



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-graduação – Ciências Ambientais

Rua Gabriel Monteiro da Silva, 714. Alfenas - MG CEP 37130-000
Fone: (35) 3299-1379(Coordenação) / (35) 3299-1392 (Secretaria)
<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgca/>



ALINE APARECIDA SILVA PEREIRA

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE MINERAL

ALINE APARECIDA SILVA PEREIRA

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE MINERAL

Dissertação de Mestrado apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas/UNIFAL-MG.

Orientador: Eduardo Gomes Salgado

Coorientador: Ronaldo Luiz Mincato

Assinatura do(a) Mestrando(a)
Aline Aparecida Silva Pereira

Assinatura do Coorientador(a)
Ronaldo Luiz Mincato

Assinatura do Orientador(a)
Eduardo Gomes Salgado

Alfenas / MG
2017

ALINE APARECIDA SILVA PEREIRA

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE MINERAL

A banca examinadora abaixo-assinada, aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas/UNIFAL-MG.

Aprovada em: 27/07/2017

Profº. Eduardo Gomes Salgado
Instituição: Universidade Federal de Alfenas Assinatura:

Profº. Luís Antônio Coimbra Borges
Instituição: Universidade Federal de Lavras Assinatura:

Profº. Jean Marcel Sousa Lira
Instituição: Universidade Federal de Alfenas Assinatura:

Dedico este trabalho à cidade de Mariana, localizada no estado de Minas Gerais, Brasil, que em 5 de novembro de 2015 foi, juntamente com 34 outros municípios, inundada por mais de 60 milhões de metros cúbicos de lama/rejeitos de minério de ferro provenientes do rompimento de uma das barragens localizada na região. Neste desastre ambiental, o segundo maior da história, foram destruídas casas, distritos completos, histórias de vida, alguns moradores foram deixados desabrigados e outros tiveram suas vidas ceifadas, além é claro dos incontáveis danos a fauna e flora antes ali presente. A vocês, dedico esta mera tentativa de transformar a atividade mineral em uma atividade sustentável, visto que esta é a melhor alternativa hoje para que seja realizado o beneficiamento deste bem natural sem destruir inúmeros outros.

AGRADECIMENTOS

Estamos tão preocupados com o que queremos ter que, muitas vezes, nos esquecemos de agradecer o que aos poucos temos conquistado e àqueles que de forma direta ou indireta foram essenciais para nossas conquistas. No entanto, a coragem de ir atrás dos meus sonhos, mesmo quando tudo parecia impossível, veio de lugares e pessoas as quais eu não poderia deixar de eternizar aqui a minha gratidão. Primeiramente, louvo e glorifico a Deus que em nenhum momento rejeitou as minhas orações, pelo contrário, foi atencioso até mesmo nos detalhes que eu deixei passar. Logo, agradeço ao meu orientador Eduardo Salgado por toda atenção, companheirismo, conhecimento e tempo cedido ao meu projeto e a mim. Afirmo-lhe com toda certeza que sem a sua colaboração e dedicação meu projeto não teria atingido tamanha dimensão. A você, desejo um futuro promissor como professor e orientador e saiba que serei eternamente grata por ter me acolhido e me orientado de forma invejável. Ao meu coorientador Ronaldo agradeço pelo apoio, incentivo e colaboração. A minha família, em especial a minha mãe Nair e minha tia Antônia, agradeço por todo apoio, incentivo e amor. Vocês, mesmo sem muitas vezes saber sequer o real objetivo do meu projeto, foram capazes de a cada amanhecer olhar no fundo dos meus olhos e dizer: eu me orgulho de você! Quero relatar aqui que a pessoa que realmente deve se sentir orgulhosa e imensamente feliz sou eu, pois não há lugar melhor no mundo pra se estar e tirar forças diárias para vencer se não em nossa família e vocês bravamente, guerreiras que são, me ofereceram tudo isso e muito mais. Muito obrigada. Aos meus amigos, agradeço pela paciência e amizade ao longo desses dois anos de realização do meu projeto. Saibam que cada palavra de incentivo, amor e carinho foram essenciais para a concretização desta etapa. Aos meus amigos do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais não poderia deixar de expressar a minha gratidão, seja pelas noites sem dormir estudando juntos, pelos dias intensos de laboratório, pelos grupos de estudo, pelos momentos de tensão e nervosismo, por dividir o medo de não sermos capazes, pelo choro desesperado, pelos cafés diários e ainda pelos *happy hours*. A vocês meus fiéis companheiros, quero retribuí-los por todo esse companheirismo desejando-lhes uma carreira brilhante pela frente e saibam que somos vitoriosos por termos chegado até aqui e mais ainda, somos merecedores do que ainda está por vir. As moradoras do apartamento 04 do edifício Adonai, gostaria de agradecer de maneira especial, pois além de me acolherem como integrante da república, se tornaram minha segunda família. Obrigada por todo apoio, incentivo e por muitas vezes acreditarem mais em mim do que eu mesma. Agradeço a Universidade Federal de Alfenas pela oportunidade cedida para o desenvolvimento deste projeto de mestrado. Aos meus professores, agradeço de forma especial, pois de forma exemplar foram responsáveis pela aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de projetos os quais levarei comigo por onde for e confesso que me sinto honrada por ter tido a oportunidade de aprender com vocês. A cada um dos funcionários agradeço pela íntegra dedicação e responsabilidade, em especial a toda a secretaria do programa pelo brilhante e impecável trabalho realizado. E por fim, agradeço a agência de fomento CAPES, que apoiou financeiramente a realização deste projeto. A todos vocês a minha eterna gratidão.

“Não sei se a vida é curta ou longa para nós, mas sei que nada do que vivemos tem sentido, se não tocarmos o coração das pessoas.

Muitas vezes basta ser: colo que acolhe, braço que envolve, palavra que conforta, silêncio que respeita, alegria que contagia, lágrima que corre, olhar que acaricia, desejo que sacia, amor que promove.

E isso não é coisa de outro mundo, é o que dá sentido à vida. É o que faz com que ela não seja nem curta, nem longa demais, mas que seja intensa, verdadeira, pura enquanto durar.

Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”.

Cora Coralina

RESUMO

A exploração mineral é considerada uma das principais atividades responsável pelo crescimento e desenvolvimento de diversos países, no entanto, devido ao atual ritmo da extração destes recursos inúmeros impactos negativos vem sendo gerados. O setor mineral passou a ser considerado uma atividade com potencial sustentável na Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável e com isso, surgiu a necessidade de avaliar e acompanhar a realização deste para o enquadramento da atividade como sustentável. Assim, o presente trabalho teve como objetivo principal elaborar um índice de avaliação para a sustentabilidade do setor compatível com a realidade de países já desenvolvidos e em desenvolvimento, acessível à empresas de pequeno, médio e grande porte e ainda que esteja de acordo com a legislação ambiental vigente. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura utilizando 90 trabalhos de 43 periódicos distintos, onde foram selecionados 65 indicadores aplicáveis ao setor mineral. Sendo a mineração uma atividade que envolve diversos *stakeholders*, a segunda etapa desta dissertação se deu com a aplicação de um questionário fechado a representantes de todas as partes interessadas para a determinação de pesos a cada um dos indicadores selecionados de acordo com a gravidade, urgência e tendência apresentada. Como metodologia para a análise quantitativa dos dados foi utilizada a ferramenta GUT, que consiste em uma modelagem matemática com aplicação em processos que envolvem múltiplos critérios, possibilitando atribuir pesos aos critérios selecionados e priorizar as alternativas sintetizando resultados extremamente confiáveis. O retorno dos questionários foram de 64% do número total e como resultado obteve-se que o critério de maior gravidade e interferência sob a questão sustentável na mineração é o critério ambiental que foi classificado como nível 4, seguido pelo social nível 3 e por último o econômico com o nível 2. Com o ranqueamento dos indicadores, acredita-se que a exploração mineral será otimizada e tangível a sustentabilidade, pois, serão reduzidos os impactos socioambientais e conseqüentemente as ações de responsabilização por impactos negativos, proporcionando melhor imagem das empresas e otimização de vendas e de novos investimentos. Os benefícios as comunidades locais vão desde o aproveitamento da infraestrutura deixados como legados até a capacitação da sociedade interna, permitindo um desenvolvimento local contínuo, não cessando após findar-se os recursos ali explorados. Através de todos os resultados acima obtidos, foi elaborado um índice de avaliação para a sustentabilidade no setor mineral que buscou atender as falhas diagnosticadas nos índices já propostos, baseado em uma avaliação integrada onde os indicadores passaram a compor uma medida que aponta a situação real encontrada e uma proposta de adequação do comportamento

da empresa, correção e mitigação de impactos negativos. Como última etapa desta dissertação, foram realizados múltiplos estudos de caso para a validação do índice proposto. Foi elaborado um questionário estruturado (ANEXO B) e aplicado, através de vídeo conferência, em duas empresas de mineração e como principais resultados obteve-se para a empresa de pequeno e grande porte, consecutivamente, 72,27% e 67,78% dos pesos para o critério ambiental; 47,22% e 73,13% dos pesos para o critério social; e 82,95% e 86,81% dos pesos para o critério econômico. Assim, se tratando de um índice que busca a equidade entre as três dimensões que compõem o tripé da sustentabilidade nenhuma das empresas podem ser consideradas como sustentáveis, pois, se, em um determinado momento, um desses não for considerado sustentável o desenvolvimento como um todo poderá vir a ser afetado. Portanto, ao findar-se todas as etapas propostas, foi possível criar uma métrica de avaliação precisa e eficiente, com indicadores abrangentes, específicos e críticos, com uma abordagem dos tópicos essenciais da legislação para a atividade, e que permitirá o acompanhamento e a promoção de melhorias, minimização e mitigação dos impactos.

Palavras-chave: Mineração, Sustentabilidade, Análise multicriterial, GUT, Índice de Avaliação.

ABSTRACT

Mineral exploration is considered one of the main activities responsible for the growth and development of several countries; however, due to the current rhythm of the extraction of these resources numerous negative impacts have been generated. The mineral sector came to be considered an activity with sustainable potential at the World Summit on Sustainable Development and with that, the need arose to evaluate and follow the realization of this to the framework of the activity as sustainable. Thus, the main objective of this study was to develop an evaluation index for the sustainability of the sector compatible with the reality of already developed and developing countries, accessible to small, medium and large companies and even if it is in accordance with the legislation environmental legislation. For this, a literature review was performed using 90 papers from 43 different journals, where 65 indicators were selected for the mineral sector. Since mining is an activity involving several stakeholders, the second stage of this dissertation was the application of a closed questionnaire to representatives of all interested parties to determine weights for each of the indicators selected according to severity, urgency and presented. As a methodology for the quantitative analysis of the data the GUT tool was used, which consists of a mathematical model with application in processes that involve multiple criteria, allowing assigning weights to the selected criteria and prioritizing the alternatives synthesising extremely reliable results. The return of the questionnaires was 64% of the total number and as a result, it was obtained that the criterion of greater severity and interference under the sustainable question in the mining is the environmental criterion that was classified as level 4, followed by the social level 3 and lastly the economy with level 2. With the ranking of the indicators, it is believed that the mineral exploration will be optimized and tangible to sustainability, therefore, the social-environmental impacts will be reduced and consequently the actions of responsibility for negative impacts, providing a better image of the companies and optimization of sales and new investments. The benefits to local communities range from the use of the infrastructure left as legacies to the training of the internal society, allowing a continuous local development, not ceasing after the resources have been exhausted. Through all the above results, an evaluation index for sustainability in the mineral sector was elaborated, which sought to meet the flaws diagnosed in the already proposed indexes, based on an integrated evaluation where the indicators began to compose a measure that indicates the actual situation found and a proposal to adapt the company's behavior, to correct and mitigate negative impacts. As the last step of this dissertation, multiple case studies were carried out to validate the proposed index. A structured questionnaire (APPENDIX B) was prepared and

applied through video conferencing in two mining companies and, as main results, 72.27% and 67.78% of the companies were consecutively weights for the environmental criterion; 47.22% and 73.13% of the weights for the social criterion; and 82.95% and 86.81% of the weights for the economic criterion. Thus, if it is an index that seeks equity between the three dimensions that make up the tripod of sustainability, none of the companies can be considered sustainable, because if, at a given moment, one of them is not considered sustainable development as a whole may be affected. Therefore, at the end of all the proposed steps, it was possible to create a precise and efficient evaluation metric, with comprehensive, specific and critical indicators, with an approach to the essential topics of legislation for the activity, which will allow monitoring and promotion improvement, minimization and mitigation of impacts.

Keywords: Mining, Sustainability, Multicriteria Analysis, GUT, Evaluation Index.

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Leis brasileiras que envolvem a atividade mineral e a proteção ambiental	19
Quadro 4.1 – Valores dos pesos a serem atribuídos aos critérios índice.....	93
Quadro 4.2 – Pesos atribuídos aos indicadores para o somatório do índice	106
Quadro 4.3 - Pesos alcançados pelas empresas em análise.....	111
Quadro 4.4- Valores dos pesos a serem atribuídos aos critérios.....	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1- Fluxograma representativo do desenvolvimento da Revisão Sistemática de Literatura (RSL).....	42
Figura 3.2- Demonstração das metodologias utilizadas para a realização dos trabalhos selecionados.....	47
Figura 3.3- Áreas de abrangência dos estudos selecionados.....	47
Figura 3.4- Setores abordados para o desenvolvimento de pesquisas.....	49
Figura 4.1-Gráfico ótimo ecológico de degradação.....	84
Figura 4.2- Atribuição de pesos aos indicadores ambientais pelos <i>stakeholders</i> com porcentagem igual 44% classificando-o como nível 4.....	97
Figura 4.3- Atribuição de pesos aos indicadores sociais pelos <i>stakeholders</i> com porcentagem igual 56% classificando-o como nível 3.....	101
Figura 4.4- Atribuição de pesos aos indicadores que compõem o critério econômico pelos <i>stakeholders</i> classificando-o como nível 2 com 44%.....	103
Figura 4.5- Resultados e comparação entre os pesos estipulado por <i>stakeholders</i> e alcançados pelas empresas de pequeno e grande porte.....	111

LISTAS DE TABELAS

Tabela 3.1 - Artigos encontrados por base de dados	44
Tabela 3. 2 - Descrição dos <i>journals</i> e números encontrados.....	44
Tabela 3.3 - critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão.....	60
Tabela 4.1 - Cidades abordadas e número de empreendimentos em atividade	110
Tabela 4.2 – Critérios selecionados para avaliação da sustentabilidade do setor mineral e aplicação de pesos.....	127

LISTA DE SIGLAS

APP	Área de Proteção Permanente
CFEM	Compensação Financeira
DNMP	Departamento Nacional de Produção Mineral
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPI	<i>Environmental Performance Index</i>
ERM	<i>Environmental Resources Management</i>
ESI	<i>Environmental Sustainable Index</i>
FESLM	Marco de Avaliação do Manejo Sustentável de Terras
GEE	Gases do Efeito Estufa
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
GFN	<i>Global Footprint Network</i>
GUT	Gravidade, Urgência, Tendência
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
ICMM	<i>International Council on Mining and Metals</i>
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MCDM	<i>Multiple Criteria Decision Making</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MMSD	<i>Madison Metropolitan School District</i>
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PDCA	<i>Plan, Do, Check e Action</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PMB	Produção Mineral Brasileira
PNM	Política Nacional de Mineração
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SUPRAM	Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVO GERAL.....	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
3. Artigo 1: SELEÇÃO DE CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO SETOR MINERAL.....	29
3.1 INTRODUÇÃO.....	31
3.2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	32
3.2.1 MINERAÇÃO.....	32
3.2.2 SUSTENTABILIDADE.....	34
3.2.3 MINERAÇÃO SUSTENTÁVEL.....	35
3.2.4 INDICADORES.....	37
3.2.5 ÍNDICES E FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE.....	38
3.3 METODOLOGIA.....	41
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
3.4.1 LEVANTAMENTO E DISCRICÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADEMINERAL SELECIONADOS.....	51
3.5 CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
Anexo A – Critérios selecionados pelos autor para a elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral.....	60
4.Artigo 2: ATRIBUIÇÃO DE PESOS E RANQUEAMENTO DE CRITÉRIOS PARA A ELABORAÇÃO DE UM ÍNDICE DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO SETOR MINERAL.....	77
4.1 INTRODUÇÃO.....	79
4.2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	81
4.2.1 IMPACTOS NEGATIVOS ADVINDOS DA MINERAÇÃO.....	85
4.2.2 <i>MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING (MCDM)</i>	87
4. 2.3 MÉTODO GUT.....	89
4.3 METODOLOGIA.....	90
4.3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	90
4.3.2 MÉTODOS COMBINADOS.....	91
4.3.3 ANÁLISE QUANTITATIVIVA.....	91
4.3.4 ANÁLISE QUALITATIVA.....	94
4.3.5 ÁREA DE ESTUDO.....	95

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	96
4.4.1 ÍNDICE DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE MINERAL.....	105
4.4.2 APLICAÇÃO DA MÉTRICA DE AVALIAÇÃO PROPOSTA.....	109
4.5 CONCLUSÕES.....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
Anexo B – Questionários aplicado aos <i>stakeholders</i>	127
Anexo C – Questionário aplicado as empresas selecionadas para análise	131
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	136

1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU) classifica em âmbito internacional a mineração como sendo a extração, elaboração e beneficiamento de minerais que se encontram em estado natural: sólido, como o carvão; líquido, como o petróleo bruto e gasoso, como o gás natural. Estes recursos são considerados finitos, mediante a escala temporal de formação de seus compostos. O Brasil ocupa uma posição dominante como detentor de grandes reservas mundiais, apresentando uma diversificada gama de minerais metálicos e não-metálicos, cerca de 40, colocando-se seguramente entre os seis mais importantes países minerais do mundo (BARRETO, 2001; IBRAM, 2012).

A mineração é uma atividade que faz parte da ocupação territorial e da história do Brasil e, mais recentemente, a partir da década de 60, foi um dos setores econômicos escolhidos como estratégico e responsável pelo crescimento e desenvolvimento nacional, porém em bases não-sustentáveis. Diferente de outras atividades industriais, a mineração possui rigidez locacional, só é possível minerar onde existe minério. Esta assertiva, apesar de óbvia, sempre gera polêmicas entre mineradores e ambientalistas e a solução da questão passa por estudos que contemplem os benefícios e os problemas gerados pela atividade, pois o atual ritmo de degradação dos ambientes naturais é de longe muito superior ao de preservação a que são submetidos (BARRETO, 2001; ENRIQUEZ, et. al., 2011).

Partindo do princípio que toda atividade de mineração resulta em impactos ambientais, independente do bem mineral que está sendo extraído, é necessário conhecer as principais fontes de degradação e seus impactos, e baseado nessas informações torna possível criar estratégias que conciliem a conservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico durante todo o ciclo de vida do projeto de exploração. Os diversos impactos, positivos e negativos, permanecem por décadas nas regiões onde ocorrem as explorações e um amplo trabalho é necessário, com base nos conceitos e diretrizes da sustentabilidade definidos na Agenda 21 e ampliados em várias conferências e acordos mundiais para reconhecer e enfrentar as externalidades geradas pela atividade de mineração (FARIAS, 2002; SCLIAR, 2004; ENRIQUEZ et. al., 2011).

Tendo como finalidade principal a promoção da equidade entre as partes interessadas, a sustentabilidade liga o ser humano e o meio biofísico desde a escala local a global, no presente e no futuro, com base nos princípios da precaução e quando necessário mitigação de impactos negativos advindos das atividade de exploração mineral. Um dos aspectos importante a serem

considerados é a agregação dos múltiplos objetivos existentes entre os diversos *stakeholders* decisores. Como consequência do auto número de *stakeholders* envolvidos em um projeto de mineração, existem múltiplos critérios a serem abordados pelos tomadores de decisões e representantes das partes interessadas para que ocorra o beneficiamento de ambas as partes. A seleção de um conjunto de critérios e elaboração de uma sistemática de avaliação sustentável integrada e eficiente, utilizando de métodos de tomada de decisão, tornaria o processo decisório eficaz e minimizaria os riscos aos quais as empresas estão expostas nas três esferas que compõem a base da sustentabilidade, economia, sociedade e meio ambiente (GIBSON, 2006; FREITAS; MAGRINI, 2013).

Várias tentativas de elaboração de índices de avaliação da sustentabilidade foram elaboradas, porém, a mineração, por se tratar de uma atividade até pouco tempo considerada intangível à sustentabilidade e ser estudada no Brasil de maneira ainda embrionária em relação aos demais países em desenvolvimento, devido à amplitude do tema e pela complexidade dos índices elaborados em países desenvolvidos, são considerados ineficientes à realidade brasileira, pois não englobam fatores cruciais como a legislação ambiental e mineral brasileira de maneira integral. Até o presente estudo parece não haver uma metodologia de avaliação da sustentabilidade mineral comum e aceitável por todas as partes. Portanto, este trabalho tem como principal objetivo a seleção de critérios e a elaboração de um índice de avaliação da sustentabilidade mineral que seja condizente à realidade das empresas brasileiras e compatível as exigências da legislação pertinente, afim de contribuir para que se torne tangível a adesão do adjetivo sustentável a atividade mineral.

A partir da hipótese de que as empresas que aderem em suas atividades ações sustentáveis não sofrem redução dos lucros obtidos pela atividade, pelo contrário mantém a média estimada de lucro, minimizam gastos destinados a recuperação e mitigação de impactos e ainda melhoram a imagem da empresa frente a sociedade e investidores. Além disso, é possível que dentre as diversas partes interessadas e envolvidas na realização da exploração mineral, de forma direta e indireta, se beneficiem com a mineração sustentável, pois os impactos ambientais seriam reduzidos, melhorando e tornando disponível os bens ambientais e os serviços por estes prestados em qualidade satisfatória e o retorno ao município se tornará além de econômico momentâneo uma perspectiva de manutenção do desenvolvimento local para as presentes e futuras gerações.

Para que isso fosse possível foi buscado durante a elaboração desta dissertação responder a questões como: os indicadores de sustentabilidade encontrados na literatura são aplicáveis ao setor mineral?; As empresas que não se enquadram como sustentáveis atendem às exigências

impostas pela legislação vigente?; As empresas que investem em um desenvolvimento com base sustentável sofrem impactos negativos em seu capital financeiro?; Existe uma perspectiva de que a sociedade da região explorada seja capaz de manter o desenvolvimento após a exaustão dos recursos minerais?; e, por fim, se a recuperação das áreas impactadas são realizadas conforme descrito nos planos de recuperação de áreas degradadas (PRAD) definidos no período de licenciamento.

1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral elaborar um índice de avaliação da sustentabilidade do setor mineral, baseando-se na revisão sistemática de literatura, uma análise da legislação brasileira e na atribuição de pesos por *stakeholders*, que seja compatível a realidade das empresas brasileiras, que atenda a legislação ambiental pertinente e que seja acessível a empresas de pequeno, médio e grande porte.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- analisar os objetivos das diversas partes interessadas que a atividade mineral envolve;
- analisar a perspectiva de adoção da sustentabilidade em empresas de pequeno a grande porte;
- avaliar se as empresas que cumprem com os dispositivos legais possuem melhor desempenho sustentável;
- verificar as perspectivas de manutenção do desempenho econômico e social das áreas mineradas após finalização das atividades de exploração.

Além desta introdução e da conclusão, esta dissertação apresenta em sua estrutura um referencial teórico e após isso foi dividida na elaboração de três artigos que correspondem aos capítulos três, quatro e cinco. O capítulo três é referente a realização de uma revisão sistemática de literatura onde foram coletados e selecionados os critérios, também descritos como conjunto de indicadores, que compõem o índice de avaliação proposto. O capítulo quatro trata da realização de uma análise multicriterial (MCDM) baseado na atribuição de pesos à todos os critérios selecionados, a partir da aplicação de um questionário fechado a todos os *stakeholders* ou partes interessadas que envolve a atividade em estudo e com os resultados obtidos foi utilizado a ferramenta GUT para a realização do ranqueamento e priorização dos critérios abordados. E por último, a dois estudos de casos onde foram avaliadas uma empresa de pequeno e outra de grande porte alocados na microrregião de Poços de Caldas, quanto a abordagem da

sustentabilidade das mesmas mediante a aplicação de um questionário estruturado descrito como uma ferramenta para a aplicação do índice proposto. Com esta etapa, foi analisada a aplicabilidade do índice à realidade das empresas brasileiras, sua eficiência e a capacidade de adesão da sustentabilidade pelas empresas de pequeno a grande porte.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os recursos minerais são finitos e não-renováveis, ou seja, apresentam acelerado consumo em relação ao tempo que leva para se formarem na natureza, o que gera uma preocupação maior da sociedade com relação ao modelo adotado de exploração, beneficiamento e administração destes. A rigidez locacional que envolve o processo de extração e beneficiamento primário na indústria mineral não permite a flexibilidade entre as etapas de processamento dos minérios. Todavia, é disposto na literatura que deve ser levado em consideração que a implantação de uma indústria com uma atividade econômica como a de mineração pode elevar os níveis de produção e desenvolvimento de uma localidade ou região, sem causar ali maiores perdas ou impactos negativos, desde que seja adotado uma postura de valorização do espaço, do ambiente, da sociedade e da cultura local (MONTEIRO, 2005; SÁNCHEZ, 2007).

Para Ribeiro (2006), não há uma incompatibilidade absoluta entre a atividade de mineração e a preservação do meio ambiente. O que há até então é um quadro negativo em que a visão atribuída à mineração é de uma atividade potencialmente degradadora e localmente poluidora, o que não garante que esse quadro será permanente, podendo a mineração e a qualidade socioambiental coexistirem. O enquadramento da atividade mineral como sustentável em 2002 na Conferência de Joanesburgo, permitiu que o setor integrasse de maneira real e satisfatória na Agenda 21, possibilitando a adoção de uma perspectiva de que a atividade apresenta um grande potencial sustentável, contribuindo para a qualidade de vida da presente e das futuras gerações (HARDING, 2008).

As primeiras contribuições a respeito de uma mineração sustentável defende que as empresas do setor mineral poderiam enquadrar o planejamento da execução de pesquisa e lavra dentro de uma gestão ambiental, objetivando a implantação de tecnologias mais limpas, considerando os aspectos e anseios dos *stakeholders* e executando parcerias de sustentabilidade com os atores locais, promovendo o desenvolvimento econômico e social sem exaurir a

capacidade de desenvolvimento do município após o encerramento de suas atividades. Partindo deste princípio, o que tem sido visto é que os autores vem reconhecendo como mineração sustentável à prática que é realizada acima das legalmente exigidas pela legislação pertinente, incluindo ações mais incisivas voltadas ao desenvolvimento local e regional, a otimização do uso de materiais e energia, além da minimização e compensação pelos impactos negativos (HILSON; MURK, 2000; HILSON; BASU, 2003).

De maneira geral e, principalmente, no Brasil, os principais impactos ambientais negativos, também denominados como externalidades, advindos da atividade de mineração são: a poluição da água, do ar, sonora e subsidência do terreno. Algumas dessas externalidades são: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. Esses efeitos danosos afetam diretamente o equilíbrio do ecossistema ocasionando um *feedback* negativo reduzindo ou destruindo habitats, afugentando fauna, promovendo eventuais extinções, interrompendo o fluxo gênico e a movimentação da biota (CPRM, 2002; FARIAS, 2002).

A Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, é considerado o marco da primeira decisão e conscientização da importância do meio ambiente para a sobrevivência da espécie humana, do estado de deterioração do meio e da necessidade de uma melhor utilização dos recursos naturais. Os anos posteriores podem ser diagnosticados como um marco para a tomada de decisões que englobam tanto a criação de leis mais rigorosas (QUADRO 2.1) quanto a necessidade e garantia de seu cumprimento, como uma forma de minimizar os impactos e a necessidade de um desenvolvimento com base sustentável. De acordo com Barreto (1993), na atualidade o Brasil possui uma legislação ambiental abrangente que tem como concepção a prevenção do dano ambiental.

Quadro 2.1 –Leis brasileiras que envolvem a atividade mineral e a proteção ambiental. (continua)

Leis e Decretos	
DECRETO-LEI Nº 7.841 - DE 8 DE AGOSTO DE 1945.	Código de águas minerais.
Decreto/Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967	Código de Mineração. Que traz em seu Art. 1º Compete a União organizar a administração dos recursos minerais, a indústria de produção mineral e a distribuição, o comércio e o consumo de produtos minerais.
DECRETO Nº 69.885, DE 31 DE DEZEMBRO DE 1971.	Dispõe sobre a incorporação dos direitos de lavra ao Ativo das empresas de mineração e dá outras providências.

Quadro 2.1 –Leis brasileiras que envolvem a atividade mineral e a proteção ambiental. (continua)

LEI Nº 6.567, DE 24 DE SETEMBRO DE 1978	Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências.
Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
ART. 225 DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988	Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
ART. 225 DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988; § 1º	Preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;
ART. 225 DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988; § 2º.	Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.
LEI Nº 7.990, DE 28 DE DEZEMBRO DE 1989.	Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências.
CONSTITUIÇÃO DE 1988, INSTITUÍDA PELO DECRETO 97.632/89	Plano de recuperação de áreas degradadas – PRAD, que é o conjunto de atividades destinadas à reabilitação de área degradada, com vistas a permitir sua revitalização futura, conciliada com as características locais, antigas ou novas.
DECRETO FEDERAL Nº 97.632/1989	Art. 1º, Os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório do Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de recuperação de área degradada.
DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM Nº17, 1996.	Dispõe sobre prazos de licenças ambientais.
LEI FEDERAL 9.605/98	Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida: Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa. Parágrafo único. Nas mesmas penas incorre quem deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente.
LEI Nº 9.993, DE 24 DE JULHO DE 2000, DOU DE 25/07/2000	Destina recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e pela exploração de recursos minerais para o setor de ciência e tecnologia.
LEI Nº 15.082, DE 27 DE ABRIL DE 2004.	Dispõe sobre rios de preservação permanente e dá outras providências.

Quadro 2.1 –Leis brasileiras que envolvem a atividade mineral e a proteção ambiental.

RESOLUÇÃO 369, de 28 de março de 2006 CONAMA	Dispõe sobre os casos excepcionais de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP.
Criação do Plano Nacional de Mineração 2030 – maio de 2011.	Representa mais uma etapa das atribuições do Ministério de Minas e Energia para formulação de políticas e planejamento dos setores energético e mineral.
MEDIDA PROVISÓRIA Nº 789, DE 25 DE JULHO DE 2017.	Altera a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e a Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais.
MEDIDA PROVISÓRIA Nº 790, DE 25 DE JULHO DE 2017.	Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 - Código de Mineração, e a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, que dispõe sobre regime especial para exploração e aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências.
MEDIDA PROVISÓRIA Nº 791, DE 25 DE JULHO DE 2017.	Cria a Agência Nacional de Mineração e extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral.

Garantias de que a atividade não comprometa a integridade ambiental têm sido cada vez mais indispensáveis ao funcionamento das atividades econômicas extrativas minerais, tanto para os novos empreendimentos, assim como para os que já estão em operação. São também cada vez mais intensas as pressões pela exigência legal de uma tríplice licença: título minerário, licença ambiental e licença social (FERNANDES et al., 2007), visando assim atender as bases que compõem o *Triple Bottom Line*.

No entanto, nas últimas décadas a visão das empresas com relação ao meio ambiente, insere-se em um processo de mudanças, e segundo Donaire (1995), essas transformações fazem as organizações serem vistas como instituições responsáveis pelas suas atividades, no que tange seu comportamento social, excedendo a produção de bens e serviços. Assim, este novo posicionamento reflete-se em diferentes formas, dentre elas a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento de técnicas que minimizem as ações que interferem na qualidade de vida da população afetada.

Para potencializar a contribuição do setor mineral à sustentabilidade, é necessário que sejam adotadas medidas em todos os níveis de exploração a fim de: apoiar os esforços envidados para tratar dos impactos e benefícios ambientais, econômicos, sociais e da saúde advindos da mineração, dos minerais e metais durante o seu ciclo de vida, incluindo a saúde e segurança dos trabalhadores, e fazer uso de diversas parcerias, aumentando as atividades existentes em âmbito nacional e internacional entre governos, organizações intergovernamentais, empresas de mineração e mineiros, bem como outros grupos de interesse. A partir daí, será possível promover transparência e responsabilidade necessárias para alcançar

a sustentabilidade da mineração e o desenvolvimento sustentável do setor mineral, fomentar práticas de mineração sustentáveis prestando apoio financeiro, técnico e de capacitação aos países em desenvolvimento e aos países com economias em transição, a fim de otimizar a mineração e o beneficiamento de minerais, inclusive a exploração em pequena escala. Além disso, será possível melhorar o beneficiamento e agregar valor à exploração, atualizar as informações científicas e tecnológicas e recuperar e reabilitar os locais degradados (AGENDA 21).

No entanto, existem poucos estudos e grupos dedicados à temática da questão social, especialmente no Brasil. Entre o período de 2003 a 2014, o Brasil passou por um progresso econômico e social, onde a desigualdade social diminuiu expressivamente. No entanto, desde o ano de 2015 esse ritmo é considerado estagnado (BANCO MUNDIAL, 2003; BANCO MUNDIAL, 2017). Os estudos evidenciam que, se no passado recente apenas a viabilidade econômica e tecnológica oferecia garantias para o funcionamento de um empreendimento mineral, no século XXI isso não é mais aceitável e a mineração necessita dar conta das múltiplas dimensões que permeiam sua relação com a sociedade para que se avance na trilha da sustentabilidade. Assim, a busca da sustentabilidade requer que tais dimensões sejam amplamente compreendidas a fim de que efetivamente se incorporem, tanto para o estabelecimento de políticas públicas, quanto para a definição de estratégias empresariais voltadas para a gestão de territórios e gerenciamento socioambiental de empreendimentos mineradores.

