

MINERAÇÃO DE CARVÃO NO BRASIL: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Patrícia Figueiredo CORRÊA¹; Guilherme de SÁ²; Guilherme Alves ELIAS³; Edilane ROCHA-NICOLEITE⁴; Robson dos SANTOS⁵.

¹Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), pcorrea@unesc.net; ²Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), gui_dsa@hotmail.com; ³Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), guilherme@unesc.net; ⁴Centro Tecnológico SATC, edilane.rocha@satc.edu.br; ⁵Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), rsa@unesc.net.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar, por meio de indicadores bibliométricos, a produção científica relacionada à mineração de carvão no Brasil, em artigos publicados até o ano de 2016 nas bases de dados eletrônicas *Scopus* e *Scielo*. Os termos de busca utilizados foram “coal mining” e “brazil” presentes no título, resumo e palavras-chave. Foram registrados 102 artigos. O ano com maior número de indexações foi 2014. Os periódicos “Revista Brasileira de Ciências do Solo” e “*Science of the Total Environment*” foram os que apresentaram o maior número de publicações. As instituições mais produtivas estão localizadas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo estas as regiões carboníferas de maior impacto negativo da mineração de carvão no Brasil. A maioria dos trabalhos estão enquadrados nas categorias de Impactos Ambientais e Sociais e de Saúde. Ressalta-se a importância das instituições de ensino e pesquisa na investigação de questões dos impactos negativos das regiões carboníferas para melhoria da qualidade ambiental.

Palavras-chave: Bibliometria. SciVerseScopus. Scielo. Região Carbonífera.

ABSTRACT

This study aimed to analyze, through bibliometric indicators, the scientific production related to Brazilian coal mining, in scientific articles published up to the year of 2016 in the electronic database Scopus and Scielo. The search terms used were “coal mining” and “brazil” addressed in the title, abstract and keywords. 102 citations were registered. 2014 was the year with the highest number of indexing. The journals “Revista Brasileira de Ciências do Solo” and the international journal “Science of the Total Environment” were the ones that presented the largest number of publications. The most productive institutions are located in the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul, these being the coal regions with the greatest negative impact of coal mining in Brazil. Most of the registered articles framed within the categories of Environmental and Social Impacts and Health. It is important to emphasize the importance of teaching and research institutions in the investigation of issues of the negative impacts of coal regions to improve environmental quality.

Key-words: Bibliometrics. SciVerseScopus. Scielo. Coal Region.

1 INTRODUÇÃO

As jazidas de carvão mineral no Brasil localizam-se na Região Sul, compreendendo os estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CHAVES, 2008; ABCM, 2015). Apesar da mineração do carvão ter trazido rápido desenvolvimento para as regiões carboníferas, a exploração foi conduzida de maneira predatória resultando em impactos de origens sociais e ambientais, tanto pela sua intensidade quanto pela extensão (GRIFFITH, 1980; ZIMMERMANN;

TREBIEN, 2001; MILIOLI, 2005; GOMES et al., 2008; ROCHA-NICOLEITE, 2015).

Atualmente, esta atividade é realizada baseada em uma série de cuidados nas questões econômicas, social e ambientais, sendo que a cadeia produtiva do carvão foi adequada visando o cumprimento de normas de segurança e ambientais.

A partir disso compreende-se que é imprescindível o desenvolvimento de pesquisas científicas a fim de estabelecer diretrizes para

viabilizar melhores soluções de recuperação desses impactos e melhoria da cadeia produtiva com eficiência de uso deste mineral.

A comunicação científica promove a disseminação da informação das pesquisas realizadas nos ambientes das áreas de conhecimento, facilitada por meio das bases de dados. Os estudos bibliométricos tornam-se ferramentas capazes de sistematizar e identificar as produções de pesquisas científicas, onde seus indicadores retratam o comportamento e desenvolvimento de uma área do conhecimento (ZHANG et al., 2010; ARAUJO; ALVARENGA, 2011; COSTA et al., 2012; BOANARES; AZEVEDO, 2014; ELIAS et al., 2015).

