

GESTÃO PARA A SUSTENTABILIDADE NA INDÚSTRIA MINERAL: UM LEVANTAMENTO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E DOS *HOT TOPICS* PUBLICADOS NA ÚLTIMA DÉCADA

Adilson Carlos Da Rocha¹

Caroline Rossetto Camargo²

Jordana Marques Kneipp³

Lucas Veiga Ávila⁴

Clandia Maffini Gomes⁵

Lúcia Rejane da Rosa Gama Madruga⁶

RESUMO

Uma gestão orientada para a sustentabilidade que minimize os impactos sociais e ambientais inerentes à atividade produtiva da indústria mineral consiste em fator primordial para a sua sobrevivência e competitividade. A fim de ampliar o conhecimento referente à produção científica relacionada à indústria mineral, este estudo teve como objetivo analisar as características das publicações sobre *Mining Industry* (Indústria Mineral), na base de dados *Web of Science*, no período de 2002 a 2011 e identificar quais tópicos relacionados à gestão para a sustentabilidade estão sendo estudados junto a este setor e quais são mais relevantes (*hot topics*). O trabalho de natureza *bibliométrica*, busca levantar as características da produção acadêmica sobre *mining industry*. Como principais resultados das 2.981 publicações analisadas, constatou-se aumento gradual da produção científica ao longo da última década, em especial nas seguintes áreas temáticas: Engenharia (*Engineering*), Ciência Ambiental e Ecologia (*Environmental Sciences and Ecology*) e Mineração, Processamento Mineral (*Mining Mineral, Processing*). Evidenciou-se como “*hot topics*” ou tópicos quentes as combinações do tópico *mining industry* com: Água (*Water*), Ambiental (*Environmental*), Tecnologia (*Technology*), Gestão (*Management*), Materiais (*Materials*), Desenvolvimento (*Development*), Recursos (*Resources*), Saúde (*Health*), Desempenho (*Performance*), Energia (*Energy*), Estratégia (*Strategy*).

Palavras-chave: Indústria Mineral; Gestão para a Sustentabilidade, Bibliometria

Revista Estudos do CEPE, Santa Cruz do Sul, n36, p.228-251, jul./dez. 2012

1 INTRODUÇÃO

A gestão empresarial comprometida com a sustentabilidade representa uma questão importante em todos os segmentos econômicos e empresariais, entretanto alguns setores possuem desafios maiores, tendo em vista a sua natureza produtiva.

A indústria mineral, objeto deste estudo, enfrenta alguns dos desafios mais difíceis de todo o setor industrial, em se tratando de desenvolvimento sustentável. Os minerais são essenciais para a vida cotidiana, pois se transformam em numerosos produtos utilizados pela população e constituem matérias-primas essenciais em um grande número de indústrias. Por outro lado, a extração e o processamento de minerais estão associados a uma série de impactos socioambientais, que precisam ser gerenciados a fim de que o setor desenvolva-se de forma sustentável (AZAPAGIC, 2004).

Uma agenda de responsabilidade social empresarial para a mineração decorre da necessidade crescente das empresas do setor em justificar sua existência e demonstrar o seu desempenho por meio da divulgação de suas ações sociais e ambientais (JENKINS E YAKOVLEVA, 2006). Complementando, Calaes (2009) ressalta que a questão ambiental constitui o maior desafio da mineração brasileira e que jamais o setor enfrentou uma demanda tão complexa a fim de obter sua *licença social para minerar*.

Em decorrência de o setor mineral ser essencial para uma série de outras indústrias e da sua natureza extrativa, uma gestão orientada para a sustentabilidade que vise a minimizar os impactos sociais e ambientais inerentes a esta atividade produtiva consiste em fator primordial para a sua sobrevivência e competitividade.

A fim de ampliar o conhecimento referente à produção científica relacionada à indústria mineral, este estudo teve como objetivo analisar as características das publicações sobre *Mining Industry* (Indústria Mineral), na base de dados *Web of Science*, no período de 2002 a 2011 e identificar quais tópicos relacionados à gestão para a sustentabilidade estão sendo estudados junto a este setor e quais são mais relevantes (*hot topics*).

Este estudo está estruturado da seguinte maneira: inicialmente, será apresentada uma contextualização sobre a gestão para a sustentabilidade na indústria mineral. Em seguida, evidencia-se o método utilizado para o

desenvolvimento do presente estudo, após apresenta-se a análise e discussão dos resultados encontrados e, por fim, as considerações finais.

2 GESTÃO PARA A SUSTENTABILIDADE NA INDÚSTRIA MINERAL: UMA TEMÁTICA EMERGENTE

Os minerais são absolutamente necessários à existência e ao bem-estar humano, já que grande parte das matérias-primas e da energia é disponibilizada pela mineração, a partir de substâncias minerais metálicas e não metálicas. Contudo, apesar da sua importância, o setor mineral utiliza recurso natural exaurível, cujas operações de extração, invariavelmente, levam a uma variedade de impactos ambientais, incluindo a exaustão dos recursos não renováveis, a perturbação da paisagem e ameaças acima da média para a saúde e segurança dos trabalhadores e dos cidadãos (MOREIRA, 2003; AZAPAGIC, 2004).

