes possuem semelhanças com os métodos da chamada ciência moderna ocidental; ou seja, na medida em que se baseiam em um acúmulo de observações e experiências, os saberes indígenas são a acumulação de investigações do que o pensador vai chamar de *ciência do concreto*. O fato é que, mesmo associados às crenças religiosas, ou aos mitos, há muito conhecimento entre os indígenas sobre as relações entre os seres vivos e os ambientes (BERKES *et al.*, 2000).

Quando se fala de sabedoria indígena tradicional, não se trata apenas dos distintos saberes acumulados através dos séculos de existência e civilização, mas também das formas distintas de ver o mundo; isto é, a visão holística pela qual a existência humana é descoberta pelas comunidades indígenas (CAVALLO, 2018). Neste trabalho, fruto de uma iniciação científica, não nos aprofundamos como gostaríamos nos conhecimentos antropológicos, mas procurou-se minimamente introduzir noções trazidas desta área do conhecimento por considerarmos esses estudos imprescindíveis para esse tipo de pesquisa, diversificando e dando um aporte antropológico para o trabalho do engenheiro ambiental e de outras áreas afins.

Os povos indígenas possuem uma relação de respeito com as árvores, como assinala o *Livro das Árvores* do povo Ticuna: “Uma árvore é diferente da outra. E cada árvore tem sua importância, seu valor. Essa variedade é que faz a floresta tão rica” (TICUNA, 1997, p. 11). Assim, como neste caso, este trabalho buscou identificar e catalogar os saberes indígenas em livros sobre as árvores, além de desenvolver metodologias que foram aplicadas em oficinas para crianças a fim de se obter resultados que relacionassem o conhecimento popular que as crianças possuem com os saberes indígenas, aliados, ainda, aos conhecimentos científicos da engenharia ambiental, com a proposta final de ser um instrumento para a educação ambiental.

2. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Esta pesquisa caracteriza-se como de natureza aplicada, por seu interesse prático para a obtenção de resultados; com o objetivo explorativo de levantar informações sobre as

árvores nos livros indígenas e o explicativo, de registrar e analisar os fenômenos estudados, buscando identificar suas causas por meio da interpretação possibilitada pelos métodos de caráter qualitativo.

Com base nos objetivos deste estudo, recorreu-se à pesquisa bibliográfica, tendo como principais referências o *Livro das Árvores* (1997), dos povos Ticuna, e *Esta é a Terra Que Nós Plantamos* (2007), dos povos Kiukuro; além de outros livros indígenas e artigos relacionados aos saberes ambientais indígenas com especial enfoque nas árvores, seus mitos, importância e utilização. Ademais, utilizaram-se pesquisas experimentais, realizadas por meio de oficinas de educação ambiental, com a intenção de trazer a relação da visão de mundo indígena com os animais e os conhecimentos dos participantes. Nesse sentido, foi usada a teoria desenvolvida pelo antropólogo Eduardo Viveiros de Castro, denominada *Perspectivismo Ameríndio*. A ideia central desta teoria é que os indígenas, para obterem seus saberes, precisam estar constantemente trocando de ponto de vista com os animais e com os seres com os quais eles convivem. Como afirma o próprio autor:

Todo ser a que se atribui um ponto de vista será assim sujeito, espírito; ou melhor, ali onde estiver o ponto de vista, também estará a posição de sujeito. Enquanto nossa cosmologia construcionista pode ser resumida na fórmula saussureana: o ponto de vista cria o objeto – o sujeito sendo a condição originária fixa de onde emana o ponto de vista –, o perspectivismo ameríndio procede segundo o princípio de que o ponto de vista cria o sujeito; será sujeito quem se encontrar ativado ou “agenciado” pelo ponto de vista. (CASTRO, 1996, p. 126)

Portanto, é ao se colocar no lugar do outro, mesmo um outro ser que não seja humano, que um indígena aprende. E este foi o princípio utilizado nas dinâmicas de educação ambiental propostas nas escolas, isto é, de que as crianças se colocassem no lugar das árvores.

Em parceria com a Secretaria de Meio Ambiente da cidade de Barão de Cocais - MG, foi realizada a Semana da Árvore no Parque Municipal Fazenda da Soledade (Figura 1), entre os dias 16 e 19 de setembro, em que o público alvo foram os alunos das escolas públicas do próprio município. A escolha dessas datas se deu em virtude da comemoração do dia da árvore em 21 de setembro.

Figura 1: Fazenda da Soledade



Fonte: Google Imagens (2018).

Primeiramente foram definidas as faixas etárias que iriam participar das oficinas, a quantidade de alunos e quais atividades seriam realizadas. Posteriormente, após a divulgação do evento pela prefeitura, foi obtida a informação de quais escolas iriam comparecer e em quais horários. A tabela a seguir mostra as atividades que foram propostas de acordo com a faixa etária das crianças participantes.

Tabela 1: Atividades realizadas na Semana da Árvore

Atividade	Faixa etária
Passeio com as crianças para conhecer as árvores da Fazenda da Soledade	Todas
Roda de conversa contando mais histórias sobre as árvores e associando-as aos índios	Todas
Dinâmica da música “Árvore” de Arnaldo Antunes	5-8 anos
Dinâmica: As “Árvores e seus donos”	5-8 anos
Mostra do documentário: A gente luta, mas come fruta.	9-14 anos
Oficina de frases: “Como os índios ajudam a proteger as florestas?”	9-14 anos
Oficina: Colagem com folhas	5-8 anos
Dinâmica: “Qual árvore você seria?”	5-8 anos

Fonte: Autoria própria.

Durante o passeio com as crianças pela Fazenda da Soledade, foram escolhidas algumas árvores que existem no local e contadas histórias acerca da origem de seus nomes

populares; lendas indígenas e explicações sobre como os índios as utilizam, além de ensinar como é feita a identificação de uma árvore utilizando-se a coletânea dos livros *Árvores Brasileiras*.

Para cada faixa etária, diferentes metodologias foram adotadas; entre as crianças mais jovens, de 5 a 8 anos, foram propostas atividades que estimulassem a criação de desenhos relacionados à temática ambiental e aos saberes indígenas. Com crianças entre 9 e 14 anos, com a intenção de estimular um pensamento mais crítico sobre a importância dos indígenas na preservação do meio ambiente, foi exibido o documentário *A gente luta mas come fruta*, que retrata o manejo agroflorestral realizado pelos Ashaninka da aldeia Apiwtxa no Rio Amônia, Acre. O filme mostra o trabalho da comunidade para recuperar os recursos da sua reserva e repovoar seus rios e suas matas com espécies nativas.

Além das atividades propostas, foram utilizados cartazes para ilustrar histórias de árvores nativas do Brasil citadas em livros indígenas, tais como Açaí, Jacarandá, Ipê Amarelo e Urucum.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das pesquisas bibliográficas nos livros de autoria indígena, é possível notar que as árvores são muito citadas em todas as obras utilizadas. Sua importância, suas características físicas e utilidades são retratadas pelos povos Maxakalí, Ticuna, Kuikuro e Karipuna.

Para os Ticuna, povos que vivem entre o Brasil, a Colômbia e o Peru, e contam com uma população de cerca de 80.000 pessoas, o Rio Solimões surgiu de uma árvore de Samaumeira, como mostra a narrativa abaixo:

A SAMAUMEIRA QUE ESCURECIA O MUNDO

No princípio, estava tudo escuro, sempre frio e sempre noite. Uma enorme sumaumeira, wotchine, fechava o mundo, e por isso não entrava claridade na terra. Yo'i e Ipi ficaram preocupados. Tinham que fazer alguma coisa. Pegaram um caroço de aratucupi, tcha, e atiraram na árvore para ver se existia luz do outro lado. Através de um buraco, os irmãos enxergaram uma preguiça-real que prendia lá no céu os galhos da samaumeira. Jogaram muitos e muitos caroços e assim criaram as estrelas. Mas ainda não havia claridade. Yo'i e Ipi ficaram pensando e decidiram convidar todos os animais da mata para ajudarem a derrubar a árvore. Mas nenhum deles conseguiu, nem o pica-pau. Resolveram, então, oferecer a irmã Aicüna em casamento para quem jogasse formigas-de-fogo nos olhos da preguiça-real. O quatipuru tentou, mas voltou no meio do caminho. Finalmente aquele quatipuruzinho bem pequeno, taine, conseguiu subir. Jogou as formigas e a preguiça soltou o céu. A árvore caiu e a luz apareceu. Taine casou-se

com Aicüna. Do tronco da samaumeira caída formou-se o rio Solimões. De seus galhos surgiram outros rios e os igarapés. (TICUNA, 1997, p.14)

Pelo trecho é possível notar a relação entre as árvores e a genealogia, além de explicar a origem da região onde eles vivem: o rio Solimões. Os Ticuna também contam que, através da árvore de Jenipapo, surgiram os povos de diversas etnias como os negros e os brancos:

Tetchi arü Ngu'i era mulher de *Yo'i*, mas ficou gestante de *Ipi*. *Yo'i* não gostou disso e resolveu castigar o irmão. Assim que a criança nasceu, *Yo'i* mandou *Ipi* buscar jenipapo, e, para pintar o menino. Quando *Ipi* subiu na árvore, ela começou a crescer, crescer, quase alcançando o céu. *Ipi* sofreu muito, mas por fim conseguiu apanhar uma fruta. Desceu da árvore transformado em tucandeira, trazendo o jenipapo na boca. *Yo'i* mandou *Ipi* ralar a fruta sem parar. Ele ralou, ralou, ralou, até que ralou seu próprio corpo. *Tetchi arü Ngu 'i* pegou o sumo do jenipapo e pintou o filho. Depois jogou a borra no igarapé *Eware*. A borra do jenipapo desceu pela água e foi parar num lugar com muito ouro. Depois tornou a subir, já transformada em peixinhos, numa grande piracema. Quando a piracema passou, *Yo 'i* fez um caniço e foi pescar, usando carço de tucumã maduro. Mas os peixes, quando caíam na terra, viravam animais: queixada, anta, veado, caítu e muitos outros. Aí *Yo'i* usou isca de macaxeira, e com essa isca os peixinhos se transformavam em gente. *Yo'i* aproveitou e pescou muita gente. Mas seu irmão não estava entre essas pessoas. *Yo'i*, então, entregou o caniço para *Tetchi arü Ngu'i* e ela conseguiu fugar um peixinho que tinha uma mancha de ouro na testa. Era o *Ipi*. *Ipi* saltou em terra, pegou o caniço e pescou os peruanos e outros povos. Esse pessoal foi embora com *Ipi* para o lado onde o sol se põe. Da gente pescada por *Yo 'i* descendem os Ticuna e também outros povos que rumaram para o lado onde o sol nasce, inclusive os brancos e os negros. (TICUNA, 1997, p. 14)

Já em outra obra, de outra etnia que vive em outro bioma brasileiro: o cerrado, os Kuikuro nos apresentam, no livro *Esta é a terra que nós plantamos*, a importância e a utilidade da árvore Buriti para o seu povo:

Nós usamos o buriti: sua casca e seu fio também. Fazemos cestos com a casca e o fio de buriti. Vamos buscar esse recurso de canoa. A planta do buriti depois de ser cortada, volta a nascer. Nós retiramos folhas de buriti pequeno, pois é mais adequado para fazer cestos. (KUIKURO, 2007, p. 73)

O Buriti pode ser encontrado em diversas partes do país e faz parte do dia a dia de diversas etnias brasileiras e também é citado pelos Ticuna, que mencionamos acima, no *Livro das Árvores*, como mostra o texto abaixo:

O buriti é uma palmeira grande, das mais bonitas. Vários buritis formam o buritizal. O dono do buritizal é o Würürü. As frutas do buritizal dão em cacho. Quando amadurecem, ficam escuras e começam a cair. As pessoas, então, podem tirar as frutas para comer. Podem preparar o vinho. E podem vender as frutas na cidade. As frutas também alimentam os animais. Com as folhas novas do buriti, os dançarinos da festa se enfeitam. Com as outras folhas, os homens constroem o cercado do to'cü. Com os braços do buriti, constroem o turi. Com o buriti, as mulheres tecem a esteira da moça-nova. A máscara Mawü carrega talinhos das

folhas do buriti. As crianças fazem brinquedos com o buriti. As mulheres representam nos pacarás o desenho da casca do buriti. O buriti serve para dar nome a uma nação. Depois de muito tempo, o buriti cai. No tronco caído cresce o muxiuá. O muxiuá alimenta as pessoas e os animais [...] (TICUNA, 1997, p. 92).

No livro *Uasei, o livro do açai: saberes do povo Karipuna*, os Karipuna da aldeia Açaiçal do Oiapoque, no estado do Amapá, falam de conhecimentos diversos sobre o açai, seus usos, jeitos de manejar, consumir e comercializar, restrições de consumo e sua relação com outros elementos do meio ambiente.

O trecho abaixo é um relato do cacique da aldeia, José Damasceno Forte, em que ele resume as utilidades do açai:

O açazeiro serve para a construção de casas. Do açazeiro se tira a folha com a qual se tece; tira também a ripa ou juçara, usada para assoalhar. Serve para esteio e parede de casa. Da folha do açazeiro se faz jamaxi e outros artesanatos e serve para alguns animais construírem suas casas, como o japim. Também se joga a folha do açazeiro em cumeeira de casa. A folha é muito utilizada para construir pequenos *kabe* para se proteger da chuva. Da fruta se faz o vinho, que serve como alimento para a comunidade e se tira o óleo do vinho, que serve para passar no cabelo. Há uma diferença entre açai da grota e açai da várzea. O da grota é mais graúdo e seco, não tem muita carne. O da várzea é mais fino e tem bastante carne, faz um vinho cor de sangue. Há dois sabores diferentes, um tem gosto salobro e o outro tem o gosto normal do açai. (KARIPUNA, 2015, p. 21)

Segundo os povos Karipuna (2015), o açai também pode curar diarreia e malária; com a raiz do açazeiro se faz remédio caseiro para diarreia e malária. Depois de explicarem uma série de procedimentos, eles o colocam no fogo para assar, tiram o sumo e bebem meio copo.

Os Maxakali, povos indígenas que vivem na região nordeste do estado de Minas Gerais, em seu livro *Hitupmã'ax – Curar*, apresentam como o seu grupo lida com a saúde, quais os remédios que eles utilizam, os rituais que praticam, além de contar a origem do seu povo. As árvores são citadas em vários trechos do livro, de acordo com a sua função de curar. São explicadas, ainda, quais as partes (casca, folhas e frutos) que devem ser utilizadas, além dos passos para a fabricação dos remédios. Os trechos abaixo retratam a importância de árvores como o jaborandi, jatobá e a goiaba:

O remédio do jaborandi é bom para o resguardo e para a doença de criança. A mulher ganha neném e durante um mês fica de resguardo. Depois termina. Então o marido vai para a floresta tirar jaborandi para trazer para casa para dar à esposa e a si. Então se deve mastigar muito, mas não pode tomar o caldo. Quando a criança adocece e respira com dificuldade, o pai vai tirar jaborandi para trazer para casa, raspar e pôr com água, misturar e coar. Depois dá um pouquinho para ele beber. Então ele vomita, o catarro sai e acaba o cansaço. Então a criança sara. (MAXAKALI, 2008, p. 59-60)

A casca do pé de jatobá é boa para todas as dores. Para usá-la, vá tirar um pouco de casca e traga para casa. Pique a casca com a faca e depois as lave. Em seguida, ponha para cozinhar até ferver. Tire do fogo e passe para outra vasilha e deixe esfriar. Beba um pouco e guarde o resto para beber depois. Vá tomando até acabar. Então a sua dor acaba e não volta mais. (MAXAKALI, 2008, p.117)

O broto da goiabeira é remédio também para sapinho que dá na boca das crianças. A mãe corta (a folha) e amassa. Depois aperta o seio para pôr leite na folha amassada e passa a mistura na boca da criança. Pronto, o sapinho vai então secar. O broto da folha de goiabeira é bom também para dor no olho. Para isso, pegue a folha, amasse-a de novo e misture com leite materno e com uma pitadinha de sal. Depois disso, embrulhe a mistura em um pedacinho de pano e pingue uma gota no seu olho. Pronto, ele ficará bom. (MAXAKALI, 2008, p. 144)

Um outro ponto bastante comum nos livros utilizados como base para a pesquisa é a relação dos indígenas com que eles chamam de *donos* das árvores, que são os seres que cuidam da natureza e de tudo que nela habita, como mostram os Ticuna:

A floresta é a coberta da terra. É a casa dos animais. É onde nós vivemos. É onde também vivem outros seres. Alguns desses outros seres nós chamamos de *nanatü*, que significa “dono”, “pai” ou “mãe” das árvores, dos animais, dos peixes, das águas. São seres que cuidam há milhares de anos de tudo que existe na natureza, assim como nós cuidamos de nossos filhos e de nossas roças. O buritizal tem dono, o açaizal tem dono [...]. (TICUNA, 1997, p. 28)

Os Kuikuro, povos que vivem na região oriental da bacia hidrográfica do Rio Xingu, em seu livro, também elaboram a relação entre as árvores e seus donos:

O pequi tem dono. Seu dono é o beija-flor de cor preta [...]. Por isso os pequizeiros devem sempre estar limpos e devemos ter cuidado com as árvores de pequi, senão o sono do pequi, o beija-flor de cor preta, ficará bravo e fará mal para você. (KUIKURO, 2007, p. 97)

A copaíba tem seu dono que tem a pintura *ionto*. Por isso o lutador sempre se pinta com a resina dessa árvore, para o espírito da copaíba ajudar o lutador. Antigamente só os adultos usavam essa resina. Hoje em dia toda a rapaziada se pinta com a resina de copaíba. (KUIKURO, 2007, p. 117)

As árvores além de possuírem donos também possuem espíritos ou entidades que as protegem, como relatam os Kuikuro e os Ticuna:

A árvore de jatobá tem espírito para a minha sociedade. Quando tem um pé de jatobá bem grande, ele tem espírito. Quando sai do tronco uma resina bem preta, é um sinal de um espírito muito perigoso, ninguém pode passar ao redor pensando e nem uma pessoa doente pode passar perto dessa árvore [...] Para a minha sociedade, o espírito do jatobá fica no céu. [...] (KUIKURO, 2007, p. 114)

O espírito de certas árvores ajuda o trabalho do pajé.
Quando uma pessoa fica doente, chama o pajé.
E o pajé chama o espírito das árvores para curar. O espírito chega e entra no corpo do pajé.

Aí ele canta. Depois vem outro e mais outro.
 Se a pessoa está muito mal, é preciso
 chamar vários espíritos.
 A samaumeira tem espírito.
 A chuchuacha tem espírito.
 O cedro tem espírito.
 O açacu tem espírito.
 A ucuuba tem espírito.
 A seringueira tem espírito.
 A maçaranduba tem espírito.
 A castanha-de-paca tem espírito.
 (TICUNA, 1997, p. 46)

No artigo denominado “Donos demais: Maestria e domínio na Amazônia”, o professor de antropologia do Museu Nacional estuda os diversos significados que este termo pode ter entre os povos indígenas. De uma maneira bem resumida poderíamos dizer que este termo poderia ser entendido como algo “que designa uma posição que envolve controle e/ou proteção, engendramento e/ou posse, e que se aplica a relações entre pessoas (humanas ou não-humanas) e entre pessoas e coisas (tangíveis ou intangíveis)”. (FAUSTO, 2008, p. 330)

As árvores também são utilizadas pelos povos indígenas como remédios. A tabela abaixo mostra a utilização das árvores pelos povos Ticuna para curar doenças como diarreias e dores no corpo entre outras enfermidades.

Tabela 2: Utilidades das árvores como remédios segundo os povos Ticuna

Árvore	Utilização
Casca de Chuchuaca	Fraqueza, palidez e reumatismo
Casca de Carapanaúba	É boa para quem sofre dos rins, fígado, anemia e dor no estômago.
Casca de Cedro	Dores no corpo, amebas e palidez
Casca de Taperebá	Lavar feridas e curar diarreias
Casca de Acapurana	Cura diarreias, feridas e amebas. Também é usada pelas mulheres depois do parto e durante a menstruação.
Andiroba	Das frutas se extraem os óleos para tratar diarreia, tosse, dores musculares, coceiras e feridas
Copaíba	O óleo cura asma, gripe, coqueluche, febre e dor de cabeça. Serve ainda para passar no corpo e tratar a coceira
Açaí	O chá da raiz é usado para disenteria, dor no estômago e amebas.

Fonte: Autoria própria.

A partir dos exemplos e das relações citados acima, podemos perceber o quanto as árvores são importantes e convivem com o entendimento de mundo dos povos indígenas. Sejam como remédios, seja como presente na própria genealogia destes povos, ou como entidades que possuem seus *donos*, estas fazem parte da cosmovisão desses povos. Aqui levantamos alguns exemplos que nos serviram como base teórica para pensar as atividades propostas para as dinâmicas de educação ambiental.

Como foi dito acima, a noção de perspectiva, elaborada pelo antropólogo Viveiros de Castro, entende que o pensamento dos povos indígenas se dá na absorção do ponto de vista do outro. As dinâmicas pensadas para este trabalho, tiveram então a intenção de levar os participantes a conhecerem um pouco mais do ponto de vista dos indígenas sobre as árvores, a partir de narrativas destes povos, usos que eles fazem das plantas e noções próprias de suas sociedades como a noção de *donos* mencionada acima. Assim, no início das práticas, as crianças ouviam histórias indígenas e também eram mostrados a elas, através de desenhos, os *donos* de cada uma das árvores que estavam nas narrativas.

3.1 Resultados da execução da proposta de educação ambiental

Nos dias do evento, estiveram presentes cinco escolas municipais nos períodos da manhã e da tarde, em que cerca de 210 crianças dos 5 aos 14 anos participaram das dinâmicas e oficinas propostas pelo projeto. Como resultado das oficinas, foram obtidos desenhos e frases que mostram o quanto as crianças aprenderam sobre os saberes ambientais indígenas.

Com as crianças dos 5 aos 8 anos, depois de contadas histórias indígenas, explicado o porquê de algumas árvores terem nomes indígenas e o que eles significam nas línguas indígenas (o ipê, por exemplo, vem do tupi e significa árvore de casca), foi feita a observação das árvores. As crianças foram estimuladas a realizarem criações de desenhos e colagens com as folhas das árvores da própria fazenda da Soledade (Figuras 2 e 3). As crianças desenharam as árvores que estavam presentes no local, além de desenharem qual seria o seu “dono” ou animal protetor, de acordo com a perspectiva indígena dos donos das árvores.

Figura 2: Palmeira Jussara e dono

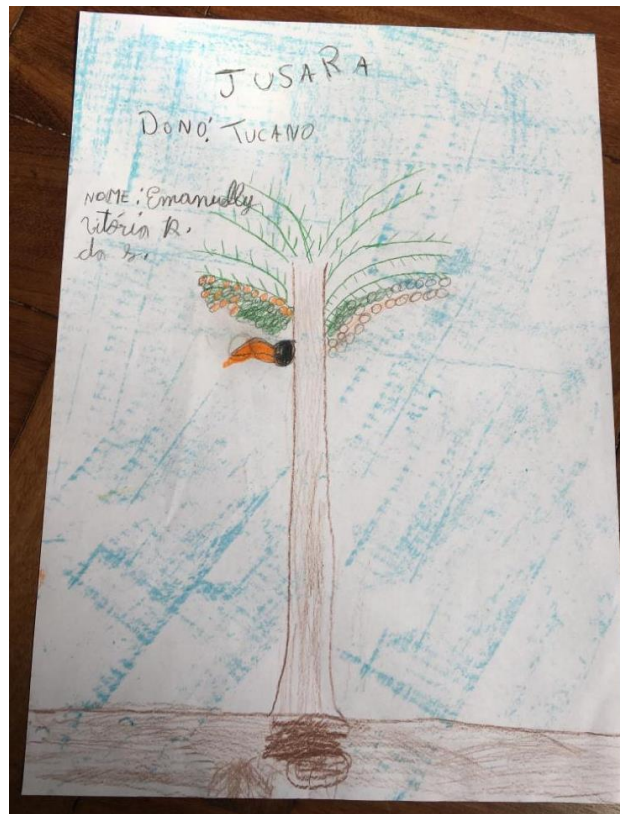


Figura 3: Árvore de Açaí e seu dono

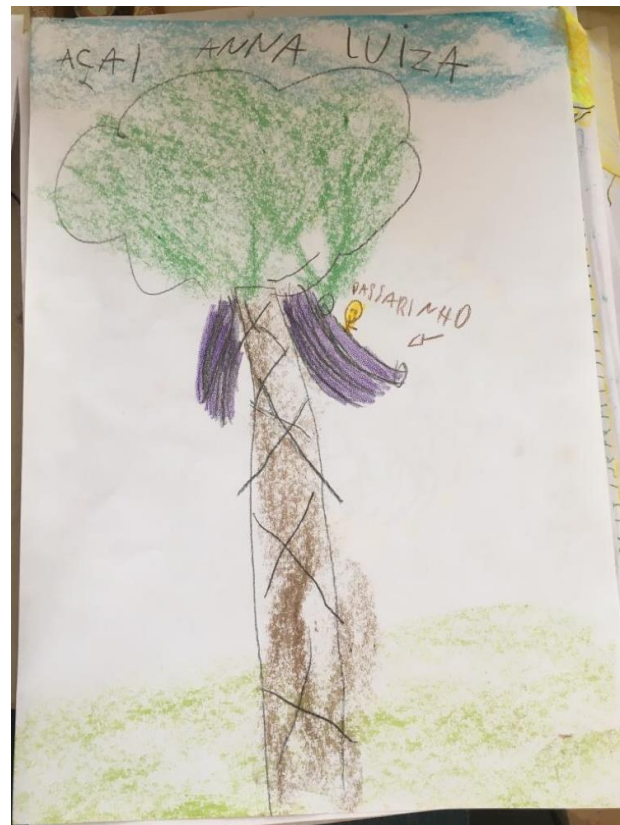


Figura 4: Ipê amarelo e o índio como seu dono



Figura 5: Colagem com flores de ipê amarelo



Figura 6: Colagem com folhas de árvores



Podemos notar que a noção de dono foi muito importante para as crianças notarem que existem animais mais próximos, que se relacionam com mais presença com cada uma das árvores. No exemplo acima, o aluno entendeu que o dono da palmeira Jussara é o Tucano. Várias foram as árvores observadas e os *donos* correlatos. Ao final, foram feitas perguntas como: por que será que o Tucano é o *dono* da Jussara? Será que ele viveria sem ela? E a Jussara viveria sem ele?