De uma maneira geral o crescimento da produção científica, nas últimas décadas, tem potencializado a bibliometria, bem como a geração de indicadores para medir os resultados das atividades científicas e tecnológicas (FILIPPO; FERNANDEZ, 2002). A partir do uso desta ferramenta, este estudo objetivou analisar qualitativa e quantitativamente

publicações científicas relacionadas à mineração de carvão no Brasil a fim de identificar quais áreas apresentam maior destaque em relação à pesquisa científica.

2 METODOLOGIA

A análise bibliométrica foi realizada por meio da avaliação da atividade científica a partir de pesquisa exploratória em duas bases de dados eletrônicas, sendo uma base referencial *SciVerseScopus* e uma textual *Scielo*. Os termos aplicados na pesquisa foram “coal mining” e “brazil”, presentes no título, no resumo e/ou nas palavras-chave do artigo. Ressalta-se que os termos foram colocados entre aspas para limitar apenas ao que foi requerido. A partir dos dados levantados, os artigos foram agrupados por ano de publicação, a fim de facilitar a quantificação, e organizados de maneira sistemática em categorias relacionadas aos temas abordados em cada artigo (Tabela 1).

Tabela 1 - Relação de categorias selecionadas para organização dos dados.

Categorias	Descrição
Conservação e biodiversidade	Fauna; vegetação (florística e fitossociologia).
Impactos ambientais	Análises físicas, químicas, biológicas e geológicas de sedimento e de recursos hídricos; drenagem ácida de mina (DAM); qualidade do ar; contaminação de solo.
Impactos socioambientais	Conflitos e questões entre sociedade e meio ambiente; aspectos políticos e urbanísticos.
Produção mineral	Técnicas de extração mineral; utilização de subprodutos do carvão; avaliação de resíduos de carvão; fatores econômicos da produção de carvão.
Recuperação ambiental	Mitigação atmosférica; recuperação de recursos hídricos; técnicas de recuperação de solo.
Saúde	Análises tóxicas e genotóxicas; análises clínicas; psicológicas; contaminação por metais pesados e radiação; defeitos congênitos; epidemiologia.

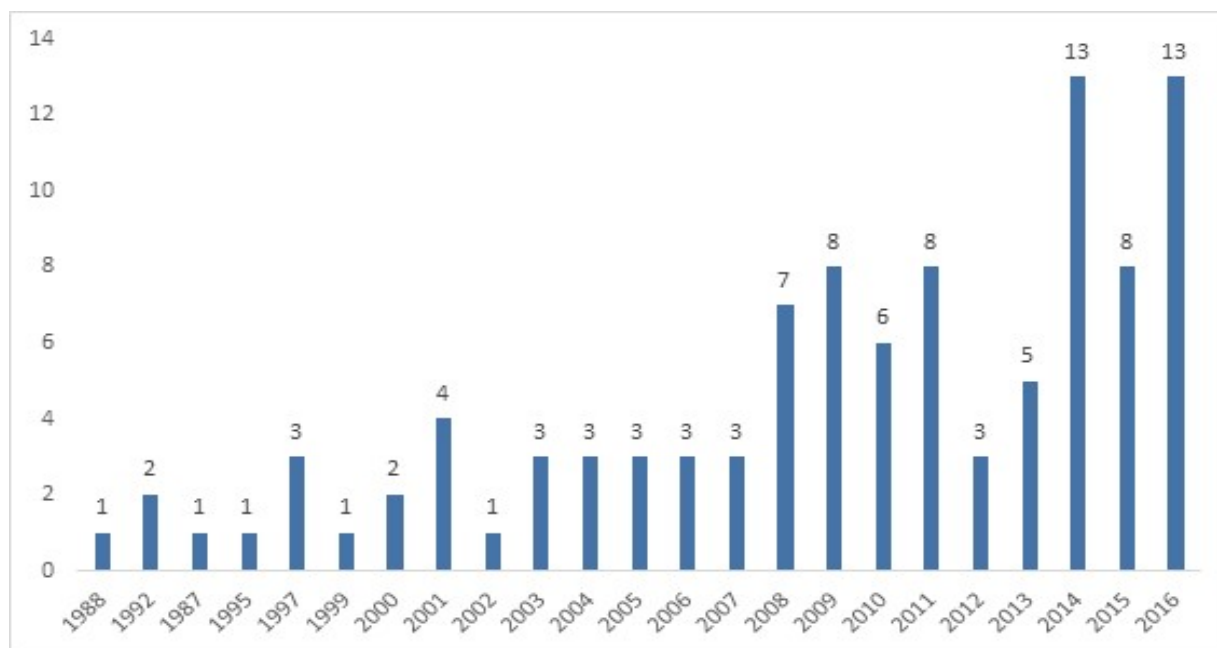
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se como resultado o total de 102 artigos científicos publicados entre os anos de 1988 a dezembro de 2016, conforme consultado na base de dados eletrônica de artigos e citações *Scopus* e *Scielo*. A análise se iniciou pela distribuição dos artigos por anos de publicação (Figura 1), onde os anos de 2014 e 2016 apresentaram maior número de publicações (13% cada), seguidos dos anos de 2009, 2011 e 2015 (8% cada).

