



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048
Dezembro 2016

PRÁTICAS DE GESTÃO DO USO DA ENERGIA E DESEMPENHO SUSTENTÁVEL EM INDÚSTRIAS MINERAIS BRASILEIRAS

ANA PAULA PERLIN

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
anapaula.perlin@yahoo.com.br

CLANDIA MAFFINI GOMES

UFSM
clandiang@gmail.com

KAMILA FRIZZO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
kamila.frizzo@gmail.com

JORDANA MARQUES KNEIPP

UFSM
jordanakneipp@yahoo.com.br

ROBERTO SCHOPRONI BICHUETI

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
robertobichueti@hotmail.com

PRÁTICAS DE GESTÃO DO USO DA ENERGIA E DESEMPENHO SUSTENTÁVEL EM INDÚSTRIAS MINERAIS BRASILEIRAS

Resumo

A energia é um bem essencial para a existência das atividades industriais, no entanto a ausência de uma gestão do uso da energia pode levar a inúmeros impactos ambientais, econômicos e sociais. Assim, as indústrias, como grandes consumidoras de energia, exercem um papel essencial na busca da preservação do sistema energético. Dessa maneira, este estudo teve como objetivo identificar as principais práticas de gestão do uso da energia e o desempenho sustentável em indústrias do setor mineral brasileiro. As práticas de gestão do uso da energia foram mensuradas por meio do modelo proposto por Liu et al. (2012). A seguir, o desempenho sustentável foi identificado a partir dos indicadores de desempenho desenvolvidos pelo *Global Reporting Initiative* - GRI (2006, 2010b, 2014). O estudo caracteriza-se como quantitativo e foi conduzido a partir da realização de uma pesquisa *survey* com as indústrias vinculadas ao Instituto Brasileiro de Mineração. Verificou-se que as indústrias analisadas desenvolvem práticas associadas à verificação de impactos da produção no meio ambiente e também buscam incentivar os seus colaboradores a praticarem atividades cotidianas de economia de energia. Além disso, ressalta-se que os impactos que caracterizam o desempenho sustentável envolvem, principalmente, a redução dos impactos de produtos e serviços no meio ambiente e, também, os aspectos sociais, como segurança e saúde dos colaboradores.

Palavras-chave: Gestão do uso da energia. Desempenho sustentável. Indústria mineral.

ENERGY MANAGEMENT PRACTICES AND SUSTAINABLE PERFORMANCE IN THE BRAZILIAN MINERALS INDUSTRIES

Abstract

Energy is an essential commodity for the existence of industrial activities, however the lack of management of energy use can lead to numerous environmental, economic and social. Thus industries as energy-intensive play an essential role in the search of the preservation of the energy system. This study aimed to identify the main use of energy management practices and sustainable performance in the industries of brazilian mineral sector. Energy use management practices were measured by the model proposed by Liu et al. (2012). Next, the sustainable performance was identified from the performance indicators developed by the Global Reporting Initiative - GRI (2006, 2010b, 2014). The study is characterized as quantitative and was conducted from conducting a survey research with industries linked to the Brazilian Mining Institute. It was found that the industries analyzed develop practices associated with verification of production impacts on the environment and also seek to encourage their employees to practice everyday activities of energy saving. Moreover, it is emphasized that the impacts that characterize sustainable performance mainly involve reducing the impacts of products and services on the environment and also the social aspects, such as safety and health of employees.

Key words: Management of energy use. Sustainable performance. Mineral industry.

1 INTRODUÇÃO

A partir da expansão industrial, emergem inúmeros desafios para as empresas, associados, especialmente, aos impactos ambientais e sociais. Nesse contexto, o conceito da sustentabilidade nas organizações, fundamenta-se pela busca em minimizar os impactos negativos decorrentes das atividades industriais, por meio da preservação do meio ambiente, do bem-estar da sociedade e da prosperidade econômica do negócio.

A sociedade é um dos principais agentes no processo de sustentabilidade, tendo em vista que, nos últimos anos, com o acesso ao conhecimento e a preocupação com a sustentação do planeta, os *stakeholders* passaram a esperar das empresas um gerenciamento dos negócios de forma responsável, direcionado à consciência ambiental e social. Ao adotar ações sustentáveis, a organização também pode se destacar no âmbito competitivo, além de estar cumprindo com normativas e regulamentações.

No âmbito das organizações industriais, a responsabilidade socioambiental e do desenvolvimento sustentável recebe ainda mais destaque, tendo em vista que possui o papel de fornecer produtos e atender a demanda da sociedade, podendo gerar inúmeros impactos ao meio ambiente. Nesse contexto, destaca-se a indústria mineral, que possui uma grande amplitude nos diversos segmentos industriais de atuação. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM (2012a), cerca de 80% de tudo que se utiliza diariamente tem a presença de minerais.

Para Petrie (2007), algumas temáticas relacionadas à mineração têm sido foco de discussões e de atenção. Essas temáticas englobam a questão do consumo de energia, os impactos das mudanças climáticas, as emissões de gases ácidos, os volumes de resíduos sólidos e a contenção de efluentes, bem como impactos menos tangíveis, como a perda de utilidade visual e comodidade.

No Brasil, segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2014), o consumo de energia vem crescendo nas últimas décadas e o setor industrial é o líder no *ranking* de consumo de energia. Conforme Bunse et al. (2011), o aquecimento global, o aumento dos preços da energia e os clientes cada vez mais conscientes têm estimulado os governos e as indústrias a identificar as medidas mais eficazes, bem como aumentar a eficiência energética nos processos de produção.

Ressalta-se, também, o aumento em 10% nas emissões de gases de efeito estufa entre 2008 e 2011, de um ano para outro, sendo que as quantidades de gases de efeito estufa (GEE) emitidas têm o uso de combustíveis fósseis como a principal fonte (IBRAM, 2014). Ainda, Barbieri (2007) afirma que as matrizes energéticas em funcionamento fazem uso de combustíveis fósseis ou minerais, recursos não renováveis.