Para as crianças dos 9 aos 14 anos, foram feitas dinâmicas mais elaboradas. Em relação aos donos, eles foram estimulados a contar pequenas histórias entre os donos e suas árvores. Após a exibição do documentário “A gente luta, mas come fruta”, foi solicitado que elas elaborassem uma frase que respondesse a seguinte pergunta: Como os índios ajudam a preservar as florestas? As frases que mais condisseram com a pergunta são apresentadas a seguir:

Os índios desde crianças já plantam árvores para dar frutos para eles, além disso eles plantam perto de suas aldeias para protegê-las, quando as árvores dão frutos eles as apanham e levam para as crianças nas escolas.

Os índios plantam suas próprias árvores para que não precisem desmatar e ensinam as crianças a fazerem o mesmo.

Os índios ajudam não cortando as árvores, e sim fazendo muitas plantações para ter os seus próprios alimentos. E sempre cuidando do solo.
Os índios ensinam as crianças a plantarem e sobre as plantas. Eles são importantes para as florestas.

Os índios ajudam a proteger as florestas fazendo suas próprias plantações e cuidando da terra.

Eles ajudam a proteger as árvores plantando as sementes, não colocando fogo nas florestas, colhendo as frutas. E também ensinam as crianças a plantarem e protegê-las. (Os autores, s.p., 2019)

Com as frases, pode-se observar que as crianças destacaram o plantio das árvores pelos Ashaninka, além do fato de que os adultos transferem o seu conhecimento para os mais jovens, ensinando a plantar e cuidar das árvores que, no futuro, irão lhes proporcionar seu alimento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As árvores têm muita importância para os povos indígenas. Para os Ticuna, elas deram origem ao lugar em que eles vivem e a sua nação. Elas também são importantes para a fabricação de remédios para várias enfermidades, assim como retratam os Kiukuro e os Maxakalí. A história e a cultura de vários povos se misturam com as árvores, pois é no meio da floresta que os indígenas nascem, crescem e morrem.

Dessa forma, o trecho abaixo resume bem a importância das árvores, não só para os povos indígenas, mas sim para toda a humanidade:

(...) Que as árvores têm muitos significados para nós. Fazem parte da nossa vida, da nossa cultura. As pessoas estranhas, que vêm de fora, não entendem esses significados. Entram na mata e destroem tudo. As árvores, a floresta, não têm sentido para elas. Têm apenas o sentido do lucro que a madeira pode dar. Este livro ajudará a lembrar que cada árvore tem sua importância. Que as árvores formam a floresta. E a floresta é a maior riqueza que deixaremos para nossos filhos. (TICUNA, 1997, p. 92).

Entendemos que a proposta desta prática foi bastante significativa para os alunos que participaram, pois além de conhecerem mais dos povos indígenas brasileiros e de sua importância para nossa sociedade, eles criaram novas percepções sobre as árvores que os circundam, desde a observação de suas folhas, frutos e troncos, até a relação que estas estabelecem com outros seres, tais como os animais.

Por fim, podemos concluir que conhecer outra cultura nos coloca em situação de espelhamento e nos faz refletir sobre a nossa própria cultura. Qual é o valor que as árvores têm para nossa sociedade? Como tem sido a educação em relação às árvores? Também acreditamos que este projeto pode ter vários desdobramentos. Além de nos aprofundarmos

nessas questões sobre as árvores, incluindo na pesquisa novos livros indígenas e científicos, acreditamos que poderíamos desenvolver a mesma metodologia de “perspectivas” em relação aos animais e às práticas indígenas.

Acreditamos que a dinâmica apresentada aqui é só uma das possibilidades de criação de práticas de educação ambiental no diálogo dos saberes dos povos indígenas com a Engenharia Ambiental, e que, para além das práticas de educação ambiental já saturadas nas escolas, estas poderiam proporcionar novas metodologias de ensino nas escolas não-indígenas, contando com estes povos que são, definitivamente, povos da floresta.

REFERÊNCIAS

A GENTE luta mas come fruta. Direção Isaac Pinhanta e Valdete Pinhanta. Acre, Vídeo nas Aldeias, 2006. Online (15 minutos).

BERKES. Fikret, COLDING. Johan, FOLKE. Carl. **Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management.** 2000. Disponível em: <https://www.fws.gov/nativeamerican/pdf/tek-berkes-2000.pdf>. Acesso 25 out. 2019.

CAVALLO. Gonzalo Aguilar. **Conhecimentos ecológicos indígenas e recursos naturais: a descolonização inacabada.** 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142018000300373. Acesso 25 out. 2019.

CASTRO, Eduardo Viveiros de. Os pronomes cosmológicos e o Perspectivismo Ameríndio. *Revista Mana* 2 (2): p. 115-144, 1996.

DANOWSKI, Débora. CASTRO, Eduardo Viveiros. **Há mundo por vir? Ensaio sobre os medos e os fins.** Florianópolis, Desterro, Cultura e Barbárie e Instituto Socioambiental, 2014.176 p.

FAUSTO, Carlos. Donos demais: Maestria e domínio na amazônia. Rio de Janeiro, *Revista MANA*, 14 (2), p. 329-366, 2008.

KARIPUNA. **Usaí, o livro do Açaí:** saberes do povo Karipuna. Ana Paula Nóbrega da Fonte (org.). Luís Donisete Benzi Grupioni (ed.). São Paulo: Iepé - Instituto de Pesquisa e Formação Indígena, 2015.

KUIKURO, Índios. **KUNGATAGOHHA IGEI NGONGOI:** esta é a terra que nós plantamos. Belo Horizonte: Faculdade de Letras/UFMG, 2007.

ISA, Instituto Sócio Ambiental. **Demarcação de Terras Indígenas é decisiva para conter o desmatamento e regular o clima.** Disponível em: <https://www.socioambiental.org/pt-br>. Acesso em: 22 mar 2020.

LARA, Robriane, WEISE, Angélica. **A Importância das Árvores para o Planeta**. 2018. Disponível em: <https://www.dimensaodanatureza.com/single-post/a-importancia-das-arvores-para-o-planeta>. Acesso em: 26 out 2019.

LORENZI, Harri, **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. vol.1. 4.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

MAXAKALI, Povo. **Hitupmã'ax: Curar**. Belo Horizonte: Faculdade de Letras/UFMG; Edições Cipó Voador, 2008.

LEVI-STRAUSS, Claude. **O pensamento selvagem**. Trad. Maria Celeste da Costa e Souza e Almir de Oliveira Aguiar. 2. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1976.

RISÉRIO, Antonio. **Textos e tribos: poéticas extraocidentais nos trópicos brasileiros**. Rio de Janeiro: Imago, 1993.

TICUNA. **O livro das árvores**. 4. ed. São Paulo: Global, 1997.



Resenha

KRENAK, Ailton. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2019. 47 p.

Rafael Otavio Fares Ferreira¹

No livro *Ideias para adiar o fim do mundo*, podemos conhecer um pouco do pensamento de Ailton Krenak, ativista e artista indígena brasileiro. São três conferências dele que foram transcritas e publicadas pela Editora Companhia das Letras. A obra é um sucesso de vendas, talvez pela necessidade que nós temos hoje no Brasil, e no mundo, de desenvolvermos pensamentos ecológicos, dada a velocidade da constatação de que o Planeta Terra está chegando ao fim.

É nesse sentido que Ailton explica sua ideia de adiar o fim do mundo, contando novas histórias. Como fez Sherazade, no livro *Mil e uma noites*, para retardar sua própria morte e a de outras mulheres. A cada nova história contada criticamente pelo Krenak, os humanos refletem um pouco mais e têm a possibilidade de repensar a ambição mercadológica pelo lucro a qualquer preço.

Uma primeira questão colocada no livro é a própria noção do que é ser humano, ou seja, o conceito de *humanidade*. Ailton nos lembra que há somente um pequeno clube de humanos, que se autoconsiderando donos da razão, determinam quem pode e quem não pode entrar no salão de festas. Ele também sustenta a ideia de que a ancestralidade é fundamental para a própria sanidade humana:

Como justificar que somos uma humanidade se mais de 70% está totalmente alienado do mínimo exercício de ser? A modernização jogou essa gente do campo e da Floresta para viver em favelas e em periferias, para virar mão de obra em centros urbanos. Essas pessoas foram arrancadas de seus coletivos, de seus lugares de origem, e jogadas nesse liquidificador chamado humanidade. Se as pessoas não tiverem vínculos profundos com sua memória ancestral, com as referências que dão sustentação a uma identidade, vão ficar loucas neste mundo maluco que compartilhamos. (KRENAK, 2019, p. 9)

¹Graduado, Mestre e Doutor em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. É poeta e também professor e pesquisador da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: rafael.ferreira@uemg.br.

A humanidade está então dividida em humanos e sub-humanos; estes seriam os índios, caiçaras, quilombolas e aborígenes. Para ele, o modo de vida orgânico desses com a terra incomoda os que só podem ver o mundo como um produto.

De uma maneira leve e irônica, bem ao estilo de uma linhagem crítica brasileira (que vai de Oswald de Andrade e Carlos Drummond de Andrade até Viveiros de Castro e Davi Yanomami), Krenak cria um discurso que coloca em xeque o domínio do solo brasileiro por empresas coloniais. Essas grandes corporações “tomam conta da terra” (KRENAK, 2019, p. 11) e ajudam a difundir o mito da sustentabilidade, se colocando como detentoras de um selo verde, ou ambientalmente responsáveis, e, por isso, legitimadas para continuarem a arrancar tudo o que puderem dos recursos minerais. Assim, só sobrariam pequenos parques, que Ailton associa ao *parking*, onde poderemos estacionar nossos carros. São os humanos considerados, portanto, apenas consumidores e não cidadãos.

Para corroborar seu discurso, o autor lembra da história de seu próprio povo: os Krenak, que vem sofrendo durante séculos com a colonização e, mais recentemente, tiveram seu rio sagrado morto. O rompimento da barragem do Fundão em Mariana, um dos maiores crimes ambientais da história, praticamente matou o rio Watu. Como nos explica Ailton, não se trata de um simples curso de água, ou seja, apenas um recurso, mas:

O rio Doce, que nós, os Krenak, chamamos de Watu, nosso avô, é uma pessoa, não um recurso, como dizem os economistas. Ele não é algo de que alguém possa se apropriar; é uma parte da nossa construção como coletivo que habita um lugar específico, onde fomos gradualmente confinados pelo governo para podermos viver e reproduzir as nossas formas de organização (com toda essa pressão externa). (KRENAK, 2019. p. 21)

Situação dramática que é exposta não como motivo de desesperança e depressão, mas como uma queda do céu, como nos ensina Davi Yanomami, necessária para entendermos que outros mundos existem, e, mais do que isso, que podem suscitar novas possibilidades de reflexões e modos de vida em nossa mãe chamada Planeta Terra. São mundos dentro do mundo, que tornam tudo mais múltiplo e plural do que uma língua, uma religião, uma forma de vida ou um pensamento hegemônico:

Devíamos admitir a natureza como uma imensa multidão de formas, incluindo cada pedaço de nós, que somos parte de tudo: 70% de água e um monte de outros materiais que nos compõem. E nós criamos essa abstração de unidade, o homem como medida das coisas, e saímos por aí atropelando tudo, num convencimento geral até que todos aceitem que existe uma humanidade com a qual se identificam, agindo no mundo à nossa disposição, pegando o que a gente quiser. (KRENAK, 2019, p. 33)

Como diriam os pajés Yanomamis, é preciso cantar, dançar, manejar de forma saudável a floresta e os espíritos que nela vivem para que o céu não caia. Ailton conta suas histórias com um prazer de quem gosta de estar vivo no meio dos vivos e não aceita as ausências que nosso mundo consumista nos impõe. Como ele afirma, nosso tempo é pródigo em criar ausências “do sentido de viver em sociedade, do próprio sentido da experiência da vida”. (KRENAK, 2019, p. 13)

REFERÊNCIAS

KRENAK, Ailton. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Editora: Companhia das Letras, 2019.

KOPENAWA, Davi; ALBERT, Bruce. **A queda do céu. Palavras de um xamã Yanomami**. Tradução de Beatriz Perrone-Moisés. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.



“Se não lutarmos, seremos engolidos”: resistência e militância dos atingidos pela Vale S.A. — Entrevista com Camila Leal¹

Rafael Otavio Fares Ferreira²

Sérgio Luiz Gusmão Gimenes Romero³

Camila Leal é moradora de Casa Branca, Brumadinho – MG, advogada popular do Movimento Águas e Serras de Casa Branca. Ela também atua voluntariamente para outras associações, como a Associação Comunitária Regional de Casa Branca, na Associação Comunitária do Jardim Canadá no Parque Estadual da Serra do Rola Moça, em que ocupa uma cadeira no conselho consultivo do parque desde 2019 com mandato previsto até 2021. Faz parte, além disso, do Coletivo de Atingidos da Arquidiocese de Belo Horizonte que abrange toda a região episcopal de Nossa Senhora do Rosário (Brumadinho – MG). Integra a Articulação Internacional dos Atingidos e Atingidas pela Vale – AIAAV e participou, em 2019, da assembleia de acionistas da Vale na condição de acionista crítica.

¹A maior parte da entrevista foi realizada de modo oral e *on-line* no dia 22 de dezembro de 2020, sendo posteriormente transcrita. Alguns trechos foram respondidos de forma escrita pela entrevistada por meio de mensagens eletrônicas.

²Graduado, Mestre e Doutor em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. É poeta e também professor e pesquisador da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: rafael.ferreira@uemg.br.

³Graduado em Letras e Mestre em Estudos Literários pela Faculdade de Ciências e Letras da UNESP, Campus Araraquara. Doutorando em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. É professor e pesquisador da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: sergio.romero@uemg.br.

Como surge sua atuação em movimentos sociais, é a partir da relação com a mineração?

A atuação nos movimentos sociais surge a partir da relação com a mineração, a partir do momento em que eu passo a viver em Casa Branca, Brumadinho – MG, em 2015. Eu sou natural de Belo Horizonte e sempre tive conhecimento do que envolve a região metropolitana (mineração), mas é a partir do momento em que eu me mudo que surge esta necessidade de fazer parte dos movimentos, porque você passa a sentir na pele o que é viver num município minerador, as violações cotidianas... O rompimento de uma barragem é o ápice de toda uma governança baseada em violação dos direitos humanos. O rompimento, na verdade, só faz com que aquelas pessoas que não estão vivendo dentro de um território minerador passem a observar o que está acontecendo ali; é um ápice triste, gigantesco, destruidor, mas as violações que a gente vive no cotidiano dentro do município vão muito além do rompimento da barragem. As violações são constantes.

As pessoas têm uma ideia de que violação dos direitos humanos acontece igual a filme de Hollywood, em uma guerra civil. Mas não, elas também acontecem de formas sutis, quando você tem seu projeto de vida violado, a sua tranquilidade violada, seu direito de ir e vir violado, isso tudo são violações de direitos. Quem vive num território de mineração sabe o que é isso, a gente vive isso todos os dias.

Como você avalia a forma com que a Vale S.A. se relaciona com movimentos e ativistas que trabalham em prol dos direitos humanos e em defesa do meio ambiente? Como é a sua experiência enquanto militante?

Então, a Vale funciona no “dividir para conquistar”. É assim que ela atua. Ela atua para criminalizar os movimentos, para transformar pessoas-chaves em *persona non grata* no território. O poder público dentro dos municípios mineradores é extremamente refém da mineração até como opção própria. Não é porque se a mineração acabar a gente vai morrer. Muitas vezes é porque não há vontade política de fazer uma diversificação econômica dentro do território. Pois é muito cômodo para se manter no poder. A gente viu agora nas últimas eleições, houve uma pesquisa que mostrou que o *statu quo*, em municípios mineradores, se mantém. São as oligarquias que já estavam no poder e se mantém.

A gente recebe ameaças constantes, episódios de perseguição por carro da mineradora... E isso pós-rompimento. Antes do rompimento isso era mais velado. A Vale

domina todo o território de Brumadinho. O Brasil tem que ser estudado, pois é o único país do mundo onde a pessoa comete o crime e ela domina toda a cena do crime. Ela domina tudo, ela domina as obras de reparação, que ninguém sabe quais são. Não temos direitos à informação, não temos direito a nada. A gente só sofre as consequências de dez mil funcionários terceirizados introduzidos em nosso território. Você vê, inclusive, casos de assédio, porque você introduz num território destruído dez mil homens. Você vê violência contra a mulher. A gente sabe, pois, as pessoas procuram a gente para contar, mas nós não temos levantamento oficial, não há participação das instituições de justiça, do poder estadual, do poder municipal. É inexplicável, a gente vive no território destruído pela Vale e dominado pela própria Vale pós-rompimento. Existe, por exemplo, uma liderança social que está exilada do território, pois eles trabalham minando as lideranças locais. Os movimentos sociais são criminalizados o tempo todo. E a população no geral é manipulada... Estamos vivendo desde 2016 uma manipulação em massa. Mas a luta tem que ser lutada, é questão de sobrevivência. Vivemos sem qualquer coisa na vida, mas sem água ninguém vive. Não há para onde fugir.

A Vale, como toda mineradora, atua para deslegitimar, vulnerabilizar e criminalizar aqueles que defendem direitos humanos e ambientais em Brumadinho e em todas as áreas nas quais atua. Tanto os conselheiros quanto os administradores e a grande maioria dos acionistas da Vale agem segundo uma política deliberada de silenciamento da crítica e de desconsideração dos pontos de vista e das propostas que de alguma forma diferem dos planos e projetos da empresa.

É possível caracterizar a atuação da Vale S.A. e de outras mineradoras envolvidas em desastres humanos e ecológicos em Minas Gerais nos últimos anos como criminosa? Por quê?

Sem dúvida, o rompimento da barragem da Mina do Córrego do Feijão, em Brumadinho, comprovou a relação de promiscuidade estabelecida pela Vale com suas certificadoras, em especial a TÜV SÜD, que levou a uma certificação fraudulenta de estabilidade. É necessário o imediato fim do processo de automonitoramento de segurança de barragens por auditores escolhidos e remunerados pelas empresas mineradoras. É inadmissível que a Vale tenha contratado para atuar como certificadora da estabilidade de suas barragens a mesma empresa com a qual mantinha contratos de consultoria.

Segundo o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizado em 2010, 45,4% dos mineiros se autodeclararam brancos enquanto 53,5% se denominam negros (pretos e pardos). Apesar disso, seja no rompimento das barragens de rejeito de Mariana/MG (2015) seja no de Brumadinho/MG (2019), a maior parte dos atingidos é constituída por pessoas negras. Além disso, em caso de novos rompimentos de barragens da Vale S.A., o percentual de indivíduos negros ameaçados pode ultrapassar 80% daqueles que seriam atingidos em Barão de Cocais/MG ou, ainda, 91% em Santa Maria do Itabira/MG. (MILANEZ; WANDERLEY, 2020, p. 3) Essa configuração pode ser compreendida como exemplo do chamado “racismo ambiental”?

Com certeza, pelas características socioeconômicas e raciais da população das áreas atingidas, tanto pela barragem do Fundão, quanto pelas barragens do Córrego do Feijão que, quanto mais próximos às barragens que se romperam, maior o predomínio da população negra. Isso demonstra sérios indícios de racismo ambiental por parte da Vale. Além disso, no Maranhão, comunidades quilombolas que vivem no entorno da Estrada de Ferro Carajás têm lutado para serem reconhecidas enquanto tal pela Vale. É uma luta constante, para que a Vale inclua em seu Licenciamento Ambiental no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e no Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA) futuros, a análise do perfil racial das populações vulneráveis, que geralmente estão associadas à exposição aos riscos.

Em relação ao desrespeito aos direitos humanos, você disse que isso é uma prática anterior, mas que, depois dos rompimentos se intensifica. Por outro lado, o discurso da empresa e mesmo da grande mídia foi de que, depois do rompimento de Mariana – MG, tudo iria ser diferente, haveria uma mudança da forma de gerir etc.

A Vale, pelo menos nesta última década, mudou o modo de governança dela. Isso a gente tem acesso nos relatórios. Nós conseguimos ter acionistas críticos, e você vê como a Vale diminuiu os investimentos na segurança do trabalho, ao mesmo tempo em que a própria Vale aumenta. Nesta última década, ela aumenta a produção, aumenta a exploração minerária, enquanto há uma diminuição drástica nos investimentos da segurança do trabalho.

Ela muda completamente a direção da empresa, que era feita por técnicos e engenheiros, e coloca pessoas ligadas ao capital internacional. Pessoas que não têm nenhum tipo de conhecimento técnico para garantir a segurança dos empreendimentos, visando apenas a remuneração dos acionistas. E isto é claro. São análises a partir de informações que

você vê nos jornais de economia, nos relatórios de administração da própria Vale, que estão disponíveis no site dela. Com esse aumento significativo dos empreendimentos e uma diminuição da segurança do trabalho. Ela passa a terceirizar muitos mais, pois isso diminui a carga trabalhista. Os terceirizados não têm nenhuma garantia, assim ela desrespeita as normas de segurança do trabalho com muito mais propriedade, porque são empresas terceirizadas e não funcionários próprios. E isso ela faz mesmo depois da barragem de Fundão.

Ela basicamente não perdeu nenhum dos funcionários. Foram para ela 19 mortes. Para a gente são 20, pois teve uma mulher grávida que abortou, na tentativa de se libertar da lama. Ela trata os moradores de Bento Rodrigues como párias e faz a sociedade de Mariana também tratá-los como párias. Coloca eles em hotéis e pousadas com atendimento diferenciado. Eles são mal tratados.

A Vale então promete a construção de uma nova Bento Rodrigues, mas não consegue terminar a fundação. Constitui uma Fundação Renova, que se torna um cabide de emprego e que tira as pessoas técnicas de todos os órgãos ambientais de Minas. Hoje a Renova é constituída pelos grandes técnicos que constituíam as SUPRAM's (Superintendências Regionais de Meio Ambiente), o SEMAD (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável); todos estes órgãos ambientais perderam seus funcionários para a Renova, pois ela gasta bilhões em salários. E nenhuma reparação é feita. De todos os projetos só foi concluído até hoje, se não me engano, o projeto de resgate de animais domésticos, foi o único projeto proposto pela Renova e concluído. A justiça foi federalizada pois o processo pegou o Espírito Santo. O processo foi conduzido de uma forma extremamente drástica, péssima, aberrações jurídicas. As pessoas não recebem verba emergencial. Quem recebeu, no meio da pandemia, teve cortes drásticos. Ela fala que recuperou o Rio Doce, assim como ela fala que o rio Paraopeba, nas análises, está melhor do que era antes do rompimento da barragem, e isso eu escutei de uma funcionária da Vale dentro de uma reunião. Então é assim, é como funciona, o estado de Minas Gerais tem uma relação de promiscuidade com a mineração. Antes do financiamento privado de campanha ser proibido, a Vale era uma das maiores financiadoras de campanha, das grandes candidaturas, de governo, de deputados federais e estaduais, então ela conseguiu cooptar para ela também as pessoas que são responsáveis por fazer as políticas públicas. Ela conseguiu em 2016 a mudança drástica na lei do licenciamento ambiental, que simplificou o licenciamento.

Nós não somos a Minas Gerais de minério. Nós somos as Minas de águas gerais. Nós temos uma riqueza hídrica muito maior do que a mineral. É isso que a mineração quer, pois ela detém a outorga das grandes reservas de água e de minério de Minas. Na verdade, nossa maior riqueza está nas águas e não no minério. Pois o minério que tem sido extraído aqui em Minas hoje é de péssima qualidade. O minério bom que a Vale tem extraído hoje é no Carajás, que é outro lugar onde ela promove violação de direitos humanos.

A extração mineral não é sustentável. Feita a seco ou molhado. Ela é baseada em violação de direitos, baseada em *commodities*, em sonegação fiscal, em autodeclaração. Ela autodeclara a segurança de suas barragens e o país está assim. A gente não tem nenhum tipo de proteção ambiental. E aí? Existe mineração sustentável? Não! A Vale já foi do Rio Doce, matou o Rio Doce, matou o Paraopeba e agora vai matar a Amazônia. Se continuar desse jeito, ela vai matar tudo e vai sobrar só um deserto sem água pra gente.

Qual tem sido a experiência dos acionistas críticos? Como esse tipo de intervenção funciona?

Existe um grupo de acionistas críticos, que são de várias organizações, do país e do mundo, que se juntaram em algum momento e fundaram a Articulação Internacional de Atingidos e Atingidas pela Vale. Ela engloba alguns grupos ambientalistas de Moçambique e de outras partes do mundo onde a Vale atua. E eles tiveram esta brilhante ideia de adquirirem ações minoritárias. Isso dá direito à participação nas reuniões anuais de acionistas. Nas assembleias ordinárias e extraordinárias que obrigam que a empresa e os acionistas registrem seus votos; seus votos de protesto.