A dimensão social refere-se aos vínculos de confiança, de coesão social, de participação e de compartilhamento de projetos que são construídos a partir da relação que se estabelece entre o empreendimento mineiro e a sociedade como um todo, inclusive, com o poder público. A costura dessa relação é apontada como de fundamental importância para o estabelecimento de estratégias construtivas em prol da sustentabilidade social em territórios mineradores. Além disso, a sustentabilidade social requer garantias de avanço nas condições de saúde, educação, segurança pública e demais direitos sociais fundamentais. Todavia, essa dimensão da sustentabilidade é reiteradamente negligenciada na maior parte dos casos. Projetos como os tais se tornam catalisadores de conflitos socioambientais, nos quais pequenos grupos de empresários se beneficiam enquanto a população se torna vulnerável mediante aos impactos negativos das externalidades (FERNANDES et al., 2011; ENRIQUEZ et al., 2011).

As condições degradantes de vida e trabalho, a poluição do meio ambiente, a desigualdade no consumo, os impactos negativos causados pela extração dos bens minerais são exemplos de atividades que potencializam a má qualidade de vida. Esses danos são provocados por emissões

de líquidos contaminados, detonação de explosivos, emissão de ruídos e interrupção de estradas que podem causar destruição da vegetação, alteração da paisagem local e perturbação do ecossistema, acarretando na minimização das funções ecológicas e baixa qualidade de vida humana (AGENDA 21; ENRIQUEZ et al., 2011). Ao se entender sustentabilidade como a articulação de políticas sociais, ambientais e econômicas que viabilizem a qualidade de vida da sociedade hoje e no futuro é fundamental encontrar consensos para realizar ou não a extração mineral numa determinada região. A convivência da mineração com outros usos do solo depende do ordenamento territorial onde estejam previstas as prioridades e necessidades da sociedade, além da sadia qualidade de vida.

Partindo da hipótese dos diversos danos ambientais e sociais sofridos pela região, a empresa se torna responsável por mitigar e compensar a população como um todo, abordando os afetados de forma direta e indireta, melhorando a economia local e possibilitando uma melhor qualidade de vida e não apenas exaurindo os recursos e se beneficiando unilateralmente destes bens naturais. Quando uma cidade abriga uma mina a dimensão econômica é a que mais se destaca. É a mais objetiva e reflete diretamente na dinâmica do comércio local, na arrecadação de impostos e compensações, nas rendas que circulam a economia, no custo de vida e no bem-estar econômico geral da população.

Quanto à dimensão econômica de cidades monoindustriais há a necessidade premente de promover a diversificação econômica local a fim de minimizar o risco de dependência de uma única fonte de renda que é, por sua natureza, não permanente e volátil. Todavia, ressalta-se as limitações dos marcos legais para a captura e o bom uso das rendas minerais, mostrando que o atual regramento tributário é bem mais conveniente à empresa exportadora do que aos entes federativos subnacionais. No entanto, quando um setor empresarial ou uma empresa adota em seus processos de desenvolvimento uma postura mais respeitadora em relação ao meio ambiente e a sociedade, os riscos de não conformidade são reduzidos, podendo cooperar de maneira significativa para a redução de custos e uma melhor imagem é transmitida atraindo assim novos clientes e investidores (GHOBADIAN et al., 1994; ENRIQUEZ et al., 2011).

Assegurar que seja dada a devida atenção às inter-relações buscando ganhos que se auto sustentem e se reforcem mutuamente é necessário para o progresso em direção a sustentabilidade mineral, sendo admitidos compromissos significativos em favor da presente e futuras gerações. Decisões corporativas fundamentadas em uma perspectiva sustentável incluem diversas partes interessadas, exigem um número de informações variadas, abrangem diversos objetivos, muitas vezes conflitantes e devem ir ao encontro com a legislação em vigor. Para uma melhor demonstração de fatos, como os acima descritos, envolvendo o

desenvolvimento de empresas e a perpetuidade dos bens explorados, a qualidade ambiental e consequentemente a qualidade de vida é necessário que seja elaborado um índice norteador das questões bases em prol da promoção da sustentabilidade, que reconheça a interligação entre a sociedade, a economia e o meio ambiente de forma dinâmica e integrada e que permita a avaliação e o acompanhamento da adesão e melhoria das ações desenvolvidas pelas empresas (GIBSON, 2006; O'CONNOR, 2006; SHIELDAS et al., 2011).

A principal função de um índice de avaliação da sustentabilidade é promover a simplificação e quantificação dos vários indicadores que compõem a atividade em estudo. Quando utilizado, permite que sejam elaboradas informações eficientes e confiáveis a respeito do desenvolvimento da empresa em relação à sustentabilidade, fornecendo informações às diversas partes interessadas, formando uma base confiável para os tomadores de decisão (KRANJNC, GLAVIC, 2005). Assim, ao ser concebido, fomenta a uma maior consciência entre os objetivos e alternativas locais e global, da sociedade, das empresas e no meio ambiente, permite o desenvolvimento de estratégias, a inclusão das vozes menos favorecidas, promove combinações bem sucedidas de antecipação e mitigação do dano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, M. L. **Uma abordagem crítica da legislação garimpeira: 1967-1989**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, Brasil. 1993. 58 p.

BARRETO, M. L. **Mineração e desenvolvimento sustentável: Desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, Brasil. 2001. 215p.

BANCO MUNDIAL. **Grandes minas y lacomunidad: efectos socioeconómicos en Latinoamérica, Canadá y Espana**. Banco Mundial/Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa, Canadá.

BRASIL. DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. **Decreto-Lei Nº 7841, de 08/08/1945**, DOU de 08/08/1945. Código de águas minerais. Disponível em <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=84&IDLegislacao=3>>. Acesso em 10 jul. 2016.

BRASIL. **Lei n.º 6.567, de 24 de setembro de 1978**. Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências. (Regime de Licenciamento).

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967**, dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas). Disponível em: Acesso em: abril de 2016.

BRASIL. **Decreto nº 6985, de 31 de dezembro de 1971**. Dispõe sobre a incorporação dos direitos de lavra ao Ativo das empresas de mineração e dá outras providências. Disponível em:<<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=183719&norma=199819>>. Acesso em janeiro de 2016.

BRASIL. **Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989**. Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências. (Art. 21, XIX da CF). Republicada no Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de janeiro de 1990. Acesso em: 03 de abril de 2016.

BRASIL. Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira). **Lei 9605 Leis de crimes ambientais**. Legislação Federal e marginalia.

BRASIL. Decreto no 97.632, de 10 de abril de 1989. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm>. Acesso em: 19 nov. 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências. Brasília, 01 de Março de 1998. Disponível em <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 02 mai. 2016.

BRASIL. **Lei nº 9993, de 24 de julho de 2000.** Destina recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e pela exploração de recursos minerais para o setor de ciência e tecnologia. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9993.htm>. Acesso em: março de 2016.

BRUNDTLAND, G.H. **Our common future: The world commission on environment and development.** Oxford: Oxford University Press. 1987.

CONAMA. **Resolução nº 369, de 28 de março de 2006.** Publicada no DOU no 61, de 29 de março de 2006, Seção 1, páginas 150 – 151. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP.

CRPM. **Perspectivas do Meio Ambiente do Brasil – Uso do Subsolo.** MME - Ministério de Minas e Energia, 2002. Disponível em: <www.cprm.gov.br> Acesso em 25 set. 2016.

DIAS, S. M. P.P.; PINTO, E. E. **A utilização de um sistema de informação na tomada de decisões em uma empresa mineradora em Minas Gerais.** XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, Brasil. 2011.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa.** São Paulo: Editora Atlas, 1995.

ENRIQUEZ, M.A.; FERNANDES. F.R.C.; ALAMINO.R.C.J. A mineração das grandes minas e as dimensões da sustentabilidade. **Recursos Minerais & Sustentabilidade territorial.** Grandes Minas. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2011.

FARIAS, C, E, G. 2002. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil.** Relatório preparado para o CGEE, PNUD. Out., 2002.

FERNANDES, F.R.C; LIMA, M.H.R; TEIXEIRA, N. da Silva. **Grandes minas e comunidades: algumas questões conceituais.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. 51p.

FERNADES, F.R.C., ENRIQUEZ, M.A.S., ALAMIN, R.C.J. **Recursos Minerais e Sustentabilidade Territorial: grandes minas.** Rio de Janeiro: CETEM/MCTI. 2011.

FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A. Multi-criteria decision-making to support sustainable water management in a mining complex in Brazil. **Journal of cleaner production.** Oxford, UK. 2013.

GIBSON, R.B. Beyond the pillars: sustainability assessment as a framework for effective integration of social, economic and ecological considerations in significant decision-making. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management.**Singapura.8 (3), 259–280. 2006.

GHOBIAN, A., VINEY, H., JAMES, P., LIU, J. The influence of environmental issues in strategic analysis and choice: a review of environmental strategy among top UK corporations. **Management Decision** 33 (10), 46e58. Newcastle, UK. 1994.

HARDING, S. **Terra viva: ciência, intuição e a evolução de Gaia: para uma nova compreensão da vida em nosso planeta**. São Paulo: Culturix, 2008.

HILSON, G., MURCK, B. Sustainable development in the mining industry: Clarifying the corporate perspective. **Resources Policy**. [S.I:s.n.] 26(4), 227–238, 2000.

HILSON, G., BASU, A.J. Devising indicators of sustainable development for the mining and minerals industry: an analysis of critical background issues. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol. London*. 10 (December), 319–331. 2003.

KRAJNC, D., GLAVIC, P. A model for integrated assessment of sustainable development. **Resources, Conservation and Recycling**. EUA, 43. 189–208, 2005.

MINAS GERAIS. **Lei 15.082/MG, de 27 de abril de 2004**. Dispõe sobre rios de preservação permanente e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 28 abr. 2004. Disponível em: Acesso em: 04 fev. 2016.

MINAS GERIAS. **Deliberação Normativa COPAM nº 17, de 17 de dezembro de 1996**. Dispõe sobre prazo de validade de licenças ambientais, sua revalidação e dá outras providências.

MONTEIRO, M.A. Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional. **Rev. Estudos Avançados**. 2005.

O'CONNOR, M. The "Four Spheres" framework for sustainability. **Ecol. Complexity**, California. 3: 285-292. 2006.

RIBEIRO, C. **Direito minerário escrito e aplicado**. Belo Horizonte: Del Rey, 2006.

SANCHEZ, L. E. Mineração e meio ambiente. In: Fernandes, F.; Castilhos, Z.; Luz, A. B.; Matos, G. (eds.). **Tendências tecnológicas Brasil 2015. Geociências e Tecnologia Mineral**, Parte 2 Tecnologia Mineral, CETEM: Rio de Janeiro. 2007.

SCLIAR, C. **Caderno de debate e sustentabilidade: agenda 21 e o setor mineral**. Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. 2007.

SCLIAR, C. **Agenda 21 e o setor mineral. Cadernos de Debate: agenda 21 e a sustentabilidade**. MMA-Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Disponível em: www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=1170. Acesso em: 11 jan. 2016.

SHIELDS, D.J., BLEGINI, G.A., COLAR, S.V. Integrating Life Cycle Assessment and Other Tools for Ex Ante Integrated Sustainability Assessment in the Minerals Industry. **American Journal of Applied Sciences**. New York. 8 (11): 1214-1227, 2011.

UNITED NATIONS. **Agenda 21**. Rio de Janeiro, Brasil: United Nations Conference on Environment & Development, 1992. 338 p. Disponível em: < http://www.sidsnet.org/docshare/other/Agenda21_UNCED.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2016.

3. Artigo 1- CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO SETOR MINERAL

RESUMO

O esgotamento dos recursos minerais se deve ao uso inadequado e as formas insustentáveis da exploração. O setor mineral é uma atividade essencial para a economia mundial e responsável por impactos ambientais e sociais negativos. Todavia, passou a ser uma atividade com potencial sustentável e a ingressar a Agenda 21 durante a Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável, a Rio+10. Foi descrito como crucial que o setor adotasse medidas de preservação e manutenção da capacidade de resiliência do meio ambiente, o desenvolvimento econômico a longo prazo e que colaborasse com a qualidade de vida das sociedades. Diante disso, este trabalho objetivou selecionar indicadores capazes de avaliar a sustentabilidade do setor mineral de forma eficiente para reversão do quadro atual e elaboração de um índice de sustentabilidade para o setor. Foi realizada uma revisão de literatura para a seleção e descrição de indicadores ambientais, econômicos e sociais, partindo do princípio do *Triple Bottom Line*, e análise da legislação ambiental brasileira. Ao final, foram selecionados 65 indicadores aplicáveis ao setor, adaptados aos interesses dos *stakeholders* com equidade, atendendo à legislação vigente, possibilitando o mínimo de impactos ambientais negativos e estipulando medidas de mitigação.

Palavras-chave: mineração, sustentabilidade, indicadores, índice de avaliação sustentável.

ABSTRACT

The depletion of mineral resources is due to inadequate use and unsustainable forms of exploitation. The mineral sector is an essential activity for the world economy and responsible for negative environmental and social impacts. However, it has become an activity with sustainable potential and to enter Agenda 21 during the World Summit on Sustainable Development, Rio + 10. It was described as crucial that the sector adopt measures of preservation and maintenance of the capacity of environmental resilience, long-term economic development and that collaborate with the quality of life of societies. In view of this, this study aimed to select indicators capable of evaluating the sustainability of the mineral sector in an efficient way to reverse the current situation and to elaborate a sustainability index for the sector. A literature review was carried out for the selection and description of environmental, economic and social indicators, based on the principle of the Triple Bottom Line, and analysis of Brazilian environmental legislation. At the end, 65 indicators were selected, applicable to the sector, adapted to the interests of stakeholders with equity, taking into account the current legislation, allowing the minimum negative environmental impacts and stipulating mitigation measures.

Key words: mining, sustainability, indicators, sustainable evaluation index.

3.1 INTRODUÇÃO

Desde sua origem, o homem utiliza os recursos minerais. Tal relação se deve à dependência do homem pelos minerais, que são cruciais para sua sobrevivência, desde sustentação básica até a comodidade, no âmbito da alimentação, da saúde, da moradia, da educação, do transporte e do mercado de trabalho. A mineração também promove o desenvolvimento econômico nas dimensões local e mundial, porém, a exploração gera impactos socioambientais negativos devido às formas incorretas de apropriação do ambiente pelo homem (LEFF, 2001; LUZ et al., 2010).

Além de usufruir dos recursos de maneira insustentável, provoca vários impactos negativos como descargas de elementos tóxicos e infiltração destes no solo, sítios não recuperados, rompimento de barragens de rejeitos por falhas estruturais, remoção da vegetação, erosão entre outros e deixam legados ambientais, econômicos e sociais de longo prazo e que muitas vezes atingem áreas para além do local de exploração. Atualmente, a legislação ambiental no controle do uso dos recursos naturais pode ser considerada como o principal meio de proteção e conservação do meio ambiente (KEMPTON et al., 2010).

Se tratando de uma atividade que explora um recurso natural não renovável, finito e com rigidez locacional, que contribui, de forma direta e indireta, para a economia nacional e mundial e por causar impactos socioambientais, a atividade de mineração já foi alvo de diversas conferências mundiais e nacionais visando torná-la sustentável. Na década de 1980, foi atribuído o adjetivo sustentável à exploração mineral, que passou a integrar a Agenda 21. Assim, foi proposta uma abordagem equilibrada entre as esferas econômicas, sociais e ambientais, mantendo este recurso eterno, tênue e sistêmico mantendo a vida na Terra com a qualidade necessária e que atenda às demandas da legislação.

Após três décadas da inclusão da mineração como sustentável, diversas tentativas de mensuração da situação da atividade foram realizadas a partir da definição de indicadores e índices de avaliação. Porém, as ferramentas elaboradas, até o momento, não atendem às demandas necessárias para avaliação, devido à amplitude do tema. Assim, a partir da hipótese de que este diagnóstico deve conter indicadores quantitativos e qualitativos, abordar as dimensões propostas pelo *Triple Bottom Line*, atender à legislação brasileira, ser acessível a todos os portes empresariais, permitir o monitoramento da atividade para prevenir e mitigar os impactos negativos e ainda, propor medidas de melhoria, foi desenvolvida uma revisão da literatura e da legislação ambiental para selecionar indicadores aplicáveis ao setor de mineração

para elaboração de um índice de avaliação da sustentabilidade do setor e contribuir para promover a sua sustentabilidade.

3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

3.2.1 MINERAÇÃO

O início da exploração mineral no Brasil tem estreita relação com a colonização, no século XVI. Desde a introdução de estradas para acesso aos territórios a serem explorados ao não conhecimento do que se buscava e assim foram identificadas as primeiras jazidas. O ciclo do ouro teve início em 1550 no Vale da Ribeira, em São Paulo. Os principais resultados da exploração inicial são o uso de mão de obra escrava, sendo o número de negros superior à população branca, o povoamento desordenado da região e a, conseqüente, exaustão deste recurso (DIEGUES, 2007).

A primeira grande transformação dessa situação, ocorreu com o diagnóstico preciso de aluviões auríferos no Estado de Minas Gerais, no século XVII. Este século marca o Ciclo do Ouro Mineiro, caracterizado pela exploração intensa e forte agressão ao meio ambiente, além da desigualdade das classes sociais e exploração dos escravos da época. Diante da degradação ambiental que se espalhou pelo país, somente no século XIX foi diagnosticada a decadente situação e iniciada a busca por medidas de recuperação das áreas afetadas e avaliar os demais recursos a serem explorados. Após este período nefasto devido às formas de exploração, à ausência de conhecimento e tecnologias, começou a exploração do minério de ferro e em 1728 foram descobertas as primeiras jazidas diamantíferas (FAUSTO, 2006; FILHO; VIANA, 2012).

Na Revolução Industrial, no século XIX, a mineração alcançou destaque entre as atividades industriais e promoveu intenso crescimento econômico e social. No final do século XX, existiam cerca de dez mil empresas de mineração e vinte mil minas em operação (Fonseca, 2010). Em 1934, considerado como um marco para a história da mineração brasileira, foi criado o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) através do Decreto nº 23.979, de 8 de março de 1934 e o primeiro Código de Minas através do Decreto nº 24.642 de 10 de Julho de 1934. Em 1967 foi criado o até então vigente Código de Mineração pelo Decreto – Lei 227 de fevereiro de 1967. Mais recentemente, em 25 de julho de 2017, foi criada a Agência Nacional de Mineração (ANM) através da Medida Provisória 791 de 2017 que é vinculada ao Ministério

de Minas e Energia, responsável pela gestão da atividade de mineração e dos recursos minerais brasileiros, exceto hidrocarbonetos e substâncias nucleares (DNPM, 2017).

Com o crescimento demográfico, associado à industrialização e à migração para os centros urbanos, ocorreu concomitantemente a intensificação da extração de recursos minerais diante das novas demandas. Apesar do desenvolvimento de novas habilidades e de tecnologias inovadoras, a humanidade, em geral, não lida adequadamente com o meio ambiente e os ecossistemas. Mantem uma postura exploratória e causadora de danos, muitas vezes irreversíveis, e deixando ~~dividas~~ passivos ambientais, sociais e econômicos para as gerações futuras (ARNAUT et al., 2009).

A mineração é um setor que propicia o desenvolvimento econômico. Todavia, os impactos negativos da atividade são vistos, muitas vezes, como superiores aos impactos positivos. Algumas empresas tentaram nos últimos anos melhorar seu desempenho diante da sociedade e mudar a imagem negativa da indústria de extração mineral que deixava a região sem novas perspectivas após a exaustão dos recursos minerais. Isso se deve a uma nova era, onde os valores sociais e ambientais são descritos como essenciais para a manutenção das atividades, espera-se que a atividade contribua de forma decisiva também para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, promovendo um desenvolvimento equânime em conformidade com as expectativas do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade (ANNIBELLI, 2005; VIANA, 2007).

A mineração é considerada uma indústria contínua e perpétua, porém, é válido ressaltar que sendo uma atividade contínua é fato que resultará em futura escassez ou exaustão do bem nos locais de extração se a exploração ocorrer de maneira insustentável. Para Curi (2002), a exploração mineral abrange um espaço muito além da mina, e que não é o tempo de vida útil das jazidas que comprometerá a qualidade ambiental e sim a preparação e elaboração do projeto, a forma de manejo, mitigação e correção dos impactos negativos causados e como afetam a qualidade de vida e reduzem o potencial econômico.

As alterações na legislação ambiental, iniciadas com a Constituição de 1988, deu início a elaboração de leis como o Decreto Federal nº 97.632, a Lei Federal nº 99.274 de 1990, a Lei Federal nº 6.905 de 1998, que valorizam os recursos minerais e exigem estudos de impacto ambiental, relatórios de impacto ambiental, licenciamento ambiental, recomposição da área degradada, elaboração do plano de recuperação de áreas degradadas e o planejamento futuro para a área explorada.

3.2.2 SUSTENTABILIDADE

Gimenez et al. (2012) defendem a hipótese de que o conceito de sustentabilidade mais amplamente adotado e aceito é baseado no “*Triple Bottom Line*”. O conceito distingue e propõe uma abordagem equilibrada e integrada entre as esferas econômicas, sociais e ambientais. Assim, sustentabilidade consiste em manter um equilíbrio eterno, tênue e sistêmico que possibilite a manutenção da vida na Terra com qualidade satisfatória e que atenda as demandas legais (SCHIELDS et al., 2002; FENKER, 2011).

O relatório Brundtland, intitulado como Nosso Futuro Comum, da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, definiu desenvolvimento sustentável como o “desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das gerações futuras” (WCED, 1987). O termo desenvolvimento emite forte associação à ideia de crescimento econômico, já no caso da sustentabilidade, é uma associação entre o crescimento econômico, a manutenção da capacidade ambiental e a busca pela equidade social, corroborando que sustentabilidade é o adjetivo e desenvolvimento sustentável é a forma de alcançá-lo (ROMEIRO, 1998; NASCIMENTO, 2012).

Para Boff (2006), os conceitos de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável possuem origens em ramos da ciência diferentes, porém ambos defendem uma política que assegure o ambiente necessário a sadia qualidade de vida e ainda propicie crescimento e desenvolvimento econômico e social. A sustentabilidade provém das ciências da vida, que abordam o sistema ecológico, com viés de proteção à biodiversidade. O desenvolvimento sustentável, por maior que seja o intuito protetivo da manutenção dos bens naturais, é originado da economia e busca uma exploração limitada, porém, que atenda aos objetivos econômicos de aumento da produção, do potencial de consumo e da geração de riquezas.

A diferenciação dos dois termos propiciou à compreensão a respeito da busca pelo desenvolvimento, não apenas do crescimento econômico, mas do crescimento econômico associado ao desenvolvimento de técnicas mitigadoras de impactos sociais e ambientais com base em éticas respeitadoras das gerações presentes e futuras. A valorização das questões ambientais, dentro das organizações, vem crescendo a cada dia e envolve as obrigações legais, de mercado e da sociedade. O foco nas questões econômicas vem sendo substituído por um conceito de desenvolvimento em que as metas de crescimento e desenvolvimento estão associadas aos desafios de promover a equidade social e a redução de impactos ambientais (STROBEL et al., 2004).

3.2.3 MINERAÇÃO SUSTENTÁVEL

A incorporação do termo sustentabilidade nas mais diversas formas de gestão da atividade de exploração mineral é ainda recente e apresenta controvérsias em relação a sua atribuição, significado efetivo, possibilidade de ações e atendimento as três esferas que compõem o *Triple Bottom Line*, entre outros fatores. Para Hilson e Murk (2000), a contribuição do setor mineral para a sustentabilidade vai além do compromisso em melhorar o desempenho ambiental das empresas. Mas deve atentar à princípios base como a geração de empregos para a comunidade local, contratação de serviços locais, contribuição para fundos de investimento, contribuição para o desenvolvimento local e facilitação da aceitação das operações minerais por parte da comunidade. Envolve também atividades que minimizem e mitiguem os danos ambientais decorrentes da exploração e promova o bem-estar social, para que a atividade seja capaz de gerar um fluxo permanente de rendimentos para as presentes e futuras gerações (AUTY; WARHURST, 1993; SILVA; DRUMOND, 2005).

A Política Mineral Brasileira tem que se manter centrada no interesse público, maximizando os benefícios sociais tendo como base a Constituição Federal que define como bem da União os recursos minerais e estes deve ser destinados para o aproveitamento da população nacional (RIBEIRO, 2005; FILHO; VIANA, 2012). Mediante a natureza exaurível dos recursos minerais é defendido que a atividade mineral não deve apenas ater-se em se responsabilizar com as etapas de concessão da lavra e de exploração dos recursos. A etapa pós-exaustão, em especial em casos de extrema dependência econômica do município e da população afetada pela atividade, é de extrema importância, tendo como obrigatória a recuperação das condições físicas do ambiente explorado e da manutenção socioeconômica da população.

A excelência dos resultados almejados por uma empresa passa então a ter como objetivo a sustentabilidade econômica, social e ambiental, tendo como argumento que para as empresas aderirem e manterem seus padrões éticos e aumentarem sua vantagem competitiva e lucratividade é necessário manter o bem-estar e otimizar as relações com o ambiente e a sociedade. Nos países em desenvolvimento, por exemplo, a justificativa da degradação para manter o crescimento a qualquer custo passou a ser considerado uma cultura ambiciosa e precária de valores coletivos, não sendo mais aceitas ou justificáveis (SILVA; DRUMOND, 2005; ARNAUT et al., 2009).

O conselho Internacional de Mineração e Metais (ICMM), criado em 2001, veio para apoiar e fortalecer as práticas e princípios sustentáveis das empresas compromissadas. Durante a Cúpula Mundial Sobre Meio Ambiente, em Johannesburgo na África do Sul, em 2002, o setor de mineração promovia várias ações relativas ao tema e criava formas de estabelecer em conjunto com governo, sociedade civil e ONGs formas de minimizar impactos e contribuir para o desenvolvimento sustentável (IBRAM, 2012).

No Plano de Implementação da Agenda 21, aprovado na Cúpula Mundial de Meio Ambiente sobre Desenvolvimento Sustentável, foi publicado o parágrafo 46 que dispõe sobre as medidas necessárias, em todos os níveis hierárquicos, para que seja potencializada a contribuição da mineração para o desenvolvimento sustentável. Este parágrafo foi elaborado a fim de que sejam apoiados todo e qualquer esforço empregado para que os impactos negativos sejam minimizados e que os benefícios gerados pela atividade incluam a saúde ambiental, qualidade de vida dos trabalhadores e comunidades locais e do ciclo de vida do mineral, possibilitando a formação de parcerias e promovendo transparência e responsabilidade para que assim seja alcançada a sustentabilidade da mineração. É mencionado também o aumento da participação de todos os grupos de interesse, incluindo as comunidades locais e indígenas, para que seja desempenhado um papel ativo de todos os *stakeholders* durante o ciclo da operação, inclusive após encerramento das atividades. Por fim, é mencionado o apoio financeiro e de capacitação a países em desenvolvimento e a exploração em pequena escala, otimizando assim a mineração e o beneficiamento dos minerais (SCILIAR, 2007).

O aprimoramento do conceito de desenvolvimento em bases sustentáveis, a partir da constante reavaliação da sociedade tem trazido impactos severos sobre o segmento corporativo, como reflexo dos novos valores e prioridades da sociedade tem buscado um equilíbrio estável entre as partes, alcançando assim a, até então, inalcançável sustentabilidade no setor mineral, superando o conceito de desenvolvimento sustentável. E, é possível observar ainda que a tendência mundial da valorização de conceitos como sustentabilidade e desenvolvimento sustentável tem refletido nos mercados financeiros, onde investidores têm determinado e solicitado a elaboração de índices de ação e avaliação do desempenho das empresas, manifestando interesse pelas empresas que incorporam esses conceitos em suas atividades (SILVA; QUELHAS, 2006).

Segundo o IBRAM (2015), o setor mineral tem desenvolvido técnicas que minimizem os impactos negativos sobre o ambiente reduzindo a emissão dos gases de efeito estufa no Brasil, não restringindo a responsabilidade da gestão ambiental aos profissionais do meio ambiente, mas envolvendo organizações adicionais e vínculos com a sociedade. Em 1990, 45%

das empresas do setor mineral adotavam medidas de desempenho ambiental positivo descritos no processo de licenciamento e hoje cerca de 93% realizam ações que extrapolam as exigências legais.

3.2.4 INDICADORES

O termo indicador pode ser definido como uma ferramenta que possibilita a obtenção de informações pertinentes a uma determinada situação ou realidade. Um indicador pode ser um dado único, exposto de forma individual, ou agregado a demais indicadores ou informações, que colaboram na elaboração de respostas em relação à questão abordada e monitorada. Podem ser utilizados para medir, para comparar situações e para acompanhar os parâmetros abordados (BEAUDOUX, 1993; CARVALHO, 1993; KRAHENHOFER, 2001).

A proposta do uso de indicadores para avaliação ambiental foi mencionado pela primeira vez na Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente (Rio 92) devido ao interesse em estabelecer metodologias capazes de avaliar e acompanhar a sustentabilidade, sendo homologado a necessidade de tal iniciativa pela Agenda 21 em seu parágrafo 40. Tal proposta teve como principal objetivo definir padrões sustentáveis baseados no *Tiple Bottom Line*, capazes de mensurar a atual situação da sustentabilidade e formar bases sólidas para o processo de tomada de decisão em todos os níveis (AGENDA 21; UNITED NATIONS, 1992; MITCHELL, 1996. MULLER et al., 1997).

Para que os indicadores sejam considerados confiáveis é necessário que possuam características como: relevância, clareza, objetividade, confiabilidade, comparabilidade, sensibilidade, especificidade, possibilidade de atualização e possibilidade de replicar. A agenda 21 enfatizou que para que sejam eficientes e confiáveis, os indicadores de sustentabilidade precisam ser desenvolvidos a partir de bases sólidas, para que sejam utilizados nas tomadas de decisões em todos os níveis e possam assim contribuir para uma sustentabilidade auto regulada integrando o meio ambiente, a sociedade e o desenvolvimento (ONU, 1992).

A abordagem e definição de indicadores de avaliação da sustentabilidade, tanto quantitativos quanto qualitativos, tem sido amplamente utilizada para diagnosticar a real situação dos empreendimentos minerários e nortear as políticas públicas e a sociedade no acompanhamento da atividade. Os diferentes portes empresariais, as diferenças entre as jazidas, as formas de extração e os possíveis impactos originados pela exploração mineral têm dificultado a escolha de um método ou conjunto único de indicadores para avaliar a atividade (SCILIAR, 2007; FILHO; VIANA, 2012). Porém, diante dos diversos avanços da definição,

adoção e aceitação da sustentabilidade, o estabelecimento de marcos regulatórios, da consolidação de tratados internacionais e, principalmente, da visibilidade da sociedade e das organizações sobre o termo, é necessário a definição de metodologias e ferramentas capazes de avaliar e diagnosticar a intensidade que a mesma tem sido abordada pelas empresas.

As iniciativas brasileiras de seleção de indicadores e elaboração de índices de avaliação da sustentabilidade podem ainda ser consideradas embrionárias. Já as medidas internacionais de avaliação, mediante ao grau de complexidade apresentada por estes e da diferente realidade entre os países de elaboração em relação ao Brasil, muitas vezes não são adaptadas a realidade das empresas brasileiras. De acordo com Fonseca et al., (2010), a sustentabilidade por ser complexa e abranger atividades de cunho interdisciplinar necessita de um sistema de avaliação que gere resultados confiáveis e que retrate a realidade. Os indicadores precisam demonstrar a qualidade do sistema avaliado e consista em quantificar informações significativas que contribuam para o entendimento do sistema (AOPIN, 1996; ANDRADE et. al., 2013).

Os índices de sustentabilidade representam para as empresas uma forte oportunidade econômica, pois a contribuição para a causa, melhora sua imagem e reputação gerando uma vantagem competitiva. Mesmo ocorrendo um estímulo constante pela predominância financeira este fator como único não tem sido eficiente para a gestão empresarial e menos ainda para manter a longo prazo o sucesso competitivo. Para o sucesso dessa ferramenta é necessário que se estabeleça uma criteriosa diferenciação entre os termos indicadores e índice. A principal diferença entre os termos é a informação numérica utilizada para representação e interpretação para aplicação do termo índice. Pela aplicação de mecanismos, lógicas e quantificação dos critérios estabelecidos é possível a realização de um cálculo final, fundamentado em bases sólidas. Já os indicadores são os processos de controle, sendo, em sua maioria, particulares das atividades as quais fazem parte, não existindo assim uma lista de indicadores universais (MASERA et al., 2000; SICHE et al., 2007).