É possível observar uma tendência de crescimento das produções científicas, que iniciaram

em 1988, e tiveram um crescimento acentuado a partir do ano 2000. Esse crescimento é acompanhado pelo processo de crescimento da internalização da produção em ciência e tecnologia. Segundo Mugnaini et al. (2004) nos anos 90, no Brasil, houve a ampliação da oferta de bolsas de fomento, incentivos e sistemas de avaliação de méritos nas universidades e da melhoria da cobertura dos periódicos, impulsionando a pesquisa científica e, por consequência, a divulgação científica das mesmas.

Figura 1 - Número de artigos publicados/ano sobre mineração de carvão no Brasil, indexados nas bases de dados SciVerseScopus e Scielo, até dezembro de 2016. As barras verticais se referem aos artigos publicados em cada ano correspondente (linha horizontal).



Os periódicos que apresentaram maiores números de publicação foram a Revista Brasileira de Ciências do Solo (13%) e a revista internacional *Science of the Total Environment* (7%), seguidas da Revista Escola de Minas (5%). A Revista Brasileira de Ciências do Solo possui reconhecimento em nível internacional na área de Ciências do solo. No presente estudo, os artigos desta revista foram enquadrados nas áreas de Impactos Ambientais, Impactos Socioambientais e Produção Mineral. A revista *Science of the Total Environment* possui uma abrangência ampla em seu escopo por tratar de ambiente com abordagem multidisciplinar nos domínios de Biosfera, Litosfera, Hidrosfera, Atmosfera e Antroposfera, priorizando estudos laboratoriais descritos nesses cinco domínios (ELSEVIER, 2016). Os artigos referentes à esta revista também foram enquadrados na categoria Impactos Ambientais e Produção Mineral. *Journal of Hazardous Materials* e *Environmental Monitoring and Assessment* apresentaram-se com 3% cada. As demais revistas apresentaram publicação abaixo de dois artigos.

As duas instituições de maior produção científica, segundo os dados bibliométricos, foram a Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (18%) e a Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC (14%), seguidas das produções do Instituto de Pesquisas Ambientais e Desenvolvimento

Humano Catarinense - IPADHC (8%), da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL (6%) e a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (5%). As demais instituições apresentaram publicação abaixo de dois artigos.