E, ano passado, uma acionista não pode ir e eu fui como procuradora dela. Eu fui com um grupo de 10 ou 12 acionistas. A gente pega os relatórios dos conselhos da Vale e acha brechas de várias coisas, para que os acionistas majoritários se sintam envergonhados de investir dinheiro em uma companhia que viola direitos humanos, que sonega impostos, que deve multas ambientais; e a gente faz isso justamente para mostrar para esses acionistas, os grandes fundos de pensão, tanto do Brasil quanto da Europa. O grupo da Igreja Anglicana, por exemplo, deixou de ser acionista em função de tantas denúncias.

Nós alertamos que a Vale omite dados para valorizar seus empreendimentos. Ela omite, fala que sua barragem está ok e esta rompe e mata 272 pessoas. E isso tem que ser um constrangimento para essas grandes empresas, para esses fundos internacionais, para que

eles se retirem ou obriguem a Vale a mudar a forma de governança dela. Porque a gente entende que a forma como ela opera, ao longo destes últimos anos, desde a privatização, se tornou inviável enquanto empresa. Pois ela é uma empresa que viola direitos, e não deixa para o Brasil a não ser um passivo ambiental e humano terrível. Ela deixa territórios destruídos, ela deixa as populações mais pobres do que elas já eram antes, deixa uma área destruída ambientalmente e nós não ficamos com nada. A riqueza vai toda para o bolso dos acionistas. Então a gente faz essas denúncias, justamente para tentar sensibilizar estes grupos de acionistas majoritários para tentar que, de alguma forma, eles retirem seus investimentos da Vale ou exijam uma mudança radical de governança na empresa. Esse é o papel dos acionistas críticos.

Mas o mais importante não é retirar os investimentos, o mais importante é exigir uma intervenção violenta dentro da Vale para fazer uma mudança da governança como um todo. Agora, em fins de novembro, teve um grupo de crianças reassentadas em Moçambique, que foram reassentadas num lugar perto de uma mina e cinco crianças morreram com a ativação de uma mina. Essa semana, no dia em que morreu o funcionário aqui no Córrego do Feijão, morreu também um funcionário no Pará em Marabá.

Mas a Vale faz propagandas que passam na televisão que são lindas. Então ela investe na imagem dela muito dinheiro. Enquanto, na reparação, ela não investe bulhufas. Ela matou 272 pessoas, duas bacias hidrográficas no estado de Minas Gerais. Ela gasta dinheiro para que os investidores continuem investindo. A Renova gastou bilhões e só concluiu um projeto em 5 anos. Não tem uma pessoa assentada. Vai fazer dois anos e a gente não tem nem uma estrada asfaltada até a sede do município.

E ela faz aquelas propagandas lindas e maravilhosas. Ela vai transformar a cidade do Córrego do Feijão numa cidade parque. Os moradores do córrego foram embora. Poucos que resistem. A maioria dos que estão lá hoje são funcionários terceirizados. Pergunta para os moradores que estão resistindo se eles foram consultados. Se eles querem que vire parque, ou se eles querem que a Vale simplesmente vá embora e devolva a tranquilidade que ela tirou deles. Ela faz um monte de coisas sem sentido e mostra para o Brasil e para o mundo que ela é linda e maravilhosa. E ninguém consegue ter tranquilidade, pois ela aciona a sirene todo dia 5 aqui. Todo dia 5 ela faz teste de sirene aqui. Todo dia ela tira uma comunidade debaixo de uma barragem dela. Todo dia ela nega um salário mínimo para uma família necessitada e fica passando propaganda que ela é linda e maravilhosa.

Depois do rompimento, teve um documento que vazou da Vale. Eles tinham precificado: se romper a barragem cada vida perdida tinha um custo. Ela não pagou nem isso para um funcionário que estava almoçando no refeitório dela. Duas mulheres perderam os filhos e o juiz deu ganho de causa para elas, pelas crianças que estavam para nascer; a Vale tem a coragem de entrar com recurso dizendo que ninguém poderia garantir que aquele menino ia nascer com vida. É uma crueldade. Não vai fazer diferença nenhuma para ela. Ela tinha que ter vergonha, pois dinheiro ela tem, mas ela não quer abrir precedentes.

Porque se todo mundo entender que tem direito aí complica para a Vale. Se todo mundo entender que é atingido, pois é difícil, nós estamos aprendendo. Vocês perguntaram o que é ser atingido. Nós estamos aprendendo, nós temos que saber nos colocar como atingidos. É difícil. A gente pergunta: “você é atingido?”; pessoa fala: “não, a lama passou 10 km da minha casa”. Mas depois começa a ver que não consegue mais vender a alface que ela produz. E aí começa a compreender que é atingida. É um processo as pessoas aprenderem o que é ser atingido. Você pode estar a 20 km da barragem, mas ninguém vai na sua pousada mais. Aí você começa a entender que você é atingido. Isso é difícil. Já tem dois anos e tem gente que ainda não sabe. Tem gente que ainda está lutando para ser reconhecido. É complicado. E somos muito reféns. Tudo muito solto. E vem o estado querendo fazer um acordo sigiloso. Não sei nem que palavra dar para isso de tão absurdo que é o negócio. Se não lutarmos, seremos engolidos, a verdade é essa. Temos que continuar.

Se levarmos em consideração os “custos ocultos” — relacionados à contaminação e à degradação socioambiental — e os “subsídios perversos” — incentivos concedidos às mineradoras por meio, por exemplo, da redução dos custos ou da isenção total no fornecimento de água, energia, infraestrutura de transporte etc. — (ACOSTA, 2016, p. 63-64), elementos que geralmente são omitidos das projeções econômicas e cujo ônus acaba sendo transferido para a sociedade, como podemos pensar o modelo minerário atuante no Brasil em termos de benefícios econômicos para os diversos setores sociais como um todo?

Bom, para mim particularmente, simplesmente: CHEGA DE MINERAÇÃO!

A Vale, assim como as demais mineradoras atuantes no Brasil, se converteram em empresas inviáveis para o país e que, portanto, necessitam ser submetidas urgentemente a um processo de mudanças profundas nas suas formas de operar e de gerir os riscos de seus empreendimentos. A Vale prioriza seu desempenho financeiro privilegiando o pagamento

de dividendos aos acionistas, possuindo uma diretoria incapaz de criar sistemas internos efetivos que garantam a segurança operacional dos seus empreendimentos.

Além disso, a Vale exerce um poder sobre os formuladores de políticas públicas e, conseqüentemente, dos órgãos reguladores, além de alimentar a dependência econômica dos municípios em que atua. Diante disso, é necessária a elaboração de políticas de diversificação econômica nas cidades mineradoras, haja vista que o minério é um bem finito e, quando ele acabar, as empresas não vão se preocupar com o passivo ambiental e social que vão deixar.

Exigimos a reparação integral, com o conceito definido pela jurisprudência da Corte Interamericana de Direitos Humanos, que prevê medidas de indenização por danos morais, materiais e danos ao projeto de vida; como também medidas de satisfação, restituição, reabilitação e, principalmente, garantias de não repetição.

Para isso, exigimos:

- A descaracterização de todas as barragens de alteamento no estado de Minas Gerais.
- Medidas que garantam a segurança das comunidades que vivem nas zonas de autossalvamento, sem que o território seja tirado dessas comunidades.
- Garantia do custeio e da permanência de assessorias técnicas independentes a todas as pessoas atingidas.
- Elaboração de políticas de diversificação e recuperação econômica nas cidades mineradoras.
- Criação de canais deliberativos pautados pelos interesses e necessidades das comunidades atingidas.
- A suspensão das concessões de lavra da Vale pelo criminoso desrespeito às suas obrigações legais.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, Alberto. “Extrativismo e neoextrativismo: Duas faces da mesma maldição”. In: DILGER, Gerhard; LANG, Miriam; PEREIRA FILHO, Jorge (orgs.). **Descolonizar o imaginário: Debates sobre pós-extrativismo e alternativas ao desenvolvimento**. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2016.

MILANEZ, B.; WANDERLEY, L. J. **O número de barragens sem estabilidade dobrou, “e daí?”**. *Versos*, v. 4, n. 4, 2020.



Dimensionamento de uma associação de bombas hidráulicas com uso de Arduino como parâmetro de automação

Alexsander Saves dos Santos¹

Caio Delano Couto Santos²

Carlos Henrique Barbosa Sabino³

Kauan Bernardes Cezar de Oliveira⁴

RESUMO

O presente projeto teve como objetivo desenvolver mecanicamente um sistema de associações de bombas hidráulicas em paralelo e em série com características mistas, sendo controlado por mecanismo de automação como uso de Arduinos e relés. A metodologia utilizada foi uma pesquisa experimental, que permite avaliar o sistema hidráulico por meio da montagem da parte estrutural, elétrica, dos testes, coletas de dados e por métodos algébricos. O trabalho, portanto, permitiu a compreensão do sistema de associações de bombas hidráulicas, quando associadas em série apresenta uma altura manométrica de 2,16 m e uma vazão de $9,166 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ e, quando associadas em paralelo, apresenta uma altura manométrica de 0,72 m e uma vazão de $1,83 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, comprovando que o sistema em série gera maiores alturas manométricas, enquanto o sistema em paralelo promove maiores vazões volumétricas. Ademais, validou a eficiência da aplicação de um sistema com parâmetros automáticos.

Palavras-chave: Bombas. Associações Hidráulicas. Automação.

¹Graduado em Física pelo Centro Universitário de Votuporanga – UNIFEV e em Pedagogia pela Faculdade da Aldeia de Carapicuíba – FALC. Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Brasil, ICESP. É professor nos Cursos de Engenharia Química e Medicina da Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: saves.santos@gmail.com.

²Graduando em Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: caiodelanocolto@hotmail.com.

³Graduando em Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: carlos18barbosa@outlook.com.

⁴Graduando em Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: kauanoliveira1313@hotmail.com.

Sizing of association of hydraulic pumps with the use of the Arduino as auto-charge

ABSTRACT

The present project aimed to mechanically develop a system of associations of hydraulic pumps in parallel and in series with mixed characteristics, the same being controlled by an automation mechanism such as the use of Arduino and relays. The methodology used was an experimental research, which allows the evaluation of the hydraulic system through the assembly of the structural, electrical, tests, data collections and algebraic methods. The work, therefore, allowed the understanding of the system of associations of hydraulic pumps, when associated in series presents a head of 2.16 m and a flow rate of $9.166 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$, when associated in parallel presents a head of 0.72 m and a flow of $1.83 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, proving that the system in series generates greater head gauges, while the system in parallel promotes greater volumetric flows. Furthermore, it validated the efficiency of the application of a system with automatic parameters

Keywords: *Pumps. Hydraulics Associations. Automation.*

Artigo recebido em: 31/05/2020

Aceito em: 20/09/2020

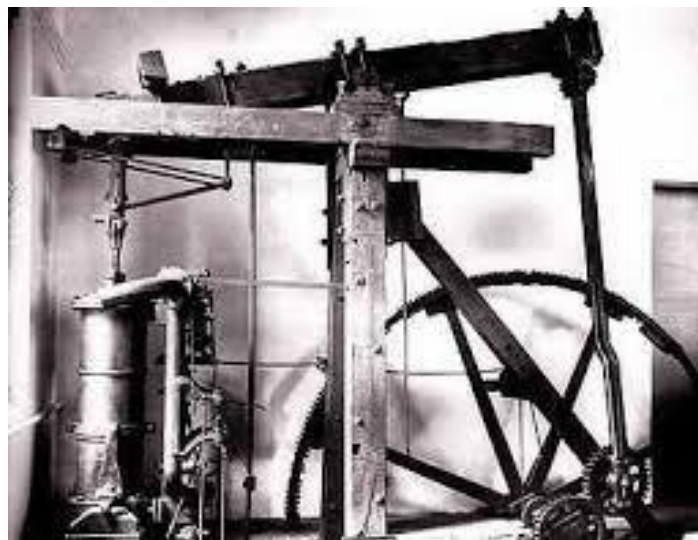
1. INTRODUÇÃO

Aproveitar o movimento do fluido tem sido fonte de energia durante anos (CREMASCO, 2014). Portanto, o estudo da mecânica dos fluidos em consonância com as operações unitárias promove o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de novos conceitos e dispositivos que geram resultados para a sociedade.

“O artista e cientista Leonardo da Vinci (1452-1512), além dos seus outros trabalhos dedicou-se também a problemáticas hidráulicas” (NETTO, 1989). O artista incluiu em seus conhecidos desenhos concepções originais de máquinas hidráulicas, entre as quais a ideia das bombas hidráulicas.

Segundo Netto (1989), o século XVIII foi marcado por progressos na construção de bombas hidráulicas, como por exemplo, os de James Watt (1736-1819), que conseguiu melhorar consideravelmente o rendimento dos dispositivos hidráulicos, e os de Leonardo Euler (1707-1783), que analisou e desenvolveu princípios teóricos relacionado às bombas hidráulicas. Portanto, foi um período marcado por sucessivos aperfeiçoamentos que impulsionaram a industrialização. Desenvolvida por James Watt, a Figura 1 representa a primeira bomba hidráulica, movida a vapor.

Figura 1: Bomba hidráulica movida a vapor



Fonte: Site Slideplayer (2019).

De acordo com a Eletrobrás (2009), as bombas hidráulicas, conhecidas como máquinas hidráulicas operatrizes, são amplamente utilizadas no setor industrial. Dessa forma, trata-se

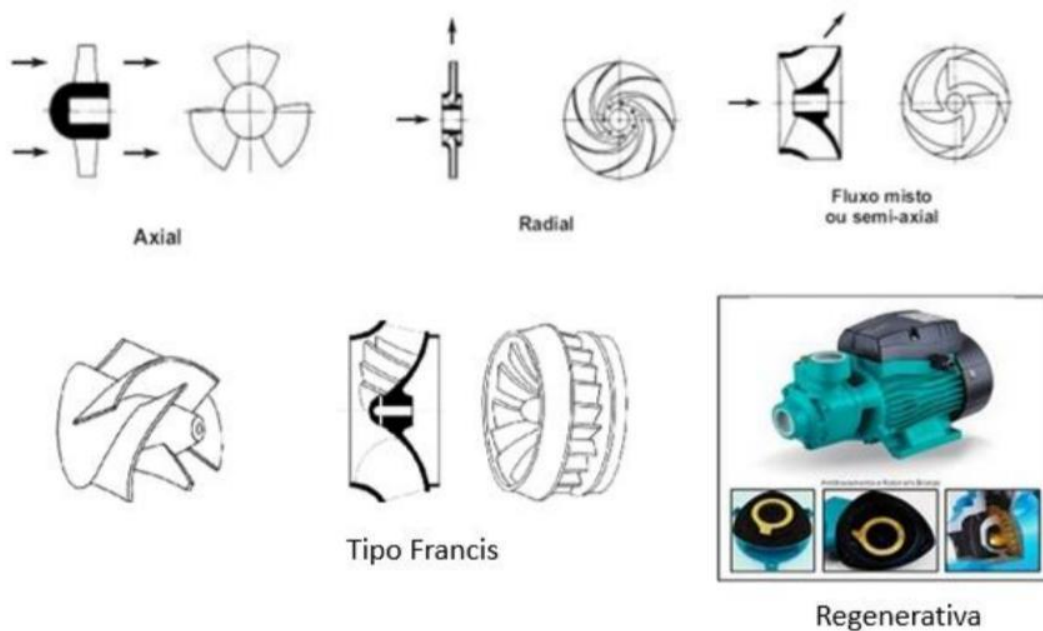
de um equipamento que permite o trabalho em conjunto com outros equipamentos, agregando e facilitando os processos industriais.

Segundo Cremasco (2014), as bombas hidráulicas podem ser definidas como um sistema hidráulico formado por componentes físicos que, quando associados, utilizam o fluido como meio de transferência de energia. As bombas são dispositivos mecânicos que recebem energia de uma fonte motora e cedem parte dessa energia ao fluido na forma de energia cinética, de energia de pressão, ou de ambas as formas (CREMASCO, 2014).

Existem vários modelos de bombas hidráulicas, que, de acordo com Terron (2012), podem ser divididas em dois grupos: bombas dinâmicas e bombas volumétricas. Podem ser utilizadas em bombeamento convencionais, abastecimentos de reservatórios e em sistemas de refrigeração, dentre outros.

O princípio fundamental das bombas dinâmicas é o aumento da energia cinética no propulsor e a conversão parcial em energia de pressão. Podem ser de quatro tipos: fluxo axial, com alta vazão e baixa pressão; fluxo misto, com pressão e vazão moderadas; regenerativas, com alta pressão e baixa vazão; e as centrífugas, com pressão e vazão altas (FOX; PRITCHARD; MCDONALD, 2006). A Figura 2 representa os tipos de impulsores das bombas dinâmicas:

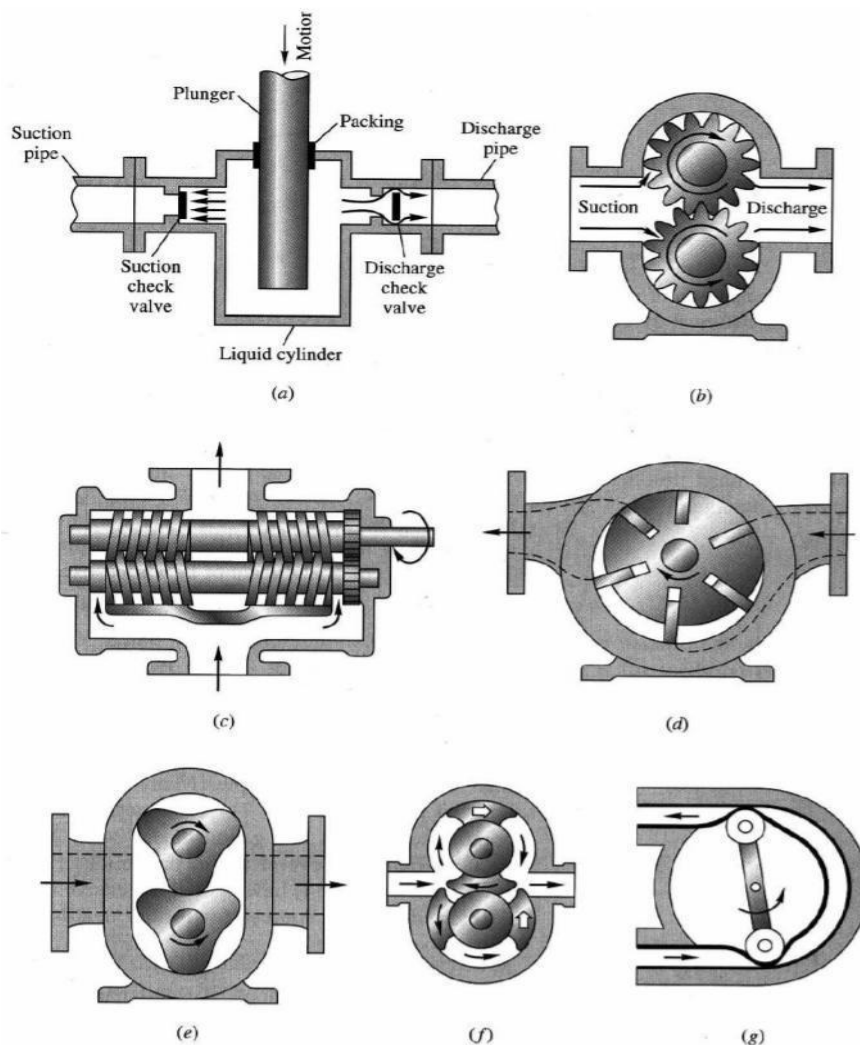
Figura 2: Tipos de impulsores das bombas dinâmicas



Fonte: Souza (2014).

De acordo com Terron (2012), as bombas volumétricas, conhecidas como deslocamento positivo, ocorrem com a entrada e saída do fluido no interior da bomba de forma sucessiva, sendo que o movimento deste fluido dá-se na mesma direção das forças que são transmitidas ao mesmo. As bombas volumétricas podem ser divididas em: alternativas, como pistão, êmbolos e diafragmas, e rotativas, como engrenagens, lóbulos, palhetas, helicoidal, parafusos dentre outros (SOUZA, 2014). A Figura 3 demonstra exemplos de bombas volumétricas: (a) bomba de êmbolo; (b) bomba de engrenagem; (c) bomba helicoidal; (d) bomba palhetas; (e) bomba de lóbulos triplos; (f) bomba de pistão duplo e (g) bomba de rolete.

Figura 3: Exemplos de bombas volumétricas

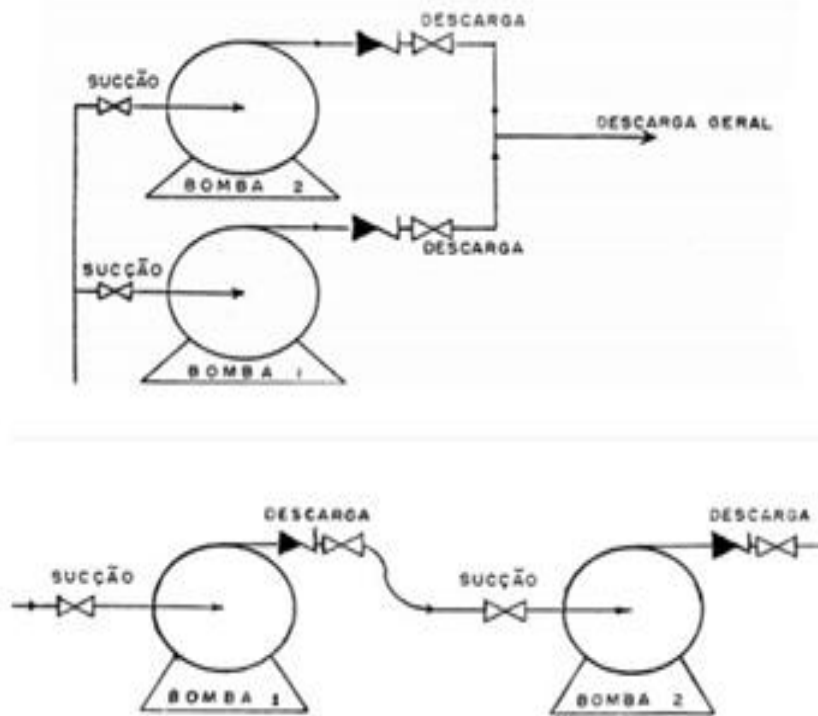


Fonte: Brasil (2010).

As bombas podem operar em associação em série, em paralelo, ou com características mistas. Segundo afirmações de Terron (2012), bombas associadas em série operam com a

mesma vazão, porém fornecem alturas superiores do que produziriam isoladamente. Enquanto isso, a associação em paralelo é útil quando se precisam variar as vazões e manter a altura constante. Já as associações mistas são formadas por ambos os sistemas e possuem as mesmas propriedades. A Figura 4 representa a associação em paralelo e em série de duas bombas.

Figura 4: Configuração de duas bombas em associação em paralelo (acima) e em série (abaixo)



Fonte: Pinto (2013).

Um dos efeitos presentes no sistema de bombeamento é o atrito, o qual gera perda de carga que pode ser classificada em dois tipos: a localizada, que é ocasionada pelos obstáculos encontrados durante o percurso, tais como curvas e válvulas; e a distribuída, como o atrito em porções de área constante no sistema (FOX; PRITCHARD; MCDONALD, 2006)

De acordo com Gomes (2008), as associações de bombas hidráulicas possuem um papel fundamental nos processos industriais e possuem inúmeras aplicações, tais como processo de irrigação, sistemas de deslocamentos de produtos químicos e sistemas de condicionamento de ar. Elas facilitam os processos e geram lucros para a indústria.

Um sistema de bombas hidráulicas pode ser operado automaticamente. Conforme Gimenez (2005), o sistema automático é um meio moderno utilizado para controle dos

mecanismos de funcionamento de equipamentos, garantindo a otimização de tempo, a redução de custos e o aumento da produtividade e da segurança.

Desenvolvido em 2005, por David Cuartielles e Massimo Banzi, o Arduino é uma plataforma de prototipagem que promove um sistema automático. É constituído por uma placa com microcontrolador e uma IDE- Ambiente de Desenvolvimento Integrado (do inglês, *Integrated Development Environment*) cuja linguagem é baseada em C/C++ (FELIPEFLOP, 2018). Com isso, o Arduino pode ser visto como um dispositivo simples que permite ao usuário desenvolver inúmeras programações. A Figura 5 representa a estrutura da placa de Arduino Uno.

Figura 5: Placa de Arduino do tipo Uno



Fonte: Site Felipeflop (2018).

O Arduino possibilita inúmeras ideias e é de extrema importância para a sociedade. Pode ser utilizado em atividades temporizadas, na interação com ambiente, no controle de temperatura e luminosidade, dentre outras possibilidades (FRIZZARIN, 2016).

O presente trabalho, portanto, visa desenvolver mecanicamente um sistema de associações de bombas hidráulicas em paralelo e em série, com o uso de Arduino como mecanismo de automação.

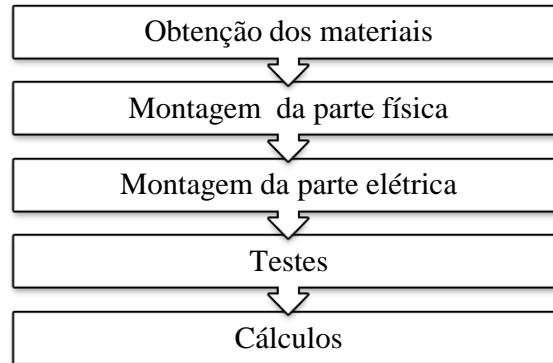
2. METODOLOGIA

O presente projeto foi realizado na Universidade Brasil em Fernandópolis-SP, situada na Estrada F-1, s/n, Fazenda Santa Rita, entre os meses de agosto e dezembro de 2019.