3.2.5 ÍNDICES E FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE

Aconteceu em Genebra, em meados de 1993, o I encontro sobre Indicadores Ambientais e de Desenvolvimento Sustentável. Em 1994, ocorreu o Fórum Internacional, conhecido como *Conference and Workshop on Indicators of Sustainability*, que recebeu destaque pela promoção de interesse pelo tema sustentabilidade por parte de instituições privadas e governamentais. Em 1996, na França, o Colóquio Internacional tratou da elaboração de indicadores de desenvolvimento sustentável. Também em 1996, na Itália, foi realizado uma conferência

internacional que reuniu pesquisadores de diversas áreas de cinco continentes, cujo principal objetivo era estabelecer princípios para a realização de programas de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade. Após várias tentativas de cooperação conjunta, na década de 90, os indicadores de sustentabilidade começaram a compor as agendas públicas e científicas e os primeiros resultados e propostas de metodologias de avaliação e mensuração da sustentabilidade foram apresentados.

Um dos mais importantes esforços, internacionalmente, de medidas de avaliação da sustentabilidade foi o Marco de Avaliação do Manejo Sustentável de Terras (FESLM), elaborado pela FAO em 1993, que desenvolve uma estratégia de análise integral, porém com ênfase ambiental, de análise de sistemas de gestão incluindo os aspectos econômicos e sociais. São sugeridas nesta metodologia cinco passos: produtividade, segurança, conservação, viabilidade e aceitabilidade. Há um conjunto de critérios para analisa-los e assim são definidos os indicadores necessários para o monitoramento (FAO, 1993; MASERA et al., 2001).

Outra grande contribuição trata-se do desenvolvimento de um índice conhecido como Pegada Ecológica, criada por pesquisadores da *Global Footprint Network* (GFN), que tem como principal objetivo medir os diversos impactos do consumo humano sobre os recursos naturais e calcular a área necessária para a produção e manutenção desses bens consumidos. Essa ferramenta é importante pois, permite trabalhar as questões ambientais relacionando o consumo e seus impactos, direcionando informações que possibilitem a elaboração de políticas públicas de mitigação e prevenção de danos e perdas significativas de toda a biodiversidade (WACKERNAGEL; REES, 1996; WWF, 2013).

O Índice de Sustentabilidade Ambiental ESI (*Environmental Sustainable Index*) foi elaborado e apresentado pelos pesquisadores da *Yale* e *Columbia University* no Fórum Econômico Mundial como projeto piloto em 2000, e já em 2001 foram calculados os primeiros ESI contando com 64 variáveis, distribuídas em 21 indicadores de mesmo peso. Este índice tem como principal objetivo classificar os países de acordo com sua capacidade de proteger o ambiente pelas próximas décadas, avaliando a qualidade da água e do ar, a biodiversidade, e a gestão dos recursos naturais. Já em 2005 englobaram quase todas as economias mundiais.

O Índice de Desempenho Ambiental (*Environmental Performance Index* EPI) foi elaborado e é utilizado para quantificar e classificar tanto países quanto companhias de acordo com o seu desempenho ambiental. Atualmente, este índice é utilizado por mais de 100 países e tem como princípio de avaliação 16 indicadores que são analisados em 6 diferentes categorias políticas: saúde ambiental, qualidade do ar, recursos hídricos, recursos naturais produtivos, biodiversidade e habitat e energia sustentável.

A *Global Reporting Initiative* (GRI) trata-se de uma organização de padrões internacionais independente, criada com o objetivo de aumentar o número de práticas de relatórios sustentáveis de sustentabilidade de empresas. Este é considerado de suma importância, pois é um instrumento de prestação de contas com periodicidade anual. No Brasil, o GRI possui uma parceria com a UniEthos e respondem hoje por 3,5% do total de relatórios emitidos. É também importante ressaltar que a GRI se aplica em organizações multinacionais, agências públicas, pequenas e médias empresas, ONGs, entre outros (GRI, 2015).

Se tratando de iniciativas brasileiras, pode-se citar o trabalho intitulado “Padrões de sustentabilidade: uma medida para o desenvolvimento sustentável” elaborado por Carvalho (1993), onde é proposto a definição de padrões de sustentabilidade, a partir da qualificação e quantificação dos mesmos. Sua definição de sustentabilidade incorpora características como adaptabilidade, diversidade, equidade e incerteza, com uma extensa lista de indicadores, que em sua maioria não são de fácil acesso e mensuração. Tem-se também o trabalho desenvolvido pelo pesquisador Viana (2012), intitulado como “Avaliando Minas: índice de sustentabilidade da mineração (ISM)” que teve como principal objetivo construir um sistema de avaliação da sustentabilidade para a mineração a partir de indicadores considerados pelo autor como sensíveis, abrangentes e de fácil obtenção.

A Avaliação Ambiental Estratégica, também uma iniciativa brasileira, é uma ferramenta utilizada para a definição de processos de avaliação de impacto ambiental, da formulação de políticas, planos e programas. Esta ferramenta aumenta e fortalece a participação pública, sendo descrita pela literatura como um instrumento de apoio a tomada de decisão. Trata-se de uma avaliação prévia feita para projetos, obras ou atividades, que apoia a decisão e o incentivo ao desenvolvimento sustentável. Nos anos 80, diversos países desenvolvidos iniciaram a aplicação da AAE e somente a partir de 2000 é que se expandiu a prática. Para os países ainda em desenvolvimento, as discussões sobre a ferramenta é algo recente, porém fortemente estimulada pelos países desenvolvidos e considerada de suma importância mediante a grande concentração de atividades econômicas primárias vulneráveis a degradação ambiental. Uma das principais características desta ferramenta é seu caráter voluntário, onde não há nenhuma legislação específica para a realização da iniciativa, o que é considerado como um dos principais motivos para que a ferramenta não avance (SANCHEZ, 2017).

O insucesso das tentativas de elaboração de índices de sustentabilidade e mais ainda de índices específicos ao setor mineral é atribuído à não aplicabilidade a todos os portes de empresas, ao alto investimento necessário, pelo alto número indicadores e por apresentarem algumas limitações quanto a legislação vigente. Essas limitações decorrem desde a pouca

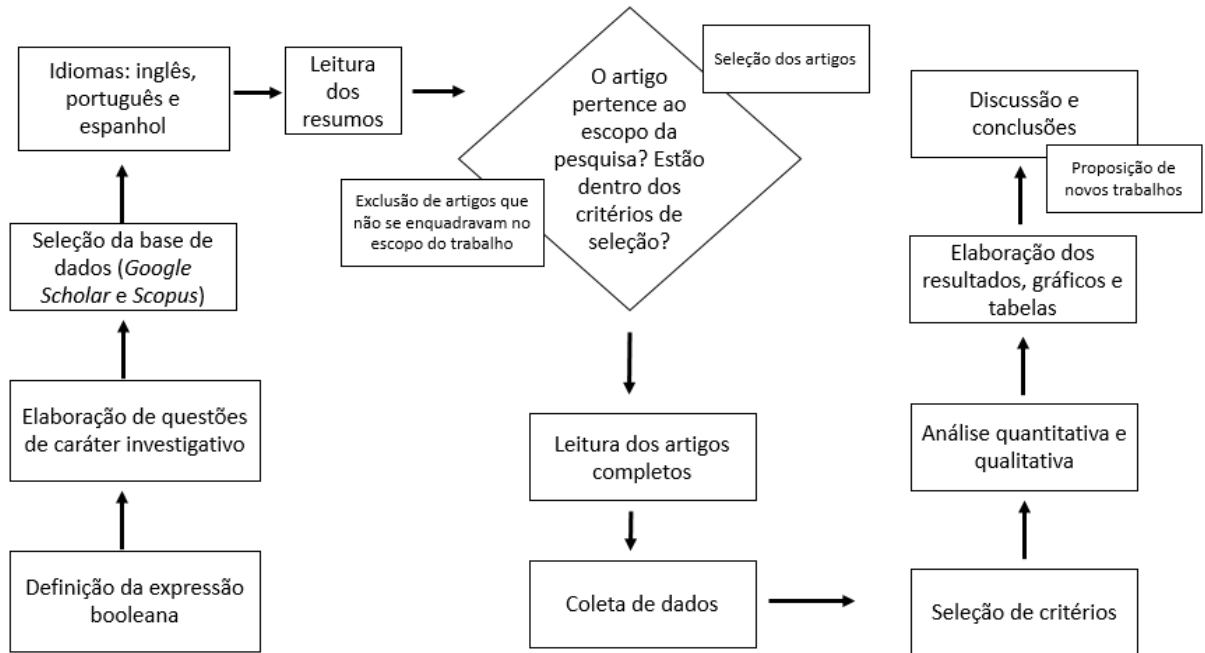
relevância concedida a critérios importantes como CFEM, as rendas produzidas pelas empresas e as alternativas a serem realizadas pós-fechamento das minas até as diferentes obrigações legais. A dificuldade de sua utilização pode ser também levada em consideração pela objetividade atribuída as formas de coleta de informações, não permitindo que os quesitos abordados apresentem uma situação intermediária, além do que adaptar o conjunto de critérios à realidade influencia na inclusão de potenciais danos como impacto visual, proximidade a áreas protegidas, reserva legal e políticas públicas internas (VIANA, 2012).

A base avaliativa do setor mineral propõe uma estrutura que aborda o desempenho econômico, social e ambiental das organizações e a definição dos critérios deve ainda ser completa, concisa, direta e operacional, de forma a não gerar uma análise dupla e deixar de abranger a sustentabilidade como um todo. Para que a avaliação ocorra de forma abrangente, tão quanto as questões que envolvem a definição de sustentabilidade, há a necessidade de desenvolver meios que assegurem uma atenção adequada a todos os fatores importantes. As avaliações para serem concisas é necessário uma abordagem multidisciplinar, combinada com informações verídicas e de várias fontes ou partes interessadas abordando todo tipo de conhecimento sobre a causa (GIBSON, 2006; STOCK; BURTON, 2011; BAUMANN et al., 2013).

3.3 METODOLOGIA

Neste artigo foi utilizado como metodologia a revisão sistemática de literatura inspirada no trabalho de (BIOLCHINI et al., 2007), que consiste na condução de uma revisão com uma sequência muito bem definida e metodológica, desenvolvida a partir da elaboração de um protocolo a ser seguido (FIGURA3.1). É iniciado com a elaboração da questão central, representada por pelo uso de critérios específicos e termos dirigidos a informação pré-definida, focalizada e estruturada (TRANFIELD et al., 2003).

Figura 3.1- Fluxograma representativo do desenvolvimento da Revisão Sistemática de Literatura (RSL).



Como o processo de revisão associa-se a uma meta-análise (MURLOW, 1994; TRANFIELD et al., 2003), o procedimento metodológico inicial tratava da seleção de artigos acadêmicos publicados em periódicos nacionais e internacionais pelo uso das palavras chaves escolhidas. Após esta etapa, foram formuladas quatro questões precisas e explícitas de caráter investigativo que foram utilizadas como critérios de inclusão dos artigos no banco de dados criado e como base norteadora para a seleção dos critérios, que ao fim das buscas irão compor o quadro de indicadores propostos pelos autores.

A busca por trabalhos acadêmicos foi realizada em duas bases de dados bibliográficos – *SCOPUS* e *GOOGLE SCHOLAR* (TABELA 3.1). Conforme recomendado por Green et al., (2006) é necessário utilizar mais de uma base de dados, que torna a área de abrangência maior e mais eficiente. Ao iniciar a busca foi constatado uma queda dos artigos a partir de 2007, onde foi determinado como limite de tempo os artigos publicados no período de 2005 à 2016, incluindo aqueles já aceitos e a serem publicados no ano corrente. Foram incluídos artigos escritos em português, inglês e espanhol.

Como forma de refinamento e seleção de artigos foi utilizado o método booleano com os termos Mineração, Sustentabilidade, Análise multicriterial, GUT, Índice de Avaliação da Sustentabilidade. Os termos foram inseridos nas bases de dados para busca separados da seguinte forma: mineração + sustentabilidade; mineração + análise multicriterial; mineração + GUT; mineração + índice de avaliação sustentável; sustentabilidade + análise multicriterial;

sustentabilidade + GUT; sustentabilidade + índice de avaliação sustentável; análise multicriterial + GUT; análise multicriterial + índice de avaliação da sustentável; e GUT + índice de avaliação sustentável.

Foram indexados apenas artigos acadêmicos publicados em revistas. Diante do baixo número de trabalhos encontrados somente no setor de mineração, foram incluídos outros setores no desenvolvimento de pesquisa, compreendendo assim um maior número de trabalhos, abrangendo diferentes alternativas que podem ser usadas na avaliação da sustentabilidade mineral e ainda envolve um campo de pesquisa maior e mais confiável.

Para compor o quadro de dados extraídos dos artigos selecionados foram usados os tópicos de referência base de dados, ano, título, resumo, principais resultados, a metodologia abordada (*survey, study case* ou *multiple study cases*), o porte da empresa utilizada para a realização dos estudos de caso, a região abordada como proposta espacial para a pesquisa, o setor empresarial, o periódico de publicação, as quatro questões abordadas para investigação elaboradas pelos autores e os critérios utilizados para a caracterização da sustentabilidade abordada pelos autores dos artigos selecionados, todos os dados coletados foram incluídos em planilhas do software Excel.

Como a revisão sistemática é destinada a produzir comparações e investigações dentro de um conjunto de estudos construindo conhecimento baseado em evidências, para a apreciação dos dados obtidos ao longo da revisão sistemática de literatura, foi realizada uma análise, quantitativa, uma análise descritiva, utilizando da inserção de gráficos e tabelas para melhor exposição e compreensão dos dados. Os resultados obtidos nas etapas que compõem a revisão sistemática da literatura dão lugar a uma visão geral narrativa em forma de discussão (KITCHENHAM, 2004; GREEN et al., 2006).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados noventa trabalhos (TABELA 3.1) em quarenta e três (43) periódicos. Os *Journals* que apresentaram maior número de publicações quando realizada a busca foram: *Journal Of Cleaner Production* (16), *Resource Policy* (7), Estudos Avançados (6), *Energy e Minerals Energy* (4), Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas públicas, Revista gestão e Produção e Revista Iberoamericana de Economia Ecológica (3), *Resource Conservation and Recycling, Ecological Indicators, International Journal of Mining*

Science and Technology, Hindawi, Sustainability, Geological Society, REUNA e Procedia Engineering (2); todas os demais (27) periódicos foram encontrados apenas um artigo em cada (TABELA 3.2).

Ao longo do processo de seleção dos artigos foram encontrados, pelo uso da expressão booleana, artigos que após leitura e análise detalhada não se encontravam dentro do escopo do trabalho. Esta etapa de seleção foi baseada na avaliação dos trabalhos que respondiam as questões elaboradas para a realização desta revisão sistemática de literatura. Trabalhos que não respondiam a nenhuma das perguntas propostas foram automaticamente eliminados.

Tabela 3.1- Artigos encontrados por bases de dados

Mecanismos de busca	Artigos selecionados
<i>Google Scholar</i>	17
<i>Scopus</i>	73
Total	90

Tabela 3.2- Descrição dos *journals* e números encontrados (continua)

JOURNAL	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
<i>Journal Of Cleaner Production</i>		2					1	1	3	4	3	2	17
<i>Resource Policy</i>	1		1			1	1	1			2		7
<i>Estudos Avançados</i>	2						2	2					6
<i>Energy</i>		1							1	1	1		4
<i>Minerals Engeneering</i>						1		1	1	1			4
<i>Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas</i>	1				1			1					3
<i>Revista Gestão e Produção</i>	1	1							1				3
<i>Revista Ibero-americana de economia ecológica</i>				1					1		1		3
<i>Resouce, Conservation and Recycling</i>	1										1		2
<i>Ecological Indicators</i>						1						1	2
<i>International Journal os Mining Science and Tecnology</i>								1			1		2
<i>Hindawi</i>									1	1			2
<i>Sustainability</i>									1	1			2
<i>Geological Society</i>	2												2
REUNA					1						1		2
<i>Procedia Engeneering</i>								1	1				2
<i>Journal Environmental Assessment Policy and Management</i>	1												1
<i>Water AS</i>						1							1
<i>American Journal of Applied Sciences</i>							1						1
<i>Elsevier</i>								1					1
<i>Trasportation Research Part D</i>										1			1

Tabela 3.2- Descrição dos *journals* e números encontrados

<i>Journal of Industrial and Production Engeneering</i>											1		1
<i>Energy Policy</i>											1		1
<i>The Extractive Industries and Society</i>											1		1
<i>Expert Systems with Applications</i>						1							1
<i>International Journal of Coal Geology</i>						1							1
<i>International Journal Environmental Sci. Technol.</i>								1					1
<i>Acta Scentiarum</i>								1					1
<i>Rev Environ SciBiotechnol</i>				1									
<i>Dialect Antropology</i>						1							1
<i>Environmental Tecnology Resource</i>								1					1
<i>Clean Techn. Environm. Policy</i>								1					1
<i>Recent Researchs in Mechanis</i>								1					1
<i>Environmental Science & Technology</i>								1					1
<i>Environmental Sustainability</i>									1				1
<i>Advences in Information Sciences and Service Sciences (AISS)</i>									1				1
<i>Data Mining Knowledge Discovery</i>									1				1
<i>Chinese Geografic Science</i>										1			1
<i>Environmental and Climate Technologies</i>										1			1
<i>The Extractive Industries and Society</i>											1		1
<i>Ambiente e Sociedade</i>											1		1
<i>Environmental Progress and Sustainability Energy</i>									1				1
<i>Ecological Engeneering</i>												1	1
TOTAL													90

O número de trabalhos encontrados relacionados a sustentabilidade e a mineração pode estar associado a vários fatores, dentre eles a criação do projeto Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável (MMSD) em 2001, que atua na articulação da mudança de postura do setor mineral em relação ao meio ambiente e a sociedade e que também repudia o argumento de que minas individuais podem ser sustentáveis para o setor como um todo; A criação da Iniciativa Global de Mineração que atua na integração dos termos mineração, sustentabilidade e desempenho industrial, que fortalece a expectativa da mineração sustentável e reforça os padrões de desempenho a longo prazo para as indústrias, onde resultados positivos foram demonstrados na Ciemeira da Terra ou Conferência de Joanesburgo quando nove das maiores empresas de mineração deram início ao envolvimento direto em relação a perspectiva do desempenho da mineração em relação a sustentabilidade.

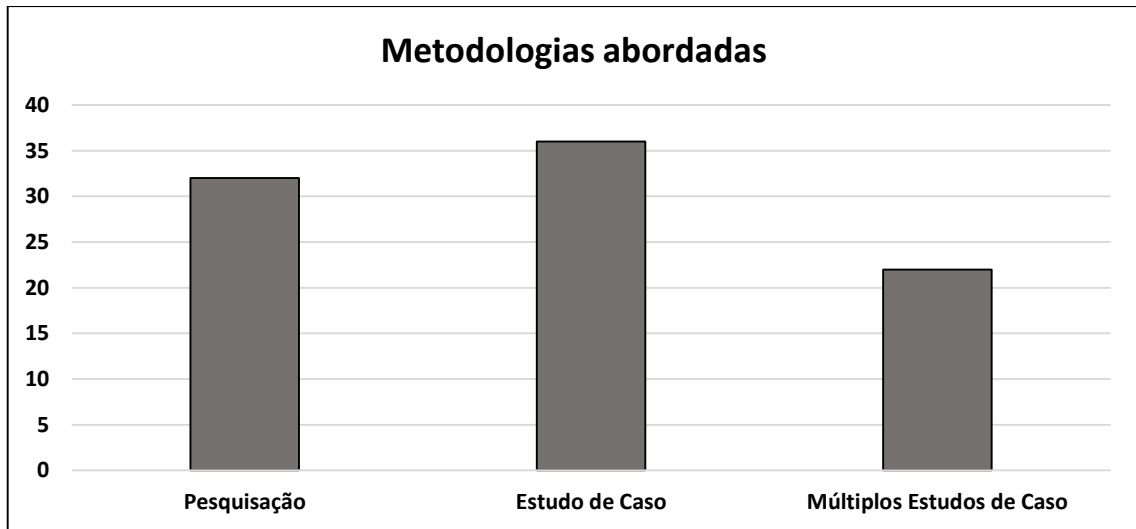
De acordo com o Conselho Internacional de Minas e Metais (ICMM, 2008), o princípio adotado pelas empresas de exploração mineral desde então torna como princípio base a avaliação dos impactos positivos e negativos, direto e indiretos, cumulativos, projetos de

encerramento de minas, a implementação de um sistema de gestão ambiental centrado em rever, prevenir, mitigar e melhorar os mais diversos impactos ambientais, reabilitação da área afetada, uso da terra pós-exaustão mineral, eliminação correta de resíduos e investimento em tecnologias que favoreçam a comunidade local. Com isso, é possível a manutenção ou retorno da qualidade dos serviços ecossistêmicos, dispondo assim de uma exploração centrada nos requisitos base de uma mineração sustentável, com o foco de colaborar para as presentes e futuras gerações em todos os processos da operação.

O que tem se visto na última década é um debate entre as mais diversas partes interessadas e afetadas pela atividade de mineração, compreendendo a necessidade do setor para a qualidade de vida da população atual sem comprometer a das próximas gerações, transferindo a atividade para um quadro mineral mais sustentável. Tudo isto, com uma visão e abordagem comum de que a disponibilidade contínua dos recursos e um ambiente saudável gera qualidade ecossistêmica e manutenção da capacidade de resiliência, em paralelo a uma comunidade saudável e com os seus direitos assegurados, além de um desempenho econômico industrial satisfatório (GORDON et al., 2006).

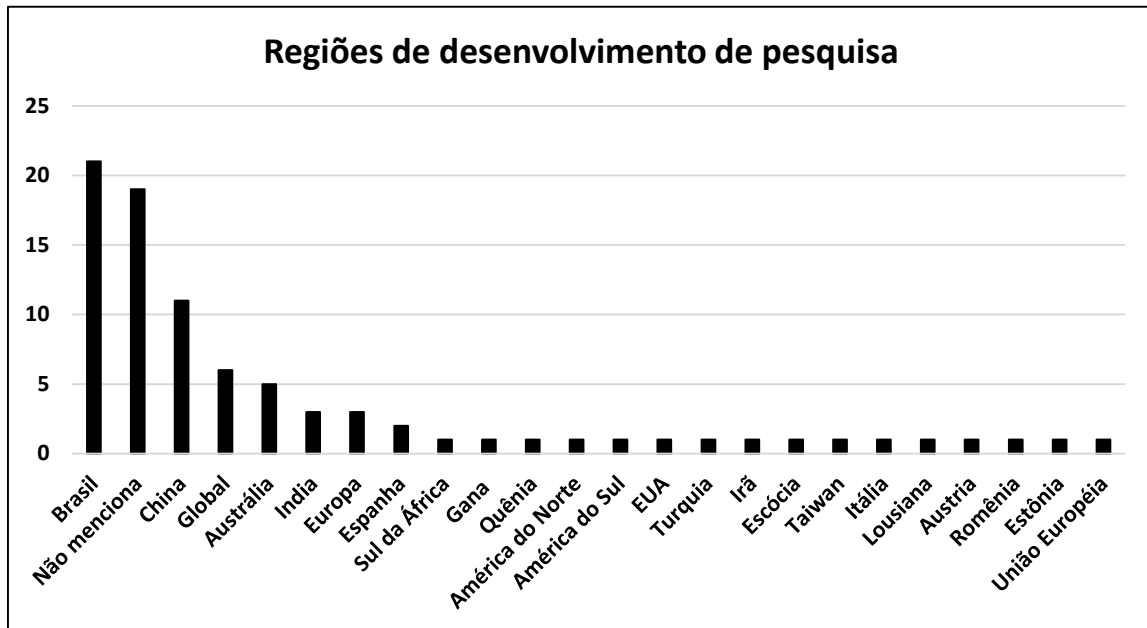
Com relação a metodologia de estudo abordados nos 90 trabalhos selecionados (FIGURA 3.2) tem-se em maior número os *Study Case* (estudos de caso) com 42,23%; a metodologia *Survey* com 33,33%; e os *Multiple Study Case* (Estudo de múltiplos casos) com 24,44% das metodologias abordadas. Os estudos de casos, metodologia mais encontrada nos artigos selecionados, possibilita que as empresas demonstrem os investimentos e melhorias realizadas por elas ao longo da implementação de um desenvolvimento sustentável. Já os múltiplos estudos de caso, metodologia menos usada, possui um caráter de análise comparativa, o que nem sempre é um benefício para as empresas estudadas, visto que atualmente, a população tem se atentado para fatores como a qualidade ambiental e social no processo de tomada de decisão para investimentos e até mesmo para a aquisição dos produtos gerados.

Figura 3.2- Demonstração das metodologias utilizadas para a realização dos trabalhos selecionados.



Em relação as regiões de abrangência dos artigos selecionados, estas são as mais variadas, desde trabalhos locais específicos de municípios até trabalhos de abrangência global (FIGURA 3.3). A mensuração desse dado apresenta correlação das tentativas de enquadramento dos países como sustentáveis. É notório o número de trabalhos realizados em países em desenvolvimento e a qualidade sustentável demonstrada por estes, indo de acordo com a perspectiva disposta por diversos autores sobre a relação entre desenvolvimento econômico e a abordagem da sustentabilidade como norteador das atividades que desencadeiam o desenvolvimento, refutando a ideia do desenvolvimento a qualquer custo e a perspectivas de países desenvolvidos usufruírem da capacidade sustentável de seus recursos naturais.

Figura 3.3- Áreas de abrangência dos estudos selecionados.



Diante de tamanha visibilidade e realização de encontro mundiais em favor de uma sustentabilidade tangível, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento, além da implementação de uma legislação nacional mais abrangente há o consenso para a definição de um sistema espacial único. Neste sistema, não mais é aceitável que determinadas regiões ou países se sobressaiam em qualidade de vida e conservação ambiental a custo da insustentabilidade de outros, indo em encontro com o exposto em Estocolmo sobre as nações já industrializadas e países desenvolvidos sobre os demais (ALTVATER, 1995).

A forma de cada empresa e de seus gestores perceberem a dependência dos diversos fatores e como estes refletem sobre todos os processos de exploração, beneficiamento e inserção no mercado é variável e está condicionada muitas vezes na exigência do mercado, custos, práticas, presões regulamentares, localização no globo, pressão de investidores e dos stakeholders (LUTOSA, 2003). Considerando o mercado financeiro, a proposição da reinvenção de um novo modelo de economia, em caráter internacional, é apresentada uma nova tendência, onde os investidores tem privilegiado empresas socialmente responsáveis, sustentáveis e rentáveis para investirem. Este fato se deve a aplicações do tipo Investimentos Socialmente Responsáveis (SRI) onde é levado em consideração que essas empresas geram valores positivos a longo prazo e estão preparadas quando submetidas a riscos (BOVESPA, 2006; LOUETTE, 2009).

O grande número de trabalhos realizados no Brasil, país ainda em desenvolvimento, reflete as inúmeras iniciativas fragmentadas em busca de um desenvolvimento com bases sustentáveis e é nítido que estas precisam convergir à agenda mundial. Possuindo alta

capacidade de utilização de energias limpas, devido a localização no globo, um clima tropical propício para a manutenção da rica biodiversidade, além de ser detentor de uma gama de mais de 40 minerais e uma diversificada vegetação coloca o país em posição de destaque. Porém, muito ainda precisa ser feito, tendo como exemplos da insustentabilidade no país na exploração dos recursos minerais, a redução de cerca de 40% da cobertura vegetal (MMA, 2012) e a ausência de áreas protegidas.

Vários estudos tem demonstrado os benefícios que a sustentabilidade gera para os países e para as empresas que realizam a exploração, entre eles os benefícios financeiros, gestão poupando recursos, reduzindo desperdícios e gerando reciclagem, possibilitando que a empresa e os investidores assegurem uma boa imagem de marketing atraindo investidores e mantendo uma boa relação com a comunidade, entre outros (SEIFFERT, 2008), possibilitando crescimento e desenvolvimento. Assim como também abordado na questão 2 essa revisão bibliográfica, sobre o impacto no capital financeiro sofrido pelas empresas que investem na sustentabilidade, 45% dos artigos conseguiram responder a essa questão, sendo que 95% destes afirmam que ao investirem na adesão da sustentabilidade as organizações não sofrem impactos negativos em seu capital, pelo contrário, excluem gastos antes destinados a recomposição das áreas impactadas e/ou destruídas e a acordos propostos por ambientalistas como forma de compensar a sociedade pelos danos sofridos.

Ao abordar em uma das questões elaboradas neste estudo, se os critérios e alternativas propostas pelos autores dos artigos selecionados eram aplicáveis também ao setor mineral, obteve-se 54,4% como aplicáveis ao setor mineral, mesmo sendo de atividades distintas. Este resultado demonstra que a possibilidade da elaboração de um índice que atenda as demandas do setor mineral, a realidade brasileira e se enquadre de acordo com as perspectivas da legislação é algo tangível e poderá, assim como nos diversos setores que já apresentam um alto grau de sustentabilidade em suas atividades, auxiliar no processo de inserção da mineração como sustentável e auxiliar os gestores de organizações a tomarem decisões com bases sólidas, auxiliar a população quanto às diversas possibilidades de desenvolvimento e ainda garantir ao meio ambiente uma qualidade sustentável.

Mesmo o termo sustentável sendo novo e um desafio para o setor mineral são nítidos os esforços entre pesquisadores e organizações em englobar o setor de maneira real e absoluta no termo. Dos trabalhos selecionados para o desenvolvimento deste artigo o número de pesquisas realizadas em empresas de mineração foi expressivo (FIGURA 3.4), principalmente quando se trata do desenvolvimento de metodologias de avaliação e desenvolvimento de critérios e alternativas sustentáveis para o setor.

Figura 3.4- Setores abordados para o desenvolvimento de pesquisas.



A economia de diversos países em desenvolvimento é altamente dependente da atividade de mineração, como o Brasil e a China, por exemplo, onde o desenvolvimento de cidades mineiras são fortemente associadas a exploração desses recursos e os investimentos provenientes dessas (YU et al., 2008). Um dos principais objetivos da sustentabilidade é buscar uma integração e proporcionar o desenvolvimento para as partes interessadas, contribuir para o desenvolvimento comunitário, garantir e se possível contribuir para a capacidade de rentabilidade dos acionistas e deixar o ambiente seguro e resiliente para as gerações presentes e futuras (PLACER DOME ASIA PACIFIC, 2000).

No Brasil, no município de Parauapebas no Estado do Pará, um estudo realizado por Trindade (2011) demonstra que o ciclo econômico centrado na exploração mineral gerou uma transformação positiva no município, aumentando a taxa de empregabilidade e colaborando efetivamente com taxas médias de crescimento do PIB municipal. No entanto, foi definido como de extrema urgência um plano de desenvolvimento local que garanta o uso apropriado dos recursos minerais de forma sustentável, garantindo que a exploração mineral não se contraponha a qualidade dos demais recursos ambientais, da qualidade de vida da população local e vizinha e ainda que seja constituído um fundo ao município, visando a qualidade futura do município para as próximas gerações.

Quando analisado a questão quatro que compõem o quadro investigativo desta pesquisa, 41,1% dos artigos selecionados conseguiram responder à questão que se tratava da relação existente entre o desenvolvimento regional e a atividade extrativista, abordando desde o aproveitamento de estradas, rodovias e instalações que após o encerramento das atividades se tornam bens do município, até o retorno de fundos como o CFEM, fundo de desenvolvimento

social, fundo de desenvolvimento comunitários, entre outros. A partir desse investimento, é esperado que a comunidade seja capaz de se continuar a se desenvolver após o fim do aproveitamento de seus recursos minerais. Porém, segundo Viana (2012), dificilmente o desenvolvimento pode ser considerado equânime para todas para todas as partes envolvidas.

Portanto, após tantos anos de concepção da sustentabilidade e, após duas décadas de inclusão da mineração como atividade promissora em ser sustentável é viável que se elaborem ferramentas capazes de diagnosticar a sustentabilidade mineral e demonstrar de maneira eficaz o progresso dessas atividades, possibilitando que as empresas que ainda não se enquadram como sustentável, seja pela dificuldade em atender aos índices internacionais propostos que não abrangem a realidade brasileira, pelo porte empresarial ou ainda pela incapacidade física, assumam a responsabilidade de se tornarem sustentáveis.

4.1 LEVANTAMENTO E DESCRIÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE MINERAL SELECIONADOS

Ao selecionar artigos que realizavam suas pesquisas em diversos setores foi possível analisar se os critérios utilizados como sustentáveis enquadravam-se na avaliação da sustentabilidade mineral. Como resultado, foram selecionados 65 critérios que podem ser utilizados como indicadores na avaliação do setor mineral, contribuindo para o sucesso da mesma, assim como outros setores.

Para o critério ambiental foram selecionados os indicadores: Plano de gerenciamento de resíduos sólidos, Presença de recursos hídricos na área de extração, Tratamento de efluentes, Presença de corredor ecológico, Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD), Impactos irreversíveis, Geração de efluentes tóxicos, Liberação de gases do efeito estufa, Vulnerabilidade da barragem de rejeitos, Assoreamento de rios, lagos, etc., Poeira tóxica, Presença de erosão, Plano de fechamento de mina, Alteração completa da paisagem, Avaliação de Impacto Ambiental, Medidas de prevenção de danos ambientais, Uso futuro das áreas de extração, Acidentes ambientais (histórico), Área desmatada, Pendências ambientais, APP (percentual de área ocupada por instalações dentro de APPs), Reserva legal (presença ou ausência), Processos ambientais vigentes, Ação civil pública, EIA – RIMA, Assinatura de Termo de Ajustamento de Conduta (TACs), Avaliação ambiental periódica e Certificação ambiental.