Entretanto, apesar do seu grande potencial para reduzir custos e contribuir positivamente para a redução de emissões de CO₂, Thollander e Ottosson (2010) enfatizam que a adoção de práticas de gestão de energia e a eficiência energética ainda são pouco exploradas pelas organizações. Em indústrias que utilizam uma grande quantidade de energia, a sua gestão ainda não é priorizada e explorada a favor de uma produção sustentável.

Desse modo, observa-se que a gestão do uso da energia é uma temática importante no contexto industrial, principalmente no que se refere ao setor mineral. Tendo em vista que as suas atividades dependem da utilização desse recurso, os inúmeros impactos decorrentes do uso da energia precisam ser gerenciados, assim como é preciso superar os desafios inerentes à gestão para a mineração sustentável. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar as práticas de gestão do uso da energia e o desempenho sustentável em indústrias do setor mineral brasileiro.

Além desta introdução, o presente trabalho contém a revisão de literatura que aborda aspectos da gestão sustentável do uso da energia e do setor mineral e indicadores de

desempenho sustentável. Apresenta-se também, o método utilizado para o desenvolvimento do estudo, as análises e discussões sobre os resultados encontrados e, por fim, as considerações finais com as sugestões para futuros trabalhos, as limitações da pesquisa e a sua importância no contexto acadêmico e empresarial.

2 GESTÃO SUSTENTÁVEL DO USO DA ENERGIA

O surgimento das teorias acerca da preocupação ambiental e do desenvolvimento sustentável representa um novo direcionamento para as ações dos indivíduos e da sociedade em nível global.

Conforme o Relatório “Our Common Future” de 1987, o desenvolvimento sustentável é compreendido como um processo de mudança, em que a exploração dos recursos, as direções dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia, visando a garantir o atendimento das necessidades humanas atuais e futuras. Foi a partir dessa publicação que o termo desenvolvimento sustentável popularizou-se mundialmente e, desde então, envolve uma linguagem internacional, sendo um eixo central de pesquisas tanto em nível de governo como empresarial. A partir do conceito estabelecido pela Comissão de Brundtland, inúmeras conceituações foram propostas para o desenvolvimento sustentável, no entanto, em todas elas, parece haver um consenso no que se refere às dimensões que compõem uma empresa sustentável (CLARO; CLARO; AMÂNCIO, 2008).

Para uma organização ser reconhecida como sustentável, ela deve ter suas ações alinhadas simultaneamente nas dimensões ambiental, social e econômica, as quais também são conhecidas como o tripé da sustentabilidade. De acordo com Elkington (2001), o pilar econômico resume-se ao lucro da empresa, fundamentado na avaliação das atividades quanto à sua sustentabilidade econômica, não comprometendo seu desenvolvimento econômico. A dimensão social inclui o capital humano, o desenvolvimento da justiça entre seus *stakeholders*, visando à diminuição das desigualdades sociais. Por fim, a esfera ambiental refere-se à preservação do capital natural, na qual o uso dos recursos naturais não prejudique a existência das gerações futuras, tendo como objetivo reduzir os impactos da atividade industrial.

Nesse sentido, sabe-se que a existência de práticas sustentáveis é importante não somente em razão da preocupação com o planeta, mas também pela sobrevivência das próprias empresas. Essa premissa vem norteando o desenvolvimento de estudos (TOCCHETTO, 2004; SILVA, 2011), os quais apontam a relação positiva das práticas sustentáveis, de uma gestão voltada para a sustentabilidade com o desempenho empresarial e uma melhor competitividade no mercado.

Um dos aspectos amplamente discutidos na busca pelo desenvolvimento sustentável corresponde a gestão eficiente do uso da energia. A energia é um bem fundamental e essencial para a sobrevivência dos seres vivos, por isso seu uso deve ser feito de maneira consciente e adequada, como forma de prevenir a sua escassez. Os sistemas energéticos apresentam dinâmicas sociais e tecnológicas complexas. Estes incluem a complexidade inerente aos sistemas tecnológicos e infraestruturas, por meio da qual a energia é convertida, transmitida e distribuída, a fim de prestar serviços de energia útil para as famílias, a indústria e as empresas, instituições sociais, políticas e práticas que influenciam estes sistemas (BALE; VARGA; FOXON, 2015).

De acordo com Tzanakis et al. (2012), a energia constitui o principal motivador para cada atividade humana, a qual se encontra profundamente enraizada em cada uma das dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental do desenvolvimento humano. Para o autor, os serviços de energia dão uma contribuição essencial para a atividade econômica,

enquanto melhoram as condições de vida e qualidade ambiental. Eles também contribuem para o desenvolvimento social, por meio da educação e da saúde pública, e ajudam a satisfazer as necessidades humanas básicas de alimentação e abrigo. Contudo, o uso extensivo de energia pode aumentar as emissões de carbono e de gases de efeito estufa (GEE), enquanto, a má gestão dos recursos energéticos pode causar danos aos ecossistemas existentes.

O cenário atual requer atenção, em razão de que a quantidade de recursos energéticos extraídos está sendo maior do que o encontrado, contexto que vem sendo agravado pela superpopulação e o crescimento da demanda de energia em nível mundial. O problema da energia está pautado na degradação do meio ambiente e, conseqüentemente, na questão econômica, pois o preço de comercialização de energia é considerado alto (TING; BIN MOHAMMED; CHOONG, 2012). Para Bale, Varga e Foxon (2015), os sistemas atuais de oferta e demanda de energia precisam mudar de forma significativa, a fim de abordar o chamado "trilema" energia - como fornecer consistentemente serviços de energia a preços acessíveis, alcançar a segurança do abastecimento de energia e reduzir as emissões de gases de efeito estufa a partir de conversões de energia para mitigar a mudança climática. Isso exigirá a implantação substancial de tecnologias de baixo carbono e medidas de eficiência energética.

A energia é considerada um insumo nas indústrias diretamente na produção e indiretamente por meio da logística da cadeia de suprimentos. Contudo, o preço deve ser gerenciável ou controlável para que seja possível manter o custo e a disponibilidade (MULHALL; BRYSON, 2014). No âmbito do consumo, o setor industrial ainda é o maior consumidor de energia no Brasil, representando 33,9% do total.