Com efeito, foi realizada uma pesquisa de caráter experimental, cuja finalidade foi apresentar uma associação de bombas com características de automação. Com isso, visando

uma melhor compreensão da metodologia empregada, foi desenvolvido um itinerário no formato de fluxograma, representado pela Figura 6.

Figura 6: Fluxograma do mecanismo empregado na metodologia



Fonte: Autoria própria.

2.1 Montagem do sistema de associação de bombas hidráulicas

Os materiais foram adquiridos com recursos próprios a partir da parceria com uma empresa de vidraria da cidade de Iturama - MG. Seguem, portanto, pormenorizados todos os itens utilizados na prática experimental, conforme Quadro 1 e Quadro 2.

Quadro 1: Materiais referentes à unidade estrutural.

Materiais	Unidade	Quantidade
Reservatórios de Vidro	un	3
Abraçadeira borboleta	un	49
Abraçadeira tipo U ½	un	30
Terminal Fêmea	un	12
Joelho interno duplo	un	11
T interno ½	un	1
Adaptador interno ½	un	2
Joelho interno ½	un	5
Adap. Flange	un	5
Mangueira cristal	m	4
Parafuso Phillips	un	60

Continua...

... Conclusão

Materiais	Unidade	Quantidade
Joelho com rosca 90°	un	1
Bicos de torneira metal	un	3
Mangueira corrugada	m	6
Spray preto	un	2
Silicone selamais	un	1
Cantoneira mão francesa	un	4

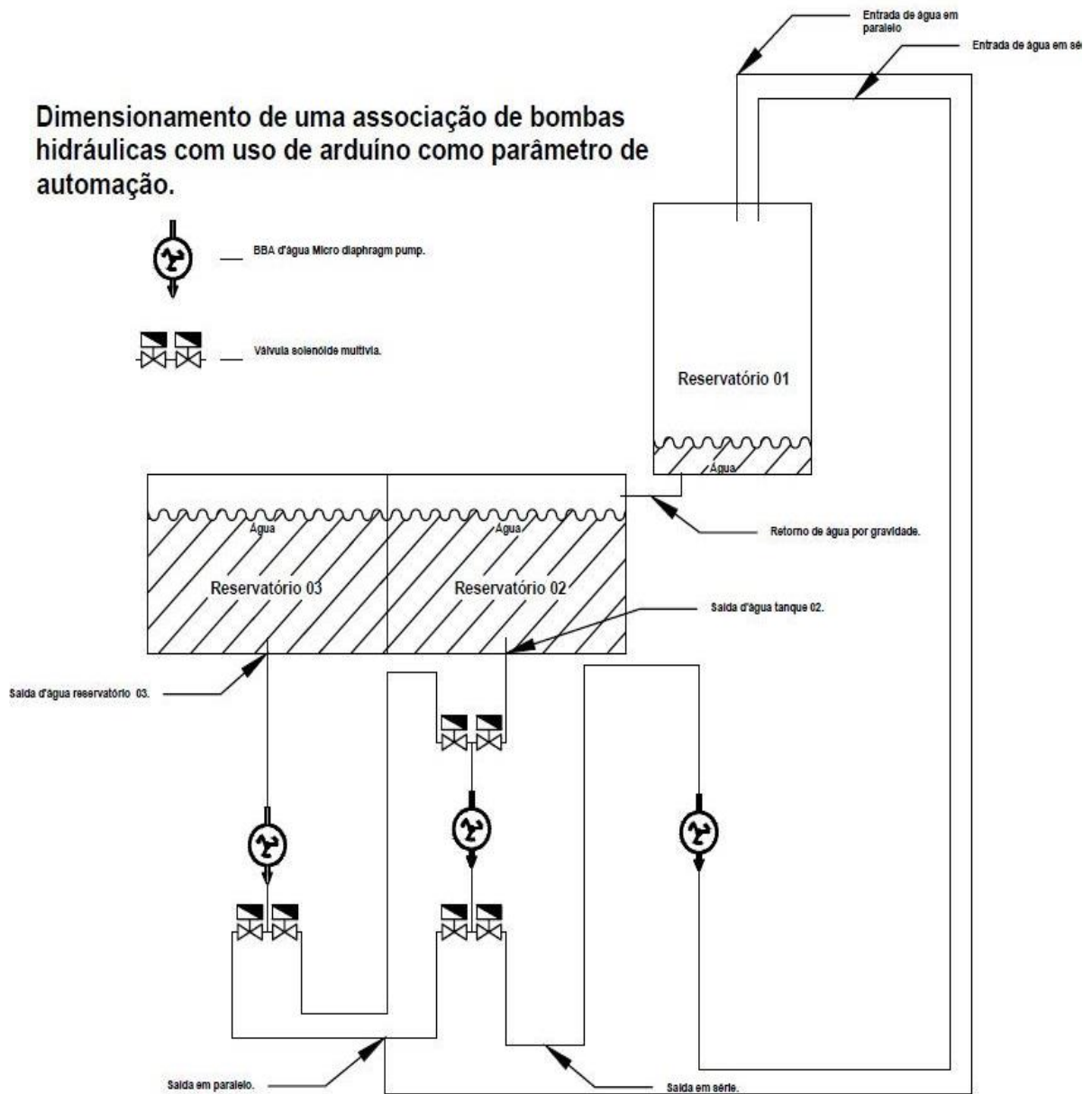
Fonte: Autoria própria.

Quadro 2: Materiais referentes à unidade elétrica

Materiais	Unidade	Quantidade
Bomba de diafragma	un	3
Relé 4 canais	un	2
Válvula solenóide	un	4
Placa de <i>Arduíno Uno</i>	un	2
Fonte de 127V para 12V	un	1
Terminal ilhós	un	15
Cabo PP 2x1	m	9
Válvula dupla enxuta	un	2

Fonte: Autoria própria.

A Figura 7 apresenta o desenho esquemático do projeto do sistema de associação de bombas hidráulicas elaborado por meio de uma versão do Autodesk. O esquema destaca as posições das bombas hidráulicas, das válvulas solenóides, dos reservatórios e das tubulações.

Figura 7: Desenho esquemático do sistema de associação de bombas

Fonte: Autoria própria.

A montagem da unidade estrutural consistiu em três reservatórios de capacidade máxima de 16 litros cada, com abertura no topo e flange para saída de água na base. Esses tanques alimentam os sistemas formados por mangueira cristal e conectados por conexões em T e joelhos de 90°. Nesse sistema, há três bombas de diafragma de 12 V instaladas, as quais aspiram a água alimentada pelo reservatório, bombeando-a de volta para o mesmo. Foram instalados três solenóides em posições estratégicas para que, dependendo da combinação de abertura ou fechamento delas, fosse possível operar cada uma das bombas isoladamente ou associadas em série, em paralelo ou caráter misto.

O controle de todo o sistema foi feito por meio de dois relés de quatro vias, dispositivo cuja função está no controle de abertura e fechamento dos solenóides. Os relés são controlados pelas placas de Arduino com vista às adaptações elaboradas por um software, neste caso um Sketch. O Quadro 3 mostra as conexões entre as placas de Arduino e os módulos de relés, visando o controle do sistema hidráulico.

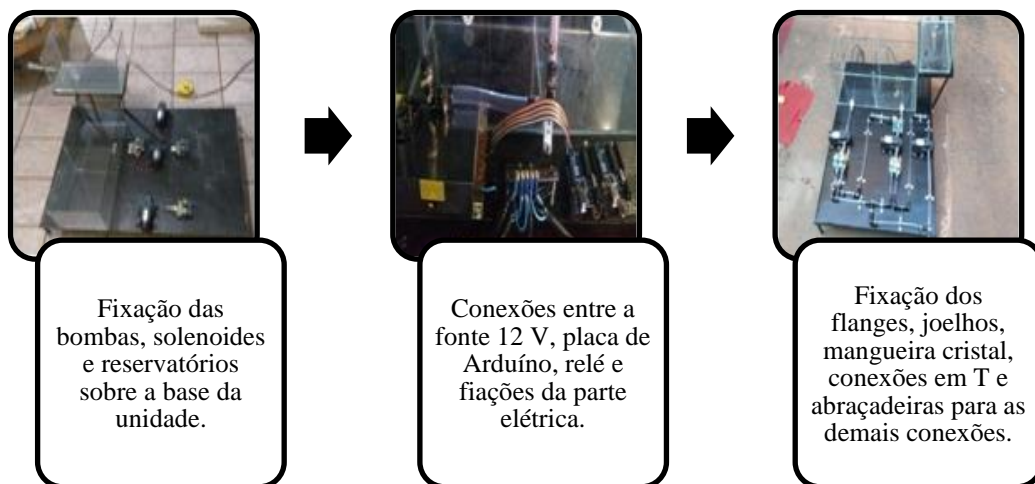
Quadro 3: Conexões digitais entre relés e placas de Arduino

Relé 4 vias	Arduino
Dc +/ Vcc/ 5 V	5V
GND	GND
IN	Portal digital

Fonte: Autoria própria.

As principais etapas de montagem da parte estrutural e elétrica podem ser mais bem visualizadas na Figura 8.

Figura 8: Principais etapas de montagem

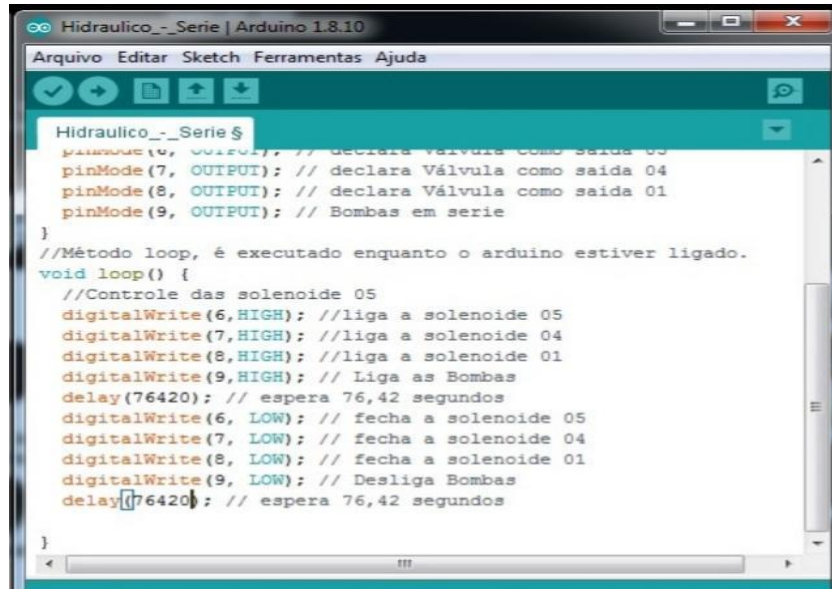


Fonte: Autoria própria.

Em seguida, desenvolveu-se a linguagem de programação para o sistema operar em série e em paralelo. Definiu-se um conjunto de instruções na forma de Sketch, através do próprio Arduino. Essa programação foi realizada utilizando um computador, cabo USB e um ambiente de programação chamado de IDE – Ambiente de Desenvolvimento Integrado (do inglês, *Integrated Development Environment*). Criou-se o texto de programação com as instruções necessárias para controlar as bombas e tempo de abertura e fechamento dos solenóides e, assim, definir o sistema automático. As Figuras 9 e 10 representam o texto de

programação finalizado utilizado no projeto, referindo-se às associações em série e em paralelo respectivamente.

Figura 9: Texto de programação finalizado da associação de bombas em série

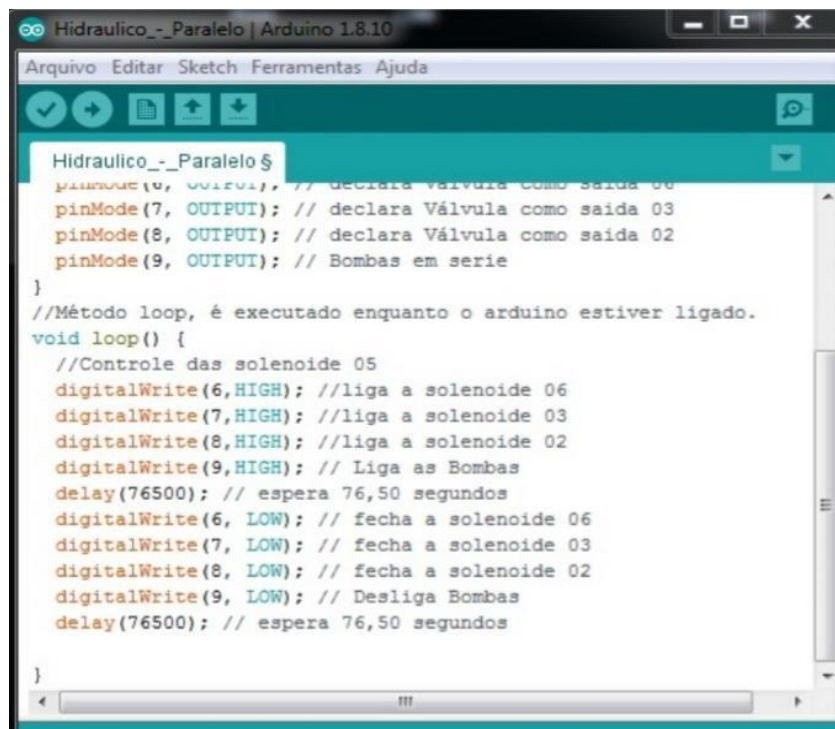


```
Hidraulico_-_Serie | Arduino 1.8.10
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Hidraulico_-_Serie $
pinMode(6, OUTPUT); // declara Válvula como saída 05
pinMode(7, OUTPUT); // declara Válvula como saída 04
pinMode(8, OUTPUT); // declara Válvula como saída 01
pinMode(9, OUTPUT); // Bombas em serie
}
//Método loop, é executado enquanto o arduino estiver ligado.
void loop() {
//Controle das solenoide 05
digitalWrite(6,HIGH); //liga a solenoide 05
digitalWrite(7,HIGH); //liga a solenoide 04
digitalWrite(8,HIGH); //liga a solenoide 01
digitalWrite(9,HIGH); // Liga as Bombas
delay(76420); // espera 76,42 segundos
digitalWrite(6, LOW); // fecha a solenoide 05
digitalWrite(7, LOW); // fecha a solenoide 04
digitalWrite(8, LOW); // fecha a solenoide 01
digitalWrite(9, LOW); // Desliga Bombas
delay(76420); // espera 76,42 segundos
}
}
```

Fonte: Autoria própria.

Figura 10: Texto de programação finalizado da associação em paralelo



```
Hidraulico_-_Paralelo | Arduino 1.8.10
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Hidraulico_-_Paralelo $
pinMode(6, OUTPUT); // declara Válvula como saída 05
pinMode(7, OUTPUT); // declara Válvula como saída 03
pinMode(8, OUTPUT); // declara Válvula como saída 02
pinMode(9, OUTPUT); // Bombas em serie
}
//Método loop, é executado enquanto o arduino estiver ligado.
void loop() {
//Controle das solenoide 05
digitalWrite(6,HIGH); //liga a solenoide 06
digitalWrite(7,HIGH); //liga a solenoide 03
digitalWrite(8,HIGH); //liga a solenoide 02
digitalWrite(9,HIGH); // Liga as Bombas
delay(76500); // espera 76,50 segundos
digitalWrite(6, LOW); // fecha a solenoide 06
digitalWrite(7, LOW); // fecha a solenoide 03
digitalWrite(8, LOW); // fecha a solenoide 02
digitalWrite(9, LOW); // Desliga Bombas
delay(76500); // espera 76,50 segundos
}
}
```

Fonte: Autoria própria.

Com o objetivo de controlar o fluxo do líquido, instalou-se no projeto válvulas solenóides, que trabalham em dois estágios: totalmente aberto ou totalmente fechado. O Quadro 4 representa os estágios das válvulas solenóides durante o funcionamento do sistema quando associadas em paralelo e em série.

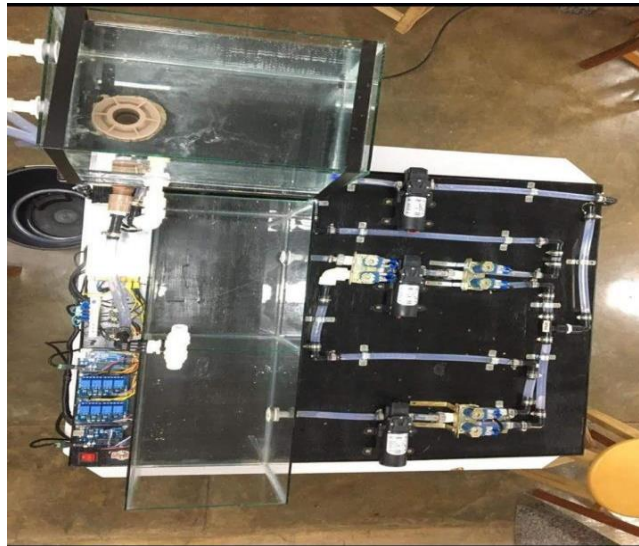
Quadro 4: Estágios das válvulas solenóides dos sistemas em associações

Válvulas solenóides	Associação em paralelo	Associação em série
01	Fechado	Aberto
02	Aberto	Fechado
03	Aberto	Fechado
04	Fechado	Aberto
05	Fechado	Aberto
06	Aberto	Fechado

Fonte: Autoria própria.

A Figura 11 demonstra o projeto de associações de bombas hidráulicas em paralelo e em série finalizadas.

Figura 11: Sistema de associação de bombas concluída



Fonte: Autoria própria.

2.2 Teste do sistema de associação de bombas hidráulicas

Buscando verificar o funcionamento do sistema, foram realizados três testes preliminares. Para isso, elaborou-se um roteiro constituído por duas fases: preparação e execução.

A primeira, a preparação, consistiu em encher os reservatórios inferiores com volumes de 10 L, 12 L, 14 L e 16 L de água, respectivamente, e verificar o volume suficiente para preenchimento de toda a linha de escoamento tanto em série quanto em paralelo. Em seguida, verificou-se a normalidade de funcionamento de todos os equipamentos presentes na unidade, como bombas, solenóides e painel de controle.

Na segunda fase, a execução, ligaram-se as bombas por meio de um painel de controle, analisou-se o comportamento do sistema trabalhando em associação em série e em paralelo e observou-se a ocorrência de ajustes de projeto.

2.3 Métodos analíticos do sistema de associação de bombas hidráulicas

Aplicaram-se métodos algébricos com o propósito de avaliar o desempenho do projeto e de compreender as diferenças de comportamento das bombas associadas em série e em paralelo. Para a obtenção da velocidade, utilizou-se a equação:

$$v = \frac{Q}{A} \quad (1)$$

onde v é a velocidade dada em m/s, Q é a vazão em m³/s e A é a área da tubulação em m².

Para a classificação do regime de escoamento, foi aplicada a Equação 2 desenvolvida pelo físico Osborne Reynolds em 1883:

$$R_e = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (2)$$

Onde R_e é o número de Reynolds e é adimensional, v é a velocidade em m/s, ρ é a massa específica em kg/m³, D é o diâmetro medido em metros, e μ é o coeficiente de viscosidade do fluido em m²/s.

Ao classificar o comportamento do escoamento, escolheu-se o método de Haaland, pois, segundo Çengel e Cimbala (2007), ele permite o cálculo do coeficiente de atrito, uma propriedade intrínseca da perda de carga, cuja fórmula é apresentada na Equação 3:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log \left(\frac{6,9}{Re} + \left(\frac{E}{3,7D} \right)^{1,11} \right) \quad (3)$$

em que f é o coeficiente de atrito e é adimensional, Re é o número de *Reynolds* (adimensional), E é a constante de rugosidade, neste caso da mangueira cristal dada em metros, e D é o diâmetro da tubulação medido em metros.

Para obtenção da perda de carga, foi utilizado o método de Darcy-Weisbach aplicado a qualquer tipo de fluido incompressível e a tubulações de qualquer diâmetro e material. Dessa forma, sua expressão é representada pela Equação 4:

$$h_p = f \frac{Lv^2}{D 2g} \quad (4)$$

onde h_p é a perda de carga em m, f é o coeficiente de atrito (adimensional), L é o comprimento em m, v é a velocidade em m/s, D é o diâmetro da tubulação em m e g é a força gravitacional em m/s^2 .

Para o cálculo da altura manométrica, foi utilizada a equação da energia desenvolvida por Bernoulli:

$$H_{man} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + z_2 - z_1 + h_p \quad (5)$$

em que P é a pressão medida em Pa ($=N/m^2$), v é a velocidade em m/s, γ é o peso específico em N/m^3 , z é a cota/altura em m, g é a força gravitacional dada em m/s^2 , h_p é a perda da carga em m, e H_{man} é a altura manométrica em metros.

Ao final, utilizou-se a Equação 6 para o cálculo do tempo de escoamento do fluido durante todo o percurso, tanto em série quanto em paralelo:

$$t = \frac{V}{Q} \quad (6)$$

onde t é o tempo dado em s, V é o volume em m^3 e o Q é a vazão em m^3/s .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto de associação de bombas hidráulicas busca entender o comportamento do sistema quando associadas em série e em paralelo, sendo controlado por um sistema automático com aplicação de microcontroladores (Arduinos).

Primeiramente, houve dificuldade durante a montagem estrutural da unidade devido a ocorrências de vazamentos de fluido entre as conexões das tubulações. A fim de corrigir o problema, aumentou-se a quantidade de abraçadeiras para a vedação das mangueiras, evitando assim novos vazamentos.

O tempo programado no Arduino para o funcionamento do projeto foi de aproximadamente 76 s para operar em associação em paralelo e 152 s para associação em série. Como ambos trabalham com o mesmo volume e a vazão do sistema associado em paralelo é o dobro comparado com o sistema em série, o tempo, portanto, do sistema em série será o dobro em relação ao do sistema em paralelo. Após a realização dos testes, calculou-se qual o volume ideal para um bom funcionamento nos reservatórios inferiores, obtendo um volume de 14 litros de água, quantidade essa para preencher toda a linha de escoamento (tubulação) de forma que todos os dispositivos funcionem no tempo programado. O Quadro 5 apresenta os resultados dos testes dos volumes.

Quadro 5: Resultados dos testes

Associação	Volume 10 L	Volume 12 L	Volume 14 L	Volume 16 L
Tempo em série	109,09 s	130,92 s	152,73 s	174,55 s
Tempo em paralelo	54,64 s	65,57 s	76,5 s	87,43 s

Fonte: Autoria própria.

Visando obter resultados por meio dos métodos analíticos, utilizaram-se as informações da bomba de diafragma, em que se indica uma tensão de 12 V, uma potência de 80 W, pressão de trabalho de 130 psi, uma vazão máxima é de 5,5 L/min, ou seja, 330 litros por hora, apresentam uma sucção máxima de 2m e uma elevação máxima de 40 m (MERCADO LIVRE, 2020).

A fim de avaliar o desempenho do projeto, compararam-se os resultados dos cálculos e do sistema automático com as literaturas cujo desenvolvimento é semelhante ao projeto de associações de bombas com parâmetros de automação.

De acordo com Caixeta (1991), em seus estudos sobre perdas de cargas em tubos e conexões de PVC utilizados em sistemas portáteis de irrigação presentes em um sistema de bombeamento hidráulico, a vazão de uma bomba é de $1,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. A bomba utilizada no projeto possui uma vazão de $9,166 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

Inicialmente, os cálculos foram desenvolvidos buscando-se entender, por meio dos métodos algébricos, o comportamento de uma única bomba. Com o valor do diâmetro da tubulação de meia polegada, calculou-se a área da tubulação e, com o valor da vazão de $9,166 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$, obteve-se uma velocidade de 0,81m/s. De acordo com Caixeta (1991), uma tubulação de PVC com vazão $1,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ promoveu uma velocidade de 0,93m/s.

Com o valor da massa específica e do coeficiente de viscosidade da água, obteve-se o número de *Reynolds* igual a 9690,9, confirmando um regime de escoamento turbulento. De acordo com Cremasco (2014) e com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, o regime de escoamento da água pode ser classificado como turbulento quando seu valor é superior a 4000. Segundo Caixeta (1991), em seu estudo, o número de *Reynolds* obtido considerando uma velocidade de 0,93 m/s foi de 42690, o regime de escoamento é classificado como turbulento.

Com os valores do número de *Reynolds*, diâmetro da tubulação e da constante de rugosidade da mangueira cristal, utilizou-se o método de Haaland e se obteve o valor do coeficiente de atrito de 0,0338. Segundo Caixeta (1991), o coeficiente de atrito de uma tubulação de PVC com uma vazão de $1,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ e com uma velocidade de 0,93 m/s foi de 0,0220.

Observa-se que o efeito do atrito gera perda, seja ela localizada ou distribuída. Com isso, neste projeto identificou-se em uma perda de carga igual a 0,377 m. Conforme Caixeta (1991), por meio da equação Darcy-Weisbach, a perda de carga foi de 0,3234 m.

Depois de obtidas todas as variáveis necessárias, como velocidade, número de *Reynolds*, coeficiente de atrito e perdas de carga, encontrou-se a altura manométrica referente a uma única bomba de 0,72m.

Após compreender o comportamento de uma bomba por meio dos métodos algébricos, calculou-se a vazão, a velocidade, a altura manométrica e o tempo de escoamento nas associações, considerando-se três bombas trabalhando em série e duas bombas trabalhando em paralelo. O Quadro 6 demonstra os cálculos dos sistemas em associações.