Durante muitos anos, a exploração da riqueza mineral foi realizada sem maiores cuidados ambientais, refletindo em uma imagem de que a extração acarreta em prejuízos para a fauna e a flora, esgota o solo, polui os cursos d'água e o ar, e explora o trabalhador (VIANA, 2007). Além disso, ressalte-se que o mineral consiste em um recurso natural não renovável, que precisa ser aproveitado de maneira a evitar o seu esgotamento, para se assegurar à coletividade o benefício da utilização futura dos bens minerais, sendo então totalmente descartada a ideia de seu desperdício (SOUZA, 2009).

Nesse sentido, Azapagic (2004) argumenta que essas e outras questões levaram a indústria mineral a se envolver no debate sobre a sustentabilidade e, a partir daí, começar a planejar e desenvolver estratégias para o desenvolvimento sustentável.

A postura reativa antigamente adotada pelas empresas mineradoras no tratamento das questões ambientais vem sendo substituída progressivamente por uma política empresarial pró-ativa, centrada em sistemas de gestão ambiental que permitam o controle dos impactos gerados pelas atividades econômicas (BARRETO, 2001).

Dessa forma, torna-se fundamental a incorporação de práticas de gestão para a sustentabilidade na indústria mineral, a fim de minimizar os impactos ambientais inerentes a esta atividade produtiva.

Para Hilson e Murck (2000), o desenvolvimento sustentável no setor de mineração requer um compromisso de melhoria contínua ambiental e socioeconômica, nas fases de exploração, operação e encerramento das atividades.

Além dos instrumentos legais, há também mecanismos indutores de mercado que têm contribuído favoravelmente para que as grandes companhias mineradoras assumam maior compromisso com o desenvolvimento sustentável, tais como ações das companhias mineradoras em bolsas de valores, instrumentos voluntários e de comunicação como a adesão aos programas e certificações ambientais (ENRÍQUEZ e DRUMMOND, 2007; ENRÍQUEZ, 2009).

A preocupação ambiental das empresas do setor mineral não envolve somente a preservação de um ecossistema e a garantia de segurança da comunidade, considera também o bem-estar humano e os direitos dos habitantes locais, a qualidade de vida das atuais e futuras gerações. Os princípios de desenvolvimento sustentável demandam o crescimento econômico e a preservação ambiental desde o início de um projeto, incluindo a avaliação dos valores morais e éticos, considerando valores subjetivos da comunidade, ao invés de apenas enfatizar o tradicional valor econômico (AMADE e LIMA, 2009).

Enríquez (2009) constatou que grandes municípios mineradores brasileiros possuem um forte sistema de proteção ambiental, em virtude de que a dimensão ambiental está razoavelmente institucionalizada em torno de marcos regulatórios e de órgãos ambientais. Constatou também que as minas mais recentes apresentam postura pró-ativa ambientalmente ao contrário das minas antigas. Outro aspecto evidenciado é que, apesar dos marcos legais brasileiros, o direcionamento ao mercado exportador parece ser um fator de pressão muito mais efetivo para uma mineração menos agressiva ambientalmente.

Ressalte-se a importância e emergência de uma gestão para a sustentabilidade na indústria mineral, uma vez que o setor mineral possui inúmeros desafios no que se refere à incorporação da sustentabilidade nas estratégias e operações da indústria, tendo em vista a natureza extrativa da mineração e os inúmeros impactos sociais e ambientais relacionados a esta atividade produtiva e também em virtude do

relevante papel econômico do setor, uma vez que fornece uma gama de produtos para outras indústrias.

3 MÉTODO DO ESTUDO

3.1 Tipo de estudo

O presente estudo foi desenvolvido a partir de uma pesquisa bibliométrica, objetivando ampliar o conhecimento referente às publicações relacionadas à *Mining Industry* (Indústria Mineral), na base de dados *Web of Science* no período de 2002 a 2011 e identificar quais tópicos relacionados à gestão para a sustentabilidade estão sendo estudados junto a este setor e quais são mais relevantes (*hot topics*).

Segundo Silva (2004), a bibliometria possui como objetivo analisar a atividade científica ou técnica através do estudo quantitativo das publicações. Complementando esta ideia Rostaing (1997) coloca que o estudo bibliométrico consiste na aplicação dos métodos estatísticos ou matemáticos sobre o conjunto de referências bibliográficas. Para Macedo, Casa Nova e Almeida (2007), a bibliometria ajuda a conhecer o estágio em que uma pesquisa em determinada área se encontra.

O estudo possui abordagem quantitativa tendo em vista que procurou quantificar algumas variáveis referente à produção científica sobre *Mining Industry* (Indústria Mineral).

3.2 Definição da amostra

Os dados para realização desta pesquisa foram coletados através da base *Web of Science* do *Institute for Scientific Information* (ISI). Segundo Franceschet (2010) o ISI foi fundado por Eugene Garfield em 1960 e adquirida pela Thomson (hoje Thompson-Reuters) em 1992, e consiste em uma das maiores companhias do mundo da informação.

A *Web of Science* consiste em uma base multidisciplinar que indexa somente os periódicos mais citados em suas respectivas áreas. É também um índice de citações, informando, para cada artigo, os documentos por ele citados e os documentos que o citaram. Possui atualmente mais de 9.000 periódicos indexados

(CAPES 2010). As referências de todos os itens indexados são extraídas e a interface das referências citadas lista todas as citações de trabalhos às obras de um autor, independentemente dos itens citados serem indexados pela *Web of Science* ou não (BAR-ILAN, 2008).