Constatou-se que a localização geográfica dessas instituições que apresentaram maior número de publicação científica relacionou-se com a atividade de mineração de carvão, sendo as instituições de ensino as propulsoras da investigação dos impactos relacionados à esta atividade. A mineração de carvão no Brasil situou-se na região sul do país, possuindo maiores volumes de reservas nos estados do Rio Grande do Sul (89%) e Santa Catarina (10%), seguidos de Paraná (0,3%) e São Paulo com apenas 0,02% (ABCM, 2015). Todas as instituições que apresentaram mais que três artigos indexados estão localizadas nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Isso reforça o papel fundamental das instituições de ensino e pesquisa na busca de resultados socialmente significativos, com a participação no desenvolvimento econômico, social e ambiental da região ao qual se encontram (JANKEVICIUS, 1995).

Com relação às categorias selecionadas para organizar os temas dos artigos, a maioria foram provenientes de estudos que abordam sobre

Impactos Ambientais, Produção Mineral e Saúde (Tabela 2).

O interesse do tema de Mineração de Carvão possui esta característica da pesquisa com base nas análises químicas de propriedades do carvão e de seus efeitos poluentes.

A Região Sul, que apresentou maior produção científica, é a que está diretamente ligada à mineração de carvão e, principalmente aos seus efeitos, como estudos sobre metais pesados no solo das regiões mineradas que possuem elevada toxicidade e potencial de liberação de elementos perigosos por conta de sua exposição a longo prazo (TEIXEIRA et al., 2001; LATTUADA et al., 2009; SILVA et al., 2010; SILVA et al., 2011a; CUTRUNEO et al., 2014; OSORIO et al., 2014; SANTOS et al., 2015; CIVEIRA et al., 2016) e os efeitos da drenagem ácida de mina (DAM) que é uma das principais fontes de contaminação subterrânea e de águas superficiais no mundo (MACHADO; SCHNEIDER, 2008;

CAMPANER; LUIZ-SILVA, 2009; SILVA et al., 2011b; SILVA; WOLLENSCHLAGER; OLIVEIRA, 2011; SILVA et al., 2013; DIAS, 2014).

A terceira maior categoria de publicação foi Saúde, onde a produção investiga e caracteriza doenças relacionadas ao impacto na saúde pública referente à mineração de carvão e seus efeitos tóxicos e genotóxicos em trabalhadores de mina, moradores das regiões carboníferas e até mesmo em animais (SILVA et al., 2000; PAULINO et al., 2001; ROHR et al., 2013; SOUZA et al., 2015), defeitos congênitos (LEITE; SCHÜLER-FACCINI, 2001), exposição radioativa pelos trabalhadores de mina (VEIGA et al., 2004, 2006), além de efeitos psicológicos, sendo que a região carbonífera catarinense tem taxas de mortalidade por suicídio acima da média nacional entre os anos de 1980 a 2007, segundo os estudos de Portella et al. (2013).

Tabela 2 - Categorias sistematizadas, com número total de artigos publicados e porcentagem, sobre mineração de carvão no Brasil, indexados na base de dados *SciVerseScopus*, até dezembro de 2016.

Categoria	Artigos (%)
Impactos ambientais	25 (31)
Produção mineral	25 (31)
Saúde	21 (26)
Recuperação ambiental	19 (23)
Impactos socioambientais	7(9)
Conservação e biodiversidade	5(6)
Total	102 (100)

A categoria Recuperação Ambiental ficou em quarto lugar com 23% da produção científica (Tabela 2). Nesta categoria, a maioria dos artigos apresentaram abordagem de recuperação de propriedades do solo (53%), e utilização de gramíneas para cobertura de solo (17%), seguidos de artigos com abordagem sobre recuperação e minimização de DAM (CASTELO BRANCO et al., 2013; STUMPF et al., 2014) e apenas dois artigos (12%) apresentaram levantamentos de vegetação espontânea em pilhas de estéréis com lista de espécies potenciais para o processo de restauração ecológica sendo ferramentas fundamentais para a recuperação ambiental dessas áreas degradadas (SANTOS et al., 2008; KLEIN et al., 2009).