Quadro 6: Resultados dos cálculos das associações de bombas

Associação	Vazão (m ³ /s)	Velocidade (m/s)	Altura manométrica (m)	Tempo (s)
Série: 3 bombas	$9,166 \times 10^{-5}$	$\frac{9,166 \times 10^{-5}}{\frac{\pi \times 0,012^2}{4}} = 0,81$	$3 \times 0,72 = 2,16$	$\frac{14 \times 10^{-3}}{9,166 \times 10^{-5}} = 152,7$
Paralelo: 2 bombas	$2 \times 9,166 \times 10^{-5} = 1,83 \times 10^{-4}$	$\frac{1,83 \times 10^{-4}}{\frac{\pi \times 0,012^2}{4}} = 1,62$	0,72	$\frac{14 \times 10^{-3}}{1,83 \times 10^{-4}} = 76,5$

Fonte: Autoria própria.

Ao analisar os valores da associação em série de três bombas iguais e com instalações similares, observa-se que trabalham com a mesma vazão, enquanto a altura manométrica é definida pela contribuição de cada bomba (CARNEIRO; CRUZ, 2018). Dessa forma, a associação em série possui altura manométrica superior em relação à associação em paralelo, porém leva mais tempo para escoar um volume de 14 litros de água do reservatório.

No caso da associação em paralelo de duas bombas iguais e com instalações similares, segundo Carneiro e Cruz (2018), essa associação requer um aumento da vazão, porém as bombas trabalham com a mesma altura manométrica, sendo que, no caso de falha em uma das bombas, haverá apenas uma diminuição da vazão. Com isso, a associação em paralelo possui vazão superior em relação às associações em série, ademais, demonstrou ser mais rápida em escoar um volume de 14 litros de água do reservatório.

Segundo Queiroz e Souza (2018), é de extrema importância desenvolver ou adaptar novos meios em projetos experimentais. Dessa forma, como o Arduino é um dispositivo que permite o funcionamento de forma independente, a sua aplicação no projeto gera um ação automática, promovendo uma otimização do sistema hidráulico.

De acordo com Queiroz e Souza (2018), adeptos dos conceitos de Frizzarin (2016), a principal restrição do uso do Arduino é que se trata de uma plataforma já modelada e, por isso, encontra-se dificuldade caso se queira mudar de tipo de arquitetura. Porém, durante o desenvolvimento do projeto, o Arduino proporcionou um conjunto de ferramentas e sensores que facilita a interação com outros dispositivos, como por exemplo, com as bombas hidráulicas e solenóides.

De acordo com Frizzarin (2016), o sistema automático é útil na substituição de um sistema manual, pois promove precisão, agilidade e lucro. O Arduino, portanto, demonstrou ser útil na automatização do processo de associação de bombas hidráulicas.

4. CONCLUSÃO

Nota-se que o projeto permitiu compreender o comportamento do sistema de bombas hidráulicas em associação tanto em série quanto em paralelo. Conseguiu-se avaliar o desempenho do projeto por meio dos métodos algébricos, obtendo-se resultados coerentes com a literatura.

Ao realizar os cálculos referentes a uma bomba utilizando-se métodos como os de Osborne Reynolds, Haaland e de Darcy-Weisbach, foi possível classificar o regime de escoamento do projeto como turbulento e obtiveram-se valores de variáveis tais como o do coeficiente de atrito de 0,0338 e de uma perda de carga de 0,377 m, o que permitiu os cálculos para associação.

Com isso, conseguiu-se comprovar que a associação de três bombas em série promove uma altura manométrica de 2,16 m, sendo esta superior à da associação em paralelo, com uma altura de 0,72 m. Porém, a associação de duas bombas em paralelo proporciona uma vazão de $1,83 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, sendo esta superior em relação à associação em série, com uma vazão de $9,166 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

O trabalho conseguiu validar o sistema automático como um método de controle ideal tendo como referência o sistema manual, mesmo com restrições; comprovou que o sistema automático com o uso de Arduinos é eficaz devido a sua facilidade de interação com outros dispositivos.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Alex, N. **Bombas – Classificação e descrição**, 2010. Disponível em: https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5817712/LOQ4015/capitulo3_bombasclassificacaoedescricao.pdf. Acesso em: 16 jul. 2020.

CAIXETA, Anicésio Vieira. **Perdas de cargas em tubos e conexões de PVC utilizados em sistemas portáteis de irrigação por aspersão**. 1991. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP, 1991. Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-20181127-155322/publico/CaixetaAnicesioVieira.pdf>. Acesso em: 17 jul 2020.

CARNEIRO, Vinicius; CRUZ, Vaguinelson. **Associação de bombas em série e paralelo**. Macapá - AP, 2018.

CREMASCO, Marco Aurélio. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. **Mecânica dos Fluidos – Fundamentos e Aplicações**. 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill Companies, 2007.

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A (*et al.*). **Bombas**: Guia Básico. Brasília: Instituto Euvaldo Lodi - IEL/Núcleo Central-NC, 2009. p. 15-158.

FELIPEFLOP, **Componentes Eletrônicos**, 2018. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/>. Acesso em: 13 jul. 2020.

FOX, R.W.; PRITCHARD, P.J.; MCDONALD. A. T. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2006.

FRIZZARIN, Fernando Bryan. **Arduino**: Guia para colocar suas ideias em prática. São Paulo: CASA DO CÓDIGO, 2016.

GIMENEZ, Salvador P. **Microcontroladores 8051**. Editora PEARSON. São Paulo: PEARSON, 2005.

GOMES, M.; ANDRADE, M.; FERRAZ, F. **Apostila Hidráulica**. Santo Amaro – BA: Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia, 2008. p. 11-28

MERCADO LIVRE, **Bombas de diafragma**, 2020. Disponível em: <https://lista.mercadolivre.com.br/>. Acesso em: 11 jul. 2020.

NETTO, José. **Pequenas histórias das bombas hidráulicas**. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_154_n_66.pdf. Acesso em: 13 jul. 2020.

PINTO, M. Bombas centrífugas - MATERIAL SOBRE CENTRIFUGAS DO CEFET-BA. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/bombas-centrifugas-14/4732909/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

QUEIROZ, Wagner Rodrigues de Oliveira; SOUSA, Wanderson Quaresma. **A importância da Plataforma Arduino no meio acadêmico**. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, ano 3, ed. 8, vol. 12, p. 123-133, agosto de 2018.

SLIDEPLAYER, Blog. **Área de concentração**: contextualização e relação com linhas de pesquisas, 2019. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/1848270/>. Acesso em: 16 jul. 2020.

SOUZA, Pedro H. **Apresentação dos cálculos para seleção de bombas de bombas para sistema de reaproveitamento de água de poços artesianos**. 2014. Disponível em:

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012492.pdf>. Acessado em: 16 jul. 2020.

TERRON, Luiz Roberto. **Operações unitárias para químicos, farmacêuticos e engenheiros**: fundamentos e operações unitárias do escoamento do fluido. Rio de Janeiro: LTC, 2012.



Desafios no gerenciamento de resíduos em construção de pequeno porte

Lilyanne Rocha Garcez¹

Hosana Emília Sarmiento Costa Leite²

Juliana da Silva Araújo³

Brenda de Souza Monteiro França⁴

RESUMO

A indústria da construção civil é reconhecida como segmento de relevância para o desenvolvimento econômico e social, também considerada como setor que demanda uma expressiva quantidade de recursos naturais e gera um elevado volume de resíduos durante o processo construtivo. O gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil é um desafio atual e a implantação de medidas que visem a redução ou a reciclagem desses resíduos pode contribuir para melhorias durante o processo construtivo. Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar algumas práticas sustentáveis que podem ser adotadas por pequenos empreendimentos da construção civil, elencando possíveis soluções para os resíduos mais volumosos gerados em um canteiro de obras. Para apresentar as informações técnicas pertinentes foram analisadas três construtoras localizadas na mesorregião da Borborema, estado da Paraíba, que atuam com empreendimentos de pequeno porte na construção de casas populares. Com base na experiência observada, vale destacar que, para o desenvolvimento de ações sustentáveis, há a necessidade de se elaborar estratégias desde a fase de projeto e implementar uma cultura organizacional e educativa que envolva a execução de tais estratégias.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Construção Civil. Pequenos Construtores. Canteiro de Obras.

¹Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG e Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Materiais na Universidade Estadual Paulista – UNESP. É professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, AM, Brasil. E-mail: lilyannegarcez@gmail.com.

²Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Mestra em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG e Doutoranda em Engenharia Civil na Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. É professora do Instituto Federal de Pernambuco – IFPE, PE, Brasil. E-mail: hosanaemilia@hotmail.com.

³Graduada em Engenharia Civil pelo Instituto Federal da Paraíba – IFPB, PB, Brasil.

⁴Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM, AM, Brasil. E-mail: bsmfranca@hotmail.com.

Challenges in waste management in small construction

ABSTRACT

The civil construction industry is recognized as a segment of relevance to the economic and social development of society, also considered a sector that demands an expressive amount of natural resources that generate a high volume of waste during the construction process. The management of Construction Waste is a current challenge and the implementation of measures aimed at reducing or recycling this waste can contribute to improvements during the construction process. Thus, this work aims to present some sustainable practices that can be adopted by small construction companies, listing possible solutions for the bulkier waste generated at a construction site. To present the pertinent technical information, three construction companies located in the mesoregion of Borborema, State of Paraíba, were analyzed, who work with a small enterprise in the construction of popular houses. Based on the observed experience, it is worth mentioning that for the development of sustainable actions there is a need to develop strategies from the design stage and to implement an organizational and educational culture that involves the execution of such strategies.

Keywords: *Solid Waste. Construction. Small Builders. Construction Site.*

Artigo recebido em: 29/04/2020

Aceito em: 27/07/2020

1. INTRODUÇÃO

À medida que cresce a preocupação com o meio ambiente, vislumbra-se a necessidade de minimizar os impactos causados pela construção civil, não apenas os ocasionados pela exploração de matérias-primas, mas os oriundos de resíduos sólidos gerados por processos construtivos. De forma geral, os Resíduos Sólidos da Construção Civil e de Demolição (RCD) são vistos como resíduos de baixa periculosidade, porém o impacto no meio ambiente torna-se grande devido ao volume gerado durante a construção.

Alguns estudos evidenciam que a adoção de padrões de produção, consumos sustentáveis e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos podem reduzir significativamente os impactos causados (JACOBI, BESEN, 2011).

No Brasil, as políticas públicas voltadas ao gerenciamento de RCD buscam impulsionar as empresas geradoras de resíduos a tomarem uma nova postura gerencial e implementar medidas que visem a redução da quantidade de resíduos produzidos. Estas medidas, via de regra, ainda são consideradas como não usuais ou são até mesmo desconhecidas no setor da construção.

Para Fernandes (2017) aos poucos a situação começa a mudar nas municipalidades brasileiras, com prefeituras buscando desenvolver e implantar planos de gerenciamento de RCD em conformidade com as diretrizes da legislação e as normas vigentes. Entretanto, ainda são inúmeros os problemas decorrentes da falta de conhecimento e de um efetivo planejamento pelos responsáveis e executores de empreendimentos para uma eficaz gestão dos RCD.

Reitera-se também que a disposição irregular desses resíduos pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública, pois, além dos resíduos volumosos, há presença de material orgânico, produtos químicos, tóxicos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e outros vetores de doenças, representando um grave problema de saúde e, muitas vezes, sobrecarregando os sistemas de limpeza pública (KLEIN, GONÇALVES DIAS, 2017).

Com base nesse contexto, torna-se necessária a criação de medidas para que os impactos ambientais provenientes da construção civil sejam minimizados, haja vista a quantidade de resíduos gerados. Salienta-se que alguns aspectos são de extrema relevância, como a classificação e a caracterização dos resíduos, para que se empregue técnicas aplicadas ao desenvolvimento sustentável durante os processos construtivos.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo apresentar algumas práticas sustentáveis que podem ser adotadas por pequenos empreendimentos da construção civil, elencando possíveis soluções para os resíduos gerados no canteiro de obras.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa consiste em um estudo exploratório que possibilitará a apresentação de alternativas para o reaproveitamento de resíduos gerados na construção civil, por meio de levantamento bibliográfico, e viabilizado a partir da realização de um levantamento de campo com profissionais da área e das atuações quanto ao gerenciamento dos resíduos em canteiros de obras.

A avaliação realizada teve como área de referência a construção de residências populares em alvenaria convencional e concreto armado, sendo visitados três canteiros de obras de construtoras de pequeno porte localizadas na mesorregião Borborema, microrregião Cariri, do estado da Paraíba. Para efetivação do estudo, analisou-se, junto aos engenheiros responsáveis, os impactos ambientais do empreendimento, as práticas de compatibilização e racionalização de projeto, a redução dos resíduos gerados, a prática de coleta seletiva e as políticas de reciclagem e de reutilização dos empreendimentos.

As visitas *in loco* e as conversas com os construtores tiveram por finalidade mapear as práticas gerenciais e administrativas, bem como as estratégias de produção que visam a redução do volume e a destinação de resíduos gerados, desde a concepção do projeto, passando pelas fases de construção, reforma, reparo e manutenção.

O estudo também envolveu pesquisa em artigos científicos que contribuíram com modelos de organização e possíveis soluções de reaproveitamento e reciclagem dos resíduos gerados durante a construção de residências populares.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Concepção e execução nas construções de pequeno porte

Para um melhor desenvolvimento das alternativas quanto às práticas sustentáveis na construção, serão inicialmente apresentados os resultados obtidos por meio de visitas realizadas às três construtoras que atuam em empreendimentos de pequeno porte na

construção de casas populares. O Quadro 1 descreve os resíduos gerados durante as principais etapas da obra, considerando o processo construtivo em alvenaria convencional e concreto armado nos três empreendimentos analisados.

Quadro 1: Possíveis resíduos gerados com base no cronograma da obra

ETAPAS DA OBRA	POSSÍVEIS RESÍDUOS GERADOS
Instalação de canteiro e serviços preliminares	Solos com vegetação, peças de madeira e plásticos oriundos da instalação do canteiro de obras
Atividades administrativas	Papel e resíduo orgânico
Escavação e terraplenagem	Solo
Fundações e infraestrutura	Madeira das formas, aço e materiais cimentícios
Superestrutura (pilares e vigas)	Areia, materiais cimentícios e derivados
Escoramentos	Madeira
Alvenarias e revestimentos	Materiais cerâmicos e materiais contaminantes
Impermeabilizações	Materiais contaminantes
Instalações elétricas e hidráulicas	Plásticos e metais
Coberturas	Materiais cerâmicos e madeira da estrutura
Esquadrias, serralheria e vidraçaria	Madeira, metais e vidros
Paisagismo e recreação	Solo e gramas
Mobiliário	Madeira e plásticos das embalagens
Limpeza da obra e desmobilização do canteiro	A depender da organização e coleta seletiva durante a obra

Fonte: Autoria própria.

As construtoras visitadas apresentaram limitações quanto a práticas de compatibilização e racionalização de projeto, pois, comumente, não se efetua um estudo prévio de impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos apresentados no Quadro 1, bem como não se possui um planejamento para a destinação adequada desses resíduos gerados durante a construção.

No que se refere ao cumprimento do licenciamento ambiental exigido pela legislação e pelo código de obras municipais, há uma realidade singular em casos de irregularidades, segundo a qual a adequação e a multa não são cobradas dos construtores devido à falta de fiscalização, cuja responsabilidade é dos órgãos públicos locais.

Ainda foi possível observar que os projetos existentes nas obras se limitam ao esboço da planta baixa da edificação, que é deixado no canteiro de obras e destinado aos trabalhadores, como base para a elaboração dos serviços.

Quanto às soluções ambientais prévias, durante a concepção do projeto, as construtoras afirmaram não elaborar nenhum estudo, porém, enfatizaram que os trabalhadores são orientados a executar seus serviços de forma racional para evitar perdas e desperdícios de materiais. Essa postura é tomada visando a redução dos custos de produção e da quantidade de resíduos a serem enviados à destinação final. Assim, se consegue evitar a ocorrência de perdas incorporadas à edificação ou de retrabalhos que eventualmente podem acontecer.

Além disso, as três construtoras visitadas não efetuam a prática da coleta seletiva com base nos cumprimentos do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que estabelece diretrizes por meio das Resoluções Nº 275 (CONAMA, 2001), Nº 307 (CONAMA, 2002) e Nº 448 (CONAMA, 2012). Esse descumprimento dificulta os mecanismos de reaproveitamento de materiais no canteiro de obras ou de seu envio ao processo de reciclagem.

Na prática, os resíduos gerados são armazenados em contêineres próximos ao canteiro de obra para serem recolhidos pelo serviço de limpeza urbana municipal. Apesar da Resolução Nº 448 (CONAMA, 2012) regulamentar que os Resíduos da Construção Civil não podem ser dispostos junto com os resíduos urbanos, destaca-se que na localidade não existem aterros sanitários, privados ou públicos, destinados a resíduos da Indústria da Construção. Assim, os resíduos gerados nos canteiros de obra são depositados no aterro controlado do município, em comum acordo com a prefeitura local.

Salienta-se que a utilização dos recursos naturais de forma sustentável é possível e viável, principalmente quando há um planejamento prévio e desde que este seja um dos objetivos de todos os envolvidos no processo da construção. Ao se aplicar práticas sustentáveis, tem-se menor pressão do setor sobre os recursos naturais, além de benefícios como a redução de custos de produção e operacionais. Cabe ao empreendedor selecionar as melhores técnicas que estejam ao seu alcance de acordo com sua realidade (ROQUE, PIERRI, 2018).

Para Bamgbade *et al.* (2018), existe uma relação significativa entre o potencial econômico da construtora/empreendimento e o meio ambiente, em que os melhores resultados de práticas sustentáveis estão nos processos construtivos que envolvem cultura

organizacional, design flexível, qualidade e diversidade do produto, aspectos que são comumente observados em empresas de grande porte.

3.2 Materiais reutilizáveis e recicláveis na construção civil

A construção civil produz resíduos durante o processo de construção ou de demolição que podem ser reaproveitados na própria obra, reutilizados em outros empreendimentos ou enviados à reciclagem. O Quadro 2 relaciona os tipos de materiais, comumente encontrados nas obras de pequeno porte, tendo como base a classificação da Resolução N° 307 (CONAMA, 2002), reiterando que resíduos das classes C e D não são reaproveitados.

Quadro 2: Relação dos materiais recicláveis quanto à origem

MATERIAIS		ORIGEM
CLASSE A	Cerâmicas	Demolições e restos de obra
	Argamassa	
	Concreto	
	Solos	Escavações e serviços de terraplenagem
CLASSE B	Plástico	Embalagens de materiais, forros, PVC de instalações
	Papel / Papelão	Embalagens de materiais e documentos
	Metais	Perfis metálicos, tubos de ferro, aço, esquadrias de alumínio, grades de ferro e fios de cobre
	Vidros	Esquadrias
	Madeiras	Esquadrias, formas, forros e parte de estruturas
	Isopor	Isolamento térmico
	Gesso	Forros
CLASSE C	Massa Corrida	Acabamentos e regularizações de alvenaria
	Impermeabilizante	Impermeabilização na área dos banheiros e cozinha
	Lixas	Acabamentos e regularizações de alvenaria
CLASSE D	Tintas	Pintura
	Solventes	
	Óleos	

Fonte: Autoria própria.

Segundo Ferreira *et al.* (2019), as propriedades e características químicas e físicas dos resíduos devem ser determinadas de maneira específica, por meio de ensaios apropriados, sendo extremamente importante a realização de estudos a fim de se melhorar a qualidade

dos agregados reciclados e, ainda, promover a busca por novas tecnologias que visem sua adequação na produção de novos materiais. A partir dessas ações, é possível uma destinação adequada, com as devidas aplicações dos resíduos e um melhor aproveitamento das suas características.

Alguns parâmetros essenciais para a caracterização de materiais da Classe A são: composição gravimétrica, composição química e física, absorção de água, densidade do material aplicado em compósitos e as fases minerais presentes, pois as matérias-primas são variáveis de acordo com a jazida e sofrem influência do processo produtivo, dependendo de metodologias e técnicas utilizadas na fabricação de um determinado produto (SILVA, FUCALE, FERREIRA, 2019; LIMA, CABRAL, 2013).

Segundo Brasileiro e Matos (2015), as diferentes características afetam diretamente a qualidade do resíduo, sendo necessário realizar uma caracterização completa e analisar a composição do resíduo, para que se escolha adequadamente a qual processo de reaproveitamento o material será submetido. Além da caracterização, faz-se necessário um levantamento quanto à classificação e à quantificação de cada tipo de resíduo, pois a partir dos dados levantados é que serão encaminhados com mais precisão, seja para reciclagem, reutilização ou aterro.

O Quadro 3 apresenta a utilização de agregados reciclados que poderão ser aplicados a partir do material obtido com a triagem dos resíduos dos canteiros de obras.

Quadro 3: Utilização de Agregados Reciclados

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS*	UTILIZAÇÃO
Areia Reciclada	Material com dimensão máxima inferior a 4,8mm.	Argamassa de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Bica Corrida	Material com dimensão máxima de 63mm.	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleitos de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acertos topográficos de terrenos.
Brita Reciclada	Material com dimensão máxima inferior a 39mm.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Pedrisco Reciclado	Material com dimensão máxima de 6,3mm.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgotos, dentre outros.
Rachão	Material com dimensão máxima inferior a 150mm.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagens.

* Isentos de impurezas e proveniente da reciclagem de concreto e blocos cerâmicos.

Fonte: ABRECON (2016).

A substituição de agregados convencionais por agregados reciclados deve ser feita com o devido cuidado e atenção no que se refere à qualidade dos resíduos que são a base para o material reciclado. Assim, salienta-se como imprescindível a realização de ensaios e estudos com o intuito de verificar a resistência mecânica, tanto do concreto como da argamassa (BASTOS, DA CRUZ, WOELFFEL, 2016).

Santana *et al.* (2011) destaca que o uso do agregado reciclado pode trazer benefícios à construção e, por ser um resíduo composto de materiais heterogêneos, alguns estudos e experimentos vêm sendo realizados com ênfase na aplicação desses resíduos em pavimentação ou como agregado em concreto para uso não estrutural.

O Sindicato da Indústria da Construção Civil aponta que a reciclagem de RCD tem um potencial econômico de negociação, em que o resíduo deixa de ser inutilizado e retorna ao mercado como agregado reciclado, possibilitando a geração de receita tanto no recebimento do resíduo quanto na venda dos agregados reciclados (SINDUSCON, 2015).

Apesar desse potencial de comércio, verificou-se que na região não há alternativas que facilitem a reutilização dos agregados, tendo em vista não existir na localidade nenhuma usina que execute o processo de trituração do RCD. Destaca-se como um fator limitante o escasso número de empresas que realizam a reciclagem nas proximidades das obras, além da insuficiência de pesquisas que analisem o potencial do material descartado.

Com esse cenário, vale destacar também que o Nordeste foi a região com menor índice de cobertura de coleta de resíduos urbanos no Brasil. Nessa região, foram geradas 53.975 toneladas em 2018, dentre as quais 81,1% foram coletadas e, destas, 6 em cada 10 toneladas foram destinadas a aterros controlados e a lixões, ou seja, mais de 28 mil toneladas por dia foram depositadas inadequadamente (ABRELPE, 2020).

Em comparação com os RCDs, o cenário não é diferente, uma vez que, em municípios de pequeno porte, como na região em estudo, não se verifica uma quantidade expressiva de associações, cooperativas ou empresas recicladoras. Consequentemente, os RCC precisam ser enviados para reciclagem em localidades distantes ou para a capital do estado, acarretando um custo de transporte e de logística que acaba refletido no valor da obra, porém, em se tratando da construção de casas populares, essa inserção se torna inviável.

Oliveira *et al.* (2012) afirma que alguns resíduos têm maiores possibilidades de serem reciclados, pois, além de tijolos e concreto submetidos à trituração e transformados em agregados para novas alvenarias, existe a possibilidade de aproveitamento da madeira, que

pode ser novamente utilizada na construção, muitas vezes como calços ou painéis prensados. Além disso, materiais como o metal, o vidro e o plástico são passíveis de serem enviados a processos de reciclagem, o que ocorre comumente nas regiões onde existem empresas recicladoras.

Também tem sido pesquisada a combinação de RCD com materiais sintéticos alternativos, tais como borracha de pneus usados e polímeros de garrafas, que podem ser utilizados na substituição de materiais granulares naturais em sistemas drenantes. A presença de um geotêxtil envolvendo o material drenante alternativo pode servir como um elemento de filtro para o sistema (LIMA *et al.*, 2019).

Pesquisadores e engenheiros apontam alguns elementos-chave para o sucesso do reuso e da reciclagem desses resíduos: a conscientização, a verificação de regulamentos e sistemas, as tecnologias de construção e a pesquisa e o desenvolvimento de gerenciamento (BLAISI, 2019).

De uma maneira geral, qualquer empreendimento da construção civil deve promover uma atitude positiva que abrace a sustentabilidade e as melhores práticas na aplicação de RCD em novos produtos ou processos. Por outro lado, consideram-se, entre os principais fatores que afetam o comportamento dos geradores de resíduos, as oportunidades existentes de reciclagem e a educação e o treinamento de funcionários.

A Resolução Nº 307 (CONAMA, 2002) foi estabelecida considerando a representatividade dos RCDs, bem como a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes de reutilização, reciclagem e beneficiamento desses resíduos. Pelo exposto, é relevante salientar que há dificuldades de reuso ou de reciclagem dos materiais gerados na obra pela falta de oportunidades facilitadoras desse processo, no qual a viabilidade técnica e econômica nem sempre é possível.