Conforme o Balanço Energético Nacional (2014) desenvolvido pela Empresa de Pesquisa em Energia, entre os setores que mais consomem energia, encontra-se o setor de transformação, seguido pelo de metalurgia. Esses setores, muitas vezes, têm, como insumos em seus processos, bens minerais que estão presentes e são indispensáveis na produção do produto final. Em razão da grande representatividade que a indústria mineral tem na sociedade e nas questões energéticas, no capítulo a seguir, será contextualizado o setor mineral, bem como sua relação com a sustentabilidade.

3 SETOR MINERAL E INDICADORES DE DESEMPENHO SUSTENTÁVEL

A disponibilidade de recursos minerais é uma das premissas básicas para a manutenção da vida, tendo em vista que, a partir dos minérios, é possível transmitir energia, construir habitações, além de eles estarem presentes no desenvolvimento de bens como carros, aviões, computadores, medicamentos, entre outros. O papel que o setor mineral exerce na economia envolve, basicamente, desenvolver depósitos minerais econômicos para o processamento e a comercialização de seus produtos. Dois construtos envolvem a ativação do processo da cadeia mineral, as potencialidades, ou seja, o ambiente geológico e o potencial mineral, e as necessidades representadas pelas demandas da sociedade por produtos minerais (CALAES, 2006).

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Mineração (2012a), a partir de 2000, o aumento da demanda por minerais, principalmente pelo elevado índice de crescimento mundial, impulsionou o valor da Produção Mineral Brasileira (PMB), que, em uma década, apresentou crescimento significativo de 550%, representando de 3% a 5% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Com o processo de urbanização e o fortalecimento das economias mundiais, estima-se que a PMB continuará crescendo entre 2% e 5% ao ano durante os próximos dois anos. No ano de 2014, a produção mineral brasileira atingiu o valor de US\$ 40 bilhões, o que representou cerca de 5% do PIB Industrial do país. No cenário internacional, a indústria extrativa mineral contribuiu com mais de 34 bilhões de dólares em exportações de minérios, sendo somente o minério de ferro responsável por 25,8 bilhões de dólares (IBRAM,

2015).

O Brasil é um importante *player* na Indústria Mineral mundial, exportando nióbio, minério de ferro, manganês, grafite, bauxita, entre outros. Ainda em 2012, a arrecadação da CFEM, conhecida também como *royalty* da mineração, alcançou novo recorde de R\$ 1,832 bilhão (IBRAM, 2012b). Além de ser uma indústria de base, a mineração promove indiretamente outras atividades econômicas. Há benefícios diretos, como geração de emprego, renda, pagamento de tributos e compensações financeiras, muitas vezes, em lugares inóspitos ou de difícil acesso (IBRAM, 2013). Ainda, de acordo com a DNPM (2014), a maior parte das empresas encontra-se na região Sudeste, região onde está localizado o polo de maior produção mineral, o estado de Minas Gerais. A região Sul também possui um número expressivo de empresas, distribuídas nos seus três estados.

Em razão da imagem negativa da indústria mineral junto à sociedade, principalmente nas últimas décadas devido aos intensos impactos que ela vem causando no meio ambiente e que tem sido a causa de numerosos acidentes ao longo dos tempos, as empresas têm como necessidade inserir em sua gestão os aspectos ambientais (CRUZ; VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2014). Esses impactos envolvem desde a questão geográfica e o deslocamento cultural das comunidades indígenas à contaminação da água, ar e terra com subprodutos tóxicos de extração e processamento que não foram suficientemente bem contidos e/ou tratados. Nesse contexto, tratar a agenda de sustentabilidade da indústria de mineração no século 21 é um desafio de importância global (MORAN e KUNZ, 2014).

A importância da temática também vem sendo evidenciada no contexto acadêmico, onde alguns estudos vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos utilizando a temática da sustentabilidade no setor mineral. Vitró et al. (2014) realizaram um estudo a fim de examinar a adoção de práticas ambientais em pequenas e médias empresas na indústria de mineração em uma cidade espanhola. A partir do estudo, evidenciou-se um comprometimento das empresas com as questões ambientais e sustentáveis, sendo que elas compreendem os efeitos de suas atividades sobre o meio ambiente e importam-se com o acesso responsável e com a gestão dos recursos naturais.

Assim, percebe-se que a sustentabilidade é inerente ao setor mineral e parece ser fundamental que as indústrias estejam engajadas na busca pela gestão voltada ao desenvolvimento social, ambiental e econômico. Nesse sentido, surge a necessidade de as empresas mensurarem sua capacidade, seu grau de envolvimento e desempenho sustentável, por meio de avaliações e ferramentas, como por exemplo, os indicadores.

Azapagic (2004) enfatiza que, para o desenvolvimento de indicadores, é necessário identificar as questões relevantes, que captem as características específicas de cada tipo de indústria. Diversos indicadores foram desenvolvidos por órgãos nacionais e internacionais na área da gestão sustentável. No entanto, segundo Souza e Lopes (2010), o *Global Reporting Initiative* (GRI) destaca-se dos demais indicadores devido a o seu objetivo de satisfazer a necessidade das organizações de terem uma comunicação clara e transparente, de forma que o compartilhamento de estruturas de conceitos tenha uma linguagem coerente e que seja global, ou seja, propõe um padrão de comunicação global sobre ações empresariais sustentáveis.

Os Indicadores GRI são divididos entre indicadores desempenho econômico, ambiental e social da organização. A dimensão econômica da sustentabilidade refere-se aos impactos da organização sobre as condições econômicas de seus *stakeholders* em nível local, nacional e global. O desempenho financeiro é essencial para a compreensão de como a organização trabalha sua própria sustentabilidade. A dimensão ambiental do conceito de sustentabilidade refere-se aos impactos provocados na natureza, no ecossistema e nos recursos naturais, como a água, a energia, o ar e o solo. Por fim, os indicadores da dimensão social envolvem as práticas trabalhistas e trabalho decente, direitos humanos, sociedade e responsabilidade pelo

produto GRI (2006, 2010, 2014).