Para tanto, a partir do mecanismo de busca da *Web of Science*, utilizando como palavra chave *Mining Industry* (Indústria Mineral), delimitando a busca para o período de 2002 a 2011 (10 anos) foram buscadas as publicações para análise.

3.3 Modelo conceitual

Para proceder a análise bibliométrica o estudo buscou identificar as variáveis dispostas no Quadro 1.

Quadro 1 – Modelo Conceitual para análise bibliométrica

Características gerais das publicações	Número de citações de cada publicação
✓ Total de publicações	✓ Índice h-b
✓ Áreas temáticas	✓ Índice m
✓ Tipos de documentos	
✓ Ano das publicações	
✓ Autores	
✓ Título das fontes	
✓ Instituições	
✓ Agências financiadoras	
✓ Países	
✓ Idiomas	

O *h-index* (índice-*h*) foi proposto por Hirsch (2005) em sua pesquisa denominada “*An index to quantify an individual’s scientific research output*” como forma de caracterizar a produção científica de um pesquisador. Hirsch (2005) parte do princípio de que, a quantificação do impacto e a relevância da produção científica individual são muitas vezes necessárias para a avaliação de pesquisadores e comparação de propósitos. Posteriormente, Banks (2006) propôs o índice *h-b* uma extensão do *h-index*, que é obtido através do número de citações de um tópico ou combinação em determinado período, listados em ordem decrescente de citações. O índice *h-b* é encontrado em publicações que tenham obtido um número de citações

igual ou maior à sua posição no ranking. Banks (2006) também explica o cálculo do índice m , o qual é obtido através da divisão do índice $h-b$ pelo período de anos que se deseja obter informações (n). Para a análise dos índices $h-b$ e m , foram utilizadas as definições de Banks (2006) evidenciadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Definições para classificação de *hot topics*

Índice m	Tópico/combinção
$0 < m \leq 0,5$	✓ Pode ser de interesse para pesquisadores em um campo específico de pesquisa, o qual engloba uma comunidade pequena;
$0,5 < m \leq 2$	✓ Provavelmente pode se tornar um “ <i>hot topic</i> ” como área de pesquisa, no qual a comunidade é muito grande ou o tópico/combinção apresenta características muito interessantes;
$m \geq 2$	✓ É considerado um “ <i>hot topic</i> ”, tópico exclusivo com alcance não apenas na sua própria área de pesquisa e é provável que tenha efeitos de aplicação ou características únicas.

Fonte: Banks (2006)

A partir das definições de Banks (2006) neste estudo serão considerados *hot topics* as combinações com índice $m \geq 2$.

3.4 Etapas para a coleta dos dados

A realização da pesquisa dividiu-se em quatro etapas. Inicialmente digitou-se a palavra *mining industry* como tópico no campo de pesquisa da *Web of Science*, delimitando-se o período de 2002 a 2011 (10 anos). Dessa forma, foram levantadas as informações: número total de publicações, áreas temáticas, tipo de documentos, ano das publicações, autores, título das fontes, instituições, agências financiadoras, países e idiomas.

Na segunda etapa foram identificados os tópicos a serem combinados com o tópico *mining industry*. A partir de uma breve análise das publicações encontradas na primeira etapa foram enumerados 25 tópicos a serem combinados com o termo *mining industry*. Para a seleção dos tópicos utilizou-se como principal critério a relação com a gestão para a sustentabilidade na indústria mineral.

Na terceira etapa, ocorreu a segunda busca ao sistema, combinando cada um dos tópicos relacionados à gestão para a sustentabilidade na indústria mineral com o termo *mining industry* no período de dez anos (2002 a 2011). Em seguida, na quarta etapa, realizou-se a classificação das publicações e foram identificados os “*hot topics*” através do cálculo do índice *h-b* e *m*. A Figura 1 evidencia as etapas da pesquisa.

Figura 1 - Etapas da pesquisa



Desse modo de acordo com as etapas evidenciadas na Figura 1 foi realizada a análise bibliométrica do referido estudo, apresentada a seguir.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados da pesquisa evidenciam as principais características da produção científica relacionada ao termo *Mining Industry*. Primeiramente pesquisou-se o termo na busca do *Web of Science* no critério tópico e período de tempo de 2002 a 2011 sendo encontradas 2.981 publicações. Inicialmente serão apresentadas as características gerais das publicações e por fim os *hot topics* relacionados ao tema.

4.1 Características gerais das publicações sobre *Mining Industry*

A seguir serão apresentadas as características gerais das publicações relacionadas ao tema de acordo com as seguintes categorias: áreas temáticas, tipo de documentos, ano das publicações, autores, título das fontes, instituições, agências financiadoras, países e idiomas.

4.1.1 Áreas temáticas das publicações

A Tabela 1 apresenta as vinte e cinco principais áreas temáticas relacionadas ao tema de acordo com o número de publicações.