3.3 Algumas alternativas para aproveitamento de RCD

Papel / Papelão

Milhões de toneladas de papel são produzidos e usados em todo o mundo, principalmente em escritórios. A extração de celulose e o processo de produção de uma única folha de papel A4 a partir de matéria-prima celulósica é responsável por liberações de carbono no meio ambiente, chegando a 4,74 g de CO₂ /folha (JOSHI *et al.*, 2016).

Na construção civil, os papéis são utilizados em sua grande maioria nos escritórios, como documentos, contratos e plantas, além das embalagens de produtos, como caixas de revestimentos e outros materiais. No canteiro de obras, os papéis e papelões devem ser armazenados de forma temporária de maneira adequada, em local seco e livre de umidade, e destinados a empresas ou organizações de catadores que reciclem esse material, com exceção daqueles que estejam contaminados.

Algumas empresas não reciclam as embalagens de cimento devido à grande presença das partículas de cimento que são contaminantes para o processo de reciclagem. Porém, as empresas que os utilizam na reciclagem afirmam que possuem boa qualidade como papelão reciclado para o revestimento de pilares circulares de concreto, em que, em sua composição, é acrescida uma película que impede que o concreto reaja com o papelão e não absorva água (RICCHINI, 2015).

Plástico

Para os plásticos recicláveis existe uma classificação a ser identificada no trabalho de triagem, conforme estabelece a norma da NBR 13.230 (ABNT, 2008) – Reciclabilidade e identificação de materiais plásticos. Os materiais poliméricos que não estejam contaminados devem ser separados de acordo com sua especificação, tais como: PET, EPS, PVC, poliestireno, poliamida, polietileno e polipropileno.

Tubos, conexões, juntas, forros de PVC que não podem ser reutilizados na obra podem ser reciclados. A reciclagem surge como a alternativa que mais se adequa no sentido de promover uma destinação correta desses materiais. Além disso, existem diferentes tipos de reciclagem dependendo da característica de cada um (RODRIGUES *et al.*, 2017).

A *American Society for Testing and Materials* estabeleceu quatro tipos de reciclagem: a primária e a secundária são técnicas de reciclagem mecânica, pois incluem a reciclagem de polímeros por meio do aquecimento do material até uma certa temperatura e da alteração de sua forma física. A terciária (química, pirólise) e a quaternária (incineração) empregam critérios um pouco diferentes. Na pirólise, os subprodutos obtidos são de altos valores caloríficos, cujo processo consome alta energia. Na incineração de reciclagem quaternária com recuperação de calor, alguns plásticos como PVC devem ser removidos, pois gases nocivos são emitidos quando queimados no ambiente (SINGH *et al.*, 2016).

Técnicas de aplicação dos polímeros em materiais para construção também surgem como alternativa, pois podem ser utilizados em blocos de concreto reforçado com fibra de

polipropileno exposto a altas temperaturas (TANYILDIZI; ŞAHIN, 2017), na inserção de polímeros superabsorventes em mistura de materiais cimentícios (MECHTCHERINE *et al.*, 2017), na adição de polímeros reforçados com fibra de vidro reciclada em concreto autoadensável (MASTALI *et al.*, 2016) entre outras técnicas.

Metal

É um material composto por metais ferrosos, geralmente resíduos de aço e ferro utilizados nas estruturas da construção que podem ser vendidos para recicladoras e até mesmo para siderúrgicas e indústrias de fundição.

Os metais são completamente reciclados e a reciclagem de uma tonelada de sucata de alumínio economiza cinco toneladas de bauxita, material natural não-renovável. Outro ponto positivo é que cada tonelada de aço reciclado gera uma economia de 1.140 kg de minério de ferro, 154 kg de carvão e 18 kg de cal. Referente ao alumínio, a energia pode ser economizada em cerca de 95% em relação ao processo primário, além de evitar que toda a lama vermelha (resíduo da mineração) seja gerada (RICCHINI, 2016).

Os aços utilizados na construção civil são do tipo aços longos, como vergalhões, perfis, arames, fio-máquina e pregos, e são produzidos em *mini-mills* ou aciarias elétricas (equipamentos em que o metal é fundido). Vinícius (2014) afirma que uma liga de carbono, quando aquecida, pode ser transformada em líquido e por essa fluidez pode ser reciclada de várias maneiras em telhas metálicas, sapatas ou pré-moldados.

Vale salientar que o uso das estruturas metálicas tem se tornado cada vez mais comum na construção, seja pelas usuais esquadrias, seja pelas estruturas formadas por perfis metálicos (VENTURA, 2009). Ressalta-se que, por serem peças e estruturas pré-fabricadas que geralmente são utilizadas em quantidades e tamanhos exatos, as perdas são mínimas (GOMES *et al.*, 2018).

Vidros

Segundo David (2016), o reaproveitamento do vidro pode ocorrer de duas formas: pela reciclagem ou pelo beneficiamento do material. Ele afirma que a indústria faz a reciclagem do seu material com o objetivo de transformar a matéria-prima pós-consumo em um novo produto, mas, quanto ao vidro quebrado, é possível fundi-lo novamente e assim produzir novas chapas ou embalagens. Esse resíduo geralmente é originado de esquadrias que às vezes não são recicladas, como no caso do vidro laminado, devido à inexistência de empresas

de beneficiamento do material, as quais devem possuir usinas de separação do vidro com alumínio e plástico.

Os vidros, quando não misturados com outros materiais, são 100% recicláveis. Eles possuem boa resistência de compressão, tração, flexão e desgaste, pois sua maior composição base é sílica, tornando-se um material com grande viabilidade para constituir concretos e argamassa cimentícia (PAIVA, LIMA, 2019).

Madeiras

As madeiras causam grande volume de resíduos, pois são utilizadas de diversas formas, como esquadrias, escoras, formas, entre outros. Algumas esquadrias podem ser reutilizadas se não estiverem expostas à influência direta da luz solar, de ventos, chuvas e se não tiverem sua deterioração adiantada.

Existe uma vasta possibilidade de reciclagem para a madeira, tais como: a utilização no processo de compostagem (RODRIGUES *et al.*, 2016); a confecção de paletes (PLATINA; OLIVEIRA, 2018); o uso no design de superfície para revestimento (BRITO *et al.*, 2016); a confecção de madeira plástica a partir de resíduos de madeira e poliolefinicos pós-consumo (MONSORES *et al.*, 2019); na fabricação de compósito para isolamento térmico na construção (MOURA *et al.*, 2020); na aplicação como resíduo estruturante no lodo de esgoto oriundo das Estações de Tratamento de Efluentes, usando reatores na escala de laboratório, sendo eficiente para biodegradabilidade do lodo de esgoto antes do processo de compostagem (SANTOS *et al.*, 2019); e na produção de briquetes, produzidos a partir da serragem e outros resíduos oriundos do processo de beneficiamento de madeira, sendo um processo de reconstrução de material particulado por meio da aplicação de temperatura e pressão e na compactação de resíduos, em que a elasticidade natural das fibras é destruída (DONATO & TAKENAKA, *et al.*, 2016). A briquetagem acarreta um material com pequeno volume, alta densidade e com alto poder calorífico (FURTADO *et al.*, 2010).

Gesso

De acordo com Pinheiro (2011), o uso do gesso na construção civil aumentou significativamente nos últimos anos, com um crescimento de cerca de 20% a cada ano, e sua utilização pode ocorrer de diversas formas: molduras, forros, rebaixamento de tetos, componentes de placas de reboco, entre outros. Esse crescimento gerou uma grande

preocupação, pois se descartado de maneira indevida, o gesso pode contaminar o solo e os lençóis freáticos, podendo emitir gás sulfúrico, que é altamente tóxico e inflamável.

A Resolução Nº 431 (CONAMA, 2011) alterou a classificação do gesso, passando-o para classe B, o que minimiza o impacto causado por esse material. A reciclagem do gesso pode ocorrer de duas formas: quando o material é submetido ao processo de moagem, podendo ser usado como fertilizante para o setor da agricultura, em que sua atuação se dá como um corretivo da acidez do solo e melhoramento de suas características (NOGUEIRA *et al.*, 2016); pode também ser utilizado na indústria do cimento como um ingrediente que atua como retardante da cura do cimento (GONÇALVES *et al.*, 2020); ou retornar ao processo construtivo se, após a moagem, for submetido à calcinação, transformando-o em gesso reciclado e apto para retornar ao início da cadeia produtiva (CIPRIANO DA SILVA *et al.*, 2018).

Isopor

O Poliestireno Expandido – EPS ou isopor, como é conhecido, é comumente utilizado na construção de pequeno porte em forros ou painéis (BORGES *et al.*, 2017).

A reciclagem desse material é bastante viável, podendo ocorrer em blocos de concreto, com substituição parcial do agregado graúdo por poliestireno expandido reciclado (GONÇALVES e VASCONCELOS, 2019) para a produção de concreto leve. Este, além de ter uma alta versatilidade, é também vantajoso quanto à densidade aparente, à porosidade e ao módulo de elasticidade (STRECKER, SILVA, PANZERA, 2014).

Solos

Os solos são, em sua maioria, provenientes de cortes do terreno, podendo esse volume variar quanto ao corte e ao aterramento. Para seu uso é necessário, portanto, verificar a adequabilidade do solo, o tipo de solo, suas características e resistências, o uso e a finalidade a serem empregados (CAPOBIANCO *et al.*, 2017). Também, para melhorar suas propriedades de resistência, pode ser utilizado a partir da mistura com outros resíduos cerâmicos da construção (AL-BARED *et al.*, 2018).

Componentes cerâmicos e cimentícios

Na construção civil os componentes cerâmicos são oriundos de telhas, blocos, pastilhas de revestimento e pisos; enquanto os componentes cimentícios provêm das

argamassas, concretos e blocos de alvenaria. Segundo Morand (2016) os componentes cerâmicos e cimentícios devem ser britados e reaproveitados como agregados, podendo ser utilizados como aditivo pozolânico.

De uma forma geral, esses materiais podem ser transformados em resíduo reciclado e serem utilizados em: pavimentação como bases e sub-bases, reforço de leito e subleito, regularização de vias não pavimentadas, como agregados para construção, aterros, acerto topográfico de terrenos, blocos de concreto, argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação, entre outros. Ressalta-se, no entanto, que a substituição dos agregados reciclados não deve ser completa, e sim parcial, a fim de se conservar as resistências necessárias para as distintas e variadas finalidades descritas acima (BRAGAGNOLO; KORF, 2020).

3.4 Desafios no gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em construção de pequeno porte

O processo de reintrodução de um resíduo como parte da construção civil deve ser analisado de maneira minuciosa, avaliando-se toda alternativa de reciclagem para os diversos materiais com o intuito de escolher a melhor opção. Variáveis como o tipo de resíduo, a tecnologia empregada e a utilização proposta para o material reciclado podem tornar o processo de reciclagem ainda mais impactante do que o próprio resíduo.

Para que haja o desenvolvimento de algumas ações e práticas sustentáveis, é necessário avaliar todo o ciclo de vida do empreendimento, desde sua concepção, o projeto, as etapas do processo construtivo, até a manutenção e a demolição, analisando os aspectos econômico, social e ambiental.

Destaca-se, nesse contexto, a relevância do estudo para redução dos impactos negativos e o cumprimento de estratégias tecnológicas e gerenciais para implantação de canteiros de obras mais sustentáveis. Uma construção sustentável não prioriza a solução perfeita, mas um equilíbrio entre a viabilidade econômica, as limitações do empreendimento e o contexto social.

Apesar dos inúmeros benefícios que o reaproveitamento de maneira geral pode trazer, tanto aos empreendedores como ao meio ambiente, há algumas dificuldades para que tais benefícios façam parte dos projetos de novas edificações, seja por falta de conhecimento sobre o tema ou pela simples falta de interesse. Ainda existe uma parcela grande de pequenos

construtores que gerenciam os resíduos como produtos de total descarte e não consideram que a reutilização e a reciclagem podem acrescentar ganhos nas obras e afetar de maneira positiva o meio ambiente.

Os subprodutos da reciclagem, como os agregados reciclados, podem ser utilizados em várias áreas. No entanto, não se deve analisar apenas o aspecto financeiro e os benefícios ambientais, mas também verificar os aspectos relativos à segurança, avaliando a resistência dos materiais, a fim de que estes venham atender às solicitações e aos esforços a que serão submetidos. Nesse sentido, torna-se relevante verificar a eficiência técnica do produto fabricado, comparando o convencional ao material reciclado.

Pham e Kim (2019) revelaram que práticas ambientais, econômicas e sociais têm influências positivas no desenvolvimento da sustentabilidade e que as competências de liderança fortalecem a relação práticas ambientais *versus* sustentabilidade. No entanto, a indústria da construção precisa de mais esforços para melhorar os aspectos relativos à sustentabilidade e à atração dos grupos de profissionais. Para isso, as práticas sustentáveis precisam ser mais relevantes e necessárias tanto para as empresas, quanto para os profissionais, bem como os incentivos econômicos e a força de trabalho que resultem na implementação de iniciativas sustentáveis, desenvolvimento econômico sustentável e uso eficiente de recursos.

Enfatiza-se que, comumente, as obras de pequeno porte são executadas sem planejamento ambiental prévio e não manejam adequadamente os resíduos gerados no canteiro durante a fase de execução da obra. Consequentemente, não se adotam medidas que visem a redução dos resíduos até a entrega da edificação ao cliente.

Cortês *et al.* (2012) destaca algumas práticas que representam o compromisso com a sustentabilidade no canteiro de obra: elaborar eventos envolvendo temas sobre a responsabilidade ambiental; criar manual de licenciamento ambiental e identificação de riscos de responsabilidades; adaptar gradativamente as instalações da empresa, bem como canteiros de obras e projetos, aos conceitos atuais de preservação ambiental; incentivar e dar suporte aos funcionários que desejem se organizar em grupos para atuação voluntária em instituições e obras sociais e ambientais; desenvolver projetos educativos e profissionalizantes para as comunidades próximas aos empreendimentos; além de estabelecer a formação de parcerias, consórcios ou terceirização de serviços.

Nos empreendimentos analisados, constatou-se que os gestores responsáveis pelas construções residenciais não priorizam ações com vista a reduzir a geração de resíduos ao

longo do ciclo de vida de seus empreendimentos. Assim, percebe-se que a ausência no cumprimento de políticas públicas locais e a preocupação constante em reduzir os custos de produção são os principais desafios enfrentados pelos gestores.

Nesse sentido é de suma importância que a prática de empreendimentos que utilizam materiais reciclados em seus processos construtivos se propague, considerando que a existência de materiais de construção civil recicláveis no mercado tende a viabilizar que novas construções se adequem a esse processo.

A reutilização de resíduos em obras de pequeno porte merece também um destaque quanto aos aspectos econômicos, pois o caminho para atingir um índice satisfatório de reaproveitamento ainda é longo e está ligado diretamente à reciclagem, cuja viabilidade ainda possui lacunas no que se refere a pesquisas, que precisam ser preenchidas com estudos e experimentos.

4. CONCLUSÃO

Apesar de ainda ser preciso transpor muitos obstáculos para que a reciclagem de resíduos da construção civil seja uma realidade nos canteiros de obra de todo o país, é necessário ressaltar que as iniciativas em benefício do meio ambiente no ramo da engenharia vêm se tornando cada vez mais recorrentes.

A falta de projetos complementares tem comprometido a compatibilização e a racionalização do reaproveitamento dos resíduos pelo próprio setor da construção civil. Os custos durante a execução da obra são a parte mais desafiadora, portanto, as especificações de reciclagem e de reuso que foram sugeridas são as mais simples possíveis, com a finalidade de que essas ações não causem ônus adicional à execução da obra.

Aliado ao reaproveitamento dos resíduos está a ciência, que, por meio de estudos e pesquisas, torna possível buscar novas tecnologias de reciclagem inserindo novos produtos ou subprodutos de forma satisfatória na cadeia construtiva.

Ademais, é válido que seja realizado um levantamento sobre a análise financeira de reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil, bem como a viabilidade da criação de um sistema de dados como uma rede de informações integradas sobre a quantidade e tipo de resíduo gerado por obra, locais de encaminhamento, usinas recicladoras próximas à região da obra e/ou outras obras que tenham interesse no reuso de alguns

materiais, de maneira que esses dados incentivem e facilitem a reutilização e a reciclagem dos Resíduos de Construção e Demolição.

REFERÊNCIAS

Al-BARED, M. A. M.; MARTO, A.; LATIFI, N. **Utilization of Recycled Tiles and Tyres in Stabilization of Soils and Production of Construction Materials** – A State-of-the-Art Review. *KSCE J Civ Eng*, 22, 2018. Disp. em: <https://doi.org/10.1007/s12205-018-1532-2>. Acesso em: 14 jul 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO – ABRECON. **Reciclagem de entulho – Mercado**. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulho/mercado/>. Acesso em: 14 jul 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Norma Brasileira Nº 13.230 de 17 de dezembro de 2008**. Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis – Identificação e simbologia, 2008.

BAMGBADE, J. A.; KAMARUDDEEN, A. M.; NAWI, M. N. M.; ADELEKE, A. Q.; SALIMON, Maruf Gbadebo; AJIBIKE, W. A. **Analysis of some factors driving ecological sustainability in construction firms**. *Journal of Cleaner Production*, 208, p. 1537-1545, 2019.

BASTOS, Isadora Andrade; DA CRUZ, Leandro Faria; WOELFFEL, Anderson Buss. **Fabricação de blocos de concreto para vedação com o uso de agregados reciclados em canteiro de obras**. *Revista Científica Faesa*, Vitória, ES, v. 12, n. 1, p. 52-58, 2016.

BLAISI, Nawaf I. **Construction and demolition waste management in Saudi Arabia: Current practice and roadmap for sustainable management**. *Journal of Cleaner Production* 221, p. 167-175, 2019).

BORGES, Éverton; GONÇALVES JUNIOR, Elcio Luiz; ALMEIDA, Indira Maira Fernandes. **Isopedra, suas características físicas ante ao EPS – Poliestireno Expandido**. *Revista Científica de Ciências Aplicadas da FAIP*, v. 4, n. 7, mar. 2017.

BRAGAGNOLO, Lucimara; KORF, Eduardo Pavan. **Aplicação de resíduos na fabricação de concreto: como técnicas analíticas de caracterização podem auxiliar na escolha preliminar do material mais adequado?** *Revista Matéria*, Artigos e-12560, 2020.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. *Revista Cerâmica*, 61, p. 178-189,

2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>. Acesso em: 14/07/2018.

BRITO, Bruna Ramires; FORCATO, Marcelo dos Santos; MOURA, Monica Cristina. **Reutilização da Madeira Temporária da Construção Civil em Produto de Superfícies**. *Blucher Design Proceedings*, vol. 9, n. 2, outubro de 2016.

CAPOBIANCO, Oriana; COSTA, Giulia; BACIOCCHI, Renato. **Assessment of the Environmental Sustainability of a Treatment Aimed at Soil Reuse in a Brownfield Regeneration Context**. *Journal of Industrial Ecology*, vol. 22, n. 5., p. 1027-1038, outubro de 2018.

CORTÊS, R. G.; FRANÇA, S. L. B.; QUELHAS, O. L. G.; MOREIRA, M. M.; MEIRINO, M. J. **Contribuições para a Sustentabilidade na Construção Civil**. *Sistemas & Gestão*, 6 (3), p. 384-397, 2012. Disp. em: <https://doi.org/10.7177/sg.2011.V6.N3.A10>. Acesso em: 14 jun 2018.

DAVID, Stefan Jacques. **Vidro pode ser reciclado infinitamente**. *Revista Digital AECWeb*, 2016. Disp. em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/vidro-pode-ser-reciclado-infinitamente/9457>. Acesso em 13 jun 2017.

DONATO, Cláudio José & TATAKENAKA, Edilene Mayumi Murashi. **O Aproveitamento de Resíduos de Madeira para o Desenvolvimento Sustentável**. *Periódico eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, vol. 12, n. 4, 2016.

CIPRIANO DA SILVA, Deborah Grasielly; SANTANA, Clóvis Veloso de; PÓVOAS, Yeda Vieira. **Production of components with plaster residue and sodium citrate: physical, mechanical, rheological analysis**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 33-43, abr./jun. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução Nº 275 de 25 de abril de 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. 2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução Nº 307 de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução Nº 431 de 24 de maio de 2011**. Altera o art. 3º da Resolução Nº 307/2002, estabelecendo nova classificação para o gesso.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução Nº 448 de 18 de janeiro de 2012**. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução Nº 307/2002.

FERNANDES, Maria da Paz Medeiros; SILVA FILHO, Luiz Carlos Pinto da. **Um modelo orientativo para a gestão municipal dos RCCs**. *Revista Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 21-38, abr./jun. 2017.

FERREIRA, R. L. S.; ANJOS, M. A. S.; PEREIRA, J. E. S.; FONSECA, N. J. M.; NÓBREGA, A. K. C. **Avaliação das propriedades físicas, químicas e mineralógicas da fração fina (<150 mm) do agregado reciclado de RCD.** *Revista Cerâmica*, ed. 65, p. 139-146, 2019. Disp. em: <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132019653732453.2019>. Acesso em: 14 jun 2018.

FURTADO, Thielly; VALIN, Marina; BRAND, Martha; FRANCISCO, Antonio; BELLOTE, Jurado. **Variáveis do processo de briquetagem e qualidade de briquetes de biomassa florestal.** *Revista Pesquisa Florestal Brasileira*, vol. 30, 2010.

GOMES, Brunna Frias; ODAGUIRI, Gustavo Okabayashi; OLIVEIRA, Valmir Torres de. **Estudo da Utilização de Estruturas Metálicas na Construção Civil.** *Rev. Episteme Transversalis*, Volta Redonda-RJ, v. 9, n. 1, p. 83-101, jan./jun. 2018.

GONÇALVES, Elaine Cristina Zuquetti; AMORIM, Esther Ferreira de; ALVES, Isabela Alda; BORGES, Jéssica Lorrany Fernandes de; FRAZÃO, Laura Rodrigues Bernardes; RESENDE, Maressa Guimarães; PEREIRA, Rafaella Cristina; NAHIME, Bacus de Oliveira. **Aditivos e Adições no Concreto.** *Global Science and Technology*, Rio Verde, v. 13, n. 01, p. 88-102, jan/abr. 2020.

GONÇALVES, Paulo; VASCONCELOS, Raimundo. **Avaliação térmica, física e mecânica de blocos de concreto com poliestireno expandido reciclado.** *Ambiente Construído*, vol. 19, n. 4. 2019.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade.** *Revista Estudos avançados*, ed. 25, p. 135-158, 2011.

JOSHI, Gyanesh; NAITHANI, Sanjay; VARSHNEY, V.K.; BISHT, Surendra S.; RANA, Vikas. **Potential use of waste paper for the synthesis of cyanoethyl cellulose: A cleaner production approach towards sustainable environment management.** *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, 4, p. 3759-3768, 2017.

KLEIN, Flávio Bordino; GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino. **A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais.** *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, vol. 40, p. 483-506, 2017.

LIMA, Augusto Junior Silva; MARTINS, Gustavo Mota; ALMEIDA, Juliana Flávia Pedras; NASCIMENTO, Kelvin Alex Cardoso; OLIVEIRA, Sérgio Magos de; VALENTIM, Thiago Cirilo; MELO, Daniela Duarte Ventura; REIS, Erlano Campos dos. **Reutilização de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) a fim de reduzir a extração de recursos minerais.** *Revista Expressão*, n. 1, 2019.

LIMA, Adriana Sampaio; CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra. **Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE).** *Revista Eng. Sanitária e Ambiental*, v. 18, n. 2, p. 169-17, 2013.

MASTALI, M.; DALVAND, A.; SATTARIFARD, A.R. **The impact resistance and mechanical properties of reinforced self-compacting concrete with recycled glass fibre reinforced polymers.** *Journal of Cleaner Production*, vol. 124, 15, p. 312-324, 2016.

MECHTCHERINE, V.; SCHRÖFL, C.; WYRZYKOWSKI, M. *et al.* **Effect of superabsorbent polymers (SAP) on the freeze–thaw resistance of concrete:** results of a RILEM interlaboratory study. *Mater Struct*, 50, 14, 2017.

MONSORES, Karollyne Gomes Castro; MONTEIRO, João Raphael; RACCA, Jonatas; CARDOZO, Stephane; PORTAL, Luciana. **Obtenção e Caracterização de Madeira Plástica a Partir de Resíduos Pós-Consumo.** *Revista Iberoamericana de Polímeros y Materiales*, vol. 20 (3), maio de 2019.

MORAND, Fernanda Guerra. **Estudo das principais aplicações dos resíduos de obra como materiais de construção.** Projeto de graduação em engenharia civil, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

MOURA, Ingrid Rebouças de; SILVA, Geovanne Lopes Cruz da; ALMEIDA, José Carlos Gomes de; COSTA, Emerson Bruno da; SOUZA, Wendell Rossine Medeiros de; VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Reutilização de Resíduos de Serraria como matéria prima para Fabricação de Material Compósito de Isolação Térmica.** *Revista Iberoamericana de Polímeros y Materiales*, vol. 21(2), março de 2020.

NOGUEIRA, Kenio Batista; ROQUE, Cassiano Garcia; BORGES, Mônica Cristina Rezende Zuffo; TROLEIS, Maria Júlia Betiolo; BARRETO, Rafael Ferreira; OLIVEIRA, Marcela Pacola. **Atributos físicos do solo e matéria orgânica sob dois manejos e efeito residual da aplicação de calcário e gesso agrícola.** *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, vol. 115 (1), p. 45-54, 2016.

