



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

DESAFIOS RUMO AO GERENCIAMENTO E APLICAÇÃO SUSTENTÁVEL DOS REJEITOS DA INDÚSTRIA MINERAL: UM ESTUDO ESTATÍSTICO DAS PRODUÇÕES ACADÊMICAS E INOVAÇÕES NO SEGMENTO

Vítor Otacílio de Almeida – vitor01almeida@hotmail.com

Laboratório de Tecnologia Mineral e Ambiental - PPGE3M - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500 - Setor 6 - Prédio 43819 - Sala 205. CEP: 91501-970 – Porto Alegre – RS

Ivo André Homrich Schneider – ivo.andre@ufrgs.br

Laboratório de Tecnologia Mineral e Ambiental - DEMIN - PPGE3M - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Resumo: *Devido aos impactos ambientais gerados pela mineração, torna-se necessária a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias que permitam gerenciar os resíduos sólidos, comumente dispostos em barragens de rejeitos e módulos. Assim, este artigo avalia qualitativamente e quantitativamente as produções científicas relacionadas aos rejeitos da mineração e como estes estudos se mostram diante das diferentes abordagens disponíveis. O levantamento demonstra que o número de publicações relacionadas ao manejo e usos de rejeitos de mineração é expressivamente modesto perante a importância do tema. Dentre as categorias, verifica-se que a maioria das pesquisas está relacionada a estudos voltados para o tratamento e disposição dos rejeitos de mineração e a aplicabilidade dos resíduos como agregados para construção civil. O estudo demonstra que o campo de pesquisa ainda está limitado a vertentes específicas, havendo várias outras potencialidades para pesquisa e desenvolvimento que ainda não estão sendo exploradas.*

Palavras-chave: *rejeitos de mineração, produção científica, produção mais limpa, sustentabilidade.*

CHALLENGES TOWARDS MANAGEMENT AND SUSTAINABLE APPLICATION OF THE TAILINGS OF THE MINERAL INDUSTRY: A STATISTICAL STUDY OF THE ACADEMIC PRODUCTION AND INNOVATIONS IN THE SEGMENT.

Abstract: *Due to the relevance of the impacts generated by mining operations, it is necessary research to develop technologies to manage solid wastes commonly disposed of in tailings dams and modules. This article evaluates qualitatively and quantitatively the scientific production related to mining tailings and the different approaches available. The survey shows that the number of publications related to the implementation and management of mining tailings are modest considering the importance of the theme. With regard to the categories, most of the researches are focused on the treatment and disposal of mining tailings and the applicability as a construction aggregates. The study demonstrates that this research field is still limited to specific aspects with several other potential aspects that could be explored.*

Keywords: *mining tailings, scientific production, cleaner production, sustainability.*

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

1. INTRODUÇÃO

A indústria mineral é caracterizada por vertentes que circundam campos da engenharia, da economia, das ciências sociais, do desenvolvimento tecnológico e das questões ambientais. O vulto dos empreendimentos minerários, a grandeza dos impactos, o balanço dos prós e contras que condicionam a implantação ou não de um empreendimento minerário fomentam discussões extensas nos mais diversos nichos. No que tange o âmbito das questões ambientais, essa discussão assume um caráter amplo e decisivo; ponderando argumentativas que dividem a opinião pública e definem diretrizes que muitas vezes impossibilitam a implantação de um projeto minerário.

Os riscos e impactos ambientais associados à mineração contrastam com o desenvolvimento patrocinado pela exploração mineral. O grande acidente com a barragem de rejeitos de Mariana/MG demonstra um dano ambiental extremo, que associado à perda de vidas humanas torna a mineração protagonista de um desastre imensurável. Porém, com a paralisação das operações da empresa Samarco, a economia da região de Mariana entrou em declínio com as demissões em massa; afetando direta e indiretamente todo o contexto social e econômico da região. Esse colapso alicerçado em condicionantes ambientais, sociais e econômicas demonstra o quão sensível é o limiar que separa os prós e contras da indústria mineral.

Diante disso, questiona-se o que pode ser feito para minimizar os impactos ambientais, assegurar o controle dos riscos e permitir a continuidade do desenvolvimento. Um dos pontos cruciais refere às políticas minerárias de gerenciamento de resíduos. Conforme definição da Lei N° 12.305/10, resíduos são materiais, substâncias, objetos ou bem descartados resultante de atividades humanas em sociedade. Os resíduos sólidos são aqueles que a destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semi-sólido. Na mineração, destaca-se a geração de resíduos sólidos de extração, que é o estéril; e os resíduos provenientes do tratamento/beneficiamento de minérios, que é o rejeito.

O montante de resíduos gerados pela indústria mineral é gigantesco; exigindo tratamentos que permitam minimizar os danos ambientais, a construção de obras de engenharia para disposição, além da constante responsabilidade sobre este subproduto como passivo ambiental. O gerenciamento dos resíduos de mineração evoluiu muito pouco ao longo da história neste ramo industrial. Os conceitos de “Logística Reversa”, “Economia Circular”, “Produção mais Limpa” tomaram força em vários segmentos industriais e é preciso imputá-los também na essência da indústria mineral.

Diante da importância do gerenciamento e aplicabilidade dos resíduos minerais, esse trabalho levantou os principais estudos científicos relacionados aos rejeitos da exploração mineral e quais são os principais benefícios que podem ser esperados para realidade desse segmento nos próximos anos. A pesquisa foi realizada considerando o tema “Rejeitos de Mineração” entre os anos de 2014 e 2018, publicados em periódicos estratificados no nível Qualis A, estabelecido pela CAPES para as produções científicas do grupo Engenharias II. O principal objetivo foi mensurar o nível de produção científica relacionada aos rejeitos de mineração e galgar “insights” acerca da temática; fomentando a evolução de estudos científicos nessa área e incentivando a concreta implantação dessas inovações no cenário da indústria mineral.