Tabela 1 – Áreas temáticas no estudo sobre indústria mineral

Área Temática	Nº publicações
1. Engenharia (<i>Engineering</i>)	719
2. Ciência Ambiental e Ecologia (<i>Environmental Sciences and Ecology</i>)	605
3. Mineração, Processamento Mineral (<i>Mining Mineral, Processing</i>)	456
4. Engenharia Metalúrgica (<i>Metallurgical Engineering</i>)	276
5. Ciências da Computação (<i>Computer Science</i>)	238
6. Economia (<i>Business Economics</i>)	214
7. Saúde Ambiental Pública (<i>Public Environmental Occupational Health</i>)	203
8. Geologia (<i>Geology</i>)	174
9. Mineralogia (<i>Mineralogy</i>)	172
10. Pesquisa Operacional, Ciência da Administração (<i>Operations Research, Management Science</i>)	131
11. Química (<i>Chemistry</i>)	127
12. Ciência dos Materiais (<i>Materials Science</i>)	123
13. Energia, Combustíveis (<i>Energy, Fuels</i>)	103
14. Recursos Hídricos (<i>Water Resources</i>)	101
15. Ciências Sociais e outros tópicos (<i>Social Sciences and other topics</i>)	88
16. História (<i>History</i>)	75
17. Biotecnologia aplicada à Microbiologia (<i>Biotechnology applied Microbiology</i>)	55
18. Agricultura (<i>Agriculture</i>)	52
19. Farmácia, Farmacologia (<i>Pharmacology, Pharmacy</i>)	50
20. Geoquímica, Geofísica (<i>Geochemistry, Geophysics</i>)	48
21. Toxicologia (<i>Toxicology</i>)	48
22. Física (<i>Physics</i>)	46
23. Geografia (<i>Geography</i>)	45
24. Administração Pública (<i>Public Administration</i>)	43
25. Ciência, Tecnologia Nuclear (<i>Nuclear Science Technology</i>)	38

Fonte: Dados da pesquisa

Em relação às áreas temáticas que abrangem a temática indústria mineral, evidenciou-se que Engenharia (*Engineering*), Ciência Ambiental e Ecologia (*Environmental Sciences and Ecology*) e Mineração, Processamento Mineral (*Mining Mineral, Processing*) são aquelas que obtiveram um maior número de publicações. O fato da área de Ciência Ambiental e Ecologia ocupar a segunda posição no *ranking* de publicações evidencia que a preocupação com o meio ambiente consiste em uma temática emergente nos estudos relacionados à indústria mineral.

4.1.2 Tipos de documentos

A Tabela 2 apresenta os tipos de documentos referentes às publicações encontradas.

Tabela 2 - Classificação das publicações quanto ao tipo

Tipos de publicação	Frequência	Percentual
Artigo	2672	79,71%
Paper em anais	367	10,95%
Resenha	175	5,22%
Material editorial	61	1,82%
Revisão de livro	30	0,89%
Notícia	23	0,69%
Resumo de reunião	7	0,21%
Reimpressão	7	0,21%
Capítulo de livro	4	0,12%
Item de biografia	2	0,06%
Correção	2	0,06%
Carta	2	0,06%
TOTAL	3352*	100%

* As publicações foram classificadas em mais de um tipo, desse modo o total é superior ao número total de publicações

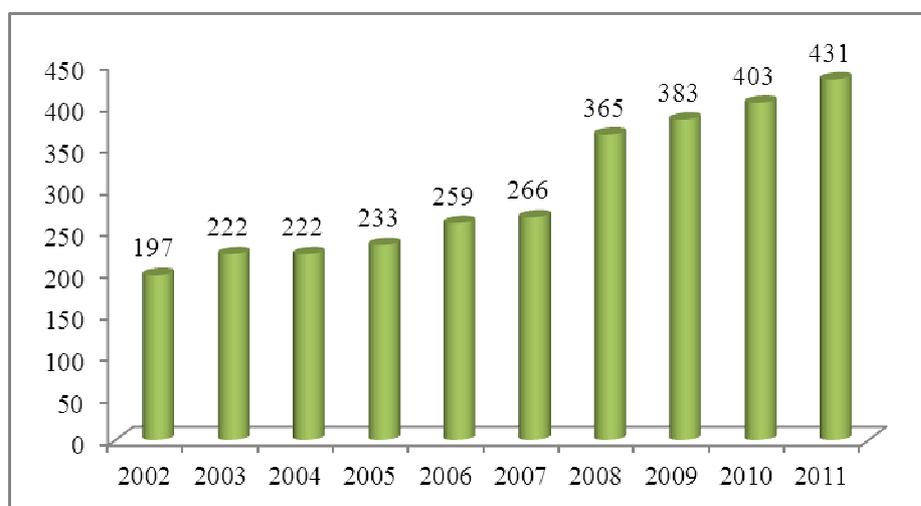
Fonte: Dados da pesquisa

A maioria das publicações encontradas são artigos, *paper* em anais e resenhas, evidenciando o caráter científico das mesmas.

4.1.3 Publicações por ano

No período compreendido entre 2002 e 2011, constatou-se que o número de publicações aumentou gradativamente ao longo dos dez anos analisados. A Figura 2 apresenta a quantidade de artigos publicados por ano relacionado ao tema *mining industry*.

Figura 2 – Publicações por ano



Fonte: Dados da pesquisa

Comparando o número de publicações do ano 2002 com 2011, evidencia-se que a quantidade de publicações relacionadas ao tema duplicou, demonstrando a emergência dos estudos relacionados à indústria mineral. Tendo em vista que os minerais são absolutamente necessários à existência e ao bem-estar humano, já que grande parte das matérias-primas e da energia é disponibilizada pela mineração, a partir de substâncias minerais metálicas e não metálicas e que a indústria mineral abastece uma série de outras indústrias, evidenciou-se um crescimento exponencial no número de publicações relacionadas ao tema.