Dada a necessidade do desenvolvimento de Suplementos Setoriais que pudessem ser utilizados em setores específicos, foi desenvolvido pelo GRI, o *Mining and Metals Sector Supplement*, uma versão das diretrizes G3 dos indicadores GRI adequada para o setor de mineração e metais, incluindo comentários específicos para o setor sobre o conteúdo das diretrizes e indicadores de desempenho adicionais, com o objetivo de garantir que os relatórios de sustentabilidade englobem questões setoriais fundamentais eficazmente (GRI, 2010).

O suplemento inclui todas as principais atividades do setor mineral, como: exploração, processamento de metais e minerais primários, envolvendo a fabricação de metais e reciclagem, o ciclo de vida completo do projeto, desde o desenvolvimento, vida operacional até o encerramento e pós-encerramento das operações (GRI, 2010).

A partir da apresentação das temáticas, procura-se relacionar a práticas de gestão do uso da energia ao desempenho sustentável das indústrias do setor mineral. Desse modo, é apresentado, a seguir, o método utilizado no estudo.

4 MÉTODO DE ESTUDO

Para abordar o tema proposto, realizou-se uma pesquisa de natureza quantitativa e delineada por meio de um *survey*, com indústrias brasileiras vinculadas ao Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). Conforme Malhotra (2006), a pesquisa quantitativa tem como intuito analisar os dados, a partir da utilização de ferramentas e técnicas de análise estatística.

Quanto aos objetivos, o estudo possui caráter descritivo, pois, o pesquisador parte de pressupostos e hipóteses e aprofunda seus estudos nos limites de uma realidade específica, buscando antecedentes e conhecimentos para torná-lo explícito. A pesquisa será descritiva, pois pretende relatar as características de determinado fenômeno ou estabelecer relações entre algumas variáveis (TRIVIÑOS, 1987).

A amostra foi composta pelas empresas que receberam o instrumento de coleta de dados e efetivamente o responderam de forma completa. Assim, foram contatadas 156 empresas associadas ao IBRAM, destas, 44 retornaram respostas para participar dessa pesquisa, o que representa um índice de retorno médio de 28,20%.

Desse modo, o número de retorno obtido permitiu a realização dos testes estatísticos, possibilitando atender os objetivos do estudo. No entanto, por não se tratar de uma amostra significativa, os resultados não podem ser inferidos para o universo da pesquisa.

Para a coleta de dados, foi desenvolvido um questionário estruturado, com base no modelo de Liu et al. (2012) para identificar as práticas de gestão do uso da energia, e o modelo desenvolvido pelo GRI (2006, 2010, 2014), como indicador de desempenho sustentável, além de questões que possuem como objetivo conhecer o perfil das empresas. Foi utilizada uma escala intervalar de 10 pontos para a mensuração das variáveis, onde os respondentes poderiam indicar o grau de concordância de acordo com as práticas adotadas pelas empresas. Desse modo, o valor “1” representa o menor grau de concordância e “10” o maior grau de concordância. O respondente poderia ainda indicar a opção “não se aplica” a sua realidade.

O referido questionário foi avaliado por especialistas da área de estratégia e sustentabilidade, possibilitando assim identificar possíveis ambiguidades e uma melhor compreensão por parte dos participantes. Após a avaliação dos especialistas, foi realizado um teste piloto com três empresas do setor mineral. Inicialmente foi realizado o primeiro contato via telefone, após foi enviado via email o *link* para o questionário disponibilizado na plataforma eletrônica *Survey Monkey*, juntamente com uma carta convite para participação da pesquisa. A coleta de dados ocorreu entre os meses de julho a dezembro de 2015.

Após a coleta, os dados foram tabulados e analisados por meio de técnicas de análise

estatísticas univariadas, utilizando os *softwares Microsoft Excel e Statistical Package for the Social Sciences- SPSS*.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção será apresentado o perfil das empresas participantes da pesquisa e posteriormente a análise das práticas de gestão do uso da energia e o desempenho sustentável.

Em relação ao tempo de atuação, observou-se, a partir dos dados apresentados na Tabela 1, que há uma grande variação no que se refere ao tempo de atuação, sendo que a empresa com menor tempo de atuação da amostra possui 2 anos de fundação, já aquela com maior tempo de atuação, possui 133 anos de atividade.

Tabela 1 - Tempo de Atuação da Empresa

Tempo de Atuação	Valor
Média	37,68 anos
Mediana	40 anos
Desvio padrão	27,57 anos
Coefficiente de Variação	73,17%
Amplitude	131
Mínimo	2
Máximo	133

N = 44 empresas

Fonte: Resultados da pesquisa

Quanto a localização das indústrias, a Tabela 2 apresenta a distribuição geográfica no território nacional das indústrias participantes da pesquisa, descritas conforme as unidades federativas em que as sedes das empresas estudadas estão localizadas.

Tabela 2 - Estados em que as empresas estão localizadas

Estado	Freq	%	∑%
Rio Grande do Sul	15	34,1	34,1
São Paulo	7	15,9	50,0
Rio de Janeiro	4	9,1	59,1
Minas Gerais	3	6,8	65,9
Paraná	3	6,8	72,7
Santa Catarina	3	6,8	79,5
Espírito Santo	2	4,5	84,1
Mato Grosso	2	4,5	88,6
Pará	1	2,3	90,9
Distrito Federal	1	2,3	93,2
Bahia	1	2,3	95,5
Mato Grosso	1	2,3	97,7
Amazonas	1	2,3	100,0
Total	44	100,0	

Fonte: Resultados da pesquisa

Rio Grande do Sul, São Paulo e Rio de Janeiro são os três principais estados onde está situada a maior parte das indústrias. Destaca-se, ainda, que as 44 empresas que compõem a amostra representam 13 estados brasileiros.