Para o critério social, os indicadores selecionados foram: Condições de trabalho seguras, Impacto sonoro, Plano de capacitação para servidores, Impacto visual, Participação feminina

(cargos ocupados), Detonação de explosivos, Saúde (histórico de doenças relacionadas à poluição) e segurança, Geração de empregos diretos e indiretos, Índice de analfabetismo, Certificação social, Presença de patrimônio cultural, Iniciativa cultural, Multas trabalhistas, Auxílio creche, IDH Municipal, Índice de escolaridade dos funcionários, Certificação de riscos operacionais, Relacionamento com a comunidade (histórico de manifestações, aceitação pública da atividade, solicitação de intervenção pública) e Erradicação do trabalho infantil.

E por fim, os indicadores selecionados para o critério econômico foram: Investimento em tecnologia ambiental, Investimento local (estradas, rodovias, saneamento básico), Produção anual, Compensação financeira (CEFEM), Número de empregados, Desenvolvimento econômico regional, Receita bruta, Crescimento econômico regional, Fornecedores locais, Renda municipal líquida disponível (poder de compra de cada cidadão), Taxa de capital próprio (taxa de retorno mínimo requerido pelos investidores para realizar um determinado investimento), Fundo de desenvolvimento comunitário (1% do lucro líquido), Fundo de desenvolvimento social (1% receita bruta receita líquida) e PIB Municipal.

A adesão dos aspectos sociais e econômicos demonstram a necessidade do envolvimento de todas as partes interessadas no planejamento em prol da proteção ambiental, possibilitando assim que sejam alcançados o desenvolvimento e lucro esperado sem comprometer as políticas ambientais (KHALILI; DUECKER, 2013). Sendo assim, uma avaliação baseada no *Tiple Bottom Line* adota o objetivo de estar em acordo com o desempenho de empresas do setor mineral, mas também nos impactos sociais e ambientais ao longo da exploração. Pelo questionamento feito na presente revisão sobre as empresas que investem em desenvolvimento sustentável e os possíveis impactos negativos em seu capital financeiro, 90% dos artigos que respondiam essa questão afirmam que as empresas não sofrem impactos em seu capital, pelo contrário, estas conseguem expor para seus clientes e investidores uma imagem de empresas verdes ou limpas. Com isso, são agregados ao processo de exploração e beneficiamento a possibilidade de investimentos, a concessão de novas licenças, eliminam a possível assinatura de termos de ajustamento de condutas ou gastos com recuperação de áreas e conseguem manter uma boa relação com a comunidade e seus clientes.

Após buscar nos artigos selecionados sobre a relação entre as empresas que se enquadram como sustentáveis e a adaptação destas às legislações vigentes apenas 28,8% dos artigos conseguiram responder a esse questionamento. Este fato pode ser associado à ainda baixa fiscalização nestes empreendimentos, o que diminui o enquadramento de um maior número de empresas a legislação em vigor.

Para tanto, a finalidade da revisão realizada foi alcançar os princípios integradores do *Triple Bottom Line*, tal qual uma ação antecipatória de impactos ambientais e consequentemente sociais e econômicos, promovendo um desenvolvimento em todas as esferas e sem minimizar os lucros e duração das empresas do setor mineral. Além disso, os indicadores selecionados podem ser considerados eficientes e inclusivos pois, abordam questões como APP e Reserva Legal.

5. CONCLUSÃO

O termo sustentabilidade quando associado à atividade mineral provoca discussões complexas e amplas por se tratar de um recurso natural não renovável. Portanto, ao realizar esta revisão sistemática de literatura para selecionar critérios eficientes para avaliar a sustentabilidade mineral buscou-se indicadores considerados abrangentes, completos, eficientes, integradores e atendessem a tamanha complexidade que envolve o tema.

Em relação à influência dos indicadores selecionados no processo de tomada de decisão dos gestores de empresas do setor mineral, pode ser concluído que com a adoção de uma análise envolvendo os múltiplos critérios selecionados as decisões serão otimizadas e o projeto de exploração se tornará mais confiável. Com isso, evita-se que as organizações e os *stakeholders* se exponham a riscos que podem comprometer o lucro visado, a qualidade ambiental e consequentemente a qualidade de vida da população, mantendo as funções ecológicas e a capacidade da sociedade de sobreviver após a exaustão dos recursos minerais e aproveitamento pelas organizações.

Contudo, espera-se que a seleção desses indicadores, as atividades de exploração mineral sejam realizadas de forma a conceder o desenvolvimento econômico satisfatório propiciando também um desenvolvimento local e regional sem comprometer as atividades futuras ou a qualidade dos recursos naturais ali alocados, garantindo a qualidade de vida das presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21. Disponível em < <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Acesso em janeiro de 2016.

ALTVATER, E. **O preço da riqueza. Pilhagem ambiental e nova (des)ordem mundial**. São Paulo: Editora UNESP. 1995. 335p.

ANDRADE, M.V.; AZEVEDO, P.V.; CANDIDO, G.A.; SILVA, A.A. Indicadores de sustentabilidade e sua aplicação na mineração. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. Congestas. 2013.

ANIBELLI, M.B.; FILHO, C.F.M.S. **Mineração de areia e seus impactos socioeconômicos**. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/carlos_frederico_mares_de_souza_filho2.pdf>. Acesso em: 20 de novembro de 2015.

ARNAUT, G.C.L.; VASCONCELOS, F.C.W.; SILVA, B.A. Mineração de areia e meio ambiente: impactos, políticas e legislação. **REUNA**. n.2, p.13 – 27, 2010.

AUTY, R; WARHURST, A. Sustainable Development in Mineral Exporting Economies. **Resources Policy**, v. 19, n. 1, march, p.14-29, 1993.

BAUMANN, P. D.; WICHERT, C.; SPNCE, L.J.; SCHERER, A.G. Organizing corporate Bezerra, L.M.A. Análise dos impactos socioambientais decorrentes da mineração na Chapada do Araripe – Nova Olinda/Ceará. **Geosaberes**, Fortaleza, n. 2, p.79 - 89, 2015.

BEAUDOUX, E. ET AL. De La intensificación a La evaluación. **Guia Metodológica de apoyo a proyectos y acciones para El desarrollo**. La Paz. Bolívia: Huellas, 1993. 197 p.

BIOCHINI, J.C.A.; MIAN, P.G.; NATALI, A.C.C.; CONTE, T.U.; TRAVASSOS, G.H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engeneering Informatics** v.21, n.2, p.133-151, 2007.

BOFF, L. Ética e sustentabilidade. **Revista Eco-21**, Rio de Janeiro, v.113, abr, 2006.

BOVESPA: <<http://www.bovespa.com.br>>. Acesso em novembro 2016.

BRASIL. Decreto nº 97.632 de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências**. Portal da Legislação: Leis ordinárias. 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm> Acesso em: 11 nov. 2016

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências. Brasília: RT, 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm> Acesso em: 28 nov. 2016.

BRASIL. Decreto n.º 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 jun. 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d99274.htm> Acesso em: 30 set. 2016.

CARVALHO, H. M. **Padrões de Sustentabilidade: uma medida para o desenvolvimento sustentável**. Curitiba, 1993. 26 p.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

CURI, A. Análise Qualitativa da Sustentabilidade Ambiental da Mineração: Mito e Realidade. In: Villas Bôas, R.; C. Beinhoff (eds). **Indicadores de Sostentabilidad para la Industria Extractiva Mineral**. Rio de Janeiro: CNPq/CYTED. 2002.

DIEGUES, C. **O Vale do Ribeira e Litoral de São Paulo: meio-ambiente, história e população**. São Paulo: CENPEC, mar. 2007. 41 p.

ENRIQUEZ, M.A. **Mineração: maldição ou dádiva?** Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira. São Paulo: Signus editora. 2008.

FAUSTO, R. **Marx: lógica e política** – investigações para uma reconstrução do sentido da dialética. Tomo III. São Paulo: Editora 34, 2002.

FENKER, E. **Impacto ambiental e dano ambiental**. Disponível em: <<http://www.fae.edu/publicacoes>>. Acesso: 20 de dezembro de 2016.

FILHO, S.R.; VIANA, M.B. Geopolítica da avaliação da sustentabilidade e o caso da mineração. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/images/palestras/2013/sustentabilidade/artigos/saulo_rodrigues.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.

FONSECA, A. **Requirements and barriers to strengthening sustainability report among mining corporations**. Thesis presented to the University of Waterloo. Ontario, Canada, 2010.

GALLOPÍN, G. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A systems approach. **Environmental Modeling and Assessment**, v.1, n.3, p. 101-117, 1996.

GIBSON, R. Favouring the higher test: contribution to sustainability as the central criterion for reviews and decisions under the Canadian environmental assessment act. *Journal of Environmental Law and Practice*, v.10, n.1, p. 39–56, 2006.

GORDON, R.B.; BERTAM, M.; GRAEDEL, T.E. Metal stocks and sustainability. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, v.103, n.5, p.1209–1214. 2006.

GREEN, B.N.; JOHNSON, C.D.; ADAMS, A. Writing narrative literature reviews for peer-

reviewed journals: secrets of the trade. **Journal of Chiropractic Medicine**, v.5, n.3, p.101–117, 2006. doi: 10.1016/S0899-3467(07)60142-6

GRI-Global Reporting Initiative. Sustainability Reporting Guidelines 2002 on Economic, Environmental and Social Performance. **Global Reporting Initiative**, Boston, USA. Disponível em: < <http://www.globalreporting.org>>. 2002.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. 2006. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/>> Acesso em: 26 set. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história** / Instituto Brasileiro de Mineração; organizadores, Cláudia Franco de Salles Dias, Rinaldo César Mancin, M^a Sulema M. de BudinPioli. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2013. Disponível em < <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004089.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – **IBRAM. RELATÓRIO ANUAL**. Julho de 2014-Maio de 2015. Disponível em <http://ibram.org.br/sites/1300/1382/00005733.pdf>. Acesso em: jan. 2017.

INSTITUTO ETHOS. Disponível em < <http://www3.ethos.org.br/cedoc/indicadores-ethos-setoriais-mineracao/#.WPYcwDvyvIU>>. Acesso: 09 nov. 2016.

ICMM. Our Work: Sustainable Development Framework. **International Council on Mining and Metals**, London, UK, 2012. Disponível em: <<http://www.icmm.com/our-work/sustainable-development-framework>> Acesso em: 13 set. 2016.

IIED, WBCSD. Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development. **Earthscan for International Institute for Environment and Development (IIED) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)**, London, UK, 2002.

KEMPTON, H.; BLOOMFIELD, T.A.; HANSON, J.L.; LIMERICK, P. Policy guidance for identifying and effectively managing perpetual environmental impacts from New Hardrock mines. **Environmental Science & Policy**, v.13, n.6, p.558–566. 2010.

KHALILI, N.S.; DUECKER, S. Application of multi-criteria decision analysis in design of sustainable environmental management system framework. **Journal Of Cleaner Production**, v.47, n.3, p.188-198, 2013.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews, **Joint Technical Report Software Engineering Group**. Department of Computer Science, Keele University, United King and Empirical Software Engineering, National ICT Australia Ltd., Australia, 2004.

KRAHENHOFER, P. **Indicadores: avaliação e monitoramento**. Porto Alegre: *EMATER-RS*, 2001. 15 p.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: *Cortez*, 2001. 240p.

LOUETTE, A. Indicadores de Nações: Uma contribuição ao diálogo da sustentabilidade. **Gestão do Conhecimento/ organização, pesquisa, textos e captação de recursos** Anne Louette. 1ªed. São Paulo, WHH. 2009.

LUZ, M. P.; ECHEVERRIA, A, R.; CASTRO. S. S.; OLIVEIRA, P.L. A necessidade de ações inovadoras de educação ambiental juntos aos trabalhadores da mineração. **Revista Ambiente e Sociedade**, Rio Grande, v.15, n.2, 2010.

MASERA, O., SAATKAMP, B., AND KAMMEN, D. From linear fuel switching to multiple cooking strategies: a critique and alternative to the energy ladder model. **World Development**, London, v.28, n.12, p.2083–2103, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mapa da cobertura vegetal**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado/mapa-de-cobertura-vegetal>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM). **Plano Nacional de Mineração**. Brasília, maio de 2011.

MITCHELL, G. Problems and Fundamentals of sustainable development indicators. **Sustainable Development**, v.4, n.1, p. 1-11, 1996.

MUELLER, C.; TORRES, M.; MORAIS, M. **Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1997.

MMSD. **Relatório do Brasil: Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável**. Equipe MMSD do Brasil. Rio de Janeiro: IIED/CIPMA/IIPM/CETEM. 2001. Disponível em: <www.riograndeminas.com.br/documentos/desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2016

MOMOE, K. F.; TSUYOSHI, F. M. The long-term impacts of air pollution control policy: historical links between municipal actions and industrial energy efficiency in Kawasaki City, Japan. **Journal of Cleaner Production**, v.56, n.4, p.92-101. 2013.

MULROW, C. D. 'Systematic Reviews—Rationale for Systematic Reviews'. **British Medical Journal**, London, v.309 (6954), p.597-599, 1994.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 51-64, jan. 2012.

PLACER DOME ASIA PACIFIC. **Porgera mine sustainability report 2000**: Towards a sustainable future. 2000.

RIBEIRO, C. L. **Direito minerário escrito e aplicado**. Belo Horizonte: Del Rei, 2006. 425p.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume / FAPESP. 1998. 272p.

SANCHEZ, L.E. Por que não avança a avaliação ambiental estratégica no Brasil? **Estudos Avançados**, São Paulo, v.31, n.89, Jan./Apr, 2017.

SCHIELDS, D.J.; SOLAR, S.V.; MARTIN, W.E. The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability. **Ecological Indicators**, v.2, n.1, 2002.

SCLIAR, C. **Caderno de debate e sustentabilidade: agenda 21 e o setor mineral**. Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. 2007.

SEIFERT, M.E.B. Environmental impact evaluation using a cooperative model for implementing EMS (ISO 14001) in small and medium-sized enterprises. **Journal of Cleaner Production**, v.16, n.14, p.1447–1461, 2008.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, H.; ROMEIRO, A. Índices versus Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.10, n.2, p.137–148, jul./dez. 2007

SILVA, L.S.A.; QUELHAS, O.L.G. Sustentabilidade empresarial e o impacto no custo de capital próprio das empresas de capital aberto. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.13, n.3, p.385-395, 2006.

SILVA, M.A.R.; DRUMMOND, J.A. Certificações socioambientais: desenvolvimento sustentável e competitividade da indústria mineira na Amazônia. **Cadernos EBAPE.BR.FGV**, edição temática, 2005.

STOCK, P.; BURTON, R.J.F. Defining terms for integrated (multi-inter-trans-disciplinary) sustainability research. **Sustainability**, v.3, n.8, p.1090-1113. DOI: 10.3390/su3081090. 2011.

STROBEL, J. S.; CORAL, E.; SELIG, P. M. Indicadores de sustentabilidade corporativa: uma análise comparativa. In: **ENCONTRO ANUAL DA ANPAD**, 28. Curitiba, ANPAD, 2004.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, London, v.14, n.4, 2003.

TRINDADE, J.R. Mineração e políticas de desenvolvimento local para o município de Parauapebas no Pará. In: **Recursos minerais e Sustentabilidade Territorial: grandes minas**. Fernandes, F.R.C.; Enriquez, M.A.; Alamino, R.C.J. Rio de Janeiro: **CETEM/MCTI**. 2011.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. UNITED NATIONS, 1992.

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

VIANA, M.B. **Avaliando minas: índice de sustentabilidade mineral (ISM)**. 2012, 372f. Dissertação. (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

VIEIRA, E.A. A (in)sustentabilidade da indústria de Mineração no Brasil. **Estação Científica**, Macapá. v.1. n.2. p.01-15. 2011.

YU, J.; ZHANG, Z. J.; ZHOU, Y. F. The sustainability of China's major mining cities. **Resources Policy**, v.33, n.1, p.12–22, 2008.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint: reducing human impact on the earth**. Gabriela Island: New Society Publishers, 1996. 160p.

WORLD COMISSION ON ENVIROMENTAL AND DEVELOPMENT (WCED). **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Oxford University Press: Oxford, UK, 1987.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF). Disponível em:< <http://www.wwf.org.br/>> Acesso em: 17 dez. 2016.

ANEXO A

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	DESCRIÇÃO	AUTORES	%
AMBIENTAL	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	É descrito pela Política Nacional de Resíduos Sólidos uma série de planos que definem responsabilidades e objetivos. Um exemplo é o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, que é definido como: “conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos” podem constituir-se como obrigação específica das empresas (empreendimento) geradoras, conforme definido na PNRS, nas políticas estaduais e nos planos municipais de gestão integrada. Independentemente da obrigatoriedade legal, é um instrumento essencial ao correto gerenciamento de resíduos pelas empresas (PNRS, 2010).	MONTEIRO, M.A. (2005); RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A. (2013); FOURIE, A., BRENT, A.C.(2006); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); CHEN, Z., ANDRESEN, S.(2014); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); KUMAH, A.(2006); MUDD, G.M.(2006); LAURENCE, D. (2011); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q. (2013); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.(2013); CHAOFENG, L., ANJIAN, W., XIAOJIN, C., QISHEN, C., YANFEI, Z., YING, L. (2013); SOMMET, J. (2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014); LODHIA, C., MARTIN, N. (2014); ZHANG, L., XUE, Y., GENG, Y., REN, W., LU, C. (2014); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016); LEI, K., PAN, H., LIN, C. (2016).	21,11%
	Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD)	Segundo o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), PRAD consiste em um documento que contém as medidas propostas para a mitigação dos impactos ambientais decorrentes das atividades ou dos empreendimentos, incluindo o detalhamento dos projetos para a reabilitação das áreas degradadas, que podem ser de revegetação (estabilização biológica), geotécnica (estabilização física), e remediação ou tratamento (estabilização química). É regido pela Constituição Federal em seu artigo 225, parágrafo 1º onde define como obrigatório Preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; Na Lei federal 6.905/1998 onde dispõe que incorre pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa a quem deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente.	MONTEIRO, M.A. (2005); SIMÕES, H.C.G.Q.(2010); ROMERO, A.R.(2012); RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); FOURIE, A., BRENT, A.C. (2006); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); KUMAH, A.(2006); MUDD, G.M.(2006); KIRSCH, S. (2010); FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A.(2013); MHONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011);YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q. (2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014); RUIZ, M.S., CORREA, R., GALLARDO, A.L.C.F., SINTONI, A. (2014); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016); LEI, K., PAN, H., LIN, C.(2016).	20%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

Uso futuro das áreas de extração	Durante o processo de desenvolvimento da atividade mineral, a organização é responsável por elaborar um plano de reabilitação da área impactada pela pelas atividades ali realizadas. Após a área ser reabilitada, esta deve apresentar condições seguras, estáveis e possuírem qualidade ambientais que possibilite a utilização desta para um uso futuro, descrito como qualquer atividade que mantenha o desenvolvimento local atingido.	SI, H., BI, H., LI, X., YANG, C.(2010); MILUTINOVIC, B., STEFANOVIC, G., DASSISTI, M., MARKOVIC, D., VUCKOVIC, G.(2014); MUDD, G.M.(2006); HONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014).	5,55%
Presença de recursos hídricos na área de extração	Os recursos hídricos são as águas disponíveis para os mais diversos usos, sendo encontrada na superfície e subterrânea. A Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) Lei 9.433 de 1997 criou o sistema nacional de recursos hídricos o qual rege e discrimina as formas de uso e preservação destes.	MONTEIRO, M.A.(2005); RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013);FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A. (2013); SENATE, M.M., MARQUES, R.C., PEREZ, F., GOMEZ, T., GARRIDO, S.R., CABALLERO, R. (2008); OSKARSSON, P.(2015); SI, H., BI, H., LI, X., YANG, C.(2010); BAI, S.W., ZHANG, J.S., WANG, Z.(2015); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); HANNOURA, A.P., COTHREN, G.M., KHAIRY, W.M. (2006); KUMAH, A.(2006); MUDD, G.M.(2006); DOLD, B. (2007); AMEZAGA, J.M., ROTTING, T.S., YOUNGER, P.L. (2011); GIURCO, D., COOPER, C. (2012); MONTANARELLA, L., VARGAS, R. (2012); MHONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q. (2013); CHAOFENG, L., ANJIAN, W., XIAOJIN, C., QISHEN, C., YANFEI, Z., YING, L. (2013); MORAN, C.J., KUNZ, N.C. (2014); GOMEZ, J.C., HERBERT, J.H. (2015); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014); ZHANG, L., XUE, Y., GENG, Y., REN, W., LU, C. (2014); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015).	26,66%
Presença de corredor ecológico	O corredor ecológico é uma ferramenta de gestão territorial que tem como principal objetivo manter a interligação entre unidades de conservação, garantindo assim que seja mantido o fluxo gênico e a dispersão de espécies. O corredor ecológico é visto como uma estratégia fundamental para evitar os prejuízos ecológicos advindos do isolamento das áreas naturais protegidas que são interrompidas pela malha urbana e rural e garantem a preservação dos recursos naturais e da biodiversidade (ICM Bio, 2016).	MONTEIRO, M.A. (2005); VIEIRA, E.A.(2011); GIURCO, D., COOPER, C. (2012); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A.(2015);	4,44%
APP (percentual de área ocupada por instalações dentro de APPs)	Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o	MONTEIRO, M.A.(2005); SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); ANDRADE, M.V., AZEVEDO, P.V., CÂNDIDO, G.A., SILVA, A.A.(2013); OLIVEIRA, D.B.B., RODRIGUES, J.P., SILVA, L.F., OLIVEIRA, P.T.S.(2012); GIURCO, D., COOPER, C. (2012); MARNIKA, E.,	6,66%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

	<p>solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Lei 12.651/12).</p>	<p>CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A.(2015);</p>	
Reserva legal (presença ou ausência)	<p>A Reserva Legal é a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e da biodiversidade, abrigar a fauna silvestre e proteger a flora nativa. A área de reserva legal deverá ser equivalente a no mínimo 20% (vinte por cento) da área total do imóvel, e sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanentes excetuadas os casos previstos na referida Lei (Constituição Federal).</p>	<p>MONTEIRO, M.A.(2005); GIURCO, D., COOPER, C. (2012); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015);</p>	
Presença de erosão	<p>A erosão do solo quando ocorrida de forma natural pode ser influenciada pela chuva, solo, topografia, cobertura vegetal e outros. Áreas desmatadas e/degradadas sofrem o processo de erosão devido ao impacto da água corrente, da chuva que transportam partículas do solo e diminui a infiltração da água, aumentando consequentemente a enxurrada. Alguns impactos negativos podem ser descritos como originados pela erosão como o transporte e acúmulo de terra para dentro de rios, podendo provocar seu assoreamento e a possível poluição das águas.</p>	<p>FOURIE, A., BRENT, A.C.(2006); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); LEI, K., PAN, H., LIN, C.(2016).</p>	3,33%
Certificação ambiental	<p>A certificação ambiental surgiu pela necessidade de diferenciar as empresas e os produtos que apresentavam um desempenho ambiental satisfatório, mediante ao respeito aos dispositivos legais a análise do processo produtivo, obtenção da matéria prima, descarte de produtos, reciclagem e a utilização pelo consumidos. No decorrer do tempo, o processo da produção e disposição final de resíduos integrou como principal fator para a obtenção da certificação ambiental (BITAR E ORTEGA, 1998).</p>	<p>SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); ANDRADE, M.V., AZEVEDO, P.V., CÂNDIDO, G.A., SILVA, A.A.(2013); RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); SENATE, M.M., MARQUES, R.C., PEREZ, F., GOMEZ, T., GARRIDO, S.R., CABALLERO, R. (2008); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); HUANG, W.C., JHONG, C.H., DING, J.F. (2013).</p>	6,66%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

Avaliação de Impacto Ambiental	A Avaliação de Impacto Ambiental pode ser definida como uma série de procedimentos legais, institucionais e técnico científicos, com o objetivo de caracterizar e identificar impactos potenciais na instalação futura de um empreendimento, ou seja, prever a magnitude e a importância desses impactos (BITAR e Ortega, 1998).	MONTEIRO, M.A.(2005); SIMÕES, H.C.G.Q.(2010); FOURIE, A., BRENT, A.C.(2006); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L.(2005); AMEZAGA, J.M., ROTTING, T.S., YOUNGER, P.L. (2011); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q. (2013); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); GOMEZ, J.C., HERBERT, J.H. (2015);	10%
Acidentes ambientais (histórico)	Segundo o IBAMA, acidentes ambientais podem ser definidos como um acontecimento inesperado e indesejado que pode causar, direta ou indiretamente, danos ao meio ambiente e a saúde. Podem vir a ocorrer por origem natural ou influenciado por alguma atividade antrópica.	SILVA, L.S.A., QUELHAS, O.L.G.(2006); SALVADO, M.F., AZEVEDO, S.G., MATIAS, J.C.O., FERREIRA, L.M.(2015); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L.(2005); HONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011).	5,55%
Medidas de prevenção de danos ambientais	Medidas de prevenção a danos ambientais objetivam o impedimento da ocorrência de impactos negativos ao meio ambiente, adotando ações de cautela e mitigação antes da ocorrência destes.	SILVA, L.S.A., QUELHAS, O.L.G.(2006); HENRIQUEZ, M.A.R.S. (2009); RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); OLIVEIRA, D.B.B., RODRIGUES, J.P., SILVA, L.F., OLIVEIRA, P.T.S.(2012); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); KIRSCH, S. (2010); FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A.(2013); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q. (2013); RUIZ, M.S., CORREA, R., GALLARDO, A.L.C.F., SINTONI, A. (2014);	10%
Área desmatada	De acordo com a EMBRAPA (1996) o termo desmatamento pode ser considerado descrito como a prática de corte, em sua maioria sem autorização, capina ou queimada (por fogo ou produtos químicos), que ocasiona na retirada da cobertura vegetal existente em determinada área, para os mais diversos fins.	HENRIQUEZ, M.A.R.S.(2009); VIEIRA, E.A.(2011); FOURIE, A., BRENT, A.C.(2006); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); SI, H., BI, H., LI, X., YANG, C.(2010); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); KUMAH, A.(2006); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A.(2013); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015); LEI, K., PAN, H., LIN, C. (2016).	12,2%
Impactos irreversíveis	A Resolução 001/8 do CONAMA traz em seu artigo 2º a definição de impacto ambiental: qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; - as atividades sociais e econômicas; - a biota; - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; - a qualidade dos recursos ambientais. Para ser considerado irreversível, o impacto deverá apresentar características que mesmo com	ARNAUT, G.C.L., VASCONCELOS, F.C.W., SILVA, B.A.(2009); ROMEIRO, A.R.(2012); SALVADO, M.F., AZEVEDO, S.G., MATIAS, J.C.O., FERREIRA, L.M.(2015); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); AMEZAGA, J.M., ROTTING, T.S., YOUNGER, P.L. (2011); FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A.(2013);	7,7%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

		ações de reversão do quadro ocasionado não é possível retornar as características originais ou semelhantes, e ainda ocasionar na perda definitiva dos membros da biodiversidade.	
Plano de fechamento de mina	de	O Decreto de número 97.632, de 10 de abril de 1989, define em seu artigo 3º que após findar-se as atividades de extração mineral, cabe ao explorador recuperar a área degradada que deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado uma forma de utilização, de acordo com o plano preestabelecido para o uso do solo, visando a uma estabilização do meio ambiente.	MONTEIRO, M.A.(2005); ARNAUT, G.C.L., VASCONCELOS, F.C.W., SILVA, B.A.(2009); FILHO, S.R., VIANA, M.B.(2012); FOURIE, A., BRENT, A.C.(2006); KUMAH, A.(2006); SABANOV, S., PASTARUS, J.R., SHOMET, J. (2011); AMEZAGA, J.M., ROTTING, T.S., YOUNGER, P.L. (2011); MHONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q. (2013); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); SOMMET, J. (2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016); LEI, K., PAN, H., LIN, C.(2016). 16,66%
Assoreamento de rios, lagos, etc.	de	O assoreamento de um curso de água pode ser entendido como um processo o qual ocorre o acúmulo de sedimentos ao longo do curso do corpo d'água, o que consequentemente causa a impermeabilidade do rio e prejudica a fauna e flora presente. Este processo pode ocorrer de forma natural, porém com a remoção da vegetação às margens de rios e pelo aumento do nível de resíduos lançados em locais inapropriados, tem-se a intensificação destes.	VIEIRA, E.A.(2011); FOURIE, A., BRENT, A.C.(2006); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V.(2011); 3,33%
Alteração completa da paisagem	da	Entende-se como paisagem natural aquela que não sofreu intervenções relacionadas às atividades antrópicas em sua estrutura, mantendo assim seus componentes originais. A partir da implementação de indústrias, da remoção da cobertura vegetal e do solo, não deve esta área ser considerada como paisagem natural, e sim paisagem alterada, que terá seu grau de alteração definido pela remoção total ou parcial da vegetação, solo e modificação de curso d'água, construção de rodovias, sítios de extração, dentre outros.	ANDRADE, M.V., AZEVEDO, P.V., CÂNDIDO, G.A., SILVA, A.A.(2013); KURKA, T.(2013); LAURENCE, D. (2011); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); GIURCO, D., COOPER, C. (2012); FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A.(2013); GOMEZ, J.C., HERBERT, J.H. (2015); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015); LEI, K., PAN, H., LIN, C. (2016). 11,1%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

Poeira tóxica	<p>O termo poeira pode ser definido como um sólido que foi reduzido a partículas finas ou a pó. A natureza desse pó é que vai estabelecer se a substancia pode ser considerada perigosa e emite algum risco ou não. Geralmente as poeiras causam danos nos pulmões e nas vias respiratórias, podendo ser agravadas conforme tempo de exposição e inalação.</p>	<p>RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); FOURIE, A., BRENT, A.C.(2006); SI, H., BI, H., LI, X., YANG, C.(2010); HU, H.A., CHEN, S.H., HSU, C.W., WANG, C., WU, C.L.(2012); KURKA, T.(2013); CHEN, Z., ANDRESEN, S.(2014); BAI, S.W., ZHANG, J.S., WANG, Z.(2015); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L.(2005); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); KUMAH, A.(2006); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); AMEZAGA, J.M., ROTTING, T.S., YOUNGER, P.L. (2011); MHONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011); GOMEZ, J.C., HERBERT, J.H. (2015); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREJO, M. (2014); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015); LEI, K., PAN, H., LIN, C. (2016).</p>	18,8%
Geração de efluentes tóxicos	<p>Efluentes são resíduos advindos de atividades industriais, domésticas, esgotos, entre outros. Estes podem ser lançados no ambiente de forma líquida ou gasosa. Esses resíduos, quando gerados de fontes potencialmente poluidoras que apresentam algum nível de toxidez, torna-se um efluente tóxico.</p>	<p>RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); HU, H.A.; CHEN, S.H., HSU, C.W., WANG, C., WU, C.L.(2012); CHEN, Z., ANDRESEN, S.(2014); BAI, S.W., ZHANG, J.S., WANG, Z.(2015); SALVADO, M.F., AZEVEDO, S.G., MATIAS, J.C.O., FERREIRA, L.M.(2015); BARROS, J.J.C., COIRA, M.L., LOPEZ, M.P.C., GOCHI, A.C. (2015); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L.(2005); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); HANNOURA, A.P., COTHREN, G.M., KHAIRY, W.M. (2006); DOLD, B. (2007); VINODH, S., SELVAN, E.S., PRAKASH, N.H. (2011); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); GIURCO, D., COOPER, C. (2012);SOMMET, J. (2013); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015); LEI, K., PAN, H., LIN, C. (2016).</p>	18,8%
Tratamento de efluentes	<p>Os processos destinados ao tratamento de efluentes são integrados por uma série de operações únicas; estas são empregadas para que sejam removidas as substâncias indesejáveis, ou para que sejam transformadas em substâncias que apresentam forma aceitável (Companhia de Saneamento de Minas Gerais, 2010).</p>	<p>LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H. (2016); KUMAH, A.(2006); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S. (2013); CHAOFENG, L., ANJIAN, W., XIAOJIN, C., QISHEN, C., YANFEI, Z., YING, L. (2013); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016);</p>	5,55%
Liberação de gases do efeito estufa (GEE)	<p>Os gases denominados como GEE são descritos como aqueles que dificultam ou impedem a dispersão para o espaço da radiação solar refletida pela Terra. Estes gases possuem origem natural da atmosfera, porém com a intensificação das atividades industriais o número destes tem aumentado consideravelmente e intensificado a camada de ozônio. A Lei Federal 12.187 de 2009, a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC) tem como principal objetivo</p>	<p>RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); FOURIE, A., BRENT, A.C.(2006); SI, H., BI, H., LI, X., YANG, C.(2010); HU, H.A., CHEN, S.H., HSU, C.W., WANG, C., WU, C.L.(2012); KURKA, T.(2013); MILUTINOVIC, B., STEFANOVIC, G., DASSISTI, M., MARKOVIC, D., VUCKOVIC, G.(2014); CHEN, Z., ANDRESEN, S.(2014); BAI, S.W., ZHANG, J.S., WANG, Z.(2015); BARROS, J.J.C., COIRA, M.L., LOPEZ, M.P.C., GOCHI, A.C.(2015); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L.(2005); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); MUDD, G.M.(2006); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); MONTANARELLA, L.,</p>	22,2%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

	oficializar o compromisso do Brasil mediante a ONU em reduzir a emissão desses gases.	VARGAS, R. (2012); MHONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); LODHIA, C., MARTIN, N. (2014); ZHANG, L., XUE, Y., GENG, Y., REN, W., LU, C. (2014); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016).	
Pendências ambientais	Pendências Ambientais são definidas como ações cometidas após a concessão de licenças ambientais que provoquem impactos negativos sobre o ambiente e as populações. A Resolução 237/97 define que o órgão ambiental competente, mediante a infrações ambientais poderá ainda modificar as condicionantes e as medidas de controle e adequação, suspender ou cancelar uma licença concedida, e ou aplicar penalidade quando necessário.	FILHO, S.R., VIANA, M.B.(2012).	1,1%
Assinatura de Termo de Ajustamento de Conduta (TACs)	O Termo de Ajustamento de conduta é um documento assinado entre partes que se comprometem, perante os procuradores da República, a cumprirem as condicionantes impostas de forma a resolver o problema que estão causando ou a compensar danos e prejuízos já causados. A principal diferença entre o TAC e os acordos judiciais é que estes são firmados no curso de ação judicial já proposta, e, por isso devem ser homologados pelo juiz federal que preside o julgamento da causa (Ministério Público Federal).	ZHANG, L., XUE, Y., GENG, Y., REN, W., LU, C. (2014); RUIZ, M.S., CORREA, R., GALLARDO, A.L.C.F., SINTONI, A. (2014);	2,2%
Ação civil pública	É uma ação que tem como principal objetivo proteger a coletividade, responsabilizando o infrator por qualquer dano causado ao meio ambiente, ao consumidor, à ordem urbanística, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, a qualquer outro interesse, bem como a direito difuso ou coletivo (Lei 7347/1985).	ZHANG, L., XUE, Y., GENG, Y., REN, W., LU, C. (2014); RUIZ, M.S., CORREA, R., GALLARDO, A.L.C.F., SINTONI, A. (2014).	2,2%
Processos ambientais vigentes	Processos administrativos referentes a infrações ambientais.	FILHO, S.R., VIANA, M.B.(2012).	1,1%
EIA – RIMA	Instituído pela Resolução 001/1986 pelo CONAMA, o EIA/RIMA é um instrumento da PNMA. É descrito que atividades que usufruem dos recursos naturais e são consideradas potencialmente poluidoras apresentem durante seu processo	MONTEIRO, M.A.(2005); SIMÕES, H.C.G.Q.(2010); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); KUMAH, A.(2006); DOLD, B. (2007); AMEZAGA, J.M., ROTTING, T.S., YOUNGER, P.L. (2011); YUPU, Z.,	8,8%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