4.1.4 Principais autores

No que tange os autores que mais publicaram sobre a temática *mining industry*, desconsiderando as publicações não assinadas, foram listados os 20 autores que mais publicaram sobre o tema, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Quantidade de artigos publicados por autor

Autor	Artigos publicados
HILSON G	23
BRENT AC	7
MCCULLOCH J	7
MINNITT RCA	7
MUDD GM	7
SCOBLE M	7
BERNARDO E	6
CAWOOD FT	6
EVERTSSON CM	6
GRAEDEL TE	6
JORDAN MM	6
MURRAY J	6
RAMAZZINI C	6
SANFELIU T	6
AMARAL ECS	5
EGER T	5
ELSHORBAGY A	5
KEMP D	5
KLEIN B	5
YAKOVLEVA N	5

Fonte: Dados da pesquisa

Evidenciou-se uma multiplicidade e diversidade quanto à autoria dos trabalhos, já que uma pequena parcela desses autores publicou um número elevado de artigos

sobre a temática. Um dos autores lidera as publicações relacionadas à indústria mineral com 23 publicações.

4.1.5 Títulos das fontes

A Tabela 4 apresenta as principais fontes de publicações relacionadas a *mining industry*.

Tabela 4 – Principais fontes

TÍTULO DA FONTE	Nº ARTIGOS
<i>Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy</i>	115
<i>Minerals Engineering</i>	70
<i>Gospodarka Surowcami Mineralnymi Mineral Resources Management</i>	64
<i>Journal of Cleaner Production</i>	54
<i>Expert Systems with Applications</i>	53
<i>Resources Policy</i>	53
<i>CIM Bulletin</i>	46
<i>Canadian Mining Journal</i>	25
<i>Environmental Geology</i>	24
<i>Journal of Safety Research</i>	24
<i>Lecture Notes in Artificial Intelligence</i>	23
<i>Science of the Total Environment</i>	23
<i>American Journal of Industrial Medicine</i>	22
<i>Journal of Hazardous Materials</i>	21
<i>Safety Science</i>	21
<i>E/MJ: Engineering and Mining Journal</i>	19
<i>Journal of Chemical Technology and Biotechnology</i>	17
<i>Environmental Monitoring and Assessment</i>	15
<i>Journal of Business Ethics</i>	15
<i>Lecture Notes in Computer Science</i>	15
<i>Applied Geochemistry</i>	14
<i>Energy Policy</i>	14
<i>International Journal of Occupational and Environmental Health</i>	14
<i>International Journal of Coal Geology</i>	13
<i>REM Revista Escola de Minas</i>	13

Fonte: Dados da pesquisa

A maioria das publicações referente ao tema foi publicada nos periódicos: *Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy*, *Minerals Engineering*, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi Mineral Resources Management* e *Journal of Cleaner Production*. Os três primeiros periódicos em destaque são específicos para estudos relacionados à indústria mineral. Contudo, o *Journal of Cleaner Production* aparece em quarta posição e está relacionado à temática da sustentabilidade, o que mais uma vez denota a relevância deste tema associado à indústria mineral.

4.1.6 Principais Instituições

As instituições que mais publicaram trabalhos relacionados à indústria mineral estão evidenciadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Principais instituições

INSTITUIÇÃO	Nº ARTIGOS
<i>National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)</i>	47
<i>University Witwatersrand</i>	47
<i>University Queensland</i>	39
<i>University Pretoria</i>	33
<i>Monash University</i>	32
<i>Chinese Academy of Science</i>	29
<i>University London Imperial Coll sci Technol Med</i>	28
<i>University British Columbia</i>	24
<i>University Alberta</i>	23
<i>University Cape Town</i>	22
<i>University Melbourne</i>	20
<i>Mcgill University</i>	19
<i>Laurentian University</i>	18
<i>University of New South Wales</i>	18
Universidade de São Paulo	18
<i>Colorado School of Mines</i>	17
<i>Russian Academy of Science</i>	17
<i>University Manchester</i>	16
<i>University Western Australia</i>	16
CSIC	15
<i>Queens University</i>	15
<i>University Calgary</i>	15
CSIR	14
<i>University Chile</i>	14
<i>University Western Ontario</i>	14

Fonte: Dados da pesquisa

As instituições que mais se destacaram no que refere as publicações relacionadas à *mining industry* foram: *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* com sede nos Estados Unidos, *University Witwatersrand* localizada na África, *University Queensland* sediada na Austrália, *University Pretoria* localizada na África e *Monash University* com sede na Austrália.

4.1.7 Principais agências financiadoras, países e idiomas

Em relação às agências financiadoras de trabalhos que englobam a indústria mineral, enumeraram-se aquelas com maior número de publicações: *National Natural Science Foundation of China* (24), *National Basic Research Program of China* (7), *National Science Foundation* (7), *Australian Research Council* (6), *European Commission* (6), *Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada* (6).

A Tabela 6 evidencia os principais países que possuem publicações relacionadas à indústria mineral.