A quantidade de artigos sobre recuperação ambiental ainda é incipiente frente aos impactos

negativos que as regiões carboníferas sofrem em razão da atividade de mineração de carvão, tanto pela intensidade quanto pela extensão desses impactos. Vale ressaltar que a mineração significativa de carvão na região de Santa Catarina ocorreu por volta de 1970, e desde então o passivo ambiental é extremamente impactante tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente, onde a poluição das águas, casos de doenças e perda de biodiversidade é diretamente relacionada à esses passivos (RAVAZZOLI, 2013).

O número mínimo de produção científica sobre as duas últimas categorias, Impactos Socioambientais e Conservação e Biodiversidade demonstrou a necessidade de estudos a serem realizados nas áreas de impacto da mineração de carvão. Sabe-se que desde sua exploração inicial, a

mineração gerou de forma substancial e negativa conflitos sociais (VOLPATO, 1982; MILIOLI, 2005) e, principalmente, efeitos danosos sobre áreas protegidas, com a supressão de vegetação nativa e poluição dos recursos naturais (FREITAS; 1995; SANTOS et al., 2008; JACOBI; CARMO; CAMPOS, 2011; MOSCHINI-CARLOS et al., 2011).

4 CONCLUSÃO

No caso da mineração de carvão no Brasil, os estudos são incipientes, porém com grande perspectiva de crescimento, em busca de discussões e desenvolvimento de tecnologias para melhor qualidade de vida e soluções para os impactos socioambientais das regiões carboníferas, bem como de políticas públicas, tanto para tomada de decisão no que tange a gestão de recursos de qualquer ordem, como no incentivo à geração de informações técnicas que permitam um desenvolvimento de fato sustentável.

5 AGRADECIMENTOS

À FAPESC, pelas bolsas de Iniciação Científica por meio do Projeto Valorização do Carvão Mineral, concedidas ao segundo autor. À CAPES, pelas bolsas de Doutorado concedidas ao primeiro e terceiro autores.

6 REFERÊNCIAS

ABCM. Associação Brasileira do Carvão Mineral. **História do Carvão no Brasil**. Disponível em: <http://www.carvaomineral.com.br/interna_conteudo.php?i_subarea=8&i_area=4>. Acesso em: 15 out. 2015.

ARAUJO, R. F.; ALVARENGA, L. A. Bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. **R. Eletr. Bibliotecon.**, v. 16, n. 31, p. 51-70, 2011.

BOANARES, D.; AZEVEDO, C. S. The use of nucleation techniques to restore the environment: a bibliometric analysis. **Nat. Conservação**, v. 12, n. 2, p. 93-98, 2014.

CAMPANER, V. P.; LUIZ-SILVA, W. Processos físico-químicos em drenagem ácida de mina em mineração de carvão no sul do Brasil. **Quim. Nova**, v. 32, n. 1, p. 146-152, 2009.

CASTELO BRANCO, D. A. MOURA, M. C. P.; SZKLO, A.; SCHAEFFER, R. Emissions reduction potential from CO₂ capture: a life-cycle assessment of a Brazilian coal-fired power plant. **Energy Policy**, v. 61, p. 1221-1235, 2013.

CHAVES, A. P. Os problemas do carvão em geral e do carvão brasileiro em particular. In: SOARES, P. S. M.; SANTOS, M. D. C.; POSSA, M. V. (Ed.). **Carvão brasileiro: tecnologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008, p. 13-24.

CIVEIRA, M. S.; PINHEIRO, R. N.; GREDILLA, A.; VALLEJUELO, S. F.; OLIVEIRA, M. L.; RAMOS, C. G.; TAFFAREL, S. R.; KAUTZMANN, R. M.; MADARIAGA, J. M.; SILVA, L. F. The properties of the nano-minerals and hazardous elements: Potential environmental impacts of Brazilian coal waste fire. **Sci Total Environ.**, v. 15, n. 544, p. 892-900, 2016.