	<p>de licenciamento ambiental um Estudo dos possíveis Impactos Ambientais (EIA) e o Relatório de Impactos Ambiental (RIMA), respectivamente. O Decreto federal nº 97.632/1989 também traz em seu artigo primeiro que os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório do Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de recuperação de área degradada.</p>	<p>YONGBO, S., JIANGBO, Q.; GOMEZ, J.C., HERBERT, J.H. (2015).</p>	
<p>Avaliação ambiental periódica</p>	<p>A avaliação de aspectos e impactos ambientais pode ser considerada como periódica mediante a realização de: um levantamento e avaliação de aspectos e impactos ambientais que são realizados em todas as unidades e processos da companhia; a definição de uma metodologia de avaliação e a periodicidade dos levantamentos e avaliações; refazer e revisar os levantamentos e avaliações pelo menos uma vez a cada dois anos; e realizar o levantamento e avaliar sempre que for descrito alguma alteração de processo produtivo, de equipamentos, de produção, ampliação física ou qualquer evento que possa determinar o surgimento ou alterar aspectos ambientais e/ou impactos ambientais da companhia (ISE, 2016).</p>	<p>LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H. (2016); KUMAR, A. (2006); SABANOV, S., PASTARUS, J.R., SHOMET, J. (2011); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q. (2013); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014).</p>	<p>6,6%</p>
<p>Vulnerabilidade da barragem de rejeitos</p>	<p>Barragens de rejeitos são utilizadas frequentemente por indústrias para depositar os rejeitos produzidos durante o período de produção, podendo este ter graus de nocividade diferentes mediante aos materiais extraídos e utilizados durante o desenvolvimento das atividades. A vulnerabilidade dessas barragens é de extrema importância, pois, os elementos ali contidos podem apresentar toxicidade à fauna e flora ao seu redor, além de poder contaminar o solo e cursos d'água.</p>	<p>FOURIE, A., BRENT, A.C. (2006); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); AMEZAGA, J.M., ROTTING, T.S., YOUNGER, P.L. (2011); FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A. (2013); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015); LEI, K., PAN, H., LIN, C. (2016).</p>	<p>7,7%</p>

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	DESCRIÇÃO	AUTORES	%
SOCIAL	Índice de analfabetismo	O analfabetismo se refere a qualidade do cidadão como analfabeto, ou seja, pessoas que não sabem ler e nem escrever. O índice de analfabetismo define a porcentagem de pessoas analfabetas de uma determinada região. Em 2012 o índice de analfabetismo de jovens e adultos no Brasil era de 8,7% (Ministério da Educação).	SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); ARNAUT, G.C.L., VASCONCELOS, F.C.W., SILVA, B.A.(2009); SENATE, M.M., MARQUES, R.C., PEREZ, F., GOMEZ, T., GARRIDO, S.R., CABALLERO, R. (2008); HU, H.A.; CHEN, S.H., HSU, C.W., WANG, C., WU, C.L.(2012); OLIVEIRA, D.B.B., RODRIGUES, J.P., SILVA, L.F., OLIVEIRA, P.T.S.(2012); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); SOMMET, J. (2013).	8,8%
	Iniciativa cultural	O conceito de cultura advém de um complexo que inclui um vasto conhecimento que envolve arte, crenças, moral, costumes e hábitos adquiridos pelo ser humano no decorrer da vida ao fazer parte de uma sociedade. Iniciativas culturais são atividades que contribuem direta ou indiretamente para a perpetuação da cultura, seja com investimento financeiro ou manutenção de um patrimônio cultural.	LAURENCE, D. (2011); MHONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011); LEI, K., PAN, H., LIN, C. (2016).	3,3%
	Participação feminina (cargos ocupados)	O Art. 5º da Constituição Federal de 1988, que define que todos são iguais perante a Lei trazendo o sentido de proteção à mulher garantindo-lhe direitos iguais mediante a sociedade. A partir daí, na década de 90 foram promulgadas Leis com o viés de garantir a mulher a ocupação de cargos que fazem jus a sua formação sem discriminação. A lei 9.799/99, Consolida às Leis do Trabalho regras sobre o acesso da mulher ao mercado de trabalho, visando corrigir erros passados e garantir a mulher seu lugar no mercado de trabalho (CALIL, 2008).	FILHO, S.R., VIANA, M.B.(2012); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); SALVADO, M.F., AZEVEDO, S.G., MATIAS, J.C.O., FERREIRA, L.M.(2015); PUTZHUBER, F., HASENAUER, H. (2010); SOMMET, J. (2013).	5,5%
	Plano de capacitação para servidores	O Plano de Capacitação rege as ações de capacitação e desenvolvimento de pessoas visando a qualificação e aprimoramento profissional, e o desenvolvimento da organização e de seus servidores. O Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão instituiu o Decreto 5.707 de 2006 onde são definidos os instrumentos da Política Nacional de Desenvolvimento Social que tem como viés a capacitação e a criação de um sistema de gestão por competência.	ARNAUT, G.C.L., VASCONCELOS, F.C.W., SILVA, B.A.(2009); SENATE, M.M., MARQUES, R.C., PEREZ, F., GOMEZ, T., GARRIDO, S.R., CABALLERO, R. (2008); HU, H.A.; CHEN, S.H., HSU, C.W., WANG, C., WU, C.L.(2012); OLIVEIRA, D.B.B., RODRIGUES, J.P., SILVA, L.F., OLIVEIRA, P.T.S.(2012); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); HONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011).	7,7%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

Auxílio creche	Conforme descrito pela Portaria 3.296/1986 do MTb foi criado um sistema de reembolso-creche, que descreve que as empresas deve ressarcir os gastos das empregadas-mães com despesas efetuadas para o pagamento de creche de sua livre escolha.	FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011).	1,1%
Certificação social	A adoção da certificação social por parte da empresa reflete a consideração da organização em relação ao impacto social originado pelas atividades ali realizadas. São levadas em consideração questões como trabalho escravo e infantil, saúde, segurança, jornada de trabalho e remuneração, onde a postura e as ações adotadas visam a promoção do bem estar do público tanto interno quanto externo afetados por suas atividades.	SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); SENATE, M.M., MARQUES, R.C., PEREZ, F., GOMEZ, T., GARRIDO, S.R., CABALLERO, R. (2008); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); HUANG, W.C., JHONG, C.H., DING, J.F.(2013); KUMAH, A.(2006); LAURENCE, D. (2011); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015).	7,7%
IDH Municipal	Criado em 2013 pelo PNUD Brasil, IPEA e a Fundação João Pinheiro o IDH Municipal é uma adaptação do IDH Global. O IDHM brasileiro segue as mesmas três dimensões do IDH global – saúde, educação e renda, mas vai além: adequa a metodologia global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais. No total são 200 indicadores socioeconômicos que dão suporte à sua análise e ampliam a compreensão dos fenômenos e dinâmicas voltados ao desenvolvimento municipal (CHEGIECK et al., 2013).	SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); ANDRADE, M.V., AZEVEDO, P.V., CÂNDIDO, G.A., SILVA, A.A.(2013); OLIVEIRA, D.B.B., RODRIGUES, J.P., SILVA, L.F., OLIVEIRA, P.T.S.(2012); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005).	4,4%
Presença de patrimônio cultural	Patrimônio cultural pode ser descrito como um conjunto de bens, tradições tanto materiais como imateriais e expressões de vida que são recebidos por ancestrais e são repassados a seus descendentes em uma região (UNESCO).	MHONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S. (2013); LEI, K., PAN, H., LIN, C.(2016).	3,3%
Relacionamento com a comunidade (histórico de manifestações, aceitação pública da atividade, solicitação de intervenção pública).	Observa-se que nas últimas décadas muito tem-se debatido sobre a expansão dos conflitos e impactos socioambientais relacionados a atividade minerária. Se tratando dos efeitos socioambientais vinculados a mineração, observa-se uma disputa em relação aos bens comuns, ou de uso e domínio comuns, tendo como exemplos os patrimônios cultural e histórico, a água, o solo e o ar, obtendo como elemento de maior contestação entre organizações e movimentos em Minas Gerais a água (SANTOS, 2013).	GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); SI, H., BI, H., LI, X., YANG, C.(2010); MILUTINOVIC, B., STEFANOVIC, G., DASSISTI, M., MARKOVIC, D., VUCKOVIC, G.(2014); KUMAH, A.(2006); VINODH, S., SELVAN, E.S., PRAKASH, N.H. (2011); RUIZ, M.S., CORREA, R., GALLARDO, A.L.C.F., SINTONI, A. (2014);	6,6%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

<p>Geração de empregos diretos e indiretos</p>	<p>Empregos diretos surgem a partir da necessidade de uma empresa em contratar novos funcionários para ocuparem cargos vagos dentro da organização ou até mesmo para ampliação do número de funcionários. São contratados diretamente pela empresa, não havendo terceirização da prestação de serviços.</p> <p>Singer (2006) define emprego indireto como: “Emprego indireto: Corresponde aos postos de trabalho que surgem nos setores que compõem a cadeia produtiva, já que a produção de um bem final estimula a produção de todos os insumos necessários à sua produção”.</p> <p>Inúmeras são as empresas terceirizadas contratadas para a prestação de serviços. É importante ressaltar que os direitos entre os trabalhadores diretos e indiretos devem ser iguais.</p>	<p>SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); ROMERO, A.R.(2012); ANDRADE, M.V., AZEVEDO, P.V., CÂNDIDO, G.A., SILVA, A.A.(2013); RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); FILHO, S.R., VIANA, M.B.(2012); ERZURUMLU, S.S., ERZURUMLU, Y.O.(2015); HU, H.A.,CHEN, S.H., HSU, C.W., WANG, C., WU, C.L.(2012); OLIVEIRA, D.B.B., RODRIGUES, J.P., SILVA, L.F., OLIVEIRA, P.T.S.(2012); KURKA, T.(2013); MILUTINOVIC, B., STEFANOVIC, G., DASSISTI, M., MARKOVIC, D., VUCKOVIC, G.(2014); SALVADO, M.F., AZEVEDO, S.G., MATIAS, J.C.O., FERREIRA, L.M.(2015); BARROS, J.J.C., COIRA, M.L., LOPEZ, M.P.C., GOCHI, A.C.(2015); MUDD, G.M.(2006); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); MHONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S. (2013); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016).</p>	<p>18,8%</p>
<p>Condições de trabalho seguras</p>	<p>Toda empresa, seja ela de cunho privado ou público, são obrigadas a manter os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) e as Comissões Internas de Prevenção de Acidentes (CIPA). Esta obrigatoriedade tem como viés principal manter a integridade da saúde do trabalhador em seu local de trabalho (BRASIL, 2014).</p>	<p>BOGDANOVIC, D., NIKOLIC, D., ILIC, I.(2012); NIEKAMP, S., BRARADWAJ, U. R., SADHUKHAN, J., CHRYSSANTHOPOULOS, M. K.(2015); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); HU, H.A.; CHEN, S.H., HSU, C.W., WANG, C., WU, C.L.(2012); CHEN, Z., ANDRESEN, S.(2014); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016);KUMAH, A.(2006); MUDD, G.M.(2006); LAURENCE, D. (2011); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013);BATTERHAM, R. (2013);SOMMET, J. (2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014);RUIZ, M.S., CORREA, R., GALLARDO, A.L.C.F., SINTONI, A. (2014); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015);PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016).</p>	<p>17,7%</p>
<p>Impacto visual</p>	<p>Castro et al., (2005) trazem uma definição exemplificada de impacto visual em seu trabalho. Eles afirmam que em uma mineração não só é realizada a abertura de uma cava, uma mina a céu aberto ocasiona na remoção de um grande volume de terra, afetando direta e indiretamente a vida da comunidade local e da biodiversidade que ali habita. Inúmeras são as tecnologias capazes de minimizar esses impactos, porém em sua maioria são desconhecidas, o que traz a comunidade um sentimento de aversão a atividade de mineração.</p>	<p>ANDRADE, M.V., AZEVEDO, P.V., CÂNDIDO, G.A., SILVA, A.A.(2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015).</p>	<p>3,3%</p>

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

Impacto sonoro	<p>A Resolução nº 01/1990, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), define um padrão da qualidade ambiental sonora para atividades industriais, utilizando os índices estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR nº 10152. Segundo essa Resolução a emissão de ruídos provenientes de atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas deverá obedecer, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta resolução (BRASIL, 1990).</p>	<p>ANDRADE, M.V., AZEVEDO, P.V., CÂNDIDO, G.A., SILVA, A.A.(2013); RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); FOURIE, A., BRENT, A.C.(2006); SI, H., BI, H., LI, X., YANG, C.(2010); CHEN, Z., ANDRESEN, S.(2014); BAI, S.W., ZHANG, J.S., WANG, Z.(2015); KUMAH, A.(2006); BATTERHAM, R. (2013); GOMEZ, J.C., HERBERT, J.H. (2015); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M.(2014);</p>	11,1%
Detonação explosivos	<p>de Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral: Em minas a céu aberto, próximas de habitações, vilas, fábricas, redes de energia, minas subterrâneas, construções subterrâneas e obras civis, tais como pontos, oleodutos, gasodutos, minerodutos, subestações de energia elétrica, além de outras obras de interesse público devem ser definidos perímetros de segurança e métodos de monitoramento e apresentados no Plano de Lavras ou quando exigidos, a critério do DNPM.</p>	<p>RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); GOMEZ, J.C., HERBERT, J.H. (2015);</p>	2,2%
Saúde (histórico de doenças relacionadas à poluição) e segurança	<p>Segundo a Constituição da Organização Mundial da Saúde, saúde é definido como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não consiste apenas na ausência de doença ou de enfermidade. Usufruir do melhor estado de saúde que é possível atingir constitui um dos direitos fundamentais de todo o ser humano, sem distinção de raça, de religião, de credo político, de condição econômica ou social e depende da cooperação dos indivíduos e dos estados. Dentre as diversas áreas da saúde pública, a saúde do trabalhador é uma área que visa interceder nas relações entre o trabalho e a saúde, buscando assim promover a saúde dos trabalhadores através das ações de vigilância dos riscos presentes nos ambientes, das condições de trabalho, dos agravos à saúde e da organização e prestação da assistência aostrabalhadores (BRASIL, 2011).</p>	<p>SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); ARNAUT, G.C.L., VASCONCELOS, F.C.W., SILVA, B.A.(2009); FILHO, S.R., VIANA, M.B.(2012); GOVINDAN, K., KANNAN, D., SHANKAR, K.M.(2014); ERZURUMLU, S.S., ERZURUMLU, Y.O.(2015); HU, H.A.; CHEN, S.H., HSU, C.W., WANG, C., WU, C.L.(2012); CHEN, Z., ANDRESEN, S.(2014); KUMAH, A.(2006); MUDD, G.M.(2006); LAURENCE, D. (2011); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); MHONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.(2013); BATTERHAM, R. (2013);SOMMET, J. (2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A. (2015); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016).</p>	20%
Multas trabalhistas	<p>Multas trabalhistas referem-se ao recebimento de assistência médica e benefícios monetários destinados ao funcionário decorrentes de</p>	<p>FILHO, S.R., VIANA, M.B.(2012).</p>	1,1%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

algum dano causado a saúde, acidentes de trabalho, infrações, negligências, entre outras dentro do exercício de sua função.

A Lei 6367/76 traz em seu artigo 2º a seguinte definição:

“Acidente de trabalho é aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, ou perda, ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho”.

Enquadram-se como acidentes de trabalho:

I - a doença profissional ou do trabalho, assim entendida a inerente ou peculiar a determinado ramo de atividade e constante de relação organizada pelo Ministério da Previdência e Assistência Social (MPAS);

II - o acidente que, ligado ao trabalho, embora não tenha sido a causa única, haja contribuído diretamente para a morte, ou a perda, ou redução da capacidade para o trabalho;

III - o acidente sofrido pelo empregado no local e no horário do trabalho, em consequência de:

- a)** ato de sabotagem ou de terrorismo praticado por terceiros, inclusive companheiro de trabalho;
- b)** ofensa física intencional, inclusive de terceiro, por motivo de disputa relacionada com o trabalho;
- c)** ato de imprudência, de negligência ou de imperícia de terceiro inclusive companheiro de trabalho;
- d)** ato de pessoa privada do uso da razão;
- e)** desabamento, inundação ou incêndio;
- f)** outros casos fortuitos ou decorrentes de força maior.

IV - a doença proveniente de contaminação acidental de pessoal de área médica, no exercício de sua atividade;

V - o acidente sofrido pelo empregado ainda que fora do local e horário de trabalho:

- a)** na execução de ordem ou na realização de serviço sob a autoridade da empresa;
- b)** na prestação espontânea de qualquer serviço à empresa para lhe evitar prejuízo ou proporcionar proveito;
- c)** em viagem a serviço da empresa, seja qual for o meio de locomoção utilizado, inclusive veículo de propriedade do empregado;

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

		d) no percurso da residência para o trabalho ou deste para aquela.		
Índice de escolaridade dos funcionários		O índice de escolaridade representa os níveis educacionais alcançados pelos funcionários de uma empresa. O crescimento em investimentos na educação aumentou o número de ingressantes no ensino técnico e superior, melhorando a qualidade de vida e desempenho entre as organizações. O incentivo à educação pelas empresas leva a uma elevação no índice de escolaridade dentro das organizações.	SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); ARNAUT, G.C.L., VASCONCELOS, F.C.W., SILVA, B.A.(2009); SENATE, M.M., MARQUES, R.C., PEREZ, F., GOMEZ, T., GARRIDO, S.R., CABALLERO, R. (2008); OLIVEIRA, D.B.B., RODRIGUES, J.P., SILVA, L.F., OLIVEIRA, P.T.S. (2012); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011); SOMMET, J. (2013).	7,7%
Certificação de riscos operacionais		O risco operacional está relacionado com possíveis resultados inadequados, falhas de gerenciamento e até erros humanos. Segundo a Fundação Vanzolini a avaliação dos riscos consiste na identificação de potenciais riscos e propostas de contramedidas e contingência para que as consequências sejam amenizadas ou extinguidas. Devem ser elaborados planos de ações com atuações que visem prevenir ou mitigar os prejuízos e danos. Através de um monitoramento consistente e sazonal é possível acompanhar os riscos e elaborar medidas eficientes de combate.	SENATE, M.M., MARQUES, R.C., PEREZ, F., GOMEZ, T., GARRIDO, S.R., CABALLERO, R. (2008); FOURIE, A., BRENT, A.C.(2006); ERZURUMLU, S.S., ERZURUMLU, Y.O.(2015); HUANG, W.C., JHONG, C.H., DING, J.F.(2013); KUMAH, A.(2006); LAURENCE, D. (2011); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); BATTERHAM, R. (2013); SOMMET, J. (2013).	8,8%

CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	DESCRIÇÃO	AUTORES	%
ECONÔMICO	Desenvolvimento econômico regional	Desenvolvimento econômico regional pode ser definido como o crescimento econômico acompanhado de uma melhoria significativa do padrão de vida da população e por alterações fundamentais na estrutura econômica e social que possibilitam a distribuição mais equilibrada das riquezas produzidas na região (SANDRONI, 1994).	OSKARSSON, P.(2015); ERZURUMLU, S.S., ERZURUMLU, Y.O.(2015); SI, H., BI, H., LI, X., YANG, C.(2010); HUANG, W.C., JHONG, C.H., DING, J.F.(2013); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); PUTZHUBER, F., HASENAUER, H. (2010); LAURENCE, D. (2011); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); LODHIA, C., MARTIN, N. (2014); LEI, K., PAN, H., LIN, C.(2016).	12,2%
	Crescimento econômico regional	Segundo o Dicionário de Economia, crescimento econômico é definido como o aumento da capacidade produtiva da economia e, para tanto, da produção de bens e serviços de determinado país ou área econômica (SANDRONI, 1994).	OSKARSSON, P.(2015); ERZURUMLU, S.S., ERZURUMLU, Y.O.(2015); SI, H., BI, H., LI, X., YANG, C.(2010); HUANG, W.C., JHONG, C.H., DING, J.F.(2013); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L.(2005); PUTZHUBER, F., HASENAUER, H. (2010); LAURENCE, D. (2011); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); MORAN, C.J., KUNZ, N.C. (2013); LODHIA, C., MARTIN, N. (2014); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016); LEI, K., PAN, H., LIN, C.(2016).	14,4%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

Investimento local (estradas, rodovias, saneamento básico)	Ao se instalar em um município, a empresa necessitará promover medidas que facilitem o acesso e deslocamento, depósitos para resíduos, estações de tratamento de seus efluentes, instalações de rede elétricas, etc. Para que não seja gerado um impacto negativo sob as condições físicas do município e nem impeça o funcionamento das atividades locais, são criadas novas rodovias e estradas que facilitam o acesso de funcionário e cargas, sendo estas utilizadas pela população ao findar-se o período de concessão de lavra. Inúmeras são os investimentos proveitosos ao município, desde que estes se enquadrem na legislação pertinente.	ERZURUMLU, S.S., ERZURUMLU, Y.O.(2015); HU, H.A.; CHEN, S.H., HSU, C.W., WANG, C., WU, C.L.(2012); HUANG, W.C., JHONG, C.H., DING, J.F.(2013); BARROS, J.J.C., COIRA, M.L., LOPEZ, M.P.C., GOCHI, A.C.(2015); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); KUMAH, A.(2006); PUTZHUBER, F., HASENAUER, H. (2010); LAURENCE, D. (2011); FILIMON, L., OLAU, P., NEMES, V. (2011);MONTANARELLA, L., VARGAS, R. (2012); MHONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. (2011); (2013); SOMMET, J. (2013); LODHIA, C., MARTIN, N. (2014); MARNIKA, E., CHRISTODOULOU, E., XENIDIS, A.(2014);	17,8%
Produção anual	O conceito de produção se refere ao ato de fabricar ou elaborar algo. Dentro da área da economia, a produção é a transformação de bens em mercadorias. Tem um processo que vai desde a concepção ate o beneficiamento. A produção anual refere-se a totalidade de mercadorias são concebidas por determinada empresa ao longo de um ano.	SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); BOGDANOVIC, D., NIKOLIC, D., ILIC, I.(2012); CHEN, Z., ANDRESEN, S.(2014); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); LAURENCE, D. (2011); VINODH, S., SELVAN, E.S., PRAKASH, N.H. (2011); FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A.(2013); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q.(2013); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); SOMMET, J. (2013); ZHANG, L., XUE, Y., GENG, Y., REN, W., LU, C.;	14,4%
Receita bruta	A receita bruta de uma organização corresponde à arrecadação total alcançada, sem nenhuma dedução, excetuados os descontos ou abatimentos concedidos independentemente de qualquer condição (incondicionais).	SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); BOGDANOVIC, D., NIKOLIC, D., ILIC, I.(2012); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); VINODH, S., SELVAN, E.S., PRAKASH, N.H. (2011); GIURCO, D., COOPER, C. (2012); FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A.(2013); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q.(2015); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S. (2013); SOMMET, J. (2013); ZHANG, L., XUE, Y., GENG, Y., REN, W., LU, C. (2014).	11,11%
Número de empregados	Corresponde ao número de pessoas contratadas diretamente pela empresa, compondo assim o quadro de empregados diretos.	SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); SENATE, M.M., MARQUES, R.C., PEREZ, F., GOMEZ, T., GARRIDO, S.R., CABALLERO, R. (2008); CHEN, Z., ANDRESEN, S.(2014); SALVADO, M.F., AZEVEDO, S.G., MATIAS, J.C.O., FERREIRA, L.M.; DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); MORAN, C.J., KUNZ, N.C. (2013); LODHIA, C., MARTIN, N. (2014).	7,7%
PIB Municipal	O PIB fornece uma medida de valor econômico-financeiro de	SI, H., BI, H., LI, X., YANG, C. (2010); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); PUTZHUBER, F.,	5,5%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão. (continua)

	<p>todos os bens e serviços produzidos num dado país (neste caso município), em um determinado ano. Quanto maior o PIB apresentado maior será o poder econômico alcançado. O calculo do PIB corresponde à somatória de todos os bens e serviços produzidos em dado ano, traduzidos em valores financeiros. Com isso, é possível verificar se o poder econômico do município cresceu, estagnou ou decresceu de um ano para outro, além de se tratando do PIB municipal verificar a influencia dos setores industriais para o município (KASZNAR, 2008).</p>	<p>HASENAUER, H. (2010); LAURENCE, D. (2011); LODHIA, C., MARTIN, N. (2014).</p>	
Investimento em tecnologias limpas	<p>Foi lançado no ano de 1989, a expressão “Produção Mais Limpa” pela UNEP (United Nations Environment Program) e pela DTIE (Division of Technology, Industry and Environment). Em 2001 Fernandes e colaboradores trazem a definição: “a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo. Produção Mais Limpa também pode ser chamada de Prevenção da Poluição, já que as técnicas utilizadas são basicamente as mesmas”.</p>	<p>SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); SILVA, L.S.A., QUELHAS, O.L.G.(2006); SIMÕES, H.C.G.Q.(2010); ROMEIRO, A.R.(2012); KURKA, T.(2013); HUANG, W.C., JHONG, C.H., DING, J.F.(2013); BAI, S.W., ZHANG, J.S., WANG, Z.(2015); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); DAVIES, T.C., OSANO, O. (2016); KUMAH, A.(2006); LAURENCE, D. (2011); MORAN, C.J., KUNZ, N.C. (2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014).</p>	14,44%
Compensação financeira (CFEM)	<p>A Constituição Federal em seu artigo 20 § 1º dispõe que: É assegurado aos Estados, ao Distrito Federal e aos municípios, bem como ao órgão administrativo direto da União, participação nos resultados da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, ou compensação financeira. Já na Lei 7.990 foi criado a CFEM- Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Mineiros e traz no artigo 1º que: O aproveitamento de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e dos recursos minerais, por qualquer regime previsto em lei, ensinará</p>	<p>SILVA, M.A.R., DRUMOND, J.A.(2005); HENRIQUEZ, M.A.R.S.(2009); RECKZIEGEL, V.N., FAGUNDES, R. (2013); FILHO, S.R., VIANA, M.B.(2012); LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L.(2005).; PUTZHUBER, F., HASENAUER, H. (2010); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q. (2013); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); MORAN, C.J., KUNZ, N.C. (2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014); LODHIA, C., MARTIN, N. (2014); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016).</p>	14,44%

Tabela 3.3- critérios selecionados pelo autor para elaboração do índice de avaliação da sustentabilidade mineral e os autores que citaram os critérios ao longo da revisão.

	<p>compensação financeira aos Estados, ao Distrito Federal e ao Município, a ser calculada, distribuída e aprovada.</p> <p>Em seu artigo 6º, a mesma Lei traz que: A compensação financeira pela exploração de recursos minerais, para fins de aproveitamento econômico será de 3% sobre o valor do faturamento líquido resultante da venda do produto mineral, obtido após a última etapa de beneficiamento adotado e antes de sua transformação industrial. É definido ainda que 65% deste valor fique retido pelo município.</p>		
Fundo de desenvolvimento comunitário (1% do lucro líquido)	<p>Este valor de 1% do lucro líquido é destinado a programas assistenciais dirigidos por organizações não governamentais com o intuito de melhorar as condições de vida das populações afetadas direta ou indiretamente pelas atividades ali desenvolvidas. É dado prioridade a atividades que busquem a melhoria da qualidade de vida e programas que gerem desenvolvimento próprio do cidadão após findar-se as atividades e as colaborações.</p>	<p>LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); PUTZHUBER, F., HASENAUER, H. (2010); GIURCO, D., COOPER, C. (2012); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q.(2013); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); MORAN, C.J., KUNZ, N.C. (2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014); LODHIA, C., MARTIN, N. (2014); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016);</p>	11,1%
Fundo de desenvolvimento social (1% receita bruta receita líquida)	<p>Esta contribuição se deve a recolhida do valor de 1% da receita bruta arrecadada pelas organizações de extração mineral. Este valor é utilizado pelos municípios para que sejam realizados construção de conjuntos habitacionais para pessoas de baixa renda, construção e manutenção de saneamento básico, criação de redes de abastecimento de águas, estação de tratamentos, etc.</p>	<p>LONG, Y., PAN, J., FAROOQ, S., BOER, H.(2016); YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L. (2005); PUTZHUBER, F., HASENAUER, H. (2010); GIURCO, D., COOPER, C. (2012); YUPU, Z., YONGBO, S., JIANGBO, Q.(2013); GOMES, C.M., KNEIPP, J.M., KRUGLIANKAS, I., ROSA, L.A.B., BICHUETI, R.S.; (2013); MORAN, C.J., KUNZ, N.C. (2013); VINTRO, C., SANMIQUEL, L., FREIJO, M. (2014); LODHIA, C., MARTIN, N. (2014); PIMENTEL, B.S., GONZALEZ, E.S., BARBOSA, G.N.P. (2016).</p>	11,1%
Fornecedores locais	<p>A <i>Global Reporting Initiative</i> define fornecedores locais como aqueles que se situam no mesmo mercado geográfico que a companhia contratante. A definição de local pode variar, já que, em algumas circunstâncias, cidades, regiões dentro de um país e até mesmo um pequeno país podem ser vistos como locais.</p>	<p>FILHO, S.R., VIANA, M.B.(2012).</p>	1,1%

4. Artigo 2: ATRIBUIÇÃO DE PESOS E RANQUEAMENTO DE CRITÉRIOS PARA A ELABORAÇÃO DE UM ÍNDICE DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO SETOR MINERAL

RESUMO

Nas últimas décadas muito se debateu sobre os conflitos socioambientais advindos da exploração exaustiva e insustentável dos recursos minerais. Sendo a finalidade de diversas convenções internacionais e tendo como meta global das últimas três décadas englobar a atividade mineral como tangível a sustentabilidade, este artigo teve como objetivo definir um conjunto de critérios que tem como base o *Tiple Bottom Line* e ranqueá-los de acordo com as prioridades a serem desenvolvidas, no intuito de reduzir os impactos negativos gerados e consequentemente os conflitos socioambientais. Foram selecionados um total de 65 critérios para a elaboração de um índice de avaliação da sustentabilidade do setor e utilizando a metodologia GUT (gravidade, urgência e tendência), foram atribuídos pesos para cada um dos critérios e subcritérios através da avaliação e julgamento de *stakeholders*. Os *stakeholders* selecionados são representantes das partes envolvidas na atividade mineral sendo: acadêmicos dos cursos de engenharia, biologia, geografia e ecologia, ONGs, representantes do setor mineral e representantes do setor público, que responderam um questionário atribuindo pesos para cada critério e subcritério. Com os resultados obtidos foi criado um ranking entre os critérios quanto o grau de importância e prioridade de solução. Ao final, obteve-se como critério com maior pontuação em relação à gravidade, urgência e tendência o ambiental que foi classificado como de nível 4 com possibilidade de grandes danos e urgência em sua resolução, pois apresenta tendência em piorar em um curto período de tempo; em segundo o critério social, considerado de nível 3 com possibilidade de danos regulares e necessidade de resolução o mais rápido possível por piorar em médio prazo; e por último o critério econômico que foi classificado como de nível 2 com danos leves, podendo aguardar para ser solucionado por piorar a longo prazo. Através desse ranqueamento, foi possível elaborar o índice de avaliação para o setor e através de uma análise qualitativa, múltiplos estudos de caso, validar este índice quanto a sua eficiência, aplicabilidade, capacidade de reversão do atual quadro do setor quanto a sustentabilidade, além de possibilitar o acompanhamento da atividade de exploração propondo melhorias e possibilitando a minimização e mitigação de impactos negativos.