2. OS RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA MINERAL E SUAS IMPLICAÇÕES

O impacto econômico da mineração é significativo em todo o mundo, sendo sinônimo de progresso principalmente para regiões e países em desenvolvimento. Essa faceta da indústria mineral sempre é contrastada com os impactos ambientais e sociais atrelados aos empreendimentos (HILSON, 2002; JENKINS, 2004).

O vulto do papel da mineração na economia do Brasil pode ser corroborado pelos dados apresentados em relatório do IBRAM (2015), onde é elucidado que foram movimentados US\$ 40

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

bilhões no segmento da mineração apenas no ano de 2014; correspondentes a 5% do PIB industrial do Brasil. O mesmo relatório contribui com a informação de que em Julho de 2015 a mineração era responsável por 214.070 empregos diretos. Esse número conectado com as diversas instâncias do mercado de trabalho indica que a cada emprego direto, 13 postos de trabalho indiretos ou induzidos são gerados. Esse efeito multiplicador permite mensurar que, em 2015, havia no Brasil aproximadamente 2,7 milhões de trabalhadores envolvidos com atividades relacionadas à mineração. A compensação pela exploração mineral (CFEM) tem gerado ao governo brasileiro arrecadações em torno de 1,6 bilhões/ano após 2010; arrecadação essa que já superou a marca de 600 milhões no primeiro trimestre de 2018 (DNPM, 2018). Esses números evidenciam a importância da mineração para o mercado nacional.

Em oposição aos benefícios econômicos gerados pela mineração, estão os riscos e impactos ambientais associados às operações de extração e beneficiamento mineral. Os impactos ambientais da mineração correspondem à mudança paisagística, decapeamento para realização da exploração, abertura de cavas, demanda de grandes áreas para disposição de estéréis e rejeitos, alterações hídricas, geração de poeira, ruído e vários outros.

Sabe-se que os estéréis de mineração correspondem entre 70% e 80% da massa de resíduos sólidos gerados pela atividade mineral. Isso representa cerca de 170 milhões de toneladas de rejeitos e 290 milhões de toneladas de estéril produzidos apenas no estado de Minas Gerais (FEAM, 2017). Ainda, as barragens de rejeitos, segundo CBDB (2012, *apud* IBRAM, 2016 p. 13), ganharam repercussão a partir da década de 80, pois o potencial de dano ambiental e os mecanismos de transporte de contaminantes relacionados à disposição de rejeitos em barragens são gigantescos. Defronte a esses aspectos a atenção para o controle de estabilidade de barragens foi ampliado. Os cuidados associados à disposição precisam estar atrelados à busca por alternativas que garantam uma melhor aplicação destes resíduos.

Com a produção massiva de rejeitos, os riscos associados às barragens, a responsabilidade das empresas pelas áreas de disposição de rejeitos como passivo ambiental e as implicações de segurança e manutenção atreladas a esses depósitos residuais, fazem com que a busca por alternativas para esses subprodutos seja primordial. Entre as alternativas podem-se citar técnicas para eliminação de água (GUIMARÃES, 2011) e busca de outras formas de alocação dos rejeitos visando à substituição do uso de barragens (SUN *et al.*, 2018). Paralelamente, o uso dos materiais para configuração de terrenos (KHALDOUN *et al.*, 2016), construção civil (FRANCO *et al.*, 2014) e a produção de solos construídos (technosolos) (FIRPO *et al.*, 2017) estão entre outras opções de estudos.

A busca por soluções vinculadas a dar destinos diferenciados aos resíduos da mineração configura a necessidade intrínseca da indústria mineral de incorporar as práticas de “Economia Circular”. Segundo a COMISSÃO EUROPEIA (2014), a economia circular é um sistema que mantém o valor dos materiais ao longo de todos os processos de produção e uso; visando reduzir a necessidade de novas matérias-primas, minimizar a saída de resíduos, emissões e perda de energia. São ações que reduzem os impactos ambientais e não impedem o desenvolvimento industrial.

Porém, diferentemente de outros processos industriais em que é possível o emprego de um mesmo tipo de solução para um grande número de empresas; na mineração a aplicação de processos produtivos mais limpos depende diretamente de pesquisa e desenvolvimento tecnológico específico. Essa configuração se dá devido à especificidade das variáveis que caracterizam cada processo de extração e beneficiamento mineral; que por sua vez exigem estudos específicos para sua caracterização e desenvolvimento de metodologias e tecnologias mais sustentáveis (SÁNCHEZ, 2007).

A necessidade de pesquisa tecnológica para o desenvolvimento da economia circular e produção mais limpa na mineração fundamenta a avaliação qualitativo-quantitativa das publicações científicas acerca dos rejeitos minerais, de modo a se visualizar o nível de estudos que estão sendo desenvolvidos e quais as principais temas têm sido avaliados. O estudo que segue considerou um nicho de periódicos, representando o cenário do que está sendo produzido no universo científico.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Salienta-se que nem todos os segmentos de pesquisa relacionados aos rejeitos da indústria mineral puderam ser considerados. Isso se dá, pois de acordo com ALMEIDA (2016), muita informação acerca da indústria mineral e seus processos ficam restritos às empresas. Todavia, o estudo aqui realizado representa as vertentes de maior destaque e permite a percepção de parâmetros e diretrizes relacionadas aos rejeitos de mineração; como também demonstra o que vem sendo desenvolvido quanto ao manejo sustentável destes resíduos na esfera acadêmica.

3. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido pela análise documental estruturada na coleta de artigos científicos. Realizou-se inicialmente uma avaliação qualitativa, de modo a se traçar quais foram as principais linhas de abordagem e quais os fatores mais relevantes para execução dos estudos científicos nesse segmento. Diante dessa verificação qualitativa foi possível observar categorias de estudos, perfis de abordagem científica e os recursos minerais mais analisados. A partir de então se realizou uma análise quantitativa, que se deu pela delimitação de indicadores que caracterizassem valores percentuais da pesquisa a partir de alguns conceitos; agrupando os elementos de modo a se verificar possíveis tendências que qualificassem estatisticamente o grupo de publicações elencadas para o estudo.

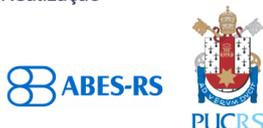
A primeira etapa da pesquisa foi à escolha do sistema para a coleta dos artigos a serem considerados no estudo. Diante das fontes de pesquisa disponíveis na internet, foi necessário escolher uma plataforma que apresentasse os filtros necessários à execução do trabalho e tivesse um portfólio de publicações científicas de cunho internacional completo. Para tal foi utilizada a plataforma *Science Direct* que contempla aproximadamente 2500 revistas científicas e mais de 26000 *e-books* segundo dados do site. A definição dos periódicos a serem considerados na pesquisa foi embasada no estrato A1/A2 do Qualis Periódicos CAPES, para o grupo Engenharias II no quadriênio 2013-2016.

Na plataforma *Science Direct* os filtros adotados no procedimento de coleta foram os seguintes: no campo *Keywords* foram utilizadas como palavras-chaves “*tailings*” e “*mining*” de modo que os principais resultados acerca dos assuntos “rejeitos” e “mineração” fossem apresentados. Para refinar a busca, foi definido que as publicações deveriam estar compreendidas na faixa temporal de 2014 a 2018. Ainda, no campo *Article type* foi selecionada apenas a opção de *Research articles*, restringindo a pesquisa apenas a informações de artigos de pesquisa; não considerando outros documentos como artigos de revisão, capítulos de livros, relatórios de patentes, entre outros que estão disponíveis no *site*.

Diante dessa configuração, foram verificados os periódicos elencados pela plataforma *Science Direct* no refino por *Publication title*. Nessa verificação foram selecionados os periódicos segundo os critérios adotados para este estudo. Os artigos foram acessados segundo agrupamento por título de publicação, permitindo uma análise estratificada.

Diante da frequência de resultados obtidos na busca, estabeleceram-se seis categorias de acordo com a temática: (a) construção civil; (b) caracterização; (c) danos ambientais; (d) gestão de resíduos; (e) recuperação mineral; e (f) tratamento e disposição. As categorias com maior número de publicações ainda foram divididas em subgrupos, os quais: (a) construção civil em (i) agregados e cimentos, (ii) materiais cerâmicos, e (iii) outros; (f) tratamento e disposição em (i) fitoestabilização, (ii) tecnologia, (iii) controle de toxicidade, e (iv) métodos de disposição (Figura 1). Assim divididos, foi possível mensurar indicadores para o delineamento do perfil das publicações científicas.

Realização



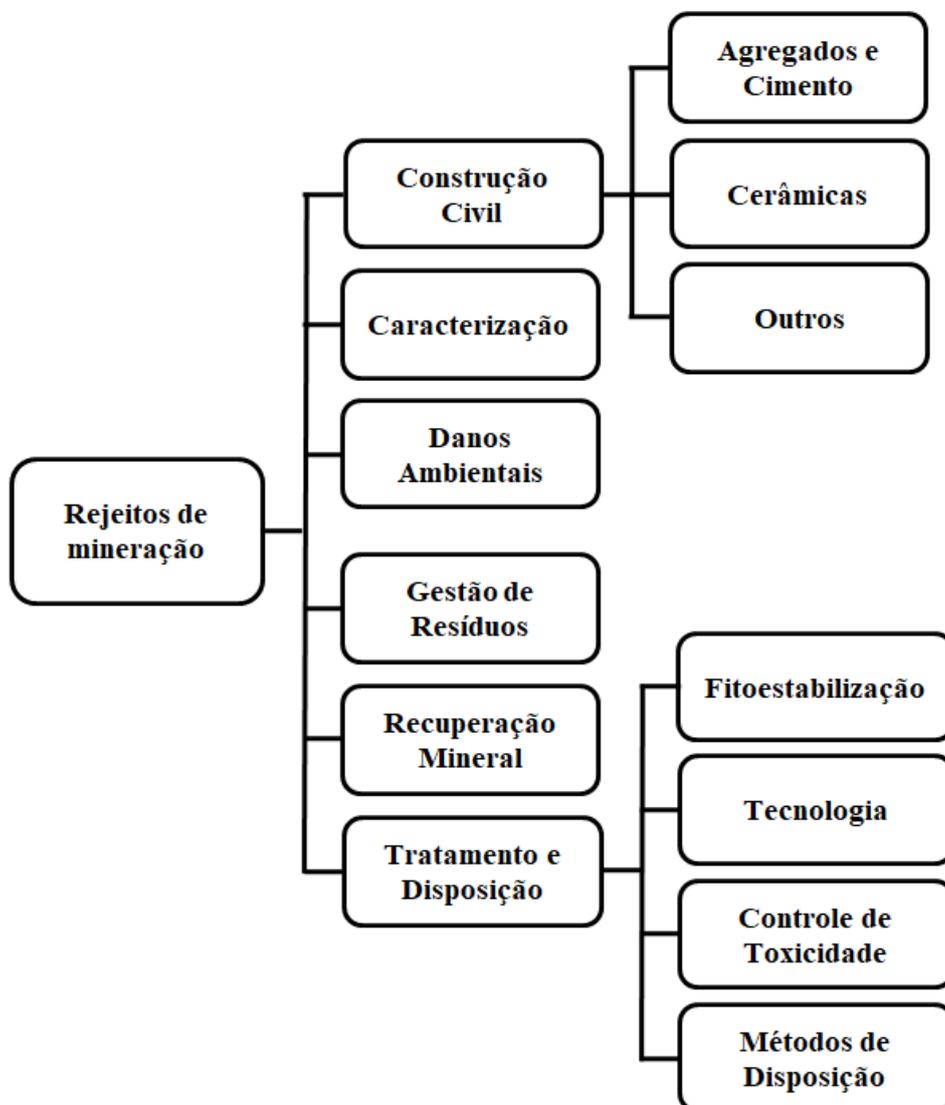
Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

Figura 1 - Categorias e subgrupos de classificação dos artigos.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Abaixo uma breve explicação referente a cada categoria:

Caracterização - foram elencados artigos que tratam da identificação dos rejeitos e suas propriedades, seus efeitos no meio ambiente e a simples indicação da possibilidade de aplicação.