LOPES, S.; COSTA, M. T.; FERNÁNDEZ LLIMÓS, F.; AMANTE, M. J. A bibliometria e a avaliação da produção científica: indicadores e ferramentas. **Actas**, v. 11, p. 1-7, 2012.

CUTRUNEO, C. M. N. L.; OLIVEIRA, M. L. S.; WARD, C. R.; HOWER, J. C.; BRUM, I. A. S.; SAMPAIO, C. H.; KAUTZMANN, R. M.; TAFFAREL, S. R.; REIXEIRA, E. C. A mineralogical and geochemical study of three Brazilian coal cleaning rejects: demonstration of electron beam applications. **International Journal of Coal Geology**, v. 130, p. 33-52, 2014.

DIAS, C. L.; OLIVEIRA, M. L. S.; HOWER, J. C.; TAFFAREL, S. R.; KAUTZMANN, R. M.; SILVA, L. F. O. Nanominerals and ultrafine particles from coal fires from Santa Catarina, South Brazil. **International Journal of Coal Geology**, v. 122, p. 50-60, 2014.

ELIAS, G. A.; CORRÊA, P. F.; CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R. Arecaceae: análise bibliométrica das espécies nativas do estado de Santa Catarina, Brasil. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 1, p. 85-92, 2015.

ELSEVIER. **Science of the Total Environment**. Disponível em: <<http://www.journals.elsevier.com/science-of-the-total-environment>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

FILIPPO, D.; FERNANDEZ, M. T. Bibliometría: importancia de los indicadores bibliométricos. In: ALBORNOZ, M. (Ed.). **El estado de la ciencia: principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos/interamericanos**. Buenos Aires: Artes Gráficas Integradas, 2002.

FREITAS, T. R. O. Geographic distribution and conservation of four species of the genus *Ctenomys* in southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 30, n. 1, p. 53-59, 1995.

GOMES, C. J. B. et al. Projeto de recuperação ambiental da bacia carbonífera de Santa Catarina. In: SOARES, P. S. M.; SANTOS, M. D. C.; POSSA, M. V. (Ed.) **Carvão Brasileiro: tecnologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM, 2008.

GRIFFITH, J. J. **Recuperação conservacionista da superfície das áreas mineradas**: uma revisão de literatura. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais. UFV, 1980. Boletim Técnico, 79.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; CAMPOS, I. C. Soaring extinction threats to endemic plants in Brazilian metal-rich regions. **Ambio**, v. 40, n. 5, p. 540-543, 2011.

JANKEVICIUS, J. V. A pesquisa científica e as funções da Universidade. **Semina**, v. 16, n. 2, p. 328-330, 1995.

KLEIN, A. S.; CITADINI-ZANETTE, V.; LOPES, R. P.; SANTOS, R. Regeneração natural em área degradada pela mineração de carvão em Santa Catarina, Brasil. **R. Esc. Minas**, v. 62, n. 3, p. 297-304, 2009.

LATTUADA, R. M.; MENEZES, C. T. B.; PAVEI, P. T.; PERALBA, M. C. R.; SANTOS, J. H. Z. Determination of metals by total reflection x-ray fluorescence and evaluation of toxicity of a river impacted by coal mining in the South of Brazil. **Journal of Hazardous Materials**, v. 163, n. 2-3, p. 531-537, 2009.

LEITE, J. C.; SCHÜLER-FACCINI, L. Congenital defects in a coal mining region. **Revista de Saude Publica**, v. 35, n. 2, p. 136-141, p. 2001.

MACHADO, L. A.; SCHNEIDER, I. A. H. Ensaios estáticos e cinéticos para a prevenção de geração de drenagem ácida de minas de carvão com escória de aciaria. **R. Esc. Minas**, v. 61, n. 3, p. 329-335, 2008.