OLIVEIRA, Maria Cleide Ribeiro de; SILVA, Allyson Leandro Bezerra da; PEREIRA, Francisco Flaviano A.; COSTA, Gabriel Louiz Silva da; MARQUES, Samuel Apolinário. **Argamassa produzida com resíduo de vidro substituindo o agregado miúdo.** *Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI*, Palmas/TO, 2012.

PAIVA, Camila Cunha; LIMA, Leyliane Oliveira de. **Avaliação do comportamento mecânico do concreto com a substituição do agregado miúdo por vidro.** *Revista Eletrônica da Reunião Anual de Ciência – e-RAC*, v. 9, n. 1, 2019.

PHAM, Hai; KIM, Soo-Yong. **The effects of sustainable practices and managers' leadership competences on sustainability performance of construction firms.** *Sustainable Production and Consumption*, v. 20, p. 1–14, 2019.

PINHEIRO, Sayonara Maria de Moraes. **Gesso reciclado:** avaliação de propriedades para uso em componentes. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo - SP, 2011.

PLATINA, I. D.; OLIVEIRA, A. L. **Reutilização dos Resíduos de Madeira da Confecção de Paletes.** *Interface Tecnológica*, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 232-244, 2018.

Ricardo. **Reciclagem de sacos de cimento.** São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-papel/reciclagem-de-sacos-de-cimento/>. Acesso em: 12 jun 2017.

RICCHINI, Ricardo. **Reciclagem de metal**. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-metal/reciclagem-de-metal/>. Acesso em: 12 jun 2017.

RODRIGUES, Ana C. da Silva; MOREIRA, Jefferson F. Mendes; SOUZA FILHO, Luiz Brito de; NUNES, Valéria D. Barros. **Vias de reciclagem dos polímeros polipropileno (PP) e poliestireno (PS): um estudo bibliográfico**. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, vol. 18, n. 3, p. 145-160, 2017.

RODRIGUES, Paula Raquel Barreto; PICANÇO, Aurélio Pessôa; SERRA, Juan Carlos Valdés; GUARDA, Emerson Adriano; LIMA JUNIOR, Amitai Silva. **Estudo do Potencial de Reutilização dos Resíduos de Poda do Município de Palmas - TO**. *Revista Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal*, v. 13, n. 1, p. 144-154, jan/jun, 2016.

ROQUE, Rodrigo Alexander Lombardi; PIERRI, Alexandre Coan. **Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil**. *Research, Society and Development*, 8 (2), 2019. Disp. em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i2.703>. Acesso em 01 fev 2019.

SANTANA, Valquiria Melo de; PAES, Filipe Pereira; SANTANA, Diego da Silva; CERQUEIRA, Milena Borges dos Santos; SILVA, Francisco Gabriel Santos; ARAGÃO, Hélio Guimarães. **Utilização de concreto reciclado na aplicação de elementos estruturais**. *XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós Graduação*, ed. XV. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2011.

SANTOS, Débora Evelyn Christo dos; MAEDA, Shizuo; SOARES, Márcia Toffani Simão. **Aplicação de materiais alcalinos para a higienização da mistura lodo celulósico e cinzas de madeira**. Comunicado técnico Nº 430. Embrapa. Colombo, PR. Agosto, 2019.

SILVA, Aline Cátia da; FUCALE, Stela; FERREIRA, Silvio Romero de Melo. **Efeito da adição de resíduos da construção e demolição (RCD) nas propriedades hidromecânicas de um solo areno-argiloso**. *Revista Matéria* (Rio de Janeiro). vol. 24, n. 2, e12355. Disp. em: <https://doi.org/10.1590/s1517-707620190002.0670>.

SINDUSCON. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil-avanços institucionais e melhorias técnicas**. São Paulo, 2015.

SINGH, Rupinder; SINGH, Narinder; FABBROCINO, Francesco; FRATERNALI, Fernando; AHUJA, I.P.S. **Waste management by recycling of polymers with reinforcement of metal powder**. *Composites Part B: Engineering*, vol. 105, 15, p. 23-29, 2016.

STRECKER, K.; SILVA, C. A.; PANZERA, T. H. **Fabricação e caracterização de compósitos a base de cimento com incorporação de poliestireno expandido (isopor)**. *Revista Cerâmica*, ed. 60, p. 310-315, 2014.

TANYILDIZI, Harun; ŞAHIN, Murat. **Taguchi optimization approach for the polypropylene fiber reinforced concrete strengthening with polymer after high temperature**. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 55, p. 529–534, 2017.

VENTURA, Ana Mafalda F.M. **Os compósitos e a sua aplicação na reabilitação de estruturas metálicas.** *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, v. 21 n. 3-4, p. 10-19, Lisboa, 2009.

VINÍCIUS, Bruno. **Reciclagem de resíduos da construção civil.** São Paulo, 2014. Disp. em: <http://eugestor.com/editoriais/2014/05/reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil/>. Acesso em: 12 jun 2017.



Bibliometria sobre gerenciamento de riscos: um paralelo entre anais dos principais eventos de Engenharia de Produção no Brasil

Marco Túlio Domingues Costa¹

Tábata Fernandes Pereira²

Emerson José de Paiva³

Daysemara Maria Cotta⁴

RESUMO

Análise de Riscos é uma área essencial a diversas áreas profissionais. Sua importância é tal que o tema se faz sempre presente nos eventos científicos nacionais, principalmente naqueles direcionados à Engenharia de Produção. Dada sua relevância, no presente artigo apresenta-se uma análise bibliométrica sobre o tema, tomando como base as produções publicadas nos anais de dois dos principais eventos de Engenharia de Produção nacionais: o ENEGEP e o SIMPEP. Considerando o volume de artigos encontrados e extraindo desses artigos uma amostra específica de 45 trabalhos sobre o tema, entre os anos de 2010 e 2018, procedeu-se a uma avaliação acerca dos principais autores e instituições, das principais referências e dos termos-chave que caracterizam seus estudos. Como resultado, percebeu-se a existência de uma similaridade de padrões entre os anais e, principalmente, que há ainda uma carência de publicações sobre o tema “Gerenciamento de Riscos” em ambos os eventos de Engenharia de Produção.

Palavras-chave: Gerenciamento de Riscos. ENEGEP. SIMPEP. Análise Bibliométrica.

¹Graduado em Engenharia de Produção pelo UNILESTE, possui Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Pitágoras e Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Campus Itabira. É professor e coordenador dos cursos de Engenharia da Faculdade DOCTUM, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: marcotuliodcosta@gmail.com.

²Graduada em Sistema de Informação pelo Centro Universitário de Itajubá – FEPI. Mestre e Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. É professora dos cursos de Graduação e Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da UNIFEI, Campus Itabira, MG, Brasil. E-mail: tabatafp@unifei.edu.br.

³Graduado em Matemática pelo Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS. Mestre e Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. É professor e coordenador do curso de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da UNIFEI, Campus Itabira, MG, Brasil. E-mail: emersonpaiva@unifei.edu.br.

⁴Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. É Professora do curso de Engenharia de Produção da Faculdade DOCTUM, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: prof.daysemara.cotta@doctum.edu.br.

Bibliometry on risk management: a parallel between the production engineering brazilian main events

ABSTRACT

Risk Analysis is an essential area in several professional areas. Its importance is such that the theme is always present in national scientific events, the main ones directed to Production Engineering. Due to its relevance, this article presents a bibliometric analysis on the topic, based on the productions published in the annals of two of the main national Production Engineering events: ENEGEP and SIMPEP. Considering the volume of articles found and extracting from these articles a specific sample of 45 works on the theme, between the years 2010 and 2018, an assessment was made about the main authors and institutions, the main references and the key terms that characterize your studies. As a result, it was noticed that there is a similarity patterns between annals and especially that there is still a dearth of publications on the topic "Risk Management" in both events of Production Engineering.

Keywords: *Risk Management. ENEGEP. SIMPEP. Bibliometric Analysis.*

Artigo recebido em: 29/04/2020

Aceito em: 04/07/2020

1. INTRODUÇÃO

Independentemente do tamanho do empreendimento, do negócio ou da empresa, ou de se tratar de um projeto, de um programa ou mesmo de um portfólio, o processo de planejamento da atividade, envolve, geralmente, a avaliação de seus possíveis riscos, sejam eles físicos, financeiros ou estratégicos, de forma a nortear as decisões a serem tomadas (PMI, 2013).

A importância dada aos riscos se deve ao fato de que estes têm grande potencial de interferir e/ou comprometer o sucesso de um projeto e envolve, geralmente, dois aspectos-chaves para a condução que podem afetar os objetivos traçados: o impacto que pode causar no desenrolar do projeto; e o grau de incerteza que pode trazer em relação à condução do projeto (HILLSON, 2009, *apud* NAPOLITANO *et al.*, 2017).

Segundo Silva e Nascimento (2014), no cenário atual, as empresas, independentemente da área de atuação ou de seu tamanho, buscam o gerenciamento de riscos como modo de antever possíveis problemas e administrá-los para que não gerem um impacto que possa comprometer os processos ou mesmo sua imagem, sendo tal gerenciamento um fator estratégico para a organização. Assim, o gerenciamento dos riscos pode ser entendido como um mecanismo de gestão para a tomada de decisões que conduzirão, adequadamente, seja a direção dos já existentes seja a implementação de novos projetos.

Neste aspecto, conforme apontam Oliveira *et al.* (2015), embora o gerenciamento de projetos seja uma área valorizada, tanto no âmbito acadêmico como no profissional, há, ainda, certa escassez de estudos mais amplos ou mesmo mais personalizados dentro das diversas situações que o gerenciamento de projetos permite abordar: entre estas, o gerenciamento de riscos. Com base nisso, este estudo propõe a realização de uma análise bibliométrica sobre o gerenciamento de riscos, realizando um mapeamento de artigos que apresentam tal discussão em dois dos eventos mais importantes da engenharia de produção no país: o ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção e o SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. Tais eventos são considerados os mais relevantes, tradicionais e com maior número de publicações dentro desta área específica de estudo. O mapeamento permite traçar um paralelo comparativo entre os dois eventos e apontar uma visão generalizada acerca das discussões sobre o gerenciamento de riscos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Projeto, gerenciamento de projetos e riscos

As definições de projeto apresentadas são diversas e variam de um autor para outro. Adotando-se, por isso, uma generalização da definição, apoiada em PMI (2013), tem-se que o projeto é o emprego de tempo, de trabalho e de dedicação, por prazo determinado, com o intuito de se buscar soluções exclusivas, cujo término é alcançado quando os objetivos são atingidos ou quando o projeto é encerrado.

A essência desta definição extraída de PMI (2013) se faz importante, sobretudo, pela contextualização atual dos projetos desenvolvidos, em que certos aspectos antigamente negligenciados são hoje considerados importantes, tais como a delimitação de custo e de prazo, distinguindo-se de atividades contínuas em função da natureza do escopo e dos objetivos para ele definidos (KEELLING, 2002). Deve-se acrescentar, complementarmente, que o projeto possui como objetivo mínimo o atendimento das expectativas dos *Stakeholders* (MAIA e DI SERIO, 2016).

A compreensão conceitual do projeto é o ponto fundamental para entender a necessidade de se ter, para cada projeto, um gerenciamento dedicado. Segundo Judeng, Barbalho e Silva (2014, p. 25), o gerenciamento de projetos possui um grande destaque e uma significativa necessidade de aplicação por parte das organizações que precisam “conduzir simultaneamente diferentes projetos, dos mais simples aos mais complexos, dentro de prazos restritos estabelecidos [...] e com qualidade e orçamentos rigorosos”.

De fato, visa a minimização de riscos com relação a custos, prazos e/ou qualidade do projeto que podem comprometer seus resultados, não atendendo ao seu planejamento inicial. Neste sentido, percebe-se que a compreensão dos riscos, em toda a amplitude do termo, deve ser considerada, para se alcançar o sucesso do projeto.

Carvalho e Rabechini Jr. (2015) explicam que o risco é intrínseco a qualquer que seja o projeto e que, por este motivo, o gerenciamento de projetos e a gestão dos riscos do projeto são atividades cuja função são quase as mesmas, cujas diferenças são bastante tênues.

Um complemento à ideia de risco, trazido por IBGC (2007), é que ele existe para qualquer pessoa ou para qualquer empresa, podendo interferir em oportunidades ou gerando perdas. Portanto, compreende-se que a dimensão dada ao gerenciamento de riscos deveria, em tese, ser, no mínimo, próxima à dada ao próprio gerenciamento de projetos. Por tal motivo, as discussões do gerenciamento de riscos são tratadas especificamente na próxima seção.

2.2 O gerenciamento dos riscos

Antes de ser operacionalizado, sabendo-se que existem elementos de risco, seja qual for o projeto há a necessidade de que os responsáveis por conduzi-lo estejam certos sobre sua viabilidade, sobre quais são as potenciais ameaças que podem influenciar na sua condução, e sobre se é possível gerir estes riscos (KEELLING, 2002).

A definição de gerenciamento de riscos apresentada pelo PMI (2013) descreve que a gestão dos riscos busca elevar a perspectiva de sucesso do projeto, ao mesmo tempo em que procura mitigar condições que possam gerar impactos contraproducentes ao mesmo, empregando para isso o planejamento, a análise e o controle dos riscos aos quais o projeto está exposto.

A definição simplificada de Brandstetter & Arantes (2015, p. 2) complementa e ajuda a entender o porquê da gestão dos riscos extrapolar a condição de aplicação exclusiva em projetos, uma vez que o autor descreve o gerenciamento de riscos como: “uma das áreas de conhecimento integrante de metodologias consolidadas de gestão”, ou seja, podem ser empregadas não apenas em projetos, mas na própria gestão corporativa. Exemplo desta condição são também apresentados nos estudos de Paraskevas & Quek (2019).

Para colocá-la em prática, a gestão de riscos utiliza uma sequência de atividades e ferramentas que possibilitam cumprir seu objetivo. Inicia-se com a identificação dos riscos, ocasião na qual se compreendem as possíveis origens dos riscos, passa pela avaliação, na qual é levantada a probabilidade e as consequências do risco, utilizando-se análises qualitativas e/ou quantitativas, planeja-se a resposta aos riscos, sobre as quais ações são tomadas para prevenir ou minimizar seus impactos, e, por fim, monitoram-se os riscos, já efetivamente na condução do projeto, fazendo-se a revisão periódica da gestão dos riscos (Clements & Gido, 2015; PMI, 2013; Aloini *et al.*, 2007; Keelling, 2002).

Já em relação às ferramentas, podem-se citar, no que diz respeito à identificação dos riscos: técnicas analíticas, lista de checagens, análise de históricos e opiniões especializadas; em relação à avaliação e resposta aos riscos, pode-se empregar: Estrutura Analítica de Riscos (EAR), matriz de impacto, PERT, árvore de decisão, análise de sensibilidade, matriz SWOT, entre outras (Brandstetter & Arantes, 2015; Clements & Gido, 2015; PMI, 2013; Keelling, 2002). Como se pode ver pelas citações, muitas das ferramentas são empregadas não apenas em projetos, mas são também amplamente utilizadas em aplicações diversas de gestão.

2.3 Bibliometrias correlatas

Outras publicações já trataram de produções acadêmicas correlatas em algum nível às aqui apresentadas, empregando bibliometria para levantar trabalhos sobre gerenciamento de riscos ou referenciando congressos relevantes da área no Brasil. O Quadro 1 traz informações gerais desses estudos.

Quadro 1: Bibliometrias correlatas

Referência	Amostra	Foco do estudo	Unidade de análise	Período de estudo
Barros <i>et al.</i> (2018)	58 artigos	Bibliometria sobre gestão de riscos baseada no conhecimento	Bases de dados Web of Science, Scopus e Science Direct	Entre 2010 e 2018
Ganbat <i>et al.</i> (2018)	527 artigos	Bibliometria sobre uso do <i>Building Information Modeling</i> (BIM) no gerenciamento de riscos	Bases internacionais diversas	Entre 2007 e 2017
Cordeiro <i>et al.</i> (2016)	54 artigos	Avaliação bibliométrica de gerenciamento de riscos corporativos	Bases de dados Scopus e Spell	Entre 2005 e 2015
Oliveira <i>et al.</i> (2015)	256 artigos	Comparativo bibliométrico sobre gerenciamento de projetos entre ENEGEP e EnANPAD	Anais do ENEGEP e Anais do EnANPAD	Entre 2004 e 2014
Peleias <i>et al.</i> (2013)	165 artigos	Caracterização bibliométrica comparativa de gestão de riscos entre EnANPAD e USP	Anais do EnANPAD e Anais do Congresso USP	Entre 2001 e 2011
Polo <i>et al.</i> (2013)	350 artigos	Análise bibliométrica sobre gerenciamento de riscos publicados em inglês, português e espanhol	Bases internacionais diversas	Entre 2000 e 2012
Bueno (2011)	66 artigos	Análise de artigos alinhados ao PMBOK com ênfase em RH, Qualidade e Riscos	Anais do ENEGEP	Entre 2008 e 2010

Fonte: Autoria própria.

Todos os estudos ora apresentados possuem algum grau de similaridade com a proposta deste trabalho, sobretudo com o enfoque no gerenciamento de riscos. Embora o trabalho de Oliveira *et al.* (2015) tenha focado no gerenciamento de projetos como um todo, e não especificamente no gerenciamento de riscos, este foi considerado por se compreender que há relevância significativa acerca do comparativo entre dois congressos de referência no Brasil e suas posteriores análises para o desenvolvimento do presente trabalho.

Os trabalhos de Calixto *et al.* (2012) e Oliveira *et al.* (2015) apresentam outras bibliometrias realizadas especificamente sobre o gerenciamento de projetos ou correlações diretas com este tema. Entretanto, quando avaliado o gerenciamento de riscos, percebe-se que há um campo maior a explorar em relação às análises bibliométricas, uma vez que há poucos estudos desse formato, sobretudo se se consideram os eventos nacionais da área.

3. METODOLOGIA

Diante do contexto apresentado neste estudo, em que se aborda o gerenciamento de riscos de projetos, este artigo realiza um mapeamento do tema considerando os dois principais congressos brasileiros de Engenharia de Produção.

Para cumprir este objetivo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica juntamente com uma análise bibliométrica sobre essa temática. Segundo Oliveira *et al.* (2015, p. 20), a análise bibliométrica: “consiste em uma técnica para medição dos índices de produção e divulgação do conhecimento científico, o qual permite obter informações em uma área acadêmica, e serve, entre outras funções, para demonstrar características relacionadas à produção científica desta área”.

Para que a análise bibliométrica pudesse ser realizada, foram selecionados dois principais e mais antigos congressos nacionais de Engenharia de Produção. Sendo eles o Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), que possui 38 eventos até 2018, e o Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), com 25 ocorrências até este ano.

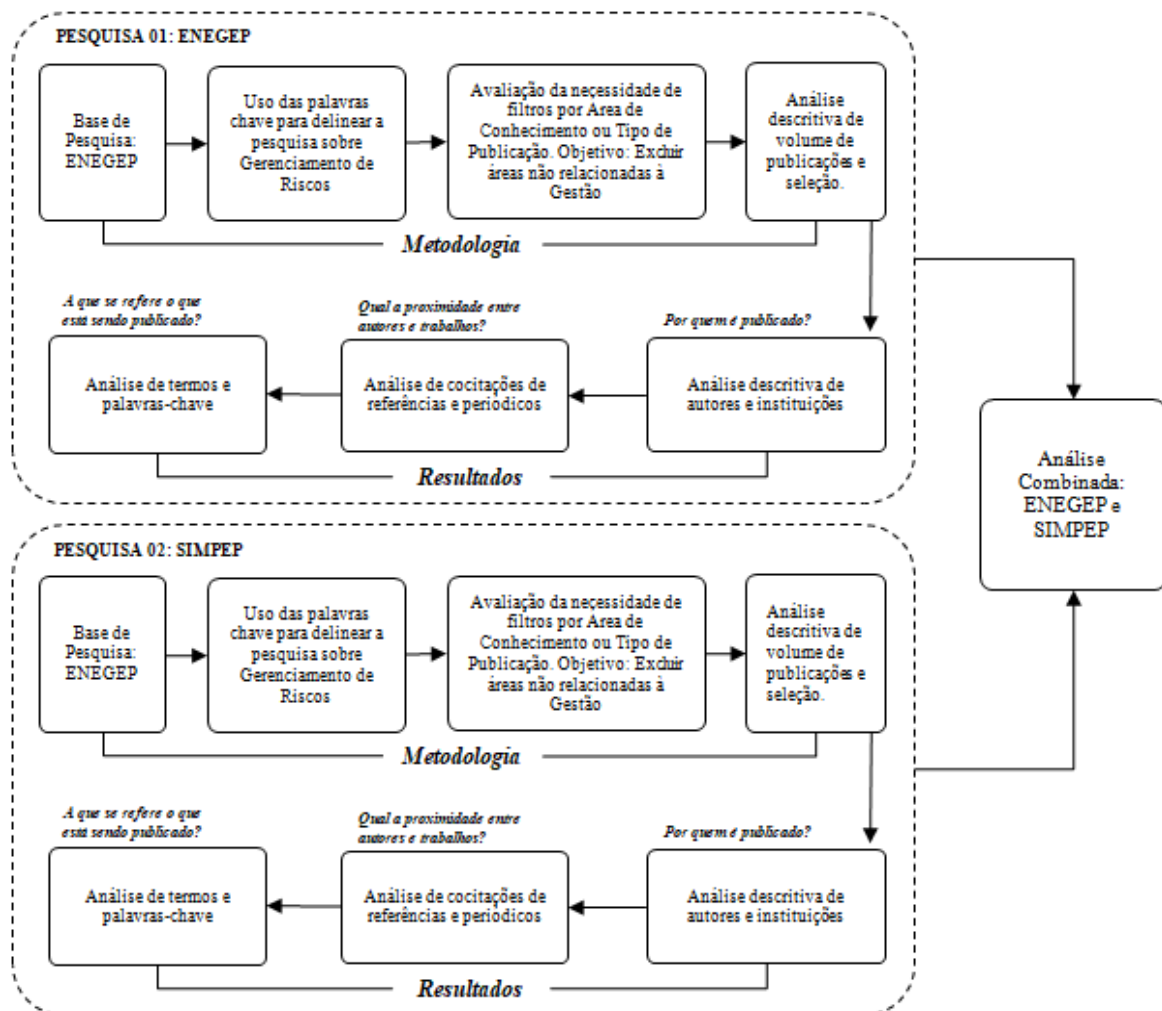
A fim de se obterem os dados para o trabalho, foi estabelecido o período de dez anos para a análise (2010 a 2018). Os anais desses congressos foram consultados e as pesquisas foram realizadas nestas bases de dados, podendo-se obter os dados sobre o gerenciamento de riscos.

Dessa forma, para se conduzir a análise bibliométrica, foi elaborado um passo a passo que foi baseado na proposta de Maia & Siero (2012). Esse passo a passo (Figura 1) teve

como objetivo facilitar o andamento da análise bibliométrica conduzida, neste caso, em anais de congressos.

Conforme apresentado na Figura 1, foram selecionados os dois principais congressos em Engenharia de Produção: ENEGEP e SIMPEP. Na parte superior da Figura 1, iniciam-se as etapas da pesquisa nos anais do ENEGEP. A primeira etapa consiste em definir as palavras-chaves e, em seguida, analisa-se se é necessária a aplicação de filtros, tais como área de conhecimento ou tipo de publicação. Após essa avaliação, encaminha-se para a etapa de análise descritiva desses artigos. O mesmo procedimento é realizado para o congresso SIMPEP, seguindo as mesmas etapas. Ao final da análise descritiva, os dados de ambos congressos são combinados e, por fim, as comparações e conclusões são realizadas.

Figura 1: Roteiro para Análises Bibliométrica em congresso



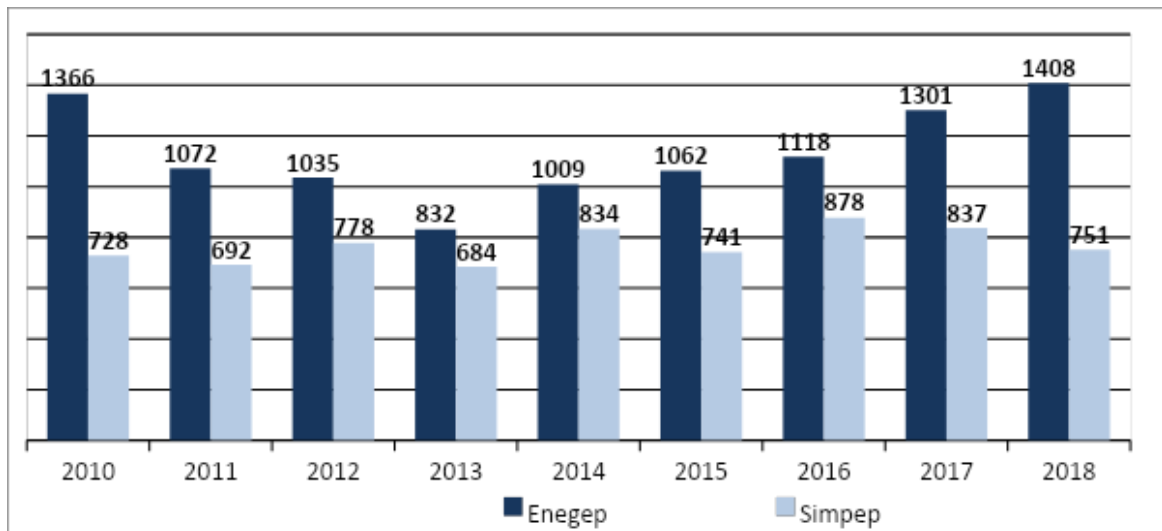
Fonte: Adaptado de Maia & Siero (2016).