Tabela 6 – Principais países

PAÍSES	Nº PUBLICAÇÕES
1. Estados Unidos	560
2. Canadá	290
3. Austrália	275
4. Inglaterra	241
5. África do Sul	173
6. China	154
7. Alemanha	121
8. Polônia	121
9. Espanha	106
10. Índia	101
11. Brasil	83
12. Peru	74
13. França	71
14. Taiwan	71
15. Chile	63
16. Itália	60
17. Holanda	48
18. Suécia	48
19. Coreia do Sul	41
20. Finlândia	38
21. Rússia	37
22. Romênia	33
23. Grécia	32
24. Japão	32
25. Irã	29

Fonte: Dados da pesquisa

Quanto ao número de publicações por países, os Estados Unidos lidera o *ranking* de publicações, seguidos do Canadá, da Austrália e da Inglaterra. Dessa forma, pode-se inferir que nesses países se encontram a maior parte das instituições que possuem pesquisas relacionadas à indústria mineral. Destaca-se que o Brasil ocupa a 11ª posição no ranking das publicações relacionadas à indústria mineral, o que representa um aspecto positivo dada a representatividade da indústria mineral na economia brasileira. Corroborando com os países que mais publicaram sobre a temática (Estados Unidos, Canadá, Austrália e Inglaterra), o idioma inglês se sobressai com 2775 publicações, totalizando 93% do total. Em seguida evidencia-se o polonês com 61 publicações, o alemão e o português com 29 estudos cada.

4.2 A Indústria Mineral e os “*Hot Topics*” relacionados a Gestão para a Sustentabilidade

Nesta etapa da pesquisa, foram investigadas as publicações sobre indústria mineral e os principais tópicos relacionados à gestão para a sustentabilidade que estão sendo estudados junto a este setor. Com base em uma análise prévia das publicações encontradas na *Web of Science*, foram selecionados 25 tópicos relacionados à gestão para a sustentabilidade na indústria mineral.

Os tópicos selecionados foram: Desenvolvimento (*Development*), Ambiental (*Environmental*), Água (*Water*), Materiais (*Materials*), Gestão (*Management*), Tecnologia (*Technology*), Recursos (*Resources*), Desempenho (*Performance*), Saúde (*Health*), Energia (*Energy*), Estratégia (*Strategy*), Planejamento (*Planning*), Social (*Social*), Engenharia (*Engineering*), Economia (*Economy*), Negócios (*Business*), Público (*Public*), Desenvolvimento sustentável (*Sustainable development*), Sustentabilidade (*Sustainability*), Inovação (*Innovation*), Partes interessadas (*Stakeholders*), Ecologia (*Ecology*), Cadeia de Suprimentos (*Supply chain*), Competitividade (*Competitiveness*), Ecoeficiência (*Eco-efficiency*). A Tabela 7 classifica os 25 tópicos relacionados à gestão para a sustentabilidade na indústria mineral selecionados conforme o número de publicações:

Tabela 7 – Tópicos relacionados à gestão para a sustentabilidade na indústria mineral

Área Temática	Nº de publicações
1º. Desenvolvimento (<i>Development</i>)	988.292
2º. Desempenho (<i>Performance</i>)	814.236
3º. Energia (<i>Energy</i>)	783.490
4º. Água (<i>Water</i>)	758.679
5º. Materiais (<i>Materials</i>)	748.496
6º. Gestão (<i>Management</i>)	562.128
7º. Saúde (<i>Health</i>)	559.257
8º. Estratégia (<i>Strategy</i>)	473.206
9º. Tecnologia (<i>Technology</i>)	312.448
10º. Social (<i>Social</i>)	299.129
11º. Ambiental (<i>Environmental</i>)	284.155
12º. Recursos (<i>Resources</i>)	209.261
13º. Público (Public)	194.831
14º. Planejamento (<i>Planning</i>)	175.593
15º. Engenharia (<i>Engineering</i>)	165.334
16º. Economia (<i>Economy</i>)	62.148
17º. Negócios (<i>Business</i>)	61.565
18º. Ecologia (<i>Ecology</i>)	56.802
19º. Inovação (<i>Innovation</i>)	45.901
20º. Sustentabilidade (<i>Sustainability</i>)	23.656
21º. Partes interessadas (<i>Stakeholders</i>)	17.912
22º. Desenvolvimento sustentável (<i>Sustainable development</i>)	17.387
23º. Cadeia de Suprimentos (<i>Supply chain</i>)	13.692
24º. Competitividade (<i>Competitiveness</i>)	7.633
25º. Ecoeficiência (<i>Eco-efficiency</i>)	410

Fonte: Web of Science

Posteriormente, foi realizada a combinação de cada tópico listado na Tabela 7 com o termo *mining industry*, sendo calculado o total de publicações para cada combinação (tópico relacionado x *mining industry*), o *h-index* e o coeficiente *m* (Tabela 8).