MILIOLI, G. Mining, environment, and development in Southern Santa Catarina, Brazil: non-governmental organization, "Terra Verde" and its ideas for sustainability. **Environments**, v. 33, n. 1, p. 25-40, 2005.

MOSCHINI-CARLOS, V.; LUIZ, M.; POMPEO, M. Impact of coal mining on water quality of three artificial lakes in Morozini River Basin (Treviso,

Santa Catarina State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 23, n. 3, p. 271-281, 2011.

MUGNAINI, R.; JANNUZZI, P. M.; QUONIAM, L. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. **Ci. Inf.**, v. 33, n. 2, p. 123-131, 2004.

OSORIO, F. H.; PIANCINI, L. D.; AZEVEDO, A. C.; LIEBEL, S.; YAMAMOTO, F. Y.; PHILIPPI, V. P.; OLIVEIRA, M. L.; ORTOLANI-MACHADO, C. F.; FILIPAK NETO, F.; CESTARI, M. M.; SILVA, H. C.; RIBEIRO, C. A. O. Water quality assessment of the Tubarão River through chemical analysis and biomarkers in the Neotropical fish *Geophagus brasiliensis*. **Environ Sci. Pollut. Res. Int.**, v. 21, n. 15, p. 9145-9160, 2014.

PAULINO, L. C.; BERGAMO, R. F.; MELLO, M. P.; GARCIA, O.; MANFIO, G. P.; OTTOBONI, L. M. M. Molecular characterization of *Acidithiobacillus ferrooxidans* and *A. thiooxidans* strains isolated from mine wastes in Brazil. **International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 80, n. 1, p. 65-75, 2001.

PORTELLA, C. H.; MORETTI, G. P.; PANATTO, A. P.; ROSA, M. I.; QUEVEDO, J.; SIMÕES, P. W. T. A. Epidemiologia, profile of suicide in the Santa Catarina coal mining region from 1980 to 2007. **Trends in Psychiatry and Psychotherapy**, v. 35, n. 2, p. 128-133, 2013.

RAVAZZOLI, C. A problemática ambiental do carvão em Santa Catarina: sua evolução até os termos de ajustamento de conduta vigente entre os anos de 2005 e 2010. **Geografia em questão**, v. 6, n. 1, p. 179-201, 2013.

ROCHA-NICOLEITE, E. **Processos iniciais de restauração ecológica em áreas degradadas por mineração de carvão**. 2015. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências)– Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

ROCHA-NICOLEITE, E.; CAMPOS, M. L.; CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R.; MARTINS, R.; SOARES, C. **Mata ciliar: implicações técnicas sobre a restauração após mineração de carvão**. Criciúma: SATC, 2013.

ROHR, P.; SILVA, J.; SILVA, F. R.; SARMENTO, M.; PORTO, C.; DEBASTIANI, R.; SANTOS, C. E. I.; DIAS, J. F.; KVIKTO, K. Evaluation of genetic damage in open-cast coal mine workers using the bucal micronucleus cytome assay. **Environmental and molecular mutagenesis**, v. 54, n. 1, p. 65-71, 2013.

SANTOS, M. J.; TARLEY, C. R. T.; CUNHA, I.; ZAPELINI, I.; GALUNIN, E.; BLEINROTH, D.; VIEIRA, I.; ABRAO, T. Leachability of major and minor elements from soils and sediments of an abandoned coal mining área in Southern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, n. 83, p. 2-13, 2015.

SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V.; LEAL-FILHO, L. S.; HENNIES, W. T. Spontaneous vegetation on overburden piles in the coal basin of Santa Catarina, Brasil. **Restoration Ecology**, v. 16, n. 3, p. 444-452, 2008.

SILVA, J.; FREITAS, T. R. O.; HEUSER, V.; MARINHO, J. R.; BITTENCOURT, F.; CERSKI, C. T. S.; KLIEMANN, L. M.; ERDTMANN, B. Effects of chronic exposure to coal in wild rodents (*Ctenomys torquatus*) evaluated by multiple methods and tissues. **Mutation Research**, v. 470, v. 1, p. 39-51, 2000.