Palavras-chave: *Stakeholders*, Análise Multicriterial, *Multiple Criteria Decision Making*, GUT, ranqueamento, sustentabilidade.

ABSTRACT

In the last decades, much has been debated about the numerous socio-environmental conflicts arising from the exhaustive and unsustainable exploitation of mineral resources. Being the purpose of several international conventions and having as global goal of the last three decades to include the mineral activity as tangible to sustainability, this article had the objective of designing a set of criteria based on the Triple Bottom Line and rank them in accordance with the priorities to be developed, in order to reduce the negative impacts generated and consequently the socio-environmental conflicts. Were selected a total of 65 criteria were selected for the elaboration of an index of evaluation of the sustainability of the sector and using the GUT (gravity, urgency and trend) methodology, weights were assigned for each one of the criteria and subcriteria through the evaluation and judgment of stakeholders. The selected stakeholders are representatives of the parties involved in the mineral activity, being: academics of engineering, biology, geography and ecology courses, NGOs, representatives of the mineral sector and representatives of the public sector, who answered a questionnaire assigning weights for each criterion and subcriterium. With the results obtained, a ranking was created between the criteria regarding the degree of importance and priority of solution. The GUT methodology used also provided the elaboration of a final report with the main criteria and their interference on sustainability in the sector studied. At the end, it was obtained as criterion with higher score in relation to gravity, urgency and tendency the environmental one that was classified as level 4 with possibility of great damages and urgency in its resolution, since it tends to get worse in a short period of time ; according to the social criterion, considered level 3 with the possibility of regular damages and the need for resolution as soon as possible, worsening in the medium term; and lastly the economic criterion that was classified as level 2 with slight damages, being able to wait to be solved for worsening in the long term. Through this ranking, it was possible to elaborate the evaluation index for the sector and through a qualitative analysis, multiple case studies, to validate this index as well as the possibility of monitoring the exploration activity, proposing improvements and making possible the minimization and mitigation of negative impacts.

Key words: Stakeholders, Multicriteria Analysis, Multiple Criteria Decision Making, GUT, ranking, sustainability.

4. 1 INTRODUÇÃO

A mineração é considerada de extrema importância para o desenvolvimento de inúmeras atividades, sendo os minerais essenciais para a vida cotidiana, uma vez que são transformados em múltiplos produtos essenciais para um grande número de indústrias que vão desde a alimentação até os meios de locomoção. Segundo Nunes (2006), os bens minerais possuem destaque em toda a história da humanidade, sendo praticamente inimaginável tamanha melhoria na qualidade de vida nos últimos anos sem a exploração mineral. No entanto, com o crescimento populacional e o período pós revolução industrial, a demanda por recursos naturais, em especial os minerais, tem crescido de forma exacerbada, reflexo de um aumento no padrão de consumo e do que se entende por qualidade de vida, sendo este cada vez mais exigente, o que gera um reflexo negativo nas condições ambientais e consequentemente sociais e econômicas (AZAPAHIC, 2004; BATALIONE, 2007).

Os padrões atuais de exploração e produção mineral tem gerado impactos significativos nas comunidades locais e no meio ambiente, e estes tem aumentado a medida que a produção aumenta. Com isso, surge a necessidade de uma gestão orientada, que tenha como principal finalidade a tangibilidade de práticas sustentáveis, afim de que sejam minimizados os impactos negativos inerentes a esta atividade produtiva, sendo este um fator primordial para a sobrevivência da mesma (FRANKS et.al., 2010; HILSON, 2000; MASON et.al., 2011; GIURCO; COOPER, 2012). Imerso em um mercado caracterizado por um grupo de *stakeholders* variável e múltiplo, com objetivos em sua maioria conflitantes, o setor industrial possui uma capacidade de evolução e adequação ao sistema sustentável lenta e instável. Sabe-se que a adoção de práticas sustentáveis ambientalmente responsáveis, socialmente corretas e economicamente viáveis tem o poder de colaborar para que sejam minimizados os impactos negativos em todo o ciclo de vida da exploração, porém, as questões ambiental e social, ainda que regidas por leis e decretos internacionais, possuem menor impacto no processo de tomada de decisões gerenciais (DRIUSSI; JANSZ, 2006; CARTER, 2012).

Delai e Takashi (2011) afirmam que a medição e avaliação da sustentabilidade dentro das organizações é reconhecida como um motor capaz de impulsionar a inclusão da sustentabilidade como uma questão importante ao longo de todo o ciclo de vida da atividade, no processo de tomada de decisões e ainda no sistema organizacional. O uso de metodologias que analisam múltiplos critérios e que são capazes de avaliar tanto quantitativa quanto qualitativamente critérios são consideradas as melhores alternativas para a correta valorização

das três dimensões do *Tiple Bottom Line* (econômico, social e ambiental). A metodologia mais utilizada atualmente são os indicadores, que são parâmetros de avaliação que buscam representar por meio de dados simples uma realidade complexa, a partir de levantamentos quantitativos e qualitativos, além de monitorar as melhorias e pioras das empresas que buscam a promoção da sustentabilidade mineral.

Ao longo das últimas três décadas, mediante a inserção da mineração como atividade com potencial sustentável, registrou-se um constate aumento da elaboração e publicação de índices de avaliação da sustentabilidade do setor mineral e de relatórios empresariais que visam descrever a atual situação em que se encontra o setor. Porém, ao tentar descrever o desempenho econômico, ambiental e social, empecilhos como a valorização de indicadores qualitativos, em especial os bens ambientais, a utilização dos atributos legais obrigatórios para a realização da exploração e ainda o grande número de indicadores, ocorrem equívocos que impedem a definição de universal aos índices já propostos (IIED; WBCSD, 2002).

O principal desafio até então encontrado é definir um equilíbrio entre as bases que compõem a sustentabilidade e os múltiplos interesses e objetivos das diversas partes que estão envolvidas em uma atividade de exploração mineral. (EGGERT, 2000; OSKARSSON, 2015; ISE, 2016). Devido a amplitude do setor mineral e dos critérios que são aplicáveis para a avaliação da sustentabilidade no setor, mediante aos múltiplos objetivos e partes interessadas, é considerado como um avanço dentro deste modelo de pesquisa o uso de Métodos de Tomada de Decisão Multicriterial (MCDM) como ferramentas auxiliares para uma avaliação concisa. Essas ferramentas auxiliam a seleção, classificação e ainda priorizam os critérios em análise pela atribuição de pesos a estes, independente dos conflitos entre as partes e objetivos.

Para este trabalho foi utilizado o método de análise multicriterial GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), capaz de avaliar múltiplos critérios de forma integrada e proporcionar resultados extremamente confiáveis e de responder as seguintes questões: quais as falhas encontradas nos demais índices já elaborados que não permitem uma avaliação concisa da sustentabilidade no setor mineral? Quais as adequações necessárias para a construção de um índice que atenda a realidade das empresas e regiões mineradas? E, quais indicadores possuem maior peso, dentre os selecionados, para uma avaliação precisa e que possibilite a redução dos impactos negativos?

A partir da aplicação dessa modelagem para o ranqueamento dos 65 indicadores/alternativas selecionados o principal objetivo foi diagnosticar qual critério possui maior peso dentro da base que compõem o *Tiple Bottom Line* (ambiental, social e econômico), utilizada como a principal definição para a sustentabilidade, e com esse *ranking* final será

realizado a criação de um índice de avaliação da sustentabilidade. Esse índice terá como finalidade diagnosticar o grau de sustentabilidade de empresas que realizam a exploração mineral e as principais falhas cometidas pelos gestores, permitindo assim a elaboração de um plano de ação que vise a minimização e mitigação de impactos negativos, além de ações corretivas. A principal peculiaridade desse índice será a possibilidade de acompanhamento contínuo para cada empresa ao longo da realização do projeto de exploração e o enquadramento ou não dessas como sustentável. Após findada a etapa de elaboração, foram realizados múltiplos estudos de caso com o objetivo avaliar a aplicabilidade do mesmo e torna-lo compatível as necessidades do setor mineral como um todo respondendo as seguintes questões: O índice proposto é compatível com a realidade das empresas de países em desenvolvimento? A proposta é aplicável a empresas tanto de grande quanto de pequeno porte, sendo acessível as condições em que estas se encontram? O índice está de acordo com a legislação ambiental pertinente?

4. 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O ritmo de desenvolvimento econômico adotado até as duas últimas décadas foi responsável pela geração de inúmeros impactos negativos no ambiente e na qualidade de vida da sociedade. A adoção do método de exploração que baseava-se em um crescimento a qualquer custo, sem a preocupação pela degradação ambiental proveniente da alta demanda da extração dos recursos naturais renováveis, ou não, de maneira inapropriada, é o reflexo direto da sociedade formada após o período da revolução industrial, cada dia mais compulsória. Os distúrbios nas relações ecológicas e a depredação de ecossistemas, tem sido tema de uma série de encontros mundiais, os quais propõem que seja englobado ao longo do ciclo de vida das empresas um desenvolvimento com bases sustentáveis.

Sendo considerado um assunto relativamente novo o termo sustentabilidade dentro do contexto empresarial, que teve suas primeiras considerações nos anos 80, vem mudando cada dia mais a relação entre as empresas, o ambiente e a sociedade. Mesmo está sendo uma mensagem de difícil compreensão para o mercado industrial, esta associação não mais é considerada ilusória e a busca pelo desenvolvimento em bases sustentáveis é considerada como o sinônimo de gestão e caracteriza-se, principalmente, pela negação de conceitos como “mal necessário” e valorizando a implementação de medidas de mitigação e melhoria de seus impactos, reduzindo os passivos e os custos, melhorando a eficiência e a qualidade do

beneficiamento e melhorando as oportunidades econômicas (HOBBS, 2005; GOMES et al., 2014).

Se tratando da atividade de mineração, tendo como base o desenvolvimento sustentável, é frequentemente questionado a natureza exaurível dos recursos minerais e qual garantia poderá ser concedida as gerações futuras quanto a disponibilidade destes recursos, em quantidade e qualidade. Esta preocupação ética para com a promoção da sustentabilidade de um recurso não renovável gera a necessidade da avaliação da sustentabilidade do setor, pois assim será promovido o correto beneficiamento dos minerais, a recuperação das áreas degradadas pela exploração, a equidade da distribuição da arrecadação, o planejamento estratégico referente aos possíveis usos futuros das regiões consideradas como monoindustriais, optando por gastar os recursos arrecadados de maneira que sejam transformados a riqueza dos recursos em um amplo investimento e desenvolvimento econômico, entre outros (DOBBS et.al., 2013).

O termo sustentabilidade, que vem do latim “*sustentare*”, significa suportar, conservar em bom estado, resistir e manter. Transferindo esse significado para a questão industrial, significa a utilização correta dos recursos, de forma que o ambiente suporte e mantenha suas funções e por mais que sejam gerados impactos negativos e utilize de recursos não renováveis, que estes sejam utilizados de acordo com as necessidades coerentes das populações, levando em conta o aumento do número populacional em uma constante global. Para os seres humanos a sustentabilidade tem efeito a longo prazo e nos três setores definidos pelo *Triple Bottom Line*. Baseando-se na linha estrutural que se refere a abordagem de medir o sucesso e a capacidade de alcance do desenvolvimento de atividades de organização de acordo com o seu grau de sustentabilidade é importante definir medidas que avaliem além do desempenho financeiro, atingindo ambos os setores de forma integrada e eficiente. (SACHS, 1990; MORIK, BHADURI, KARGUPTA, 2012; GLAC, 2015).

As investigações sobre os recursos naturais, as ações sustentáveis e seus padrões de avaliação, em especial os recursos minerais que teve sua atividade de exploração inclusa como potencial sustentável somente na Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável em 2002, são consideradas ainda embrionárias. Em sua maioria, os indicadores qualitativos e quantitativos e os índices já desenvolvidos são de difícil compreensão, aceitação e apresentam sérias dúvidas em relação a qualidade e tendência de desenvolvimento (HILSON; MURCK, 2000; YU et al., 2005). No entanto, pesquisas desenvolvidas pelo Departamento para o Desenvolvimento Internacional no Reino Unido evidenciaram que existem uma necessidade de extrema urgência no desenvolvimento desses índices e ainda que as partes interessadas trabalhem juntas (DAVIES; OSANO, 2005).

A partir da criação do No Relatório elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1987) é gerado a necessidade da agregação de diversas variáveis, quantitativas e qualitativas, descritas como critérios de apoio as prioridades e alternativas de auxílio em tomada de decisões dando destaque a necessidade de atender não somente a geração presente, mas também as futuras. As preocupações com a correta e eficiente realização da avaliação da sustentabilidade advém do fato que através dela é possível que os gestores e todos os *stakeholders* sejam alertados sobre as situações de risco; permite um prognóstico de situações futuras; gerar e orientar decisões políticas, principalmente para a mineração que possui um número alto de patês envolvidas; mitigar e corrigir erros; quantificar ações; e permitir um planejamento em bases seguras. É definido de forma clara e objetiva que uma avaliação da sustentabilidade baseada no *Tiple Bottom Line* são ferramentas adequadas para avaliar de forma eficaz a sustentabilidade, por se tratar de uma análise de decisão abrangente e que possui uma base integradora (ARMANI, 2001; POPE; ANNANDALE, 2004; OLIVEIRA et. al., 2012).

A partir de então, a sustentabilidade tornou-se fortemente associada ao complexo sistema de múltiplos fatores interativos, sendo então considerada capaz e responsável pela auto regulação de múltiplos sistemas que o tema abrange. Assim a capacidade de equacionamento a nível nacional e mundial da linha de fundo triplo, ou *Triple Bottom Line*, que envolve o desempenho ambiental, a responsabilidade social e a contribuição econômica refletiu diretamente na minimização de impactos negativos nos três setores. Pode-se descrever ainda que o termo sustentável propõe uma maneira de conciliação entre as três bases, estimulando um desenvolvimento sensível ao danos sociais englobando a comunidade interna (funcionários) e a comunidade externa (sociedade próxima ao empreendimento), mitigando e minimizando os impactos ambientais negativos, tornando-se assim economicamente viável e lucrativa reduzindo os gastos com indenizações, termos de ajustamento de conduta, e outros (SACHS, 2002; KRANJNC; GLAVIC, 2005; GIBSON, 2006).

O equacionamento entre as bases da sustentabilidade passou por um período de valoração de seus componentes no intuito de subsidiar as decisões e o planejamento durante os processos de exploração dos recursos naturais. Foram então definidos dois tipos de sustentabilidade: a fraca e a forte. A sustentabilidade fraca advém da hipótese que os diferentes capitais, natural por exemplo, podem ser substituídos ou convertidos perfeitamente por capital material, gerando estabilidade as gerações futuras e garantindo qualidade de vida semelhante a atual. Já a sustentabilidade forte traz a ideia que o ambiente possui um limite em relação a sua capacidade suporte, seja para o fornecimento de recursos ou absorção de poluentes, além de

definirem como insubstituíveis o capital natural pelo capital produzido, pelo contrário, estes são complementares em sua maioria. Assim, a sustentabilidade forte acredita que só é possível alcançar a sustentabilidade de forma real garantindo um nível de estoque do capital natural constantemente, evitando extinções em massa (MOTTA, 1995; GOODLAND; DALY, 1996; AYRES, BERGH, GOWDY, 2001).

Alternativas são definidas como necessárias no desenvolvimento dos diversos processos que compõem um complexo industrial ao longo do ciclo de vida de um projeto, para que além da quantidade seja mantido a qualidade satisfatória dos recursos naturais para as presentes e futuras gerações (WARD; DUBOS, 1972; NIEKAMP et al., 2015). Se tratando de empresas do setor mineral, devido à importância para a sociedade, o debate sobre a adesão da sustentabilidade é centrado ainda em questões que vão desde a capacidade de renovação destes, até as taxas de consumo e uso apropriado. Além do que, o setor envolve uma gama de interessadas (*stakeholders*), um número maior que a maioria dos outros segmentos (HILSON, 2002; HILSON; MURCK, 2000).

O trabalho realizado por MOTTA (1995) traz uma importante contribuição para o enquadramento dessas atividades como sustentável, para a manutenção da quantidade e qualidade dos recursos explorados e para o fortalecimento da renovação destes. Ao elaborar um gráfico (FIGURA 4.1) sintetizando a relação entre a sustentabilidade fraca e forte, é estipulado o intervalo entre o nível ecológico ótimo (DE) e o nível máximo de degradação (DC). Para a sustentabilidade fraca, a interseção dessas curvas, os custos marginais da poluição (PMC) com a curva de benefício marginal ou excedente econômico (PMB) resulta no nível ótimo econômico DE POLUIÇÃO (DS) e as perdas da qualidade e quantidade dos recursos ambientais são compensadas pelos ganhos econômicos. Sob a meta configurada pela sustentabilidade forte, essas perdas são irreparáveis e impossíveis de serem compensadas pelos ganhos econômicos, com isso o ponto ótimo a ser considerado é o ecológico.

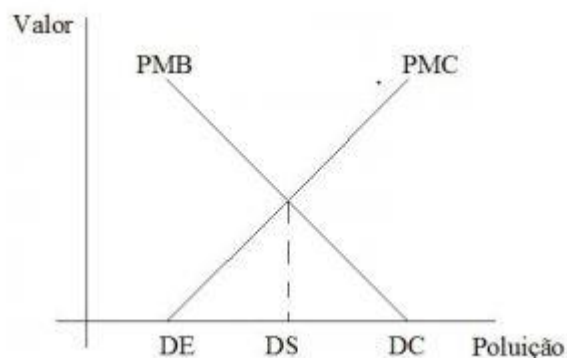


Figura 4.1- Gráfico ótimo ecológico de degradação.
Fonte: Seroa da Motta (1995).

Com essa lógica, é possível estabelecer que a definição dos parâmetros de sustentabilidade não depende única e exclusivamente do critério econômico. Processos coletivos de tomada de decisão devem ser baseados na equidade dos fatores sociais, econômicos e ambientais, admitindo não apenas a porcentagem sustentável apenas de um critério, mas a avaliação do conjunto como um todo. Dentre os mais variados especialistas, uma ferramenta de avaliação pode colaborar na transformação da sustentabilidade como uma ação consistente, onde os parâmetros atinjam o percentual considerado ótimo para as relações ecológicas. Baseado na figura acima e na curva de interseção desta, o presente trabalho admite como sustentável empresas que atinjam o percentual igual ou acima de 70% em relação aos critérios base da sustentabilidade (ambiental, econômico e social) e não apenas em um único critério.

Os diversos objetivos apresentados pelos *stakeholders*, por mais diversos e conflitantes que sejam, não devem ser eliminados ou trocados uns pelos outros, e sim serem correlacionados e representados de maneira integradora. Contudo, como a literatura descreve que as métricas de avaliação da sustentabilidade mineral não se aplicam como verdadeiro reflexo dos três aspectos do desenvolvimento sustentável, são muitos e de difícil aplicação (MARTINS et.al., 2007), o presente artigo buscou listar indicadores eficientes para verificação do mesmo, no intuito de garantir a eficiência e manter a importância da causa.

4.2.1 IMPACTOS NEGATIVOS ADVINDOS DA MINERAÇÃO

Ao estabelecer uma relação direta ou ainda uma inter-relação com o meio onde está inserido, no intuito de utilizar os bens naturais e os serviços por estes prestados e assim desenvolver condições favoráveis à sua sobrevivência, o homem tem gerado inúmeros e progressivos impactos negativos ao meio ambiente e conseqüentemente à sociedade e economia. Ao relacionar o desenvolvimento socioeconômico com a degradação ambiental oriunda da exploração mineral é possível destacar os inúmeros impactos negativos e os potenciais riscos aos quais a sociedade, interna e externa, e o ambiente são diariamente expostos, o que afeta na quantidade e qualidade dos recursos minerais e conseqüente impacto ao setor econômico (MECHI; SANCHES, 2010).

Os objetivos relacionados a dimensão ambiental dizem respeito aos mais diversos impactos negativos sofridos pelos sistemas naturais vivos e não vivos, incluindo o ar, a água e o solo. Os critérios de mensuração dos danos devem envolver uma visão equilibrada entre os diversos usos dos recursos, em especial os não-renováveis devido à possibilidade de exaustão, e saídas, referente a eliminação de efluentes, resíduos e emissões. Seus indicadores devem

descrever sobre o controle da poluição e o consumo e a proteção recursos considerando sua natureza, resiliência e relevância (ICHEME, 2002; MOLDAN et al., 2011). A mineração, em especial, causa impactos ambientais negativos consideráveis, alterando intensamente a área minerada e também áreas vizinhas, produz substâncias químicas nocivas, contaminação do solo, proliferação de processos erosivos, sedimentação e poluição de rios, poluição do ar, poluição sonora, entre outros (GUERRA; MARÇAL, 2006; MECHEI; SANCHES, 2010).

A dimensão social e seus objetivos são descritos a partir da atitude da empresa em relação aos seus colaboradores, fornecedores, clientes, funcionários, comunidade no entorno e circunvizinha. Esta, se tratando da atividade de exploração mineral, diz respeito aos impactos à qualidade de vida, saúde, educação, igualdade de gênero e etnia, respeito a cultura, mão-de-obra infantil, trabalho escravo, segurança, liberdade de associação, práticas disciplinares, carga horária de trabalho e outros. No Brasil, a certificação social é algo ainda recente, sendo apenas em 1998 que as primeiras empresas brasileiras conseguiram obter este certificado, e ainda assim é considerada como a base de menor importância dentro do *Tiple Bottom Line* (BELLO, 2001; ICHIME, 2002; XIAO, 2010).

Visando o estabelecimento de um ambiente seguro de trabalho, é necessário conhecer os diversos riscos dispostos ao longo do ciclo de vida do projeto de exploração, pois segundo Rodrigues (2004), os riscos de acidentes e impactos na atividade mineira ocorrem em todas as etapas do processo. Merece destaque o uso de explosivos, uso de máquinas e /ou equipamentos, manipulação e exposição de agentes químicos, podendo vir a comprometer tanto a saúde quanto a segurança do trabalhador, provocando lesões, doenças ou ainda morte. Identificar e mitigar esses impactos, focando em ações para evitar a exposição a estes riscos é importante tanto para os trabalhadores como para os gestores de empresas, pois além de colaborar para uma sadia qualidade de vida de seus funcionários atuam de forma a prevenir danos e possíveis compensações ou multas trabalhistas, afetando diretamente a taxa de rendimento líquido (SEBRAE; SESI, 2005).

A dimensão econômica contempla as diversas interações que desencadeiam o desempenho econômico e financeiro de uma organização e da comunidade envolvida. Os principais critérios de avaliação e indicação estão relacionados a seu custo, receita e lucro responsáveis pela perpetuidade da empresa e que possibilita o desenvolvimento e o crescimento da comunidade. Até meados dos anos 1980 predominava o discurso baseado no desenvolvimento a qualquer custo, resistente a qualquer iniciativa que visava a mitigação dos impactos socioambientais decorrentes das diversas atividades que movimentavam a economia. A mineração, uma das cinco atividades industriais responsável pelo desenvolvimento

econômico de muitos países, possuía como argumento de seus gestores que os custos adicionais às empresas, resultantes dos investimentos em tecnologias limpas, comprometeriam a lucratividade (GRI, 2002; YANG, 2012; DEMAJOROVIC, 2013).

No entanto, com a alteração dos padrões tidos como aceitáveis para o desenvolvimento após a década de 1980, foi definido um novo modelo onde é levado em consideração que o desenvolvimento não precisa ser contrário a sustentabilidade, e sim promover um crescimento equânime entre as partes envolvidas, contínuo e duradouro, minimizando os impactos ambientais provenientes de uma exploração predatória e não sustentáveis. Neste contexto, as empresas reverteram o quadro até então previsto da redução da lucratividade por uma atividade que reduz a necessidade de recuperação de áreas degradadas, assinatura de Termos de Ajustamento de Conduta, compensação por danos, melhoria da imagem no mercado, entre outros (FREIRAS, 2012; DEMAJOROVIC, 2013).

A multiplicidade dos objetivos apresentados pelas partes interessadas dentro do setor mineral, relativos à sustentabilidade sobrecarrega os tomadores de decisão, devido a necessidade de promover a integração das causas sociais, ambientais e econômicas. Assim é desejável a utilização de ferramentas que possibilitem que os critérios ou alternativas, descritos como métricas específicas para quantificar os progressos objetivos, reduzindo os riscos originados a partir do desenvolvimento de suas atividades e maximizando os benefícios às partes interessadas de forma sustentável. Portanto, pesquisadores tem utilizado os métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM) para atuar em situações como as acima descritas, promovendo a redução de riscos, minimização de impactos e como forma de alcançar o desenvolvimento de forma sustentável (YILMAS; HARMANCIOGLU, 2010).

4.2.2 MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING (MCDM)

A efetividade da sustentabilidade no setor mineral está condicionada a participação e colaboração das partes interessadas. Assim, é necessário uma análise relacionando as vantagens, desvantagens e impactos negativos as quais essas partes são expostas, assim incluir todas as partes interessadas é vital para a perpetuidade da atividade (MATHE, 2014; HOLDEN, 2013). Os Métodos de Tomada de Decisão Multicritério (MCDM) ou ainda em inglês *Multi Criteria Decision Making* é considerado um avanço dentro do campo de pesquisa com operações que consideram múltiplos critérios em sua sistemática.

O MCDM envolve diversos ramos de pesquisa incluindo a matemática, teoria da decisão comportamental, economia, tecnologia, engenharia, sistemas de informação, para que ao fim

de uma análise multicriterial sejam minimizados as subjetividades nos processos decisórios e torne tangível a adesão da sustentabilidade para o setor mineral. Independentemente do tipo de projeto ou objetivo principal a ser alcançado, o intuito do MCDM é auxiliar a seleção correta dos dados e sua classificação, priorizando soluções para os problemas a partir do conjunto de critérios pré-estabelecidos e de seus pesos, mesmo se tratando de prioridades e objetivos conflitantes na gestão de processos que compõe um projeto de exploração e ainda abranja as múltiplas partes interessadas (HERMANN et. al., 2007; LIU, 2007; NIEKAMP et. al., 2015).

Os métodos que envolvem a análise multicriterial fornecem um grau de estrutura dividido em três níveis: meta, critérios e indicadores e alternativas, mas também é suficientemente flexível permitindo que seja acomodada uma ampla gama de decisões. Este método, utiliza uma matriz de tomada de decisão por critérios e pontuações que influenciam diretamente em seu desempenho, fornecendo uma abordagem integradora entre os diversos níveis e que permita avaliar e classificar todas as alternativas e, ainda, construa um ranking de identificação quanto as prioridades e grau de interferência (KURKA, 2013; KHALILI; DUCKER, 2013; NIEKAMP et al., 2015)

O envolvimento de diferentes intervenientes gera grandes desafios, porém, traz muitos benefícios na criação de uma perspectiva. No campo da sustentabilidade é possível que sejam utilizados em uma avaliação indicadores qualitativos e quantitativos, pois permite a participação de diversos grupos de tomadores de decisão, engloba objetivos opostos e minimiza os riscos em todos os processos (NIEKAMP et al., 2015; MILUTINOC et al., 2014; SENATE, 2016).

Lei et al., (2016) ao realizarem uma análise sobre as abordagens integradas de métodos de avaliação da sustentabilidade salientaram a importância da participação de todas as partes interessadas e do uso do MCDM para uma abordagem completa e eficiente. Os processos que até então utilizavam avaliações segregadas com interação apenas em seu ponto de aprovação desprezam o princípio central da sustentabilidade que é o da equidade e interconexão entre as partes, ampliando a possibilidade de conflitos entre os objetivos (GIBSON, 2006).

O processo de planejamento e tomada de decisão procura reforçar a hipótese de ganhos mútuos em todas as frentes, assim a integração de índices individuais com a MCDM tem o intuito de construir índices sintéticos para a avaliação da sustentabilidade dentro do setor mineral, a partir da atribuição de pesos representativos das dimensões que compõem as bases sustentáveis. Os pesos aplicados tem o intuito de priorizar os diferentes critérios e devem ser baseados em informações específicas, determinando a importância relativa de cada um desses critérios dentro do processo de tomada de decisões e influência sobre a atividade (KRANJNC;

GLAVIC, 2005; GIBSON, 2006; FREITAS; MAGRINI, 2013).

4.2.3 MÉTODO GUT

O GUT é um método de tomada de decisão multicritério (MCDM) e consiste na modelagem matemática com aplicação em processos que envolvem múltiplos critérios, possibilitando atribuir pesos aos critérios selecionados e priorizar as alternativas sintetizando resultados extremamente confiáveis. De acordo com Klassmann (2011), o método GUT deve ser usado para estabelecer prioridades na eliminação de problemas e proposta de melhorias, especialmente, se forem vários e relacionados entre si.

A matriz GUT foi desenvolvida por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe em 1981, especialistas em questões organizacionais. Essa matriz é uma ferramenta bastante utilizada por empresas, principalmente para priorizar e posteriormente tratar os problemas, levando em conta a gravidade, urgência e tendência e tem como objetivo principal priorizar ações que sejam menos prejudiciais (SOTILLE, 2014). Essa ferramenta é considerada altamente confiável por possibilitar uma avaliação tanto quantitativa quanto qualitativa, fornecendo números consistentes e precisos.

Na matriz GUT são considerados os quesitos gravidade, urgência e tendência de cada um dos critérios e subcritérios, permitindo que estes sejam avaliados considerando todos os quesitos. A Gravidade representa o possível dano ou prejuízo que pode ocorrer em uma determinada situação. Deve ser analisada pela consideração de intensidade ou impacto negativo que o problema pode causar se não for solucionado. A Urgência representa a questão do tempo existente para que um problema ou situação seja resolvido. É levado em consideração o prazo disponível para que o problema seja resolvido. A Tendência representa o potencial de crescimento do problema e a probabilidade de se tornar ainda maior com o decorrer do tempo (VASCONCELOS et al., 2013).

Alguns autores, como Sotille (2014), afirmam que o método GUT pode ainda ser considerado como uma ferramenta complementar de análises e estratégias em favorecimento da gestão e qualidade e está ligado ao PDCA, do inglês *plan, do, check e act* (planejar, fazer, verificar e agir), que consiste em um instrumento de controle e melhoria de processos para que sejam atingidas as metas atribuídas ao final do projeto. Tudo isso se deve pelo desenvolvimento da modelagem GUT que consiste na identificação dos critérios, busca de alternativas, análise de causas, seleção de indicadores, priorização, plano de ação, coleta de dados, medição e ações preventivas e corretivas, o que justifica o quão cabível a ferramenta se torna na elaboração de

um índice ranqueado de critérios para a avaliação da sustentabilidade mineral, permitindo um contínuo acompanhamento do setor e indicação de melhorias e planos de ação específicos para cada empresa.

O estudo intitulado “Riscos ambientais causados na extração mineral: estudo de caso em uma mineração a céu aberto”, realizado por Vasconcelos et al., (2013), utilizou a metodologia GUT. Para a realização de um levantamento e classificação dos potenciais riscos ambientais existentes ao longo da realização de operações desenvolvidas no garimpo Serra Branca. Durante o processo de levantamento e classificação dos riscos foram realizadas entrevistas não estruturadas, com observações diretas, indiretas e registros fotográficos para uma compreensão detalhada das operações. Pelo método foi possível priorizar as ações nos riscos de acidentes encontrados, identificando os principais riscos relacionados às operações do garimpo e ainda os classificaram quanto a Norma Reguladora 9 – NR9 pela portaria SSST nº 25 de dezembro de 1994, que se refere ao Programa de Prevenção de Riscos de Acidentes. Ao final classificaram a metodologia para a análise, atribuição de pesos e ranqueamento de total relevância e confiabilidade, indo ao encontro com as diversas classificações já atribuídas a ferramenta GUT.

4.3 METODOLOGIA

4.3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo, traz a definição dos métodos de pesquisa abordados. É definido por Miguel (2007), a importância de se definir e selecionar de forma adequada o método de pesquisa do trabalho, buscando a melhor abordagem para endereçar as questões da pesquisa. Mediante ao sério desafio de equilibrar as necessidades e objetivos das múltiplas partes envolvidas na atividade de exploração mineral e configurar a atividade como sustentável foram realizadas uma análise qualitativa e uma análise quantitativa, mais conhecida como métodos combinados. Como proposto pelo relatório final elaborado pelo Conselho para o Desenvolvimento sustentável e o Instituto Ambiente e Desenvolvimento, *Breaking New Ground*, a fim de minimizar os impactos gerados pela atividade ao longo do ciclo de vida do empreendimento, foi realizada a análise dos múltiplos critérios que englobam as bases da sustentabilidade atribuindo pesos aos indicadores qualitativos e quantitativos que influenciam

na tomada de decisão. Lahdelma et al., (2000) descreve o uso de alternativas de classificação entre as muitas partes interessadas como uma chave importante para a tomada de decisão ambiental. Com a atribuição dos pesos foi possível a realização de um ranking final das alternativas e a elaboração de um índice de avaliação da sustentabilidade para o setor mineral. Logo, foram realizados múltiplos estudos de caso, afim de elucidar a eficiência do índice proposto.