Construção civil - considerou os artigos voltados para utilização de rejeitos de mineração na construção civil, em materiais como agregados, concreto, cerâmicas, pigmentos.

Danos ambientais - contemplou os estudos que foram realizados a respeito dos impactos ambientais causados pelos rejeitos de mineração, incluindo estudos de contaminação por metais pesados, acidentes com barragens, geração de poeira em área de disposição de rejeito.

Gestão de resíduos - consideraram-se os artigos que tratavam de alternativas que aperfeiçoavam as operações de geração, armazenamento, transporte, outras formas de manuseio e disposição de rejeitos; visando economia de água, energia e reciclagem.

Realização

Correalização

Informações:



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Recuperação mineral - levaram em conta os artigos alinhados com pesquisas de recuperação mineral que se referem a estudos realizados com intuito de maximizar a extração de minerais a partir de rejeitos, envolvendo novas técnicas de beneficiamento, tecnologias mais eficientes e também a reciclagem de minerais visando um maior aproveitamento dos recursos e menor geração de resíduos.

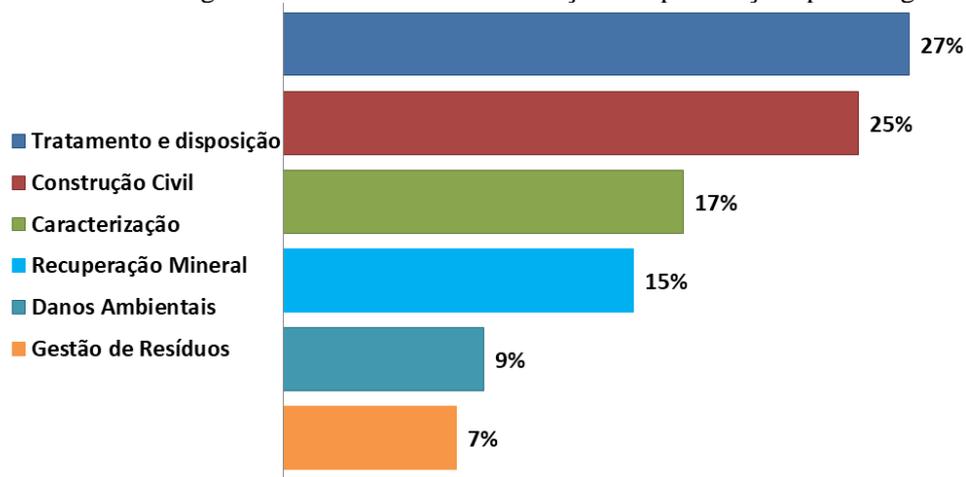
Tratamento e disposição - referiram-se às inovações e pesquisas visando estabilizar, neutralizar ou minimizar os efeitos dos rejeitos no meio ambiente; abordando temas como a fitoestabilização, novas tecnologias, controle da toxicidade e métodos de disposição (por exemplo, barragens, pilhas, módulos e suas condicionantes).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a aplicação dos filtros de pesquisa na plataforma *Science Direct*, foram obtidos 1503 resultados de publicações relacionadas às palavras-chaves “rejeitos” e “mineração”, os quais estavam distribuídos em 10 periódicos. Os periódicos listados foram submetidos à avaliação segundo estratificação A1/A2 do Qualis Periódicos da CAPES, o que resultou em apenas oito periódicos dentro das especificações determinadas para este estudo e uma redução do número de artigos para 1092 (70% dos resultados iniciais de busca).

Os 1092 artigos foram avaliados de modo a se filtrar os que estivessem relacionados às seis categorias determinadas para este trabalho, permitindo uma categorização das publicações e delimitação do universo amostral. Selecionando-se os artigos dentro das categorias, apenas 93 publicações foram incluídas no levantamento por estarem associados a uma das seis categorias adotadas, correspondendo apenas a 8,5% dos resultados obtidos. Os outros 91,5% dos artigos estavam associados a outros contextos da indústria mineral e a outras abordagens que não estavam vinculadas aos objetivos e categorias estabelecidas a este estudo. A estratificação dos artigos segundo as categorias elencadas configuram a distribuição conforme apresentado na figura 2.

Figura 2 - Percentual de distribuição das publicações por categoria.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Com a análise detalhada das categorias com maior número de estudos foi possível estratificar os principais segmentos de pesquisa. Na categoria “tratamento e disposição”, as principais abordagens foram sobre “fitoestabilização” e “controle de toxicidade”, sendo uma menor parcela voltada para estudos a respeito de métodos de disposição e tecnologias direcionadas para o manejo dos rejeitos minerais (Figura 3).