SILVA, L. F. O.; QUEROL, X.; VOIT, K. M.; VALLEJUELO, S. F. O.; MADARIANGA, J. M. Brazilian coal mining residue sand sulphide oxidation by Fenton's reactions: an accelerated weathering procedure to evaluate possible environmental impact. **Journal of Hazardous Materials**, v. 186, n. 1; p. 516-525, 2011a.

SILVA, L.; IZQUIERDO, M.; QUEROL, X.; FINKELMAN, R. B.; OLIVEIRA, M. L. S.; WOLLENSCHLAGER, M.; TOWLER, M.; PEREZ-LOPEZ, R.; MACIAS, F. Leaching of potential hazardous elements of coal cleaning rejects. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 175, v. 1, p. 109-126, 2011b.

SILVA, L. F. O.; VALLEJUELO, S. F. O.; MARTINEZ-ARKARAZO, I.; CASTRO, K.; OLIVEIRA, M. L. S.; SAMPAIO, C. H.; BRUM, I. A. S.; LEAO, F. B.; TAFARREL, S. R. Study of environmental pollution and mineralogical characterization of sediment rivers from Brazilian coal mining acid drainage. **Science of The Total Environment**, v. 447, p. 169-178, 2013.

SILVA, L. F.; WOLLENSCHLAGER, M.; OLIVEIRA, M. L. A preliminar study of coal mining drainage and environmental health in the Santa Catarina region, Brazil. **Environ Geochem Health**, v. 33, n. 1, p. 55-65, 2010.

SOUZA, M. R.; SILVA, F. R.; SOUZA, C. T.; NIEKRASZEWICZ, L.; DIAS, J. F.; PREMOLI, S.; CORRÊA, D. S.; SOARES, M. C.; MARRONI, N. P.; MORGAM-MARTINS, M. I.; SILVA, J. Evaluation of the genotoxic potential of soil contaminated with mineral coal tailings on snail *Helix aspera*. **Chemosphere**, v. 139, p. 512-517, 2015.

STUMPF, L.; PAULETTO, E. A.; FERNANDES, F. F.; SUZUKI, L. E. A. S.; SILVA, T. S.; PINTO, L. F. S.; LIMA, C. L. R. Perennial grasses for recovery of the aggregation capacity of a reconstructed soil in a coal mining área in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 38, n. 1, p. 327-335, 2014.

TEIXEIRA, E. C. **Estudos ambientais em Candiota: carvão e seus impactos**. Porto Alegre: FEPAM, 2004.

TEIXEIRA, E.; ORTIZ, L.; ALVES, M.; SANCHES, J. Distribution of selected heavy metals in fluvial sediments of the coal mining region of Baixo Jacuí, RS, Brazil. **Environmental Geology**, v. 41, n. 1, p. 145-154, 2001.

VEIGA, L. H. S. AMARAL, E. C. S. COLIN, D. KOIFMAN, S. A retrospective mortality study of workers exposed to radon in a Brazilian underground coal mine. **Radiation and environmental biophysics**, v. 45, n. 2, p. 125-134, 2006.

VEIGA, L. H. S.; MELO, V.; KOIFMAN, S.; AMARAL, E. C. S. High radon exposure in a Brazilian underground coal mine. **Journal of Radiological Protection**, v. 24, n. 3, p. 295-305, 2004.

VOLPATO, T. G. **A pirita humana: os mineiros de Criciúma**. Florianópolis, Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1982.

ZHANG, L. et al. A review of published wetland research, 1991-2008: Ecological engineering and ecosystem restoration. **Ecological Engineering**, v. 36, p. 973-980, 2010.

ZIMMERMANN, D. G.; TREBIEN, D. O. P. Solos construídos em áreas mineradas como fundamento para recuperar o ambiente. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 61-103, 2001.