O passo a passo da Figura 1 foi seguido e, como resultado da análise, pode-se obter um total de 17.126 artigos sobre gerenciamento de riscos que foram publicados entre 2010

e 2018 nos dois anais dos congressos. O volume de publicações ano a ano é apresentado na Figura 2.

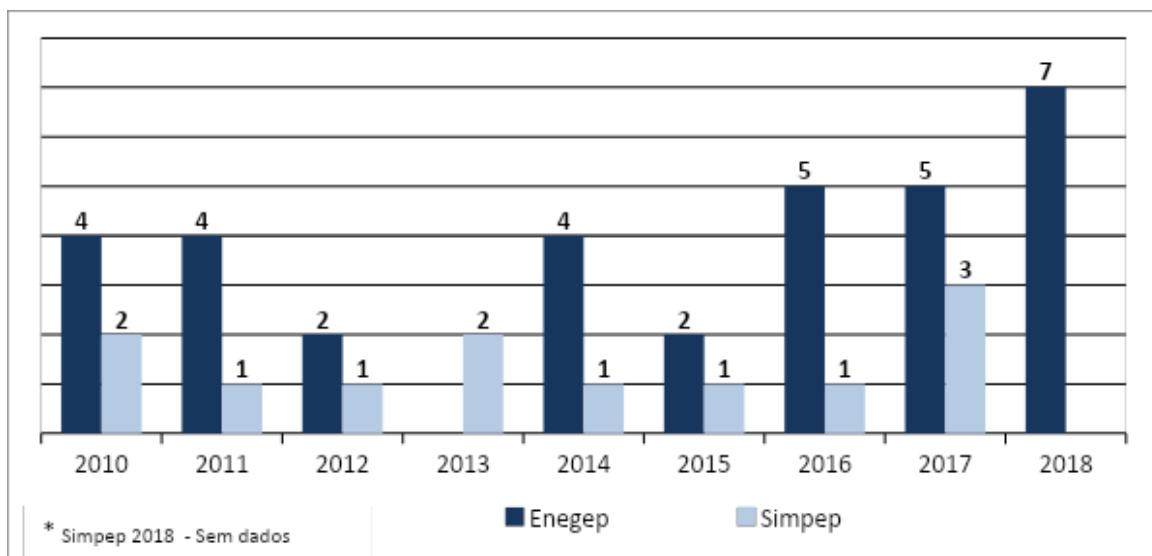
Assim, a amostra foi obtida de um total de 10.203 trabalhos publicados no ENEGEP e outros 6.923 trabalhos publicados nos anais do SIMPEP. O volume amostrado é significativamente menor, uma vez que, como já colocado, se restringiu apenas às publicações relacionadas ao gerenciamento de riscos. Vale ressaltar que foram excluídos os trabalhos ligados à gestão de riscos ocupacionais, por compreender-se que as ferramentas e técnicas aplicadas são distintas e o objetivo dessa área tem propósito diferente daquela que se pretende levantar neste estudo. Assim, os trabalhos ligados às áreas de segurança e saúde do trabalho foram desconsiderados nesta análise bibliométrica.

Figura 2: Total de publicações anuais por anais.



Fonte: Autoria própria.

Dessa forma, após a análise dos artigos e a exclusão daqueles que não estavam relacionados ao tema desta pesquisa, pode-se chegar a uma amostra de 45 trabalhos, distribuídos ao longo dos 10 anos da pesquisa, conforme é apresentado na Figura 3 (a seguir).

Figura 3: Total de publicações anuais por anais

Fonte: Autoria própria.

Conforme observado na Figura 3, há uma evolução tímida no número de publicações ao longo dos anos estudados apenas no ENEGEP. Pode-se perceber também que o volume de publicações no ENEGEP sobre o tema é, em quase todos os anos, mais que o dobro do número de publicações no SIMPEP, estando aquele sempre à frente deste em número de publicações sobre o tema, com a exceção do ano de 2013, no qual não houve publicações relacionadas ao gerenciamento de riscos no ENEGEP. O conjunto dessas publicações forma a amostra adotada no estudo que será considerada na próxima seção.

4. ANÁLISE E RESULTADOS

Baseado na amostragem descrita na seção anterior, compreende-se que a unidade de análise considerando os anais do ENEGEP são 33 artigos, ao passo que a unidade de análise dos anais do SIMPEP (sem considerar o ano de 2018 que não havia sido divulgado até a realização deste estudo) são 12 trabalhos, totalizando 45 publicações no período estudado.

4.1 Análise de autores e instituições

Analisando os autores de cada artigo, incluindo os coautores apresentados nas publicações, percebe-se que o número de pessoas envolvidas nos artigos publicados, em ambos os congressos, é aleatório, havendo pouca repetição de autores. Ao todo, foi identificado um total de 131 autores e coautores dos trabalhos publicados nos anais dos dois

eventos, sendo 40 no SIMPEP e 91 no ENEGEP. Para a referida área de pesquisa, não foi identificado nenhum autor que tenha publicado sobre o gerenciamento de riscos nos dois eventos estudados. A Tabela 1 apresenta, para cada evento, os autores com mais de uma publicação sobre o tema em cada um dos anais.

Tabela 1: Autores com maior número de publicações

ENEGEP		SIMPEP	
Autor	Publicações	Autor	Publicações
Carlos Eduardo Sanches da Silva	5	Eduardo Vieira do Prado	2
Marcelo Hazin Alencar	4	Antônio Carlos Giuliani	2
Sandra Miranda Neves	4		
Lucas Lobato Pio Dos Santos Hora	2		
Luiz Priori Junior	2		
Tábata Fernandes Pereira	2		
Aneirson Francisco da Silva	2		

Fonte: Autoria própria.

Conforme observa-se pela Tabela 1, a repetição de autoria é muito mais comum nos anais do ENEGEP. Um fato que se deve destacar ainda é que, considerando os autores apresentados na referida tabela, com a exceção de Aneirson Francisco da Silva, todos os demais autores foram identificados exatamente em duas publicações, tendo feito estas na mesma edição de cada evento.

Quando se avaliam as publicações em função das instituições de origem, pode-se identificar que os trabalhos são de pesquisadores de 37 diferentes instituições, sendo 15 instituições públicas e as demais, privadas. Vale destacar que a amplitude do número de instituições é ligeiramente menor no SIMPEP, com publicações oriundas de 18 instituições, ao passo que no ENEGEP identificam-se 23 instituições de origem, sendo que cinco delas são comuns aos dois anais pesquisados. Dois trabalhos do ENEGEP não tiveram as instituições de origem identificadas. A distribuição do número de artigos entre as instituições que mais publicaram é apresentada na Tabela 2 (a seguir).

Tabela 2: Instituições com maior número de publicações

ENEGEP		SIMPEP		Total	
Instituição	Publicações	Instituição	Publicações	Instituição	Publicações
UFPE	8	UFRJ	2	UFPE	8
UNIFEI	7	UNIMEP	2	UNIFEI	7
FEI	2	USP	2	UNINOVE	3
UNINOVE	2			USP	2
				SENAI-RJ	2
				UFRJ	2
				UFRN	2
				UFSM	2
				FEI	2
				UNIMEP	2
				Outras	13

Fonte: Autoria própria.

Como se pode observar na Tabela 2, das 37 instituições que tiveram artigos publicados nestes eventos, apenas 10 publicaram sobre gerenciamento de riscos em mais de uma ocasião. Nesse quesito, duas instituições se sobressaem: a UFPE e a UNIFEI, ambas com um número de publicações consideravelmente maior que o das demais.

Quando considerados os estados de origem das instituições, percebe-se também que não há grande diversidade, sendo que, das 27 unidades federativas, apenas instituições de 11 estados estão representadas, havendo predominância das publicações de estados das regiões Sudeste, Sul e Nordeste. Não foi identificado nenhum trabalho de instituições da região Norte. A Tabela 3 apresenta o número de publicações por estado.

Tabela 3: Publicações por estados

ENEGEP		SIMPEP		Total	
Estado	Publicações	Estado	Publicações	Estado	Publicações
PE	8	SP	5	SP	10
MG	7	RJ	3	MG	8
SP	5	BA	1	PE	8
GO	4	GO	1	RJ	4

Continua...

... Conclusão

ENESEP		SIMPEP		Total	
Estado	Publicações	Estado	Publicações	Estado	Publicações
SC	2	MG	1	GO	2
CE	1	PR	1	PR	2
PR	1	RN	1	RN	2
RJ	1	RS	1	RS	2
RN	1			BA	1
RS	1			CE	1
				SC	1

Fonte: Autoria própria.

Como se observa na Tabela 3, há predominância de publicações de instituições da região Sudeste sobre gerenciamento de riscos nos principais eventos de engenharia de produção, totalizando-se 22 publicações oriundas dos três estados: São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (não há publicações do Espírito Santo), o que representa quase metade das publicações da área, 46,8% do total. O Nordeste vem na sequência, com 25,5% das publicações. Por fim, com 10,6%, o Sul se apresenta com um número de publicações razoável.

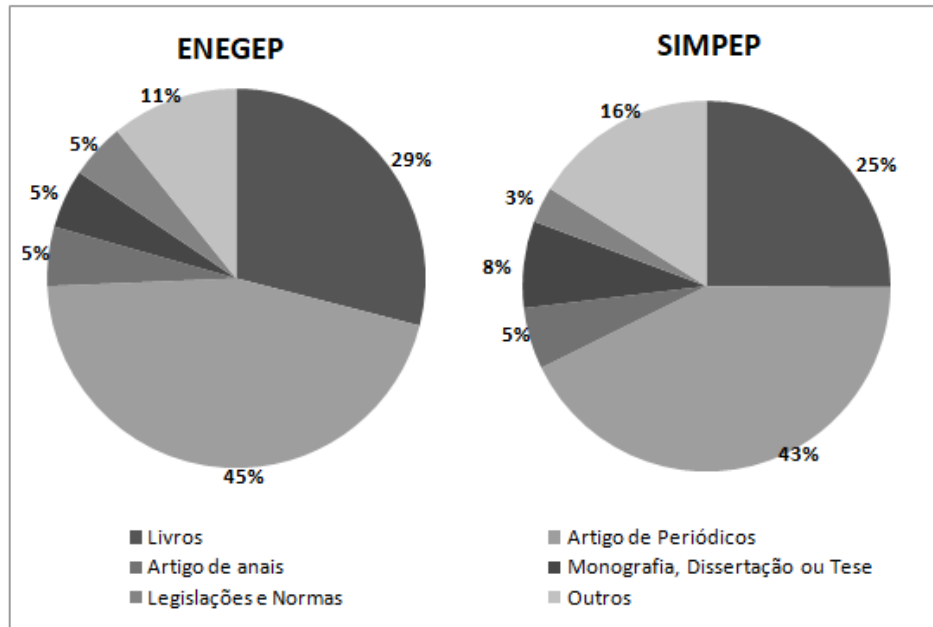
Vale destacar que, enquanto há uma dispersão entre várias instituições paulistas, nos outros dois estados com mais publicações, Minas Gerais e Pernambuco, elas vêm praticamente das mesmas instituições, UNIFEI e UFPE, respectivamente. Os dois autores com maior repetição são também dessas respectivas instituições, o que pode demonstrar um padrão de estudo desses pesquisadores e instituições.

4.2 Análise de citações e co-citações

Em relação às referências empregadas pelos autores e citadas nos artigos publicados em ambos os congressos, percebem-se alguns pontos divergentes; no entanto, existem também grandes similaridades. O primeiro aspecto avaliado diz respeito ao volume de materiais consultados. No ENESEP, por exemplo, somando-se as referências de todos os artigos, obtém-se um total de 655 publicações, sendo 565 materiais distintos. Nas demais 90 referências (13,7%), há repetição de trabalhos. Na média, cada artigo publicado referência cerca de 20 trabalhos. No SIMPEP o volume de publicações é similar.

Em relação ao tipo de material pesquisado, há predominância em ambos congressos. A Figura 4 apresenta os resultados encontrados para as referências utilizadas por evento.

Figura 4: Tipos de referências utilizadas por evento



Fonte: Autoria própria.

Como se pode perceber, tanto para o ENEGEP como para o SIMPEP quase metade das referências são de trabalhos publicados em periódicos. Em seguida, o uso de livros como fonte de consulta vem em segundo lugar também para ambos os eventos, sendo quase um terço das consultas no ENEGEP e exatamente um quarto no SIMPEP. As demais fontes aparecem em uma proporção menor. Vale destacar o aspecto de citações e referências de artigos publicados em anais de eventos serem pouco expressivos, uma vez que aqui se estuda justamente esse tipo de publicação.

Neste ponto, ressalta-se que em nenhum artigo publicado no SIMPEP há citações de outros trabalhos publicados neste mesmo evento. No ENEGEP existe a utilização de artigos publicados no próprio evento, mas em baixo número, sendo apenas seis ocorrências (menos de 1% do total de materiais consultados).

Como já apresentando, houve um número muito pequeno de repetição das referências utilizadas, mas dentre aquelas que tiveram citações em mais de um artigo, duas se destacam: o PMBOK e a NBR ISO 31000. Embora nenhuma das duas referências esteja presente em todos os trabalhos, percebe-se que estão entre as principais fontes de consulta para esta área de estudo, sendo o primeiro citado em pouco mais da metade dos trabalhos avaliados,

enquanto o segundo foi percebido em quase um terço das publicações. A listagem das principais referências está apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Bibliografias com maior número de citações

Referência	ENESEP	SIMPEP	Total
PMI. PMBOK® Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 3ª / 4ª / 5ª Ed.	17	6	23
ABNT NBR ISO 31.000 – Gestão de riscos - Princípios e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.	7	4	11
KERZNER, H. Gestão de Projetos: As Melhores Práticas. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, p.328-342, 2006.	5	1	6
YIN, Robert. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.	4	1	5
CARVALHO, M. M.; RABECHINI JUNIOR, R. Fundamentos em Gestão de Projetos: Construindo Competências para Gerenciar Projetos. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011	3	2	5
COSO-Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. Gerenciamento de Riscos Corporativos - Estrutura Integrada, 2007.	3	2	5
HILLSON, D. , Extending the Risk Process to Manage Opportunities. Proceedings of the Fourth European Project Management Conference, PMI Europe 2001, 6–7 June 2001, London UK.	3	2	5
RAZ, T.; SHENHAR, A. J. & DVIR, D. Risk management, project success, and technological uncertainty. R&D Management. Vol. 32, n. 2, p. 101-109, 2002	3	1	4
ALMEIDA A.T., <i>et al.</i> Multicriteria and Multi-objective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis. In: Operations Research & Management Science. Vol. 231. 387p, 2016	4	0	4
GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.	4	0	4

Fonte: Autoria própria.

Além das duas referências mais citadas, nota-se, por meio da Tabela 4, outros dois aspectos: o primeiro é a predominância de livros, o que mostra, de uma forma generalizada, o porquê de não ter sido dada atenção a artigos de grande relevância na literatura. O segundo aspecto é que, nesta mesma lista, estão entre os mais citados dois livros de metodologia científica, que não têm relação direta com o tema estudado.

Cabe destacar que outros autores tiveram número de citações similares, R. L. Rovai com cinco e M. Christopher com quatro citações. Em todos os trabalhos analisados há apenas um artigo em que se constata a citação de um autor por outro que também publicou sobre gerenciamento de riscos no ENEGEP. Não houve citações entre autores no SIMPEP, tampouco referências cruzadas entre os dois anais.

4.3 Análise dos termos e palavras-chaves

A análise dos termos e das palavras-chaves foi dividida em dois blocos principais: o primeiro diz respeito especificamente às palavras-chaves apresentadas em cada trabalho publicado, enquanto o segundo refere-se à inclinação da publicação baseada no título do projeto, independentemente de os termos terem sido ou não empregados como palavras-chaves.

Em relação ao conjunto de palavras-chaves identificadas, compreende-se que não houve nenhuma repetição efetiva ao ponto de identificar alguma tendência de estudos. A média geral para ambos os anais é de três palavras-chaves por artigo. Aquelas que foram citadas mais de uma vez estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5: Relação de palavras-chaves mais citadas

Palavra-chave	Sinônimo aceito	ENEGEP	SIMPEP	Total
Gerenciamento de Riscos	Gestão de riscos	20	11	31
Gerenciamento de Projetos	Gestão de projetos	9	1	10
FMEA		3	2	5
Simulação de Monte Carlo	Monte Carlo	1	2	3
Ferramenta de Gerenciamento de riscos		1	1	2
Análise de riscos		1	1	2
Governança corporativa		1	1	2
Análise bibliométrica		1	1	2
Análise de risco		2	0	2
Construção Civil		2	0	2
Empreendimentos industriais	Plantas industriais	2	0	2

Continua...

... Conclusão

Palavra-chave	Sinônimo aceito	ENESEP	SIMSEP	Total
Desastres naturais		2	0	2
Riscos		2	0	2

Fonte: Autoria própria.

Por meio da Tabela 5 nota-se uma tendência de repetição dos dois primeiros termos, o que já era esperado tendo em vista a própria escolha dos artigos. Considera-se, assim, que tais termos não são suficientes para explicar ou levantar qualquer parâmetro de publicação. Quando considerada as demais palavras-chaves, entretanto, percebe-se que não há nenhuma tendência efetiva que implique um padrão identificável, uma vez que o número de repetições é pequeno e muitos dos termos indicados estão intrinsecamente ligados à prática de gerenciamento de riscos, como é o caso, por exemplo, do terceiro termo mais utilizado, FMEA, que é uma ferramenta dedicada a identificar possibilidades de falhas em projetos.

Uma visão similar pode ser observada com relação à avaliação da inclinação dos estudos. De uma forma geral, o que se pôde perceber é a aplicação do gerenciamento de riscos de forma pulverizada, não havendo nenhuma área com um destaque efetivo. As informações acerca desta inclinação são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6: Inclinação dos estudos publicados

Inclinação do estudo	ENESEP	SIMSEP	Total
Cadeia de Suprimentos	2	1	3
Desenvolvimento de Software	3	0	3
Indústria Automotiva	1	1	2
Processos Industriais	2	0	2
Governança Corporativa	2	0	2
Suporte às Decisões	2	0	2
Gestão do Conhecimento	2	0	2

Fonte: Autoria própria.

Como se pode observar na Tabela 6, o número de temas que se repetiram nos estudos é pequeno, havendo recorrências, seja no mesmo evento ou entre os dois anais, apenas em sete áreas. Não houve nenhuma repetição de área nos artigos publicados nos anais do

SIMPEP. Ainda assim, deve-se destacar que estas repetições representam pouco mais de um terço do total de trabalhos avaliados e que é inapropriado discernir sobre qualquer tipo de prevalência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As publicações em anais de congressos e simpósios são meios interessantes de divulgação de pesquisas, troca de ideias, interação entre pesquisadores, fomento e transmissão de conhecimentos científicos entre os envolvidos com uma determinada área, como é o caso proposto dos dois eventos de engenharia de produção apontados neste estudo bibliométrico. Desses anais, muitas informações podem ser levantadas e empregadas por pessoas com interesse em determinada linha de estudo, constituindo, assim, uma base sólida de referência de publicações para estudantes, especificamente para aqueles ligados à engenharia de produção.

Compreende-se que há a necessidade de que se tenham boas publicações, respaldadas por referências clássicas de livros, de publicações relevantes acerca do tema em estudo, além daquelas publicações recentes, que ditam os rumos do tema na atualidade.

Na presente análise bibliométrica, buscou-se tratar especificamente de um tema relevante e útil para a aplicação no dia a dia das empresas e, também, para novos projetos. Tratou-se, aqui, das publicações acerca do gerenciamento de riscos que, embora muitas vezes seja tratado como um subtema do gerenciamento de projetos, possui uma importância própria, tal qual o próprio gerenciamento de projetos.

É sabido, todavia, que existem eventos e periódicos dedicados exclusivamente à apresentação de práticas e inovações nas áreas de gerenciamento de projetos. Mas compreendendo, primeiramente, que o gerenciamento de riscos extrapola essa aplicação e também deve ser trabalhado em outras condições empresariais e, em segundo lugar, que eventos gerais de determinados cursos apresentam, também, transversalidades em mais de uma área que lhes compõem, pode-se afirmar que os principais eventos de um curso devem trazer aspectos relevantes e suficientes que sirvam de base para novos estudos.

Nesse sentido, foi possível perceber dois pontos principais: o primeiro é que há uma similaridade entre os padrões de proporcionalidade e características das publicações entre os dois anais, muito embora as instituições e os autores envolvidos sejam distintos entre ambos; o segundo é que há, ainda, pouca exploração do tema de gerenciamento de riscos em ambos

os anais estudados, não sendo possível distinguir nenhum foco de pesquisa mais efetivo. Além disso, as informações obtidas sobre as publicações correlatas ao gerenciamento de riscos chegam a ser insuficientes para as pretensões deste estudo. Observou-se, por exemplo, a falta de pesquisa e de referências a trabalhos publicados em ambos os anais nos próprios artigos submetidos àqueles eventos.

Considera-se, portanto, que o estudo sobre gerenciamento de riscos e sua publicação nos referidos anais possuem um campo amplo de exploração, apresentando-se, ainda que timidamente, em fase de construção em ambos os eventos.

Como trabalhos futuros, sugere-se a pesquisa bibliográfica do tema em periódicos de circulação nacional, um estudo comparativo entre o volume de estudos sobre o tema em periódicos e anais, além de uma pesquisa mais aprofundada sobre o tema no âmbito de periódicos estrangeiros.

REFERÊNCIAS

ALOINI, D.; DULMIN, R.; MINNINO, V. **Risk Management in ERP Project introduction: Review of literature.** *Information and Management*, 44, p. 547-567, 2007.

BRANDSTETTER, M. C. G. O.; ARANTES, G. M. **Proposições de aplicação do gerenciamento de riscos em sistemas da construção.** *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, ENEGEP. Fortaleza, CE, Brasil, 35, 2015.

BARROS, I. J. R. C.; NEVES, S. M.; OLIVEIRA, C. H.; PEREIRA, T. F.; SANTOS, P. H. **Gestão de Riscos baseada no conhecimento: uma análise bibliométrica com ênfase em projetos de software.** *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, ENEGEP. Maceió, AL, Brasil, 38, 2018

BUENO, J. M. **Produção científica em Gestão de Projetos: um balanço crítico sobre pesquisas na área.** *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, ENEGEP. Belo Horizonte, MG, Brasil, 31, 2011.

CALIXTO, G. M.; FURLAN, P. K.; CARVALHO, M. M. **Estudo das tendências na análise de competências na gestão de projetos através de técnicas de bibliometria.** *Revista de Gestão e Projetos - GeP*, 3(1), p. 181-196, 2012.

CARVALHO, M. M.; RABECHINI JR., R. **Fundamentos em Gestão de Projetos: Construindo Competências para Gerenciar Projetos.** 4ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2015.

CLEMENTS, J. P.; GIDO, J. **Successful Project Management.** 6 th Ed. New York: Cengage Learning, 2015.

CORDEIRO, J. F.; RECH, I. J.; CRUZ, A. F. **Análise bibliométrica da produção científica**

sobre risco corporativo no período de 2005 a 2015. *Anais do Congresso Brasileiro de Custos*. Porto de Galinhas, PE, Brasil, 23, 2016.

GANBAT, T.; CHONG, H.; LIAO, P.; WU, Y. **A bibliometric review on risk management and building information for international construction.** *Hindawi Advances in Civil Engineering*, p. 1-13, 2018.

IBGC – Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. **Guia de Orientação para Gerenciamento de Riscos Corporativos**, 2007.

JUDENG, D.; BARBALHO, S. C. M.; SILVA, S. L. **Gestão de projetos: teoria, prática e tendências.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

KEELLING, R. **Gestão de Projetos: Uma abordagem Global.** São Paulo: Saraiva, 2002.

MAIA, J. L.; DI SERIO, L. C. **Uma análise bibliométrica multifontes sobre a geração de valor ao acionista e a gestão de projetos, programas e portfólio.** *Revista de Gestão e Projetos – GeP*, 8 (2), p. 87-108, 2016.

NAPOLITANO, D. M. R.; FERREIRA, R. P.; SASSI, R. J. **Sistema de inferência Fuzzy na elaboração de matrizes de risco para a análise qualitativa em projetos.** *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP*. Joinville, SC, Brasil, 37, 2017.

OLIVEIRA, R. R.; BOLDORINI, P. S. A. T.; MARTINS, H. C.; DIAS, A. T. **Gerenciamento de projetos: comparativo bibliométrico dos anais de congressos brasileiros na área de administração e engenharia de produção.** *Revista de Gestão e Projetos – GeP*, 7 (1), p. 15-31.

PARASKEVAS, A.; QUEK, M. **When Castro seized the Hilton: Risk and crisis management lessons from the past.** *Tourism Management*, 70, p. 419–429, 2019.

PELEIAS, I. R.; CAETANO, G.; PARISI, C.; PEREIRA, A. C. **Produção científica sobre controle interno e gestão de riscos no EnANPAD e congresso USP: análise bibliométrica no período 2001-2011.** *Revista Universo Contábil*, 9 (4), p. 29-49, 2013.

PMI – Project Management Institute. Pmbok, Guide. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**, 2013.

POLO, E.; PEIXE, M.; GALEGALE, G. **Estudo Bibliométrico da Produção Científica de Gerenciamento de Riscos entre os Anos de 2000 e 2012.** *CONF-IRM Proceedings*, 31, 2013.

SILVA, C. E. S.; NASCIMENTO, K. M. **Análise da incorporação da incerteza no gerenciamento de riscos para o atendimento do prazo em projetos de pesquisa & desenvolvimento.** *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP*, Curitiba, PR, Brasil, 34, 2014.