Realização

ABES-RS



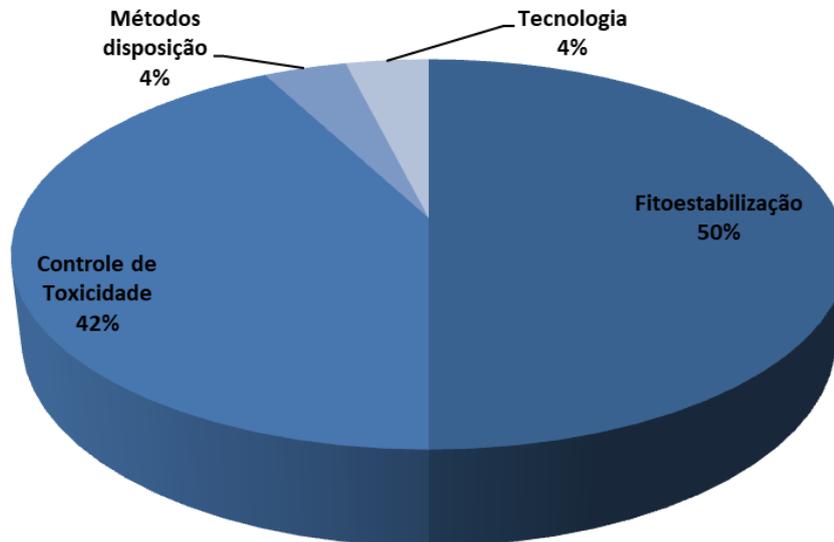
Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

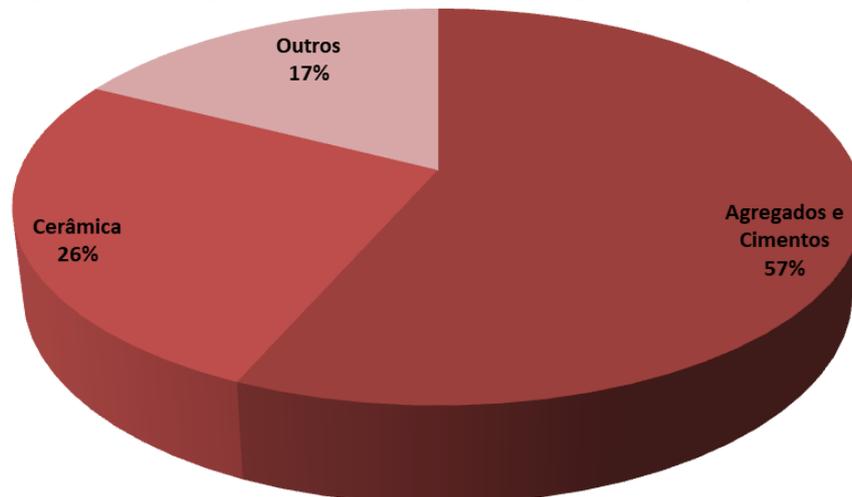
Figura 3 - Principais nichos de pesquisa da categoria “tratamento e disposição”.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Já na categoria “construção civil”, as temáticas circundaram principalmente em torno da aplicação dos rejeitos de mineração para produção de agregados/cimentos e cerâmicas. Dentro da categoria “outros”, estão os estudos que avaliaram o desempenho dos rejeitos como matéria-prima para produção de pigmentos, asfalto, entre outros estudos que apresentaram menor expressividade (Figura 4).

Figura 4 – Principais nichos de pesquisa da categoria “construção civil”.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

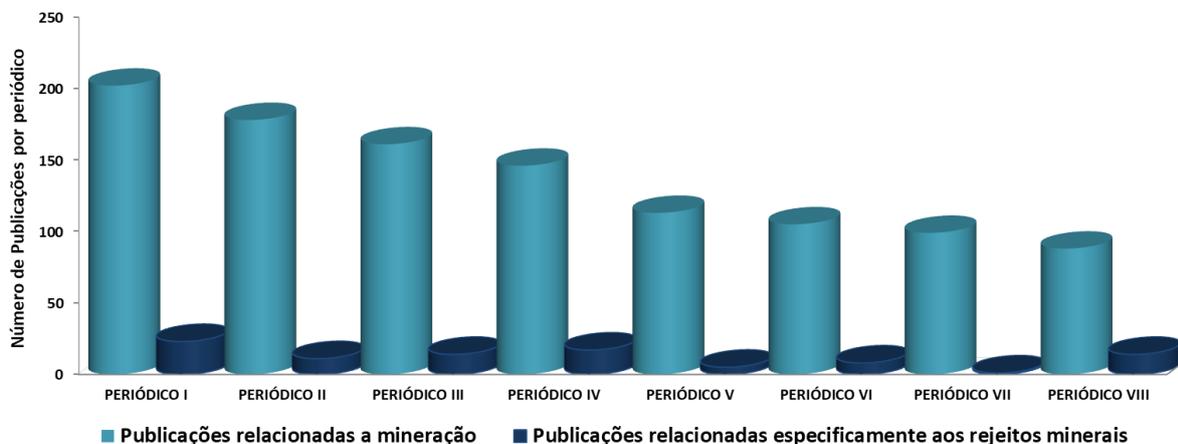
A figura 5 explicita a relação entre o número de trabalhos relacionados com indústria mineral em comparação com os relacionados com rejeitos de mineração para os 8 periódicos selecionados. Selecionando os periódicos por temática, foi possível segmentá-los nas áreas: ambiental, construção civil, geoquímica e mineração. Essa análise permitiu verificar que a maioria das publicações está atrelada a periódicos relacionados à área ambiental e da construção civil (Figura 6).