Tabela 8 – *Hot topics* no estudo sobre indústria mineral

Tópicos	Total de publicações	índice h-b	índice m
1º. Água (<i>Water</i>)	521	33	3,30
2º. Ambiental (<i>Environmental</i>)	587	32	3,20
3º. Tecnologia (<i>Technology</i>)	454	27	2,70
4º. Gestão (<i>Management</i>)	467	27	2,70
5º. Materiais (<i>Materials</i>)	500	26	2,60
6º. Desenvolvimento (<i>Development</i>)	688	25	2,50
7º. Recursos (<i>Resources</i>)	435	24	2,40
8º. Saúde (<i>Health</i>)	327	24	2,40
9º. Desempenho (<i>Performance</i>)	341	23	2,30
10º. Energia (<i>Energy</i>)	282	23	2,30
11º. Estratégia (<i>Strategy</i>)	261	20	2,00
12º. Público (<i>Public</i>)	168	19	1,90
13º. Engenharia (<i>Engineering</i>)	197	18	1,80
14º. Negócios (<i>Business</i>)	181	16	1,60
15º. Planejamento (<i>Planning</i>)	208	16	1,60
16º. Social (<i>Social</i>)	207	16	1,60
17º. Economia (<i>Economy</i>)	188	15	1,50
18º. Desenvolvimento sustentável (<i>Sustainable development</i>)	127	15	1,50
19º. Sustentabilidade (<i>Sustainability</i>)	87	12	1,20
20º. Inovação (<i>Innovation</i>)	71	11	1,10
21º. Ecologia (<i>Ecology</i>)	31	10	1,00
22º. Partes interessadas (<i>Stakeholders</i>)	52	9	0,90
23º. Cadeia de suprimentos (<i>Supply chain</i>)	20	6	0,60
24º. Competitividade (<i>Competitiveness</i>)	20	6	0,60
25º. Ecoeficiência (<i>Eco-efficiency</i>)	7	3	0,30

Fonte: Dados da pesquisa

A partir do cálculo dos índices h e m é possível mensurar o desempenho dos tópicos/combinções pesquisados tendo por base o número de citações que estas tiveram (KELLY e JENNIONS, 2006). Orientando-se pelas considerações de Banks (2006) pode-se classificar como “*hot topics*” ou tópicos quentes as combinações do tópico *mining industry* com: Água (*Water*), Ambiental (*Environmental*), Tecnologia (*Technology*), Gestão (*Management*), Materiais (*Materials*), Desenvolvimento (*Development*), Recursos (*Resources*), Saúde (*Health*), Desempenho (*Performance*), Energia (*Energy*), Estratégia (*Strategy*).

Desse modo, percebe que grande parte dos tópicos relacionados à gestão para a sustentabilidade na indústria mineral são *hot topics*, isto é, um tópico exclusivo

com alcance não apenas na sua própria área de pesquisa e que provavelmente tem efeitos de aplicação ou características únicas.

As demais combinações, com exceção do tópico *eco-efficiency*, por apresentarem $0,5 < m \leq 2$, podem ser consideradas como “*hot topics*” emergentes como áreas de pesquisa. O tópico *eco-efficiency* por apresentar $m \leq 0,5$ pode ser de interesse para pesquisadores em um campo específico de pesquisa.

Nesse sentido, denota-se que a gestão para a sustentabilidade na indústria mineral consiste em uma temática emergente, tendo os inúmeros desafios no que se refere à incorporação da sustentabilidade nas estratégias e operações da indústria, em virtude da natureza extrativa da mineração e dos inúmeros impactos sociais e ambientais relacionados a esta atividade produtiva.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das publicações sobre *mining industry* na base de dados *Web of Science*, evidenciou 2.981 publicações relacionadas ao tema, estando relacionadas principalmente às áreas temáticas: Engenharia (*Engineering*), Ciência Ambiental e Ecologia (*Environmental Sciences and Ecology*) e Mineração, Processamento Mineral (*Mining Mineral, Processing*).

Contatou-se que a maioria das publicações encontradas são artigos, sendo que no período compreendido entre 2002 e 2011, a produção científica relacionada ao tema aumentou gradativamente ao longo dos dez anos analisados. A maioria das publicações referente ao tema foi publicada nos periódicos: *Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy*, *Minerals Engineering*, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi Mineral Resources Management* e *Journal of Cleaner Production*. A *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* destaca-se com o maior número de publicações. Também constatou-se que os Estados Unidos lideram o *ranking* dos países que mais publicaram sobre a temática e o idioma inglês é o predominante nas publicações. Evidenciou-se como “*hot topics*” ou tópicos quentes as combinações do tópico *mining industry* com: Água (*Water*), Ambiental (*Environmental*), Tecnologia (*Technology*), Gestão (*Management*), Materiais (*Materials*), Desenvolvimento (*Development*), Recursos (*Resources*),

Saúde (*Health*), Desempenho (*Performance*), Energia (*Energy*), Estratégia (*Strategy*).

No decorrer do trabalho, foi possível verificar a utilidade de mecanismos de busca como o *Web of Science* para a realização de pesquisas acadêmicas, que servem de ferramenta para que a comunidade acadêmica tenha acesso às publicações bem como busque informações a respeito da evolução de seus temas de interesse. Os resultados desta pesquisa evidenciam que a gestão para a sustentabilidade associada à indústria mineral representa uma temática emergente, tendo em vista que foram identificados vários *hot topics* no estudo em questão. Como limitação do estudo, destaca-se a sua realização utilizando apenas uma base de dados específica. Por esta razão, sugere-se que estudos futuros desta natureza, possuam uma amplitude maior, abrangendo, por exemplo, outros eventos acadêmicos nacionais e internacionais e também demais periódicos científicos.