O porte das empresas participantes da pesquisa foi identificado a partir do número de funcionários e da receita operacional bruta. Primeiramente, apresentam-se os dados referentes ao número de funcionários, classificados, a partir do critério Sebrae (2004), em: Microempresa

(até 19 funcionários), Pequena empresa (de 20 a 99 funcionários), Média empresa (de 100 a 499 funcionários) e Grande empresa (a partir de 500 funcionários). Na Tabela 3, encontra-se a distribuição da amostra conforme este critério.

Tabela 3 - Porte da empresa-número total de funcionários da empresa

Porte da Empresa - Número de funcionários da empresa	Freq	%	∑%
Micro empresa- Até 19	7	15,9	15,9
Pequena empresa- De 20 a 99	21	47,7	63,6
Média empresa- De 100 a 499	9	20,5	84,1
Grande empresa- Acima de 499	7	15,9	100
Total	44	100,0	

Fonte: Resultados da pesquisa

A partir da Tabela 3, é possível constatar que, predominantemente, as empresas participantes da pesquisa são classificadas como de pequeno porte.

A segunda classificação referente ao porte das empresas leva em consideração o critério estabelecido pelo BNDES (2011), o qual classifica as empresas: Microempresa: até 2,4 milhões (em R\$); Pequena empresa: de 2,4 milhões até 16 milhões (em R\$); Média empresa: de 16 milhões até 90 milhões (em R\$); Média-grande empresa: de 90 milhões até 300 milhões (em R\$); Grande empresa: superior a 300 milhões (em R\$).

Tabela 4 - Porte das empresas - Receita Operacional Bruta em 2013

Porte da Empresa - Receita Operacional	Freq	%	∑%
Micro empresa - Até R\$ 2,4 milhões	12	27,3	27,3
Pequena empresa- Acima de R\$ 2,4 milhões até R\$ 16 milhões	19	43,2	70,5
Média empresa- Acima de R\$ 16 milhões até R\$ 90 milhões	6	13,6	84,1
Média-grande empresa- Acima de R\$ 90 milhões até R\$ 300 milhões	2	4,5	88,6
Grande empresa- Acima de 300 milhões	2	4,5	93,1
Ausente	3	6,8	100%
Total	44	100,0	

Fonte: Resultados da pesquisa

Em relação ao porte das empresas de acordo com a receita operacional bruta, percebe-se, também, que há uma predominância de pequenas empresas. Desse modo, percebe-se que as empresas participantes da amostra são, em sua maioria, de pequeno porte, resultado que vem ao encontro da classificação encontrada com base nos funcionários.

Quanto à posição das empresas na cadeia de suprimentos, observa-se que a amostra é composta por quatro diferentes atividades, dentre elas, a atividade extrativa é a que compõe a posição predominante conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Posição da empresa na cadeia de suprimentos

Posição na cadeia de suprimentos	Freq	%	∑%
Pesquisa	2	4,5	4,5
Extração	25	56,8	61,4
Transformação	7	15,9	77,3
Prestação de Serviços	10	22,7	100,0
Total	44	100,0	

Fonte: Resultados da pesquisa

Quanto à produção e comercialização, na Tabela 6, apresentam-se os principais produtos

e serviços oferecidos pelas empresas participantes da pesquisa.

Tabela 6 - Produtos produzidos

Produtos extraídos / produzidos	Freq	%
Agregados minerais (pedra britada e areia)	14	31,8
Calcário	5	11,4
Granito	5	11,4
Aço	3	6,8
Minério de Ferro	2	4,5
Pesquisa Mineral	2	4,5
Quartzito	2	4,5
Carvão Mineral	2	4,5
Argila	1	2,3
Caulim	1	2,3
Concentrado de ouro e cobre	1	2,3
Moinhos, transportadores, exaustores	1	2,3
Redutores, Motorreductores, components	1	2,3
Relatórios técnicos de consultoria, de planejamento, coleta de dados geofísicos, interpretação e integração geofísico-geológica	1	2,3
Rocha ornamental	1	2,3
Rocha ornamental	1	2,3
Seixo rolado	1	2,3
Sulfetado de cobre	1	2,3
Total	44	100

Fonte: Resultados da pesquisa

Observa-se que as empresas indicaram 18 diferentes produtos minerais produzidos e 18 diferentes serviços prestados. Os três principais produtos produzidos são a pedra britada, calcário e o granito. De acordo com o IBRAM (2015), dentre os produtos minerais, os agregados minerais (areia e pedra britada) foram os que obtiveram maior produção em 2014, pois são as substâncias minerais mais consumidas no mundo. Esse resultado pode estar relacionado com a concentração de empresas na região sul e sudeste, pois os agregados minerais e o calcário, por exemplo, estão concentrados nessas regiões.

5.1 Análise das práticas de gestão do uso da energia

A análise da gestão do uso da energia tem como intuito apresentar as principais práticas empresariais adotadas pelas indústrias do setor mineral, participantes desse estudo. A Gestão do uso da energia foi mensurada a partir do estudo de Liu et al. (2012), o qual cita práticas gerenciais em relação à gestão do uso da energia. A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos em cada variável, utilizando-se da média como medida de tendência central, além do desvio padrão e do coeficiente de variação como medidas de dispersão.