Realização

Correalização

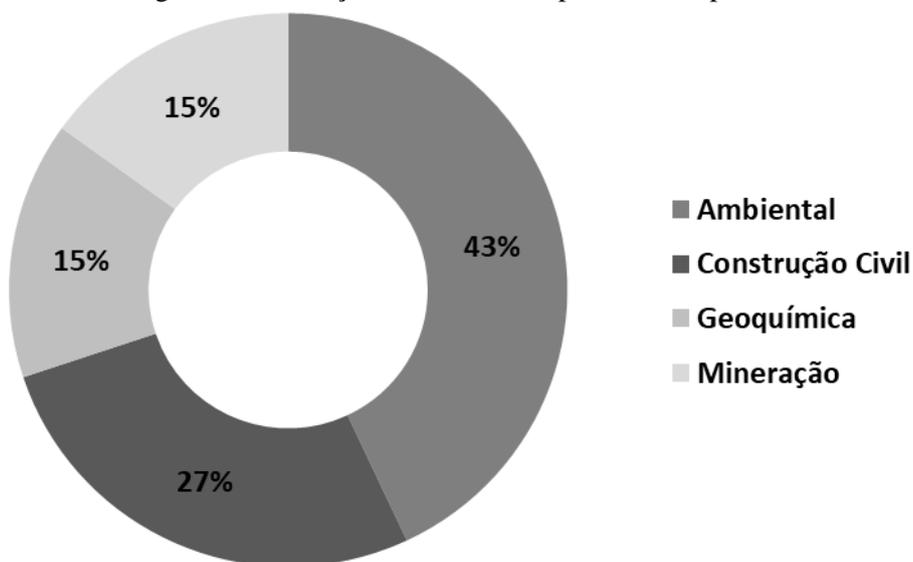
Informações:

Figura 5 – Comparação do número de publicações na área de mineração e as publicações relacionadas a estudos sobre rejeitos.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Figura 6- Publicações estratificadas por área dos periódicos.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

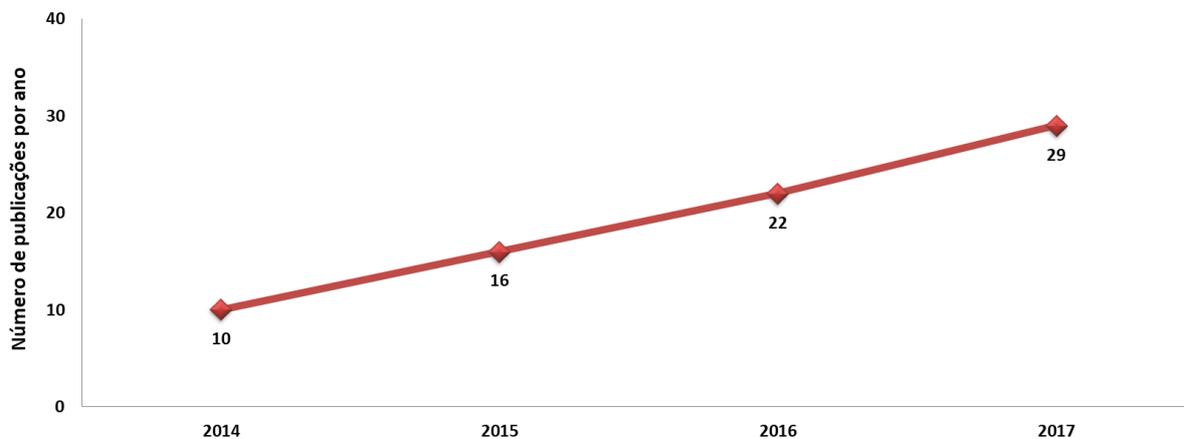
Fazendo uma análise temporal das publicações no período adotado para o estudo, foi possível verificar uma crescente evolução no número de publicações relacionadas a rejeitos de mineração neste período (Figura 7).

Realização

Correalização

Informações:

Figura 7 – Perfil do número de publicações por ano.

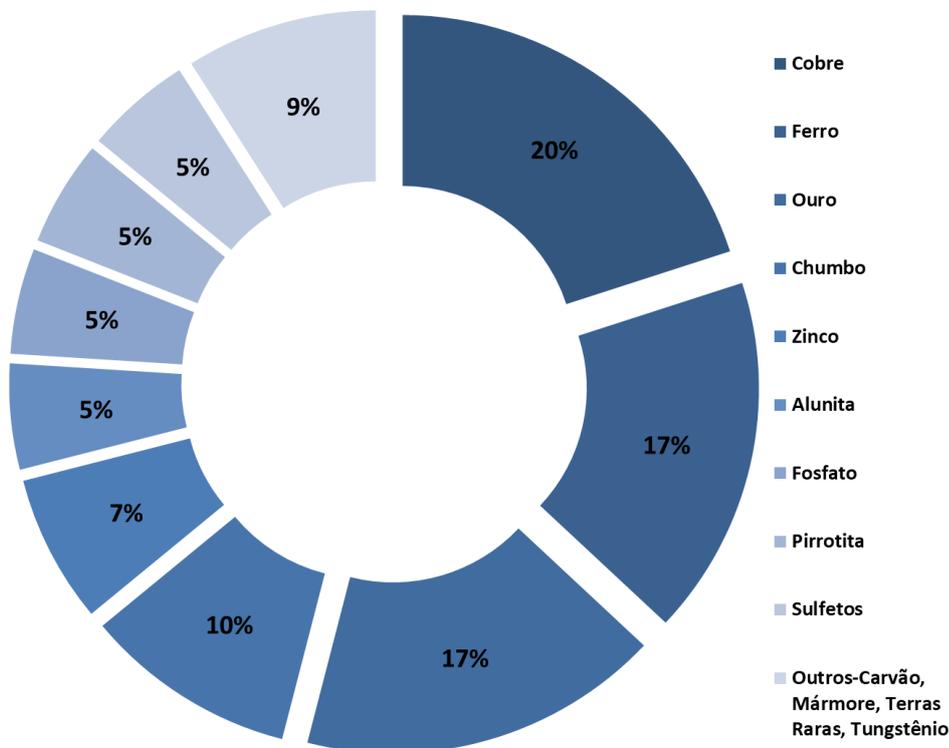


Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

O ano 2018 já demonstra continuidade neste aumento. Apenas no primeiro trimestre de 2018, já foram publicados mais estudos que no ano de 2014 e o mesmo número apresentado no ano todo de 2015; que foi de 16 publicações.