ABSTRACT

A sustained-oriented management is a main competitive and survival factor for mineral industries, whose intrinsic activity causes social and environmental impact. In order to increase the knowledge on the scientific production related to mineral industry, this study aimed to analyze characteristics of publications related to this topic on Web of Science database from 2002 to 2011, identifying topics related to sustainability-oriented management are being studied with this sector and which are most relevant (hot topics). The descriptive and quantitative paper, bibliometric nature, intends to assess scientific/academic production regarding mining industry. Of the 2.981 publications analyzed, we noticed a gradual increasing in scientific production in the last decade, especially in the following areas: Engineering, Environmental Science and Ecology and Mining, Mineral Processing. We further observed as hot topics the combinations of mining industry with: water, environmental, technology, management, materials, development, resources, health, performance, energy and strategy.

Keywords: Mining Industry, Sustainability-oriented management, Bibliometrics

NOTAS

¹ Mestrando em Administração na UFSM. E-MAIL: adilson28@hotmail.com

² Mestranda em Administração na UFSM. E-MAIL: carolinerc@gmail.com

³ Doutoranda em Administração no PPGA – UFSM. E-mail: jordana.mk@gmail.com

⁴ Mestrando no PPGA Administração na UFSM. E-mail: lucas.v.avila.adm@hotmail.com

⁵ Doutora em Administração pela USP. Docente do Programa de pós-graduação em Administração na UFSM. E-mail: clandia@smail.ufsm.br

⁶ Doutora em Agronegócio pela UFRGS. Docente do Programa de pós-graduação em Administração na UFSM. E-mail: lucia.rejane@hotmail.com

REFERÊNCIAS

AMADE, P.; LIMA, H. M. de. Desenvolvimento sustentável e garimpo - O caso do Garimpo do Engenho Podre em Mariana, Minas Gerais. *Revista Escola de Minas Gerais - REM*, v 62, n.2, abr. - jun. 2009, p. 237-242.

AZAPAGIC, A. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 12, n. 6, p.639-662, ago. 2004.

BANKS, M. G. *An extension of the Hirsch index: indexing scientific topics and compounds*. Disponível em: <http://www.arxiv.org/abs/physics/0604216>, 2006. Acesso em julho de 2010.

BAR-ILAN J. Which h-index? A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar. *Scientometrics*, v. 74, n. 2, p. 257–271, 2008.

BARRETO, M. L. *Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

CALAES, G. D. *Relatório Técnico - Evolução do mercado mineral no Brasil a longo prazo*. Ministério de Minas e Energia: 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/...mineral/P01_RT04_Evoluxo_do_Mercado_Mineral_no_Brasil_a_longo_prazo.pdf>. Acesso em: 15 out. 2010.

CAPES – COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Sobre Web of Science. Disponível em: <http://buscador.periodicos.capes.gov.br.ez47.periodicos.capes.gov.br/V/DNA9QG6PQIPNQSNNNEG55MSCFIKMIU8IL8DKSBPYEP1XU8H49XB-34072?func=find-db-info&doc_num=000002653>. Acesso em janeiro de 2010.

ENRÍQUEZ, M. A. R. da S. Mineração e desenvolvimento sustentável - é possível conciliar? *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, v. 12, p.51-66, 2009.

ENRÍQUEZ, M. A. R. da S.; DRUMMOND, J. Social-environmental certification: sustainable development and competitiveness in the mineral industry of the Brazilian Amazon. *Natural Resources Forum*, v. 31, p. 71–86, 2007.

FRANCESCHET, M. A comparison of bibliometric indicators for computer science scholars and journals on Web of Science and Google Scholar. *Scientometrics*, v. 83, n. 1, p. 243–258, 2010.

HILSON, G., MURCK, B. Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective. *Resources Policy*, v. 26, n. 4, p. 227–238, 2000.

HIRSCH, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 102, n. 46, p. 16569-16572, 2005.

JENKINS, H.; YAKOVLEVA, N. Corporate social responsibility in the mining industry: exploring trends in social and environmental disclosure. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p.271-284, 2006.

KELLY, C. D.; JENNIONS, M. D. The h index and career assessment by numbers. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 21, n. 4, p. 167-170, 2006.

MACEDO, M. A. S.; CASA NOVA, S. P.; ALMEIDA, K. *Mapeamento e análise bibliométrica da utilização da análise envoltória de dados (DEA) em estudos das áreas de contabilidade e administração*. In: ENANPAD, 23, 1999, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: ANPAD, 1999.

MOREIRA, H. F. *O desenvolvimento sustentável no contexto do setor mineral brasileiro*. 2003. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

ROSTAING, H. *La bibliométrie et ses techniques*. Toulouse: Sciences de la Société; Marseille: Centre de Recherche Rétrospective de Marseille, 1997.

SILVA, M. R. *Análise bibliométrica da produção científica docente do programa de pós-graduação em educação especial/UFSCar*. 1998-2003. Dissertação (Mestrado em Educação Especial) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SOUZA, J. M. M. de. Relatório Técnico - *Análise e avaliação da sustentabilidade na indústria mineral*. Ministério de Minas e Energia: 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/...duo.../P56_RT82_Sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 10 out. 2010.

VIANA, M. B. *Licenciamento ambiental em minerações de Minas Gerais: novas abordagens de gestão*. 2007. 305 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.