4.3.2 MÉTODOS COMBINADOS

A forma de abordagem para esta pesquisa foi a de métodos combinados. Este método envolve a combinação de análises quantitativas e qualitativas em um único estudo, oferecendo uma melhor compreensão do problema de pesquisa e uma melhor disposição dos dados do que uma abordagem isolada, além de prover evidências mais abrangente. Os métodos mistos, assim como também podem ser denominados, combinam formas múltiplas de dados, compreendendo todas as possibilidades, desde análises estatísticas até análises textuais, garantindo um entendimento melhor do problema pesquisado (CRESWELL; CLARK, 2007; MARTINS, 2010).

Atualmente, existe a necessidade de construir estudos de uma maneira mais rigorosa, integrando evidências e associando os resultados comprobatórios de uma análise quantitativa multivariada a resultados explanatórios de análises qualitativas. Os estudos qualitativos e quantitativos enquanto separados, possuem limitações em suas aplicações, assim, a construção de métodos mistos podem oferecer maior relevância a pesquisa e a minimização de possíveis lacunas ou limitações (CASTRO et al., 2010).

4.3.3 ANÁLISE QUANTITATIVA

Os pesos dos critérios são geralmente atribuídos pelos *stakeholders* baseados em suas próprias experiências, conhecimento e percepção problema (YILMAS; HARMANCIOGLU, 2010). Analisando o histórico dos conflitos sociais e ambientais entre mineradoras e comunidades e, ainda, o quadro de interessados dentro de uma empresa de mineração foram selecionados como *stakeholders* para este trabalho, representantes do setor de mineração (proprietários, administradores, engenheiro de minas e representante do setor de sustentabilidade empresarial), representantes do poder público (promotor, advogado e analista ambiental), ONG (representando o interesse da sociedade interna e externa envolvidas nas

atividades de exploração mineral) e a academia (discentes que atuam como pesquisadores nas áreas de engenharia florestal, economia, biologia, desenvolvimento sustentável e administração).

Após a seleção dos *stakeholders* foi elaborada a matriz de critérios (baseado no *Triple Bottom Line*) e alternativas (selecionadas a partir da realização da revisão sistemática de literatura), sendo 28 referentes ao critérios ambiental, 22 referentes ao critério social e 15 referentes ao critério econômico. Pela matriz, foi elaborado um questionário fechado (ANEXO B) que foi enviado a todos os *stakeholders* selecionados, onde a partir de seu amplo conhecimento sobre as questões abordadas atribuíram pesos relativos a cada uma das alternativas ou subcritérios.

O quadro de *stakeholders* selecionados para este trabalho foi composto por: representantes do setor mineral e sustentabilidade de empresas do setor privado de mineração da microrregião de Poços de Caldas, uma das dez microrregiões que compõem a mesorregião sul e sudeste de Minas Gerais, conhecida pelo seu potencial minerário e pelos diversos empreendimentos minerários alocados na região, além de compor uma região de *hotspots*, considerada de grande interesse para a conservação devido à presença dos domínios Cerrado e Mata Atlântica; representantes do setor público e ambiental; representantes de ONGs; e academia (incluindo professores especialistas em mineração, legislação ambiental, sustentabilidade e engenharias). Foi selecionado um total de 25 (vinte e cinco) participantes para o preenchimento do questionário.

O peso atribuído a cada um dos critérios é relativo a abordagem do método GUT que avalia a gravidade, urgência e tendência dos subcritérios e gera um *ranking* final quanto ao grau de importância de cada indicador e sua inferência no grau de sustentabilidade para cada empresa a ser avaliada. Para obtenção de um valor final de hierarquia será realizado o cálculo utilizando: $GxUxT$ = peso final alcançado pelo critério, onde G= peso atribuído a gravidade; U= peso atribuído a urgência; e T= peso atribuído a tendência. Após a atribuição dos pesos estima-se que quanto maior o resultado maior a prioridade (VASCONCELOS et al., 2013). A pontuação a ser atribuída segue as orientações descritas no (QUADRO 4.1).

Quadro 4.1- Valores dos pesos a serem atribuídos aos critérios.

Pontos	Gravidade	Urgência	Tendências
5	Extremamente grave	Necessário uma ação imediata.	Se nada for feito, o potencial de agravamento é imediato.
4	Muito grave	Muito urgente.	Irá piorar em um curto período de tempo.
3	Grave	Urgente. Merece atenção a curto prazo. Resolver o mais cedo possível.	Vai piorar.
2	Pouco grave	Pouco urgente. Pode esperar algum tempo.	Tende a piorar.
1	Sem gravidade	Pode esperar. Não apresenta pressa.	Irá manter-se com tendência a não piorar, podendo haver até uma melhoria.

Fonte: Adaptado de Klassman (2011).

Após encontrado o peso total de cada critério baseado no julgamento feito por cada um dos *stakeholders* os dados obtidos foram normalizados utilizando a equação 1 (DONG et al., 2014) no intuito de alocar os valores em uma mesma faixa de valores, evitando que uma dimensão se sobreponha em relação às outras:

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n f_{ij}^2}} \quad (\text{Equação 1})$$

Fonte: (DONG et al., 2014)

Em que: r_{ij} = valor total do critérios; i = alternativa; j =critério; f_{ij} = matriz composta pelo número de alternativas multiplicada pelo número de critérios.

Depois de normalizados, cada critério teve o seu valor total definido de acordo com sua gravidade, urgência e tendência, emitido pelos *stakeholders*. A partir daí foi realizado a somatória final (W_f) dos pesos de cada um dos critérios e elaborado um ranking dos critérios abordados. Para o somatório dos pesos totais será utilizado a fórmula:

$$W_f = \sum \alpha_{wt} + \sum \beta_{wt} + \sum \gamma_{wt} \dots \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: W_f = somatório final dos pesos atribuídos por todos os *stakeholders*; $\sum \alpha_{wt}$ indicador 1; β_{wt} indicador 2; γ_{wt} = indicador 3;

4.3.4 ANÁLISE QUALITATIVA

Esta etapa classifica-se como uma categoria de pesquisa cujo objetivo é uma análise aprofundada e crítica de uma parte de um todo que merece realce ou destaque, permitindo fundamentar-se categoricamente para um julgamento final e proposição de intervenções. O método de múltiplos estudos de casos é descrito como o tipo de pesquisa qualitativa mais relevante, podendo assumir funções comparativas entre dois enfoques específicos, o qual neste artigo trata-se de duas empresas, uma de pequena e uma de grande porte (TRIVIÑOES, 1987; BAXTON, 1990). Considerado como uma ferramenta detalhada e elucidativa, tem-se como premissas a definição de perguntas da pesquisa. Como questões-chaves tem-se por finalidade responder as seguintes questões: O índice proposto é compatível com a realidade das empresas de países em desenvolvimento? A proposta é aplicável a empresas tanto de grande quanto de pequeno porte, sendo acessível as condições em que estas se encontram? O índice está de acordo com a legislação ambiental pertinente? A partir dos resultados obtidos espera-se que seja possível a generalização de proposições teóricas, uma vez que este é o objetivo da pesquisa de estudo de caso, expandir e generalizar teorias (YIN, 2001).

Após a seleção da área de pesquisa e das empresas, foi elaborado um questionário estruturado (ANEXO B) considerado transdisciplinar e integrativo a ser aplicado por empresas selecionadas para que seja realizado a busca pelo conhecimento prático, de fácil registro e que cumpra as expectativas de todos os envolvidos (HIRSCH et al., 2006). Para o somatório final da porcentagem adquirida pelas empresas quanto ao teor de sustentabilidade serão utilizados os pesos definidos pelos *stakeholders*, aplicados às questões referente ao indicador abordado.

A equação 1 será utilizada para o somatório a partir das respostas obtidas pela aplicação do questionário.

$$\underline{\underline{\sum sf = \frac{PESO(A1) + PESO(A2) + PESO(A3) \dots PESO(S1) + PESO(S2) + PESO(S3) \dots PESO(E1) + PESO(E2) + PESO(E3)}{n}}}$$

(Equação 3)

Em que: $\sum sf$ significa somatório da sustentabilidade final; A1, A2 e assim por diante se referem aos indicadores ambientais; S1, S2 e os demais se referem aos indicadores sociais; E1, E2 e sucessivos se referem aos critérios econômicos; Estes quando presentes atribui-se o valor 1 e quando ausentes o valor 0; peso se refere ao valor atribuído pela metodologia GUT (QUADRO 4.1); n se refere ao número de critérios que compõem o índice. Ressalta-se que a

alguns dos pesos serão atribuídos valores negativos por se tratarem de indicadores indesejáveis dentro da sustentabilidade mineral, ou seja, quando ocorrem são considerados impactos negativos da atividade. Estes indicadores são: impactos irreversíveis, geração de efluentes tóxicos, liberação de gases do efeito estufa (GEE), vulnerabilidade da barragem de rejeitos, assoreamento de corpos d'água, poeira tóxica, presença de erosão, alteração completa da paisagem, acidentes ambientais (histórico), área desmatada, pendências ambientais, processos ambientais vigente, ação civil pública, assinatura de termo de ajustamento de conduta (TAC); impacto sonoro, impacto visual, detonação de explosivos, saúde (histórico de doenças relacionadas à poluição e multas trabalhistas).

Admite-se que as empresas que atingirem o percentual igual ou acima de 70% dos pesos serão consideradas sustentáveis, assim como discutido no referencial teórico. Para isso será realizado o somatório dos pesos obtidos pelos critérios ambiental, social e econômico e dividido por 3 (número de critérios), abordando a porcentagem de cada critério individual e de forma integrada. Empresas que não atingirem esse percentual serão descritas como necessárias a um reenquadramento de suas atividades, mediante ao padrão sustentável desejável. Segundo Mattar (2008), esta abordagem é importante para aumentar o conhecimento do pesquisador sobre o tema abordado e os demais temas que estão inseridos ao longo do processo, podendo auxiliar na definição de prioridades e gerar subsídios sobre as possibilidades práticas.

4.3.5 ÁREA DE ESTUDO

Foi selecionada como área de estudo a microrregião de Poços de Caldas, uma das dez microrregiões que compõem a mesorregião sul e sudeste de Minas Gerais. Essa região é altamente conhecida pelo seu potencial mineral e pelos diversos empreendimentos minerários alocados na região. Para chegar aos empreendimentos minerários da região, abordou-se inicialmente um levantamento quantitativo através da Superintendência Regional de Proteção Ambiental - SUPRAM/Varginha dos atuais empreendimentos da região. A partir desta etapa foram selecionados os dois empreendimentos que compõem este estudo de caso, sendo um de pequeno e outro de grande porte, ambos alocados na cidade de Poços Caldas.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação dos pesos foi baseada em informações específicas, representando a importância relativa de cada critério dentro da sustentabilidade do setor mineral no processo de tomada de decisão. Usando as escalas gravidade, urgência e tendência foi elaborado um cenário que expressa, em uma escala arbitrária, o quadro dos riscos que interferem na adesão do adjetivo de sustentável a atividade a partir da pontuação total associada de cada subcritério (FREITAS, MAGRINI, 2013). O retorno dos questionários enviados as partes interessadas, definidas por Freeman (1984) como um grupo que afeta ou é afetado pela realização dos objetivos da organização, selecionadas para este artigo foi de 64% (16 questionários).

A avaliação da sustentabilidade, denominada como uma abordagem abrangente, integrada e visionária, provocou diversas alterações nas práticas de mineração, porém a percepção pública da indústria de mineração permanece negativa apesar da proliferação de iniciativas sustentáveis nas duas últimas décadas. Os resultados dos questionários aplicados expressam como elementos de maior gravidade e interferência na questão da sustentabilidade na mineração o critério ambiental como nível 4, seguido pelo social nível 3 e por último o econômico com o nível 2. Esta avaliação mostra uma insegurança das partes interessadas quanto aos diversos impactos já ocasionados pela atividade ao longo da história sob o meio ambiente e a sociedade, que tem por consequência um impacto negativo sobre a economia mediante implementação de medidas de recuperação e compensação pelos danos causados.

Com uma porcentagem de 43,75%, foi definido como nível 4 (FIGURA 4.2) os subcritérios relacionados ao critério ambiental, onde estima-se que devido aos grandes danos sofridos pela ausência de planos de gerenciamento, mitigação danos e recuperação das áreas afetadas, estes são considerados de grande dano negativo, apresentando urgência na implementação da resolução por apresentarem uma tendência de piorar em pouco tempo o quadro em que se encontra o ambiente. Este critério obteve o maior peso, de acordo com os especialistas, dentre os analisados, porém, quando observado separadamente o julgamento realizado pelas empresas de mineração, este critério é considerado como de nível 1 por 50% das empresas entrevistadas, resultado contrário ao disposto pelos demais *stakeholders*.

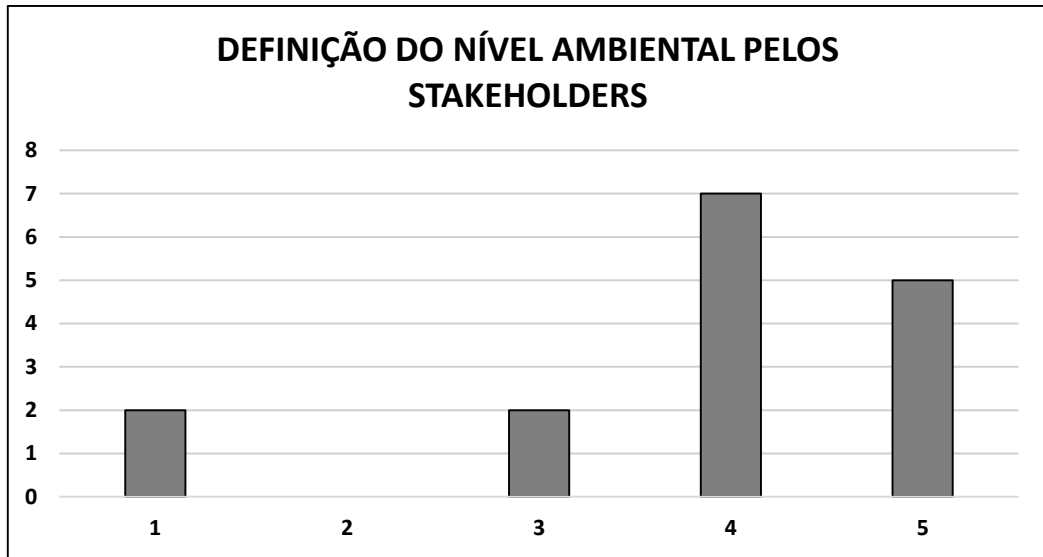


Figura 4.2: Atribuição de pesos aos indicadores ambientais pelos *stakeholders* com percentagem igual 43,75% classificando-o como nível 4.

Quanto ao ranqueamento dos indicadores relacionados ao critério ambiental, foram definidos como os dez prioritários: o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (81,9%), a presença de recursos hídricos na área de extração (80,9%), tratamento de efluentes (80,9%), presença de corredor ecológico (79,04%), a elaboração e execução do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) (78,09%), geração de efluentes tóxicos (77,14%), impactos irreversíveis (77,14%), liberação dos gases do efeito estufa (GEE) (76,19%), vulnerabilidade da barragem de rejeitos (76,19%) e assoreamento de rios e lagos (74,28%).

Aprovada em 2010, a Lei nº12.305 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que é tida como um instrumento importante para o avanço do Brasil em relação ao enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos, advindos do manejo incorreto dos resíduos gerados pelas diversas atividades (MMA, 2010). Se tratando da mineração, o plano de gerenciamento dos resíduos sólidos, definido como principal subcritério do critério ambiental, é um documento jurídico que comprova a capacidade da empresa gerenciar os resíduos produzidos ao longo dos processos de exploração, promovendo a redução da geração de resíduos, propondo práticas de consumo sustentável, o aumento da atividade da reciclagem e a destinação ambientalmente correta dos rejeitos gerados, gerando mais segurança nos processos.

Visando o gerenciamento e a garantia da perpetuidade da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, foi criada em 1997 a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei 9.433 de 1997. A lei apresenta um conjunto de diretrizes, metas e programas relacionados a promoção da participação social e do estabelecimento de um pacto nacional para a definição de

políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, sob a ótica do desenvolvimento sustentável assegurando os direitos que garantem a qualidade deste recurso para as presentes e futuras gerações (MMA).

Relacionando a água com a mineração pode ser apresentado um quadro de sobreposição de concentrações de áreas de exploração mineral com áreas de elevada demanda hídrica, assim como o sudeste brasileiro, que possui uma grande malha urbana. De acordo com Ciminelli (2010), além de conflitos originados para que seja mantido a boa qualidade dos recursos hídricos presentes na área de exploração, há a necessidade cada vez maior das mineradoras em ampliar escalas espaciais para o aproveitamento dos minérios, no intuito de um maior aproveitamento e redução de custos e investimentos, passando a ser considerado não mais um intervenção local e sim territorial.

Sendo a água um recursos essencial a vida no planeta, é possível observar que este tem conseguido manter seu ciclo continuado por séculos sustentando todo o meio físico e a biodiversidade, sendo também considerado como elemento estratégico para o desenvolvimento tanto econômico quanto social. Porém, é observado, em especial no Brasil, um país rico em bacias hidrográficas, é que os múltiplos usos atribuídos a este recurso e a intensidade de sua exploração, tanto superficial quanto subterrânea, gerou uma lista de impactos e suas consequências atingem o solo, a atmosfera, a biosfera, a sociedade e outros. Estas consequências tem impacto na área ambiental, econômica e social e gera insegurança coletiva entre os envolvidos (ROGERS et al., 2006; MARTINELLI et al., 2010).

A água é considerado um dos insumos principais para o setor mineral, possuindo estreita relação com a quantidade disponível, as formas de uso e reaproveitamento e as formas de descarte. Classificado pelos *stakeholders* como segundo subcritério de maior peso dentro do critério ambiental e descrito por Tundisi et al., (2014), a água é um recurso que necessita de uma busca intensa de inovações que promovam a sua melhor gestão e o controle da geração de efluentes potencialmente tóxicos, reduzindo o riscos de impactos negativos como o aumento da eutrofização, da sedimentação, da contaminação por metais pesados, entre outros.

A exigência da apresentação obrigatória do PRAD é fundamentada no princípio de que as áreas ambientalmente perturbadas pelas atividades de mineração devem ser devolvidas à comunidade ou ao proprietário superficiário nas condições desejáveis e apropriadas ao retorno do uso original do solo ou naquelas necessárias para a implantação de outro uso futuro, desde que escolhido por consenso entre as partes envolvidas e afetadas pela mineração (LIMA; FLORES; COSTA, 2006).

Porém, de acordo Sánchez (2010), são poucos os estudos compreensivos acerca dos

resultados dos planos de recuperação e ele questiona a situação dos PRADs, se são realmente implementados, se apresentam uma relação de medidas eficazes para a recuperação ambiental, se as empresas dispõem de recursos humanos e financeiros para a implementação das medidas previstas nos PRADs e se as mesmas são capazes de apresentar evidências concretas que demonstrem os resultados obtidos na recuperação das áreas degradadas.

O princípio a nortear a restauração de ecossistemas degradados, principalmente pela mineração, é restabelecer as funções do solo de modo a propiciar condições iniciais adequadas para a revegetação. A principal e mais difícil restauração a ser feita no solo degradado é qualitativa e diz respeito ao seu potencial para o desenvolvimento da vegetação, englobando retenção de água e nutrientes. (DUARTE; CASAGRANDE, 2006).

Vários princípios para a sustentabilidade, incluindo o princípio da precaução e da manutenção da biodiversidade, podem ser baseados no simples fato da observação e mapeamento da área de exploração, por um estudo de impacto ambiental e o relatório gerado a partir deste. Assim, a descrição da área estaria atrelada a observação de áreas ambientalmente protegidas ou que possuem funções ambientais de alto valor como os corredores ecológicos (MUDD, 2007).

A destruição acentuada de habitats naturais é considerada como uma das principais causas da extinção de espécies animais e vegetais, onde a fragmentação de áreas contínuas que se transformam em mosaicos isolados do habitat inicial, pela explorações dos recursos naturais, causam efeitos como o efeito de borda e o isolamento de habitats e como consequência diminuem as relações ecológicas, a variabilidade genética, perda de espécies exóticas, entre outros (PIMM, RAVEN, 2000; TANIZAKI-FONSECA, MOULTON, 2000; SAUNDER et al., 2001).

A vegetação é um importante agente de impedimento físico à ação dos agentes intempéricos, aos processos erosivos sobre os taludes, à ação direta da chuva sobre o solo pelo dossel das plantas e dos resíduos vegetais que formam uma camada protetora, que absorve o impacto da chuva, prevenindo a dissociação e o carreamento de partículas provocadas pelas gotas, reduzindo o escoamento superficial e aumentando o tempo de absorção da água pelo solo, o que acaba reduzindo os riscos de erosão e de instabilidade que é provocada pela movimentação de massa nos taludes (GOMES; SILVA, 2013; MANHAGO, 2008; BEZERRA, 2013).

O fechamento de minas e o uso futuro das áreas de extração demandam uma reflexão profunda em função do legado e dos passivos ambientais ocasionados pela mineração. Em consequência, na Cimeira do Rio de 1992, diversos autores enfatizam a importância da

exploração, inovação tecnológica e a reabilitação ambiental. A fase pós extração, dentro do ciclo de vida de uma mina é tida como uma das mais importantes na avaliação da sustentabilidade ambiental, pois é quando são examinados o saldo de benefícios e malefícios ocasionados (YOUNGER, 2006; SANCHEZ, 2011; AMEZAGA, ROTTING, YOUNGER, 2011).

Como resultado da crescente busca pela conscientização em relação as questões ambientais, existe desde a década de 1980 uma correspondente necessidade de legislações ambientais mais rigorosas para o planejamento dos projetos de exploração mineral, em todas as escalas. Como modelos de resultados expressivos, tem-se as empresas Australianas onde as empresas tem aplicado a base da sustentabilidade em suas atividades, promovendo melhorias ambientais e sociais, e os benefícios econômicos para as empresas se mantém assim como antes e o retorno para as comunidades incorre nem sempre em custos financeiros, mas na promoção de operações com potencial para contribuir para o bem estar da população, melhoria das práticas de gestão e prevenção de resíduos, melhoria da eficiência energética e da água, entre outros (DAVIES; OSANO, 2005; GUERIN, 2006).

Quanto a abordagem dos subcritérios relacionados ao critério social, os resultados obtidos vão de encontro com o trabalho realizado por Laurence (2011), que descreve que a mineração pode contribuir para desenvolvimento, concentrando-se nos êxitos econômicos, ambientais e também trazendo resultados positivos para a comunidade, porém os pilares abordados pelo *Tiple Bottom Line* não conseguem cobrir todas áreas com equidade, principalmente em relação aos fatores que inferem sobre o critério social.

A atribuição dos pesos pelos *stakeholders* refletem a importância e magnitude dos possíveis impactos de cada critério, sendo definido como nível 3 (FIGURA 4.3) com uma porcentagem de 56,25% em relação a distribuição dos pesos em valores máximos o critério social, apresentando danos considerados como regulares, com necessidade de resolução o mais rápido possível e com tendência de piorar a médio prazo. Apresentando assim menor intensidade e peso dentro dos princípios da sustentabilidade quando comparado ao critério ambiental, tanto em relação ao número de subcritérios descritos pela literatura quanto ao nível de gravidade, urgência e tendência atribuído.

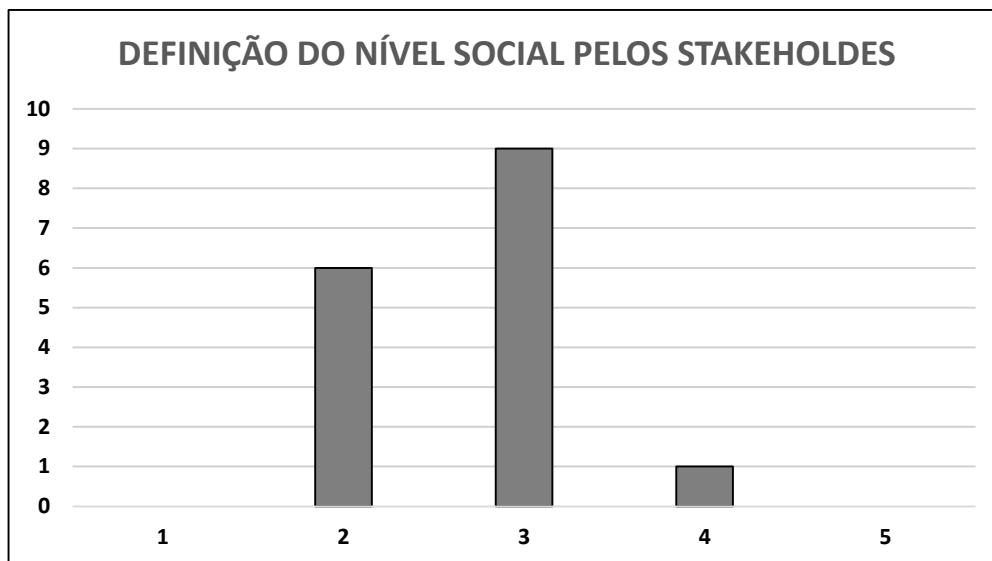


Figura 4.3: Atribuição de pesos aos indicadores sociais pelos *stakeholders* com porcentagem igual 56,25% classificando-o como nível 3.

Quanto ao ranqueamento dos subcritérios relacionados ao critério social, foram definidos como os dez prioritários: Condições de trabalho seguras (67,61%), Impacto sonoro (63,08%), Plano de capacitação para servidores (62,85%), Impacto visual (62,85%), Participação feminina (cargos ocupados) (61,90%), Detonação de explosivos (60,95%), Saúde (histórico de doenças relacionadas à poluição) e segurança (60,95%), Geração de empregos diretos e indiretos (60%), Índice de analfabetismo (57,14%) e Certificação social (57,14%).

Uma exploração mineral para ser considerada como sustentável desse ser segura, apresentar práticas de gestão ambiental e o envolvimento direto com a comunidade, demonstrar práticas economicamente robustas, utilizar dos recursos minerais da forma mais eficiente possível, otimizando o ciclo de vida do projeto de exploração, maximizando os benefícios para a comunidade e o conseqüente aceite da empresa pela comunidade. São necessários investimentos em esforços que garantam que cada parte do sistema seja tão eficiente quanto razoável, atentando-se tanto as metas da empresa quanto as condições a que são submetidas o ambiente e a sociedade interna e externas (LAURENCE, 2011; MORAN; KUNZ, 2014).

A Norma ISO 26.000 de 1 de novembro de 2010, conhecida como a primeira norma internacional a tratar da responsabilidade empresarial social, reacende as esperanças de que as empresas possam lidar melhor com ambiente a sua volta. A norma é baseada nos princípios de responsabilidade, comportamento ético, consideração pelas partes interessadas, legislação e direitos humanos. No entanto, segundo o Ibase, no Brasil, não há obrigatoriedade legal de se publicar o balanço social pelas empresas, o que dificulta a análise crítica da real situação até o momento. Muitas empresas o fazem por motivos que vão do compromisso ético até às vantagens competitivas que isso pode vir a proporcionar, estimulando empresas a divulgarem

anualmente as ações sociais e ambientais desenvolvidas.

Permitir uma compreensão entre todas as partes e um relacionamento positivo com a comunidade envolvida na realização e certificação da atividade promove uma imagem positiva da empresa. Em entrevistas realizadas nas cidades de Araxá e Tapira (MG) revelaram o que moradores locais entrevistados mais gostariam de saber da mineração, concluindo que: (62%) gostaria de saber como ela degrada ou cuida do meio ambiente; (58%) quanto ela deixa de recursos financeiros no município; (51%) quais as benfeitorias em geral ela deixa no município; (47%) como são os seus processos; (44%) quanto ela fatura; (42%) para onde vai o minério e (38%) qual o tipo de minério extraído (ENRIQUEZ et al., 2011).

Uma das principais características do setor mineral, visando a perpetuidade de suas atividades, é a necessidade de mão de obra qualificada, partindo do princípio que seus processos envolvem requisitos desafiadores quanto aos serviços prestados e a infraestrutura regional das áreas exploradas, exigindo uma capacitação ampla e responsável para que sejam alcançadas as metas impostas, tanto econômicas quanto na contribuição para o desenvolvimento e crescimento regional. As formas de distribuição dos recursos minerais é uma importante consideração para a sustentabilidade mineral, onde existem intensos debates em nível internacional sobre os aspectos da distribuição dos valores arrecadados pelo beneficiamento mineral, onde muitos consideram que as comunidades locais, onde os impactos negativos são mais acentuados devem receber uma maior proporção de benefícios (ICMM, 2012; BATTERHAM, 2014; MORAN; KUNZ, 2014).

Os investimentos relacionados ao desenvolvimento e a gestão dos recursos ambientais possuem uma complexidade de variáveis a serem consideradas. A economia de muitos países em desenvolvimento e, em especial, as cidades minerárias, dependem fortemente dos recursos advindos da exploração local (ARYEE, 2002; DAVIES; OSANO, 2005). No entanto, assim como discutido no trabalho de Yu et al., (2001) em uma das principais cidades mineiras no leste da China, a maioria das reservas de recursos minerais tendem a ser esgotadas e o retorno dos recursos dificilmente satisfaz o desenvolvimento e o crescimento das áreas de extração.

Sistemas interpretativos e ferramentas de gestão podem colaborar para que sejam reforçadas as interligações entre as operações, o ambiente e a comunidade, facilitando registros, compreensão e relacionamento entre as partes e o cumprimento das expectativas e objetivos de todas as partes interessadas. Descrições de impactos ambientais e sociais em regiões mineradas são necessárias para que se possa compreender o atual estado do ambiente natural e humano. Assim se torna possível uma avaliação entre as etapas o processos que compõem o projeto de exploração promovendo melhorias entre as etapas do passado, do presente e do futuro

(MORAN; KUNZ, 2014; GOMEZ; HEBERT, 2014).

Com a elaboração deste índice e com a atribuição de nível 3 ao critério social, é esperado que sejam incorporadas medidas de mitigação de impactos como os impactos sonoros e visuais, além de uma estruturação por parte das empresas em relação a preparação de seus funcionários e capacitação dos mesmo para o desenvolvimento de atividades dentro das organizações, permitindo crescimento, não extinguindo a participação feminina e capacitando os menos favorecidos. Pois, é nítido que a inclusão do aspecto social em debates mundiais e principalmente quando avaliadas práticas sustentáveis é considerado desvalido em relação ao foco da sustentabilidade.

O conceito de confiança, responsabilidade e a construção de uma reputação corporativa está completamente associada ao desempenho social corporativo e ao desempenho financeiro almejado pelas atividades industriais. Essa relação pode ser afetada diretamente pela alocação de recursos, pois uma empresa sustentável é sinônimo de bons negócios, sendo em um futuro próximo a única forma duradoura e lucrativa de empreender (SWIFT, 2001; BENJAMIN; SIMON; BIILENT, 2005; LOURENÇO; CARVALHO, 2013).

Quando questionados sobre o critério econômico e seus indicadores, os *stakeholders* definiram que o critério economia possui o nível mais baixo dentre os princípios adotados pelo *Triple Bottom Line*. Quando admitida a porcentagem relativa entre os *stakeholders* o critério econômico foi descrito como de nível 2 (FIGURA 4.4) com uma porcentagem de 50% em relação a distribuição dos pesos em valores máximos. Ficando o critério denominado como responsável por danos leves dentro da sustentabilidade mineral, em que a prioridade é baixa podendo esperar para a solução dos problemas pois somente poderá piorar a longo prazo.



Figura 4.4: Atribuição de pesos aos indicadores que compõem o critério econômico pelos *stakeholders* classificando-o como nível 2 com 50%.

Os recursos minerais foram considerados como responsáveis pelo crescimento econômico de muitos países, contudo a maioria destes países não conseguiram realizar um crescimento distribuído, focado na equidade entre as partes interessadas, o que pode ser explicado pela má gestão econômica e pouca aplicabilidade em investimentos e retornos a comunidade e a recuperação das áreas impactadas. A mineração, assim como qualquer outro setor industrial, deve ser delineada de modo que os produtos proporcionem um resultado positivo tanto para as empresas, visando o lucro esperado, quanto para o bem estar humano e dos ecossistemas (KUMAH, 2006; ICM, 2012).

A ordem de classificação dos dez subcritérios que compõem o critério econômico no ranqueamento abordado pela presente pesquisa foram: Investimento em tecnologia ambiental (55,23%), Investimento local (estradas, rodovias, saneamento básico) (54,28%), Produção anual (51,42%), Compensação financeira (CEFEM) (51,42%), Número de empregados (50,4%), Desenvolvimento econômico regional (49,52%), Receita bruta (49,52%), Crescimento econômico regional (48,57%), Fornecedores locais (41,90%), Renda municipal líquida disponível (poder de compra de cada cidadão) (41,90%).