Tabela 7 - Gestão do uso da energia – estatísticas descritivas

Gestão do uso da energia			
Variáveis	Média	Desvio Padrão	Coef. de Variação(%)
A empresa possui gestão do uso da energia	6,92	2,386	34,48
A empresa utiliza energia renovável em suas unidades setores	4,93	3,072	62,31
O custo da energia elétrica influencia a decisão da empresa por buscar maior eficiência energética em seus processos	6,42	2,782	43,33
A empresa possui certificação ISO 50001	1,78	1,353	76,01
A empresa possui uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE)	2,33	1,929	82,79
A Empresa possui um regulamento interno que visa à redução de emissões	4,61	3,194	69,28
A empresa possui conhecimento sobre os processos de gestão de energia de seus concorrentes	3,53	2,753	77,99
Do ponto de vista energético, a empresa avalia periodicamente as suas instalações e procedimentos.	6,90	2,513	36,42
A empresa verifica periodicamente os impactos de sua produção no meio ambiente	8,10	2,390	29,51
A empresa investe em novos produtos que reduzem o consumo de energia e as emissões de carbono	6,89	2,987	43,35
A empresa conduz auditorias para verificar pontos de maior consumo e potencialidades de economia de energia	5,00	2,933	58,66
A empresa se esforça em avaliar, treinar ou ajudar seus fornecedores e clientes na gestão de energia	4,28	2,489	58,15
Existe esforço acompanhar os impactos causados pelos seus clientes e fornecedores em relação ao uso intensivo de energia	4,29	2,951	68,79
Os diretores, supervisores e gerentes da empresa incentivam as atividades de gestão do uso de energia	6,36	2,969	46,68
A empresa fornece treinamentos para seus funcionários sobre a importância do gerenciamento do uso da energia	4,83	2,724	56,40
A empresa incentiva os empregados a praticarem atividades diárias de economia de energia (desligar as luzes ao sair, não ligar o ar condicionado sem necessidade, etc.)	7,46	2,373	31,81
N=44			

Fonte: Resultados da pesquisa

De modo geral, é possível constatar que as médias apresentadas pelas variáveis na Tabela 7 são relativamente baixas, o que significa uma baixa adoção das práticas de gestão de uso da energia nas empresas em estudo. A variável que apresenta índice mais elevado está relacionada com a verificação periódica dos impactos causados pela produção da empresa. Essa variável pode representar uma preocupação com fatores externos à organização.

Outra variável que possui uma média significativa no que se refere à gestão do uso da energia é a questão do incentivo aos empregados a praticarem atividades diárias de energia. Esses resultados podem demonstrar que as empresas, apesar de não adotarem muitas práticas de gestão do uso da energia, parecem apresentar uma preocupação, tanto no âmbito externo como interno, com as questões energéticas, estimulando os seus colaboradores a desenvolverem práticas de economia de energia no cotidiano de suas atividades organizacionais. Corroborando, McKane et al. (2009) afirma que os colaboradores têm um papel fundamental na gestão do uso da energia nas organizações, os que trabalham em nome da empresa precisam de treinamento em ambas as habilidades e práticas do cotidiano para melhorar o desempenho energético. Para uma maior eficiência, os resultados devem ser regularmente avaliados e comunicados a todas as pessoas, reconhecendo a realização elevada.

Em contrapartida, as variáveis que apresentaram menores médias estão relacionadas a

questões normativas. Os resultados demonstram que uma pequena parcela das empresas possui certificação ISO 50001. De acordo com Soares (2015), a ISO 50001 atua como uma base para as organizações demonstrarem que implementam um sistema eficaz de gestão da energia, não só para obter melhorias no seu próprio desempenho energético como também no mercado, para comprar produtos e serviços energeticamente eficientes e incorporar desenvolvimentos para a melhoria do desempenho energético. De acordo com McKane et al. (2009), a ISO 50001, norma internacional de gestão de energia, foi prevista para ter efeitos de longo alcance sobre a eficiência energética da indústria no início de 2011. Para os autores, a ISO 50001 tem o potencial de afetar 60% da utilização de energia do mundo, incluindo não só a indústria, mas também os setores comerciais e institucionais.

Apesar de sua importância, alguns dados evidenciam que, no Brasil, a ISO 50001 ainda não está difundida como em países desenvolvidos. Muitas empresas já desenvolvem alguns passos no processo de gestão da energia e as certificações ISO 50001 em 2014 apresentaram um crescimento de 40% em relação a 2013, conforme dados publicados pela *International Organization for Standardization (ISO)*. No entanto apenas 23 empresas brasileiras têm essa certificação, enquanto, na Alemanha há mais de 3.400 empresas certificadas (ISO, 2015). Assim, estes dados vêm ao encontro do baixo índice encontrado, referente às empresas respondentes que possuem certificação.

Nesse sentido, seria apropriada a adoção de modelos de gestão do uso da energia como o modelo proposto por Antunes et al. (2014), o qual é composto de atividades de orientação, investimento, treinamento e comunicação, auxiliando na eficiência energética da organização e no alcance da conformidade com as normas de gestão de energia.

Destaca-se, ainda, a outra variável que apresentou uma média baixa, a qual se refere à presença de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) nas organizações. A Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) faz parte do programa interno de conservação de energia das organizações, desse modo, é possível constatar que ainda não há programas formais direcionados à eficiência energética nas empresas estudadas.

Na próxima seção serão abordadas as variáveis relacionadas ao desempenho empresarial das indústrias minerais.

5.2 Análise do desempenho sustentável

A mensuração referente ao desempenho sustentável das empresas estudadas foi realizada de acordo com o modelo teórico baseado no GRI (2006, 2010, 2014), contendo, assim, três dimensões: econômica, social e ambiental. A fim de observar os impactos provocados na empresa em cada uma das três dimensões, na tabela a seguir apresenta-se a análise descritiva relacionada às variáveis do desempenho sustentável.