Também foi possível separar os estudos por tipo de mineral avaliado, permitindo verificar quais campos tem recebido mais atenção no que se refere aos estudos dos rejeitos minerais e verificar qual a amplitude destes minerais diante de toda a cadeia de produção mineral (Figura 8).

Figura 8 – Publicações segundo tipologia mineral.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Realização

Correalização

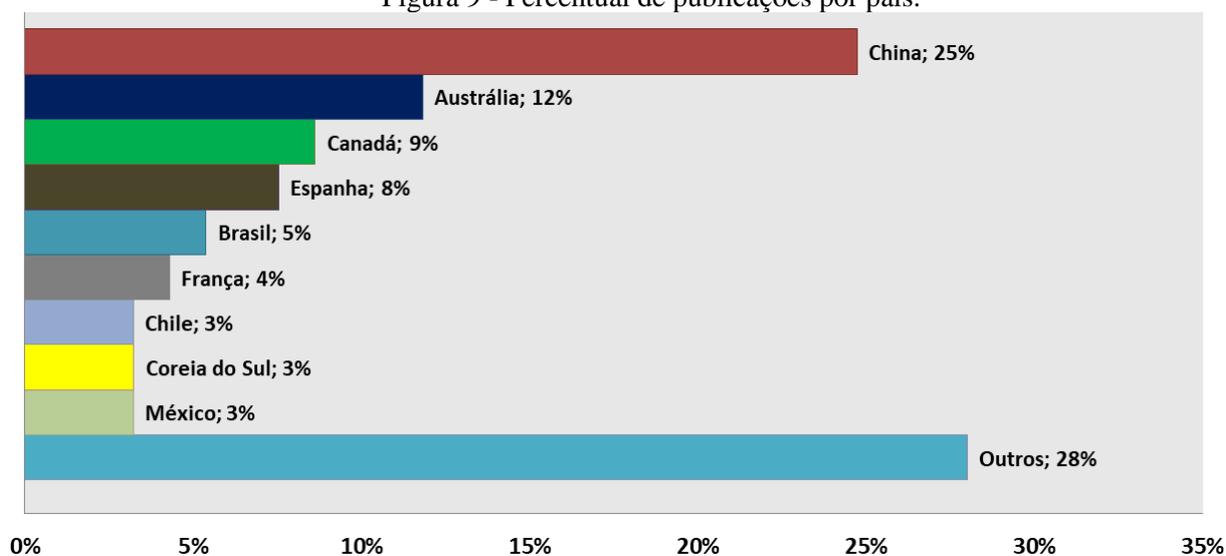
Informações:



As espécies minerais mais estudadas foram o cobre, ferro e ouro; que juntos superaram mais de 50% das publicações que trataram dos rejeitos. Verificou-se que o número de espécies minerais abordados é muito reduzido, ante a série de espécies minerais que são exploradas em larga escala ao redor do mundo. Ainda, os principais trabalhos referiram-se às alternativas de remediação; principalmente no que diz respeito a contaminações e toxicidade relacionadas ao processo de beneficiamento do cobre e do ouro.

Correlacionado os artigos por país onde a pesquisa foi realizada, destacou-se a China. Austrália e Canadá assumiram, respectivamente, o segundo e terceiro lugar deste ranking. O Brasil assumiu 5% das publicações consideradas neste estudo (Figura 9).

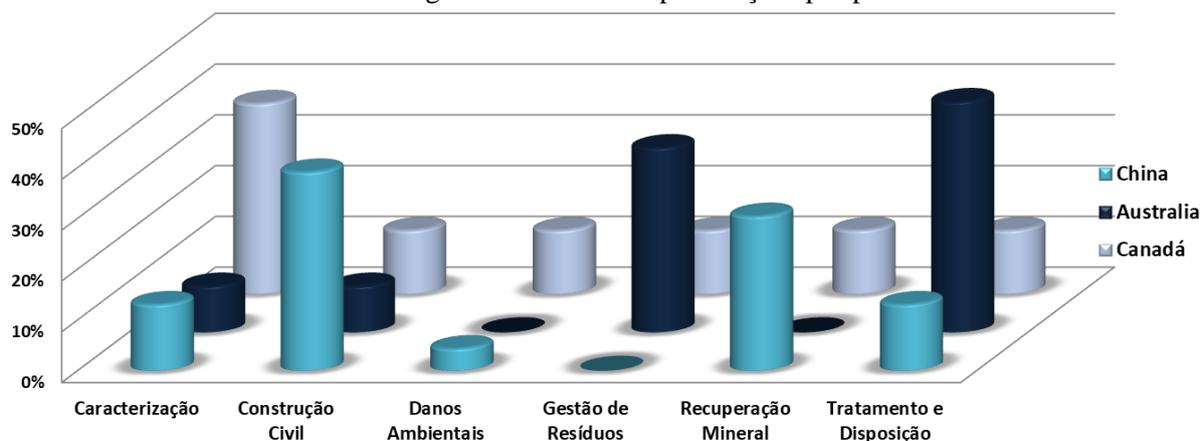
Figura 9 - Percentual de publicações por país.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Tomando por base as pesquisas da China, Austrália e Canadá; apuraram-se as tendências de estudos apresentadas para cada um destes países. Segmentando os estudos de acordo com as categorias determinadas para este trabalho, foi possível visualizar o perfil de cada país frente às pesquisas acerca dos rejeitos de mineração conforme configuração da figura 10.