Tabela 8 - Desempenho sustentável – estatísticas descritivas

Desempenho sustentável				
	Variáveis	Média	Desvio Padrão	Coef. de Variação(%)
Dimensão Econômica	Aumento do valor econômico direto gerado e distribuído na comunidade.	7,00	1,977	28,24
	Maior presença de políticas e práticas e aumento da proporção de gastos com fornecedores locais em unidades operacionais importantes.	6,70	2,194	32,74
	Maior proporção de membros de alta gerência recrutados na comunidade local em unidades operacionais importantes	6,23	2,186	35,09
	Desenvolvimento de investimentos em infraestrutura e serviços oferecidos principalmente para benefício público.	6,87	2,447	35,62
Média da Dimensão Econômica = 6,70				
Dimensão Ambiental	Aumento do uso de materiais provenientes de reciclagem.	7,26	2,600	35,81
	Redução direta e indireta (Ex. Queda no consumo de energia elétrica causada por uma desaceleração na produção) do consumo de energia.	7,22	2,330	32,27
	Economia de energia decorrente de maior conservação e eficiência.	7,21	2,419	33,55
	Iniciativas para fornecer processos e produtos de maior eficiência energética.	7,55	2,103	27,85
	Reduções das emissões de gases de efeito estufa, efluentes e resíduos.	7,68	2,320	30,21
	Iniciativas para a redução dos impactos de produtos e serviços no meio ambiente.	8,58	1,757	20,48
	Redução dos impactos ambientais relativos ao transporte de produtos e materiais utilizados nas operações da organização, bem como ao transporte de trabalhadores.	8,03	2,246	27,97
Média da Dimensão Ambiental = 7,64				
Dimensão Social	Desenvolvimento de programas de saúde e segurança no trabalho.	8,76	1,709	19,51
	Investimento na capacitação dos funcionários.	8,26	2,211	26,77
	Implementação de programas e práticas que busquem reduzir os impactos das operações da empresa nas comunidades.	7,82	2,311	29,55
	Redução de multas e sanções não monetárias resultante da maior conformidade com leis e regulamentos.	8,39	2,213	26,38
	Adequação dos programas e processos relativos à administração de materiais visando à sustentabilidade.	8,10	2,438	30,10
	Aumento do envolvimento das partes interessadas na tomada de decisões sobre as questões que lhes dizem respeito.	7,71	2,730	35,41
Média da Dimensão Social = 8,17				
N=44				

Fonte: Resultados da pesquisa

Percebe-se, a partir dos resultados apresentados, que os maiores impactos envolvem a dimensão social e ambiental.

A dimensão social considera os impactos da organização nos sistemas sociais em que atua, identifica aspectos da empresa relacionados às práticas trabalhistas, direitos humanos, sociedade e responsabilidade pelo produto. A variável de destaque nessa dimensão leva em consideração a presença de programas de saúde e segurança no trabalho. Estes resultados parecem estar em conformidade com as contribuições de Sachs (2008), o qual afirma que a dimensão social vem se destacando significativamente no que se refere ao conceito de desenvolvimento sustentável, principalmente pelas questões éticas e as relações com a comunidade.

A dimensão ambiental, caracterizada pela avaliação dos impactos da organização sobre

sistemas naturais vivos e não-vivos, abrange aspectos como: insumos (material, energia, água) e produção (emissões, efluentes, resíduos). Também considera os aspectos referentes à biodiversidade, à conformidade ambiental e aos impactos dos produtos e serviços. Essa dimensão também apresenta uma variável com alto índice referente ao desenvolvimento de iniciativas para a redução dos impactos de produtos e serviços no meio ambiente.

Por outro lado, a dimensão econômica, apresentou as menores médias. Essa dimensão engloba a mensuração dos impactos da organização sobre as condições econômicas de seus *stakeholders* e sobre os sistemas econômicos em nível local, nacional e global. As variáveis com menores médias estão relacionadas à proporção de membros de alta gerência recrutados na comunidade local, em unidades operacionais importantes, e à maior presença de políticas e práticas e aumento da proporção de gastos com fornecedores locais, em unidades operacionais importantes. Assim, parece que as indústrias minerais ainda apresentam dificuldades em identificar os impactos econômicos relacionados ao desempenho sustentável.

Desse modo, foi possível identificar as variáveis de desempenho sustentável nas empresas participantes da pesquisa, nos aspectos econômicos, ambientais e sociais. Destacam-se, entre os impactos, as maiores médias na dimensão ambiental e social e as menores médias envolvendo variáveis da dimensão econômica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que as atividades extrativas, como a atividade industrial, em razão da sua proximidade com o meio ambiente e comunidade, modificam o ambiente natural e social, acarretando, ao longo da cadeia, inúmeros impactos negativos envolvendo também seus *stakeholders*.

Muitos desses impactos estão relacionados ao uso inadequado ou ineficiente dos bens naturais. Nesse sentido, a energia é um dos recursos essenciais para a produção industrial no setor mineral em todos os processos, da extração à comercialização do produto final. No entanto, a inexistência de políticas de eficiência energética resulta em um aumento do consumo energético e, conseqüentemente, de uma série de problemas ambientais, sociais e econômicos. Esses problemas estão relacionados à questão da emissão de gases de efeito de estufa, da escassez energética, dos altos custos que envolvem este recurso e da falta de consciência da sociedade.

Desse modo, o presente estudo teve como objetivo identificar as principais práticas de gestão do uso da energia e o desempenho sustentável em indústrias do setor mineral brasileiro. A partir dos resultados, foi possível conhecer o comportamento das indústrias em relação à gestão do uso da energia e ao desempenho industrial. Quanto à gestão do uso da energia, evidenciou-se que as indústrias analisadas desenvolvem práticas associadas à verificação de impactos da produção no meio ambiente e também buscam incentivar os seus colaboradores a praticarem atividades cotidianas de economia de energia. Entretanto, ainda há a necessidade de práticas normativas, relacionadas, principalmente, à obtenção de certificação.

De modo geral, os impactos que caracterizam o desempenho sustentável envolvem, principalmente, a redução dos impactos de produtos e serviços no meio ambiente e, também, os aspectos sociais, como segurança e saúde dos colaboradores.

Ressaltam-se, também, as principais limitações do estudo, relacionadas, principalmente, ao número de indústrias participantes. Em razão do baixo retorno das empresas na etapa de coleta, os resultados encontrados não podem ser extrapolados e inferidos para as demais indústrias do setor mineral brasileiro. Como sugestão de estudos futuros, recomenda-se ampliar a amostra, e ainda comparar os dados com indústrias minerais de países desenvolvidos, verificando, assim, a existência de diferenças relacionadas a fatores macroambientais.