Figura 10 - Perfil das publicações por país.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Observa-se que cada país apresenta um nicho predominante no que se refere a estudos sobre rejeitos de mineração. A China mostra-se direcionada para estudos relacionados à aplicação dos rejeitos minerais na “construção civil”. Já a Austrália tem suas pesquisas direcionadas principalmente para estudos acerca do “tratamento e disposição” e “gestão dos resíduos minerais”. O Canadá apresenta linhas de pesquisa distribuídas em todas as categorias abordadas neste estudo, com ênfase em pesquisas direcionadas para a “caracterização de rejeitos”.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O levantamento demonstra que as publicações científicas direcionadas para estudos acerca dos rejeitos de mineração se mostram ainda modestas. O número de publicações, como um todo, é pequeno frente ao tamanho dos impactos gerados pela indústria mineral e a quantidade de rejeitos gerada por cada empreendimento. Um fato que pode corroborar para o baixo número de pesquisas relacionadas aos rejeitos de mineração é que muitas informações a respeito do que vem sendo desenvolvido no âmbito empresarial fica retido nas corporações.

Quanto às áreas de estudo, as pesquisas vinculadas ao “tratamento e disposição de rejeitos” e a aplicação de rejeitos “na construção civil”, são as categorias com maior número de resultados levantados por essa pesquisa; assumindo 52% das publicações associadas a este levantamento.

Considerando as áreas dos periódicos avaliados neste levantamento, as revistas com temáticas dirigidas para a área “ambiental” e da “construção civil” corresponderam a 70% das pesquisas publicadas. Os demais 30% das publicações estão em revistas da área de “geoquímica” e “mineração”.

Avaliando as publicações por país, a China, Austrália e Canadá assumem a maioria das pesquisas. O Brasil responde por 5% das publicações. Grandes potências minerais como Rússia, Estados Unidos, demonstraram um percentual baixo de publicações direcionadas para essa área, ficando incluídos no item “outros”.

Não há uma distribuição homogênea das publicações no universo dos recursos minerais explorados, uma vez que a mineração de cobre, ferro e ouro correspondem a mais de 50% dos estudos na área ambiental. A análise também permitiu concluir que os estudos relacionados a essas espécies estão orientados principalmente para um cunho remediativo, não implicando no desenvolvimento de estudos que fomentem a aplicação dos rejeitos industriais para outros usos.

Apesar disso, pode ser visualizado um aumento anual das pesquisas relacionadas aos resíduos minerais, demonstrando uma taxa média de crescimento em torno de 43% ao ano. Esse aumento indica que há uma preocupação crescente pelo setor nas questões ambientais e que, possivelmente, mudanças serão incorporadas ao longo da cadeia produtiva da indústria mineral, direcionando-a para uma situação mais sustentável.

A opinião dos autores é que ainda há muito a ser pesquisado e imputado na cadeia produtiva da indústria mineral, de modo a direcioná-la cada vez mais para os moldes do previsto dentro dos conceitos de “logística reversa”, “produção mais limpa” e “economia circular”.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. **Dimensionamento de frota de equipamentos com ênfase na implantação de caminhões articulados na indústria de exploração mineral.** Conselheiro Lafaiete, 83 p., 2016. Monografia - Universidade Presidente Antônio Carlos.

BRASIL, Lei n 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**, Brasília, DF, ago. 2010,

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

IBRAM. **Informações sobre a economia mineral brasileira 2015**. Brasília, 2015. Disponível em: <www.ibram.org.br> Acesso em: 18 de abr. 2018.

_____. **Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração**. Brasília, 2016. Disponível em: <www.ibram.org.br> Acesso em: 18 de abr. 2018.

CAPES. **Classificações de Periódicos no Quadriênio 2013-2016**. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br>> Acesso em: 18 de abr. 2018.

COMISSÃO EUROPEIA. **Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao conselho, ao comitê econômico e social europeu e ao comitê das regiões-Para uma economia circular: programa para acabar com os resíduos na Europa**. Bruxelas, 17 p., 2014.

DNPM. **Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios. Arrecadação CFEM**. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem.aspx> Acesso em: 18 de abr. 2018.

FEAM. **Inventário de Resíduos Sólidos da Mineração Ano Base 2016**. Disponível em: <<http://www.feam.br>> Acesso em: 18 de abr. 2018.

FIRPO, B.; WEILER, J.; SCHNEIDER, I. **Solo fabricado a partir de rejeitos de carvão**. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE CARVÃO MINERAL, Criciúma, 2017.

FRANCO, L.; SANTOS, D.; ROSA, P.; SILVA, G.; PEIXOTO, R. **Aplicação de rejeitos de mineração como agregado para produção de concreto**. In: 56º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO. Natal, 2014.

GUIMARÃES, N. C. **Filtragem de rejeitos de minério de ferro visando a sua disposição em pilhas**. Belo Horizonte, 129p., 2011. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Mineral - Escola de Engenharia da UFMG.

HILSON, G. **Small-scale mining and its socio-economic impact in developing countries**. A United Nations Sustainable Development Journal, Nova York, v. 26, n.1, p. 3-13, 2002.

JENKINS, H. **Corporate social responsibility and the mining industry: conflicts and constructs**. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, Nova York, v. 11, n.1, p. 23-34, 2004.

KHALDOUN, A.; OUADIF, L.; BABA, K.; BAH, L. **Valorization of mining waste and tailings through paste backfilling solution, Imiter operation, Morocco**. International Journal of Mining Science and Technology, v. 26, n.3, p. 511-516, 2016.

SÁNCHEZ, L. E. **Mineração e Meio Ambiente**. In: Tendências tecnológicas Brasil 2015: geociências e tecnologia mineral. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. p.196-213.

SCIENCE DIRECT. **Search for peer-reviewed journals, articles, book chapters and open access content**. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com>> Acesso em: 18 de abr. 2018.

SUN, W.; WANG, H.; HOU, K. **Control of waste rock-tailings paste backfill for active mining subsidence áreas**. Journal of Cleaner Production, v. 171, n. 1, p. 567 -579, 2018.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375