Por fim, destaca-se a importância acadêmica e empresarial deste estudo para o avanço

do conhecimento a respeito da gestão do uso da energia. Em relação ao contexto acadêmico, este estudo proporcionou um aprofundamento teórico a respeito da questão energética e da sua inserção no desenvolvimento sustentável, possibilitando verificar a sua relação nas indústrias minerais, podendo auxiliar, assim, como referência para demais estudo. Quanto ao contexto empresarial, este estudo possibilita às indústrias minerais a comparação da sua performance em relação as demais indústrias, em termos de desenvolvimento de práticas de gestão do uso da energia e os seus efeitos no desempenho da empresa, em termos econômicos, ambientais e sociais.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, P.; CARREIRA, P.; SILVA, da. M. M. Towards an Energy Management Maturity Model. **Energy Policy Journal**. v.73, p. 803-814. 2014.
- 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.
- BALE, C. S. E.; VARGA, L.; FOXON, T. J. Energy and complexity: New ways forward. **Applied Energy**, v. 138, p. 150-159, 2015.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
- BUNSE, K. et al. Integrating energy efficiency performance in production management - gap analysis between industrial needs and scientific literature. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 6, p. 667-679, 2011.
- CALAES, G. D. Planejamento estratégico, competitividade e sustentabilidade na indústria mineral: dois casos de não metálicos no rio de janeiro. **Ministério de Minas e Energia**: 2006. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2006-046-00.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2015.
- CLARO, P. B. O.; CLARO, D. P.; AMÂNCIO, R. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. **Revista de Administração (FEA-USP)**, v. 43, n. 4, p. 289-300, 2008.
- CRUZ, C. L.; VASCONCELOS, A. C. F.; OLIVEIRA, J. R. M. Situação de Impacto Ambiental: um estudo em uma Indústria de Extração Mineral. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 16, n. 2, p. 1-14, 2014.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Sumário Mineral**. Thiers Muniz Lima, Carlos Augusto Ramos Neves (coord.). Brasília-DF; DNPM, 2014.
- ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca**. São Paulo: Makron Books, 2001.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanco Energético Nacional 2014: Ano base 2013/Empresa de Pesquisa Energética**. Rio de Janeiro: EPE, 2014.
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE – GRI. 2006. **Diretrizes para Relatório de**

Sustentabilidade. Disponível em < <http://www.globalreporting.org>>. Acesso em: dez. 2014.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE – GRI. 2010. **Mining and Metals Sector Supplement.** Disponível em: <<http://www.globalreporting.org/ReportingFramework/SectorSupplements/MiningAndMetals>>. Acesso em: 28 out. 2014.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE – GRI. 2014. **G4 Sustainability Reporting Guidelines.** Disponível em: <https://www.globalreporting.org/standards/g4/Pages/default.aspx>. Acesso em: 22 jan. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO- IBRAM. 2012a. **Indústria da Mineração Ano VII** . Disponível em: <www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00001898.pdf>. Acesso: 10 fev. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM.2012b. **Informações e análises da economia mineral brasileira.** Disponível em: <<https://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002806.pdf> >. Acesso em: 20 jan. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO- IBRAM. 2013. **Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história / instituto Brasileiro de Mineração; 1.ed.** - Brasília: IBRAM, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. 2014. **II Inventário de Gases Efeito Estufa do Setor Mineral.** Disponível em: <<https://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00003361.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. 2015. **informações sobre a economia mineral brasileira 2015.** Disponível em:<<https://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005957.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. 2015. **The ISO Survey of Management System Standard Certifications – 2014, Executive summary.** Disponível em <[http://www.iso.org/iso/home/standards/certification/iso-survey.htm?certificate=ISO 50001&countrycode=#standardpick](http://www.iso.org/iso/home/standards/certification/iso-survey.htm?certificate=ISO%2050001&countrycode=#standardpick)>. Acesso em: 30 jan. 2015.

LIU, X. et al. A survey study of energy saving activities of industrial companies in Taicang. **Journal of Cleaner Production**, v. 26, p. 79-89, 2012.

MCKANE, A. et al. **Thinking Globally: How ISO 50001** - Energy Management can make industrial energy efficiency standard practice.2009. Lawrence Berkeley National Laboratory: Lawrence Berkeley National Laboratory. LBNL Paper LBNL-3323E. Disponível em <<http://escholarship.org/uc/item/92d8q553>>. Acesso em: 10 de nov. 2015.

MORAN, C. J.; KUNZ, N. C. **Sustainability as it pertains to minerals and energy supply and demand: a new interpretative perspective for assessing progress.** *Journal of Cleaner Production*. v. 84, n. 1, p.16-26, 2014.

MULHALL, R. A.; BRYSON, J. R. Energy price risk and the sustainability of demand side supply chains. **Applied Energy**, v.123, p. 327-334, 2014.

PETRIE, J. New models of sustainability for the resources sector. A Focus on Minerals and Metals. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 85, n. 1, p. 88-98, 2007.

SACHS, I. **Desenvolvimento: Incluyente, Sustentável, Sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 151 p.

SILVA, M. E. **A contribuição de práticas empresariais responsáveis para o consumo sustentável no varejo de supermercados: O caso Walmart Brasil**. 2011. 137 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SOUZA, R.; LOPES, P. Indicadores de sustentabilidade em simulações de negócios: uma proposição no contexto do jogo de empresas SEE. **Revista Contemporânea de Economia e Gestão**. v. 8, n. 2, p. 7-18, jul/dez. 2010.

TING, L. S.; BIN MOHAMMED, A. H.; CHOONG, W. W. Proposed implementation strategies for energy sustainability on a Malaysian university campus. **Business Strategy Series**, v. 13, n. 5, p. 208-213, 2012.

THOLLANDER, P., OTTOSSON, M. Energy management practices in Swedish energy-intensive industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, p. 1125-1133, 2010.

TOCCHETTO, M. R. L. **Implantação de Gestão Ambiental em Grandes Empresas com Atividade Galvânica no Rio Grande do Sul**. 2004. 176 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TZANAKIS, I. et al. Future perspectives on sustainable tribology. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 16, p. 4126-4140, 2012.

VINTRÓ, C.; SANMIQUEL, L.; FREIJO, M. Environmental sustainability in the mining sector: evidence from Catalan companies. **Journal of Cleaner Production**. v. 84, p.155-163, 2014.