A questão econômica abordada dentro de um projeto de exploração mineral se refere a busca pelo aumento do desempenho financeiro de uma mina, que está diretamente relacionado a inovação tecnológica, redução de custos, geração mínima de resíduos, recuperação de áreas impactadas, que, conseqüentemente, evita o pagamento de multas e assinaturas de termos de ajustamento de conduta, entre outros. Muitos países desenvolvidos e em desenvolvimento, dotados de recursos minerais, durante séculos conseguiram manter como fonte de riqueza e atividade principal o extrativismo mineral, porém hoje encontram-se em quadros retrógrados (KUMAH, 2006), reduzindo a economia e buscando novas fontes de exploração e desenvolvimento. Este fato pode ser explicado pela adoção de práticas não sustentáveis e tênues, que desencadeiam a exaustão destes recursos e a não promoção de um desenvolvimento equânime entre as partes envolvidas.

A província de Shanxi, na China, é um modelo de exploração mineral em bases insustentáveis, onde ampla gama de recursos de carvão dispostos em diferentes pontos da província promovem o desenvolvimento atual da economia local, porém, a sobrevivência da população está ameaçada devido ao déficit de bens e serviços ambientais com qualidade não satisfatória a sadia qualidade de vida e em processo de exaustão. Além do esgotamento dos recursos que dinamizam a economia local estarem em processo de exaustão e a economia estar conseqüentemente, estacionada e reduzida ao longo dos anos, devido ao baixo retorno em investimentos local e recuperação das áreas impactadas o uso futuro das áreas será

impossibilitado pela baixa qualidade em que se encontram (HONG et al., 2011).

Os riscos ambientais, assim, têm um forte potencial de afetar a qualidade dos bens e serviços prestados pelo ambiente, e o retorno econômico sustentável aos acionistas, definido como geração e distribuição de lucros a longo prazo. Ao mesmo tempo que eficiente e responsável pelo beneficiamento econômico, ambiental e social, e ainda, pela qualidade de vida da sociedade e capacidade de desenvolvimento e crescimento regional. Tendo como exigência uma melhoria ambiental e, conseqüentemente, socioeconômica contínua nas fases de exploração, operação e encerramento promovendo o desenvolvimento e a sustentabilidade no setor de mineração (HILSON; MURCK, 2000; BARKEMEYER et al., 2011).

Contudo, é importante observar que um dos aspectos mais importantes relacionados a elaboração do índice de sustentabilidade proposto e da atribuição dos pesos abordados ao longo desta discussão provêm do intuito da minimização dos problemas relacionados à escassez dos recursos minerais, a minimização e mitigação dos riscos e impactos negativos associados à realização das operações e promoção de um desenvolvimento e crescimento com equidade entre as partes interessadas. Possibilitar que assim seja tangível à sustentabilidade para o setor mineral e que esta seja avaliada, compreendida e melhorada a cada avaliação com a adoção dos critérios selecionados.

4.4.1 ÍNDICE DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE MINERAL

Mediante a natureza não-renovável dos recursos minerais, os processos e desafios da implementação da sustentabilidade são em tese mais difíceis. No entanto, os indicadores, pela sua natureza, possuem a capacidade de auxiliar os tomadores de decisão e integrar as partes interessadas, reduzindo os impactos socioambientais negativos e melhorando a economia das operações. Para que seja considerada sustentável a atividade deve demonstrar práticas líderes em gestão ambiental, envolvimento comunitário, ser econômica e usar de forma eficiente os recursos extraídos. Se na maioria ou totalidade esses critérios foram atendidos o projeto será otimizado, os benefícios à comunidade serão maximizados, a indústria conseguirá manter um bom relacionamento com a comunidade e a gestão ambiental será eficiente (AZAPAGIC, 2004; LAURENCE, 2011).

A situação do desenvolvimento da exploração mineral, em que a geração de impactos negativos é muito superior ao processo de conservação e adesão da sustentabilidade, exige que sejam descritas métricas e métodos de avaliação para apoiar a correta tomada de decisão, o gerenciamento das operações e processos que compõem o projeto central e todas as decisões

que promovam impactos nas três esferas da sustentabilidade. No trabalho realizado por Silva et al., (2010) é destacado o uso de indicadores como ferramenta padrão para estudos nacionais e internacionais, de forma a tornar a avaliação compreensiva e capaz de atuar como base para uma análise crítica para o desenvolvimento em todas as dimensões, permitindo a verificação dos impactos e o acompanhamento da melhoria destes.

A primeira progressão é tornar-se mais eficiente. Portanto, como descrito pelos autores Maserá; Astiers; Ridaura (2000) e por Sichie et al., (2007) para que um índice atenda às necessidades previstas, além de possuir de uma base concisa e eficiente, deve conter também uma informação numérica a ser utilizada para a representação e interpretação de sua aplicação. Pela aplicação de lógicas e quantificação dos critérios estabelecidos é possível a realização de um cálculo final. Se tratando de uma atividade que possui indicadores tanto qualitativos quanto quantitativos, a valoração dos critérios para a elaboração do presente índice foi baseado no método GUT, transformando todos os dados em quantitativos, tornando todos os dados úteis e com valores reais (QUADRO 4.2).

Quadro 4.2- Pesos atribuídos aos indicadores para o somatório final do índice. (continua)

AMBIENTAL	PESO	SOCIAL	PESO	ECONÔMICO	PESO
Plano de gerenciamento de resíduos sólidos	0,041910331	Condições de trabalho seguras	0,061631944	Investimento em tecnologia ambiental	0,085798817
Presença de recursos hídricos na área de extração	0,041423002	Impacto sonoro	0,058159722	Investimento local (estradas, rodovias, saneamento básico)	0,084319527
Tratamento de efluentes	0,041423002	Plano de capacitação para servidores	0,057291667	Produção anual	0,079881657
Presença de corredor ecológico	0,040448343	Impacto visual	0,057291667	Compensação financeira (CEFEM)	0,079881657
Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD)	0,039961014	Participação feminina (cargos ocupados)	0,056423611	Número de empregados	0,078402367
Impactos irreversíveis	0,039473684	Detonação de explosivos	0,055555556	Desenvolvimento econômico regional	0,076923077
Geração de efluentes tóxicos	0,039473684	Saúde (histórico de doenças relacionadas à poluição) e segurança	0,055555556	Receita bruta	0,076923077
Liberação de gases do efeito estufa (GEE)	0,038986355	Geração de empregos diretos e indiretos	0,0546875	Crescimento econômico regional	0,075443787

Quadro 4.2- Pesos atribuídos aos indicadores para o somatório final do índice. (continua)

Vulnerabilidade da barragem de rejeitos	0,038986355	Índice de analfabetismo	0,052083333	Fornecedores locais	0,065088757
Assoreamento de rios, lagos, etc.	0,038011696	Certificação social	0,052083333	Renda municipal líquida disponível (poder de compra de cada cidadão).	0,065088757
Poeira tóxica	0,038011696	Presença de patrimônio cultural	0,052083333	Taxa de capital próprio (taxa de retorno mínimo requerido pelos investidores para realizar um determinado investimento)	0,063609467
Presença de erosão	0,037524366	Iniciativa cultural	0,051215278	Fundo de desenvolvimento comunitário (1% do lucro líquido)	0,063609467
Plano de fechamento de mina	0,037037037	Multas trabalhistas	0,051215278	Fundo de desenvolvimento social (1% receita bruta receita líquida)	0,060650888
Alteração completa da paisagem	0,037037037	Auxílio creche	0,050347222	PIB Municipal	0,044378698
Avaliação de Impacto Ambiental	0,036549708	IDH Municipal	0,048611111		
Medidas de prevenção de danos ambientais	0,036549708	Índice de escolaridade dos funcionários	0,048611111		
Uso futuro das áreas de extração	0,03460039	Certificação de riscos operacionais	0,048611111		
Acidentes ambientais (histórico)	0,03411306	Relacionamento com a comunidade (histórico de manifestações, aceitação pública da atividade, solicitação de intervenção pública).	0,044270833		
Área desmatada	0,033625731				
Pendências ambientais	0,033138402				
APP (percentual de área ocupada por instalações dentro de APPs)	0,032651072				
Reserva legal (presença ou ausência)	0,031676413				

Quadro 4.2- Pesos atribuídos aos indicadores para o somatório final do índice.

Processos ambientais vigentes	0,030701754				
Ação civil pública	0,030214425				
EIA – RIMA	0,030214425				
Assinatura de Termo de Ajustamento de Conduta (TACs)	0,029239766				
Avaliação ambiental periódica	0,028752437				
Certificação ambiental	0,028265107				
	1		1		1

A busca pela sustentabilidade é caracterizada pela visão de longo prazo, acompanhamento de resultados e incorporação das partes interessadas nos resultados obtidos. Assim, os indicadores passam a compor uma medida que aponta a real situação e o futuro a que estas estão submetidas, possibilitando adequação do comportamento da empresa, correção e mitigação de impactos negativos. A medida de cada indicador e sua inter-relação, pode ser usada para ilustrar de forma simples e objetiva a atual situação da sustentabilidade do setor mineral e suas consequências ambientais, sociais e econômicas (SCOTT; MARSDEN, 2003; DONNELLY et al., 2006; GUIMARÃES; FEICHAS, 2009; EZEQUIEL, 2010; THERIVEL, 2010).

Um importante aspecto da sustentabilidade, determinante no sucesso de sua avaliação como um sistema integrado, é que não existe a possibilidade remota de determinar o grau de sustentabilidade de uma atividade considerando apenas os indicadores de um dos critérios de todo o sistema. Sendo a sustentabilidade determinada por um conjunto de fatores (econômico, social e ambiental) e sendo estes complementares, todos devem ser contemplados no cálculo final do índice (BOUNI, 1996). Para isso, foi elaborada a equação 3 que integra todos os indicadores e assim, será possível determinar o grau de sustentabilidade em que as empresas do setor mineral se encontram.

$$\underline{\underline{\Sigma sf = PESO(A1) + PESO(A2) + PESO(A3) \dots PESO(S1) + PESO(S2) + PESO(S3) \dots PESO(E1) + PESO(E2) + PESO(E3)}}$$

n

(Equação 3)

Em que: $\sum sf$ significa somatório da sustentabilidade final; A1, A2 e assim por diante se referem aos indicadores ambientais; S1, S2 e os demais se referem aos indicadores sociais; E1, E2 e sucessivos se referem aos indicadores econômicos; e n se refere ao número de critérios que compõem o índice. Estes quando presentes atribui-se o valor do peso estabelecido pelos *stakeholders* através da metodologia GUT (QUADRO 4.2).

Ressalta-se que a alguns dos pesos serão atribuídos valores negativos por se tratarem de indicadores indesejáveis dentro da sustentabilidade mineral, ou seja, quando ocorrem são considerados impactos negativos da atividade. Estes indicadores são: impactos irreversíveis, geração de efluentes tóxicos, liberação de gases do efeito estufa (GEE), vulnerabilidade da barragem de rejeitos, assoreamento de corpos d'água, poeira tóxica, presença de erosão, alteração completa da paisagem, acidentes ambientais (histórico), área desmatada, pendências ambientais, processos ambientais vigente, ação civil pública, impacto sonoro, impacto visual, detonação de explosivos, saúde (histórico de doenças relacionadas à poluição) e multas trabalhistas. Ao fim, para que seja estipulado a porcentagem final obtida pela empresa, o qual o almejado é de 70%, será realizado o somatório dos pesos obtidos pelos critérios ambiental, social e econômico e dividido por 3 (número de critérios).

Portanto, as empresas que atingirem o percentual igual ou superior a 70% dos pesos serão consideradas sustentáveis; empresas que não atingirem esse percentual serão descritas como necessárias a um reenquadramento de suas atividades ao padrão sustentável desejável. Assim, a partir da elaboração do presente índice, tendo como base norteadora uma ampla revisão de literatura com indicadores de natureza quantitativa e qualitativa e o *Triple Bottom Line*, é possível aferir, hoje e ao longo do tempo, o desempenho econômico, social e ambiental das empresas, da comunidade e das partes interessadas, tendo como medida definitiva para o sucesso de uma gestão e dos minerais a sustentabilidade no uso deste recurso. E com isso, cada vez mais as empresas serão movidas pela competitividade relacionada a uma gestão baseada na integração da base sustentável.

4.4.2 APLICAÇÃO DA MÉTRICA DE AVALIAÇÃO PROPOSTA

Ao solicitar o acesso ao banco de dados da SUPRAM, referente ao número de empreendimentos com licenças expedidas e em atividade na microrregião definida como área de estudo, os autores obtiveram livre acesso aos arquivos. Ao realizar as buscas foram encontradas um total de 106 (cento e seis) empreendimentos em atividade. Para a realização do

presente artigo foram selecionados dois empreendimentos, um de pequeno e um de grande porte, localizados no município de Poços de Caldas, onde atualmente encontram-se 19 empresas com licenças concedidas e em operação. A seleção destas empresas se deu por localizarem-se em um município marcado pela presença intensa dos domínios Mata Atlântica e Cerrado descritos como *hotspots* brasileiros, diversas áreas fragmentadas, corredores ecológicos e áreas de preservação permanente, o que gera um forte interesse pela conservação e medidas de recuperação das áreas degradadas.

Tabela 4.1- Cidades abordadas e número de empreendimentos em atividade.

MUNICÍPIOS	NÚMERO DE EMPREENDIMENTOS
Poços De Caldas	19
Andradas	20
Caldas	17
Santa Rita de Caldas	8
Botelhos	1
Bandeira do Sul	2
Campestre	6
Inconfidentes	3
Jacutinga	9
Monte Sião	5
Ouro Fino	18
Albertina	Não possui nenhum empreendimento
Ibituruna	Não conta no registro

Algumas áreas são biologicamente mais diversas que outras, fato este inquestionável, portanto é mais eficiente que se proteja essas áreas em relação as mais pobres por garantir um fluxo gênico contínuo, uma maior diversificação de espécies, possibilidade de reprodução de espécies endêmicas, entre outros motivos. Publicado como resultados obtidos pelo trabalho realizado por Myers (1990) foi diagnosticado, em um primeiro momento como esforço global, algumas regiões em todo o planeta onde encontram-se espécies prioritárias a conservação, fato este que vai ao encontro com as áreas que sofrem maior destruição e exploração de seus recursos. A implicação econômica de conservação dessas áreas deriva do fato que preservando essas áreas, mesmo que em menor escala, serão conservados um número grande de espécies, tanto animal quanto vegetal, e seus respectivos habitats a um custo consideravelmente mais baixo do que a preservação de grandes áreas com um número menor de espécies e ainda que são encontradas em outras áreas, o que justifica a área escolhida.

Mediante a aplicação do questionário elaborado (ANEXO C) foi possível investigar o grau de sustentabilidade em que as empresas de pequeno e grande porte selecionadas se encontram, classifica-las como sustentável ou não e ainda apontar os pontos principais a serem reanalisados pelos gestores por serem de total importância e contribuição para a adesão de uma

exploração sustentável pela empresa. Com a normalização dos pesos atribuídos pelos *stakeholders* a cada um dos indicadores de acordo com sua gravidade, urgência e tendência, tendo definido o valor total de cada critério (ambiental, econômico e social) e realizado seu somatório final (Wf) (QUADRO 4.2), foi possível, e através das respostas obtidas pelos gestores das empresas ao questionário, levantar os resultados apresentados no (QUADRO 4.3), onde para cada resposta apresentada pelos gestores atribuía-se o peso relacionado ao indicador em questão e em sua ausência o valor 0; após esta etapa foi realizado o somatório e atribuído a porcentagem, inicialmente, individual de cada critério.

Quadro 4.3- Pesos alcançados pelas empresas em análise. (continua)

CRITÉRIO AMBIENTAL	PESO NORMALIZADO	EMPRESA DE PEQUENO PORTE	EMPRESA DE GRANDE PORTE
Plano de gerenciamento de resíduos sólidos	0,041910331	0,041910331	0
Presença de recursos hídricos na área de extração	0,041423002	0,041423002	0,041423002
Tratamento de efluentes	0,041423002	0	0,041423002
Presença de corredor ecológico	0,040448343	0,040448343	0,040448343
Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD)	0,039961014	0,039961014	0,039961014
Impactos irreversíveis	0,039473684	0,039473684	0,039473684
Geração de efluentes tóxicos	0,039473684	0,039473684	0,039473684
Liberação de gases do efeito estufa (GEE)	0,038986355	0	0
Vulnerabilidade da barragem de rejeitos	0,038986355	0,038986355	0,038986355
Assoreamento de rios, lagos, etc.	0,038011696	0,038011696	0,038011696
Poeira tóxica	0,038011696	0,038011696	0
Presença de erosão	0,037524366	0	0,037524366
Plano de fechamento de mina	0,037037037	0,037037037	0,037037037

Quadro 4.3- Pesos alcançados pelas empresas em análise. (continua)

Alteração completa da paisagem	0,037037037	0,037037037	0
Avaliação de Impacto Ambiental	0,036549708	0,036549708	0,036549708
Medidas de prevenção de danos ambientais	0,036549708	0,036549708	0,036549708
Uso futuro das áreas de extração	0,03460039	0	0
Acidentes ambientais (histórico)	0,03411306	0,03411306	0
Área desmatada	0,033625731	0	0
Pendências ambientais	0,033138402	0,033138402	0,033138402
APP (percentual de área ocupada por instalações dentro de APPs)	0,032651072	0	0
Reserva legal (presença ou ausência)	0,031676413	0,031676413	0
Processos ambientais vigentes	0,030701754	0,030701754	0,030701754
Ação civil pública	0,030214425	0,030214425	0,030214425
EIA – RIMA	0,030214425	0	0,030214425
Assinatura de Termo de Ajustamento de Conduta (TACs)	0,029239766	0,029239766	0,029239766
Avaliação ambiental periódica	0,028752437	0	0,028752437
Certificação ambiental	0,028265107	0,028265107	0,028265107
TOTAL	1	0,722222222	0,677387914

CRITÉRIO SOCIAL	PESO NORMALIZADO	EMPRESA DE PEQUENO PORTE	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
Condições de trabalho seguras	0,061631944	0,061631944	0,061631944
Impacto sonoro	0,058159722	0	0,058159722
Plano de capacitação para servidores	0,057291667	0,057291667	0,057291667

Quadro 4.3- Pesos alcançados pelas empresas em análise. (continua)

Impacto visual	0,057291667	0	0
Participação feminina (cargos ocupados)	0,056423611	0	0,056423611
Detonação de explosivos	0,055555556	0,055555556	0
Saúde (histórico de doenças relacionadas à poluição) e segurança	0,055555556	0,055555556	0,055555556
Geração de empregos diretos e indiretos	0,0546875	0,0546875	0,0546875
Índice de analfabetismo	0,052083333	0	0,052083333
Certificação social	0,052083333	0	0
Presença de patrimônio cultural	0,052083333	0	0
Iniciativa cultural	0,051215278	0	0,051215278
Multas trabalhistas	0,051215278	0,051215278	0,051215278
Auxílio creche	0,050347222	0	0
IDH Municipal	0,048611111	0	0,048611111
Índice de escolaridade dos funcionários	0,048611111	0	0,048611111
Certificação de riscos operacionais	0,048611111	0,048611111	0,048611111
Relacionamento com a comunidade (histórico de manifestações, aceitação pública da atividade, solicitação de intervenção pública).	0,044270833	0,044270833	0,044270833
TOTAL	1	0,4730903	0,732638889

CRITÉRIO ECONÔMICO	PESO NORMALIZADO	EMPRESA DE PEQUENO PORTE	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
Investimento em tecnologia ambiental	0,085798817	0,085798817	0,085798817

Quadro 4.3- Pesos alcançados pelas empresas em análise.

Investimento local (estradas, rodovias, saneamento básico)	0,084319527	0,084319527	0,084319527
Produção anual	0,079881657	0,079881657	0,079881657
Compensação financeira (CEFEM)	0,079881657	0,079881657	0,079881657
Número de empregados	0,078402367	0,078402367	0,078402367
Desenvolvimento econômico regional	0,076923077	0,076923077	0,076923077
Receita bruta	0,076923077	0,076923077	0,076923077
Crescimento econômico regional	0,075443787	0,075443787	0,075443787
Fornecedores locais	0,065088757	0,065088757	0,065088757
Renda municipal líquida disponível (poder de compra de cada cidadão).	0,065088757	0,065088757	0,065088757
Taxa de capital próprio (taxa de retorno mínimo requerido pelos investidores para realizar um determinado investimento)	0,063609467	0	0
Fundo de desenvolvimento comunitário (1% do lucro líquido)	0,063609467	0	0,063609467
Fundo de desenvolvimento social (1% receita bruta receita líquida)	0,060650888	0,060650888	0,060650888
PIB Municipal	0,044378698	0,044378698	0,044378698
TOTAL	1	0,872781065	0,936390532

Após este levantamento, tem-se que a empresa de pequeno porte obteve 72,27% dos pesos para relacionados ao critério ambiental e a empresa de grande porte obteve 67,78% dos pesos. Se tratando do critério social, a empresa de pequeno porte obteve 47,22% dos pesos e a de grande porte 73,17%. Por fim, quando analisado o critério econômico a empresa de pequeno porte alcançou 87,72% dos pesos e a empresa de grande porte 93,63% (FIGURA 4.5).

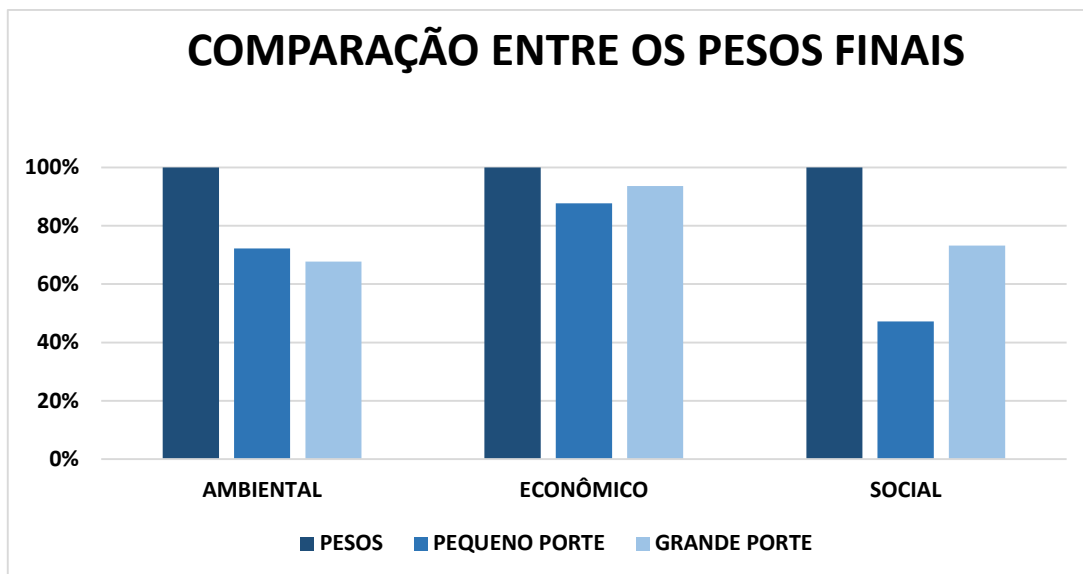


Figura 4.5- Resultados e comparação entre os pesos estipulado por *stakeholders* e alcançados pelas empresas de pequeno e grande porte.

Alguns autores, dentre eles (LOURENÇO; CARVALHO, 2013), afirmam que quando o assunto tratado é a sustentabilidade, os holofotes tem estado em especial sobre a dimensão ambiental. No entanto, quando observado este critério de forma isolado já é possível observar inúmeras dificuldades e desafios que o tema traz a sociedade, o que pode ser demonstrado pelas empresas avaliadas, onde somente uma das empresas consegue alcançar a sustentabilidade nessa dimensão. É importante ressaltar que considerando o fato da capacidade de investimentos seria esperado que a empresa de grande porte obtivesse esse adjetivo, visto que seu retorno econômico é mais estável e essa é uma das maiores justificativas para a não adesão de medidas e tecnologias limpas, no entanto assim como observado, muitas vezes as empresas de grande porte ainda não consideram de total relevância esse critério. No caso estudado é notório o empenho das duas empresas, visto que mesmo a empresa de grande porte não sendo considerada sustentável neste critério ela alcança uma alta porcentagem. Para Eugênio (2010), o relato das informações ambientais pelas empresas continuam a ser recente, porém contudo avanços significativos são registrados, assim como os resultados aqui apresentados.

No entanto, avançar em direção a equidade entre as três dimensões que compõem o tripé da sustentabilidade torna o desafio ainda maior, pois ao adotar essa filosofia, as organizações consideram uma posição de prosperidade, justiça e qualidade integrada entre os critérios econômicos, ambientais e sociais. Se, em um determinado momento, um desses não for considerado sustentável o desenvolvimento como um todo poderá vir a ser afetado. Deve-se ainda ter em mente que o termo sustentabilidade trata-se de uma questão ética que visa garantir a qualidade de vida das presentes e futuras gerações, mantendo uma relação positiva entre as

relações que envolvem o indivíduo e o ambiente como um todo (MEADE; PRESLEY; SARKIS, 2007; GARCIA; GARCIA, 2014).

No estudo realizado por Medeiros (2003) sobre a proposta de um modelo de gestão integrada de qualidade, meio ambiente, segurança e saúde em prol do desenvolvimento sustentável para a atividade de mineração, foi observado que um sistema de gestão integrada, tanto de caráter avaliativo como de gestão, voltado para a sustentabilidade é um importante ferramenta para a evolução da questão, além de promover uma competitividade entre as empresas. Assim, como é o objetivo principal da elaboração do índice em validação realizar uma avaliação integrada e que promova o desenvolvimento com equidade a fim de promover a inclusão do adjetivo sustentável à atividade de mineração, foram analisados os três parâmetros que compõem o *Tiple Bottom Line* de forma conjunta.

Foram descritos como instrumentos de fatores críticos em uma gestão empresarial integrada, baseado na Agenda 21, no trabalho realizado por Rossetto et al., (2006) em prol da sustentabilidade os seguintes tópicos: inclusão territorial, estrutura e inclusão social, educação, cultura, saúde, lazer, segurança pública, participação política, desenvolvimento de capacidade técnicas e organizacionais; a preservação dos ecossistemas e sua qualidade e por fim as financeiros municipais e economia local. O que vai ao encontro com os pontos principais a serem reanalisados pelos gestores das empresas estudadas por serem de total importância e contribuição para a adesão de uma exploração sustentável pelas empresas e por não permitirem que estas sejam enquadradas como sustentáveis, sendo estes: PGRS, Tratamento de efluentes, Liberação de gases do efeito estufa, emissão de poeira tóxica, certificação social, IDH Municipal, Iniciativa cultural, fundo de desenvolvimento social, entre outros.

No entanto, é notório, que as empresas tratam os assuntos sociais e ambientais de forma diferente. Visto que o investimento nas questões ambientais podem reduzir os custos da produção, evitar acidentes ambientais e melhorar a imagem da empresa frente ao consumidor e aos acionistas, este critério tem se tornado um benefício para ambas as partes (PORTER; VAN DER LINDE, 1995; ZADEK, 2004). Como demonstrado nos resultados obtidos pelos pesquisadores Benites e Polo (2013), os indicadores referentes ao critério social demonstram, mesmo em seus fatores considerados críticos, estão em pior desempenho e mais uma vez, mantendo as expectativas de outras décadas, os indicadores com melhor desempenho são os que compõem o critério econômico.

Em situações práticas é possível observar que a ação de medir, ou avaliar, e acompanhar o desempenho sustentável tem auxiliado os decisores a conceitualizar objetivos, estudar e descrever diversas alternativas e implementar políticas norteadoras e em bases sólidas. Quando

presente, a conexão entre a métrica corporativa e a sustentabilidade evidencia-se práticas de governança que emitem transparência, equidade e responsabilidade para com todas as partes (BOLMANN, 2001; BOLLMANN; MARQUES, 2001) e quando empregado o correto método de avaliação, como o aqui proposto e validado, é possível uma abordagem setorial e integrada, auxiliando na correta tomada de decisão, promovendo o crescimento econômico, a proteção ambiental e a equidade social.

O grande diferencial e gerador de destaque no meio industrial se deve hoje a postura ética e comprometimento das empresas com seus acionistas, com a comunidade onde atua e com o meio ambiente. Portanto, ao concluir os estudos de caso, afirma-se que o índice proposto atende as necessidades descritas como essenciais por Gallopin (1996) e por Andrade et al., (2013), sendo este adaptado a realidade das empresas de países tanto em desenvolvimento como aos desenvolvidos, podendo ser aplicado em empresas de pequeno, médio e grande porte como proposto por SCILIAR, 2007; FILHO; VIANA, 2012, abrangendo aos interesses das diversas partes interessadas e permitindo o desenvolvimento equânime das mesmas como proposto pela agenda 21, gerando o mínimo de impactos ambientais possíveis e estipulando medidas de mitigação dos que ainda são inevitáveis segundo as inúmeras legislações instituídas, além de promover uma qualidade de vida satisfatória a toda a sociedade, incluindo as presentes e futuras gerações.

4.5 CONCLUSÕES

É possível aceitar a mineração como atividade sustentável. Acredita-se que o crescimento econômico e o desenvolvimento esperado pelos investidores e proprietários de empresas que realizam a exploração mineral sejam otimizados com a adoção de métodos de exploração que reduzem os impactos e conseqüentemente gerando menos investimento com a recuperação das áreas degradadas. Com isso, serão também reduzidas atividades como ações civis públicas, responsabilidade por danos irreversíveis, assinaturas de termo de ajustamento de conduta, entre outros. Além disso, uma melhor imagem da empresa acarreta a otimização de vendas e novos investimentos, reduzindo os investimentos próprios em tecnologias limpas e elementos que contribuam para o melhor desempenho empresarial. Com o retorno adequado as comunidades locais, os benefícios também serão múltiplos, desde o aproveitamento de infraestruturas deixadas como legados ao município até a capacitação e profissionalização da

sociedade, permitindo que o desempenho e desenvolvimento do município não cesse após o encerramento das atividades, contribuindo de forma geral para a qualidade de vida das presentes e futuras gerações.

Através da realização da revisão sistemática de literatura realizada para a seleção dos indicadores para este trabalho, foi possível analisar e descrever as diversas métricas já propostas para a avaliação da sustentabilidade mineral e o motivo do insucesso das mesmas. Com isso, foram diagnosticadas falhas como: o auto investimento necessário para execução das mesmas; o não atendimento a toda a legislação vigente; pouca visibilidade dos mesmos; insuficiência para reversão do quadro insustentável em que as empresas se encontram; a ausência de técnicas únicas para se avaliar os três critérios base da sustentabilidade; a adesão das métricas pelos diferentes portes empresariais; entre outros, que permitiram a exclusão destas neste índice abrangendo o maior número possível de organizações.

Com a realização dos múltiplos estudos de caso, como forma de validação do índice de sustentabilidade da atividade mineral proposto e a partir da exatidão dos resultados obtidos, onde nenhuma das duas empresas estudadas devem ser consideradas como sustentáveis mediante aos critérios que compõem o tripé da sustentabilidade não alcançarem 70% do peso esperado, considera-se o mesmo ser de grande importância, eficiência e aplicabilidade. A inovação deste modelo em relação aos demais consiste na agregação de indicadores tanto qualitativos quanto quantitativos, onde através do uso do *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) foi possível a valorização de cada indicador e atribuir-lhe pesos através do uso de especialistas na causa, representando todas as partes interessadas.

Foi possível observar com a realização de cada uma das etapas a inclusão de indicadores abrangente, específicos e críticos, além de abordar os tópicos definidos como essenciais pela legislação para a atividade de mineração em perspectivas separadas e integradas, permitindo uma avaliação eficaz de cada indicador e critério e a sua interferência no todo, permitindo que através de um acompanhamento sejam promovidas melhorias, minimização e mitigação dos impactos. Contudo propõe-se que sejam realizados novos trabalhos com o maior número de *stakeholders* possíveis e em diferentes regiões, verificando assim as diferentes perspectivas encontradas e realizando o fechamento de um conjunto de critérios universal mediante os mais diversos interesses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMEZAGA, J.S., ROTTING, T.S., YOUNGER, P.L. A RichVein? Mining and the Pursuit of Sustainability. **Environ. Sci. Technol.** Newcastle, 45. UK. 2011, p.21–26.

ANCIAUX, P. Sustainable development indicators for the EU non-energy extractive industry. In: **A review on indicators of sustainability for the mineral extraction industries**. Rio de Janeiro. CETEM, 2005.

ANDRADE, R. M. Qualidade de vida no trabalho dos colaboradores da empresa Farben S/A indústria química. Monografia, 52 f (Pós-graduação em gestão empresarial) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2012.

ARYEE, B.N.A., 2001. Ghana's mining sector: its contribution to the national economy. **Resources Policy** 27 (2), 61–75.

AYRES, R. U., VAN DEN BERGH, J. C. J. M., & GOWDY, J. M. Strong versus weak sustainability: economics, natural sciences and 'consilience'. *Environmental Ethics*, 23(1), 155-168. 2011.

AZAPAGIC, A. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. **J. Cleaner Prod.**12, 639–662. 2004.

BARKEMEYER, R., FIGGIE, F., HAHN, T., LIESEN, A., MULLER, F., **Sustainable Value Creation by Pulp and Paper Companies**.2011.Disponível em: <<http://www.sustainablevalue.com>>. Acesso em: 29 set. 2016.

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

BARROS, D.A. Campos de altitude sob interferência da mineração de bauxita no planalto de Poços de Caldas, MG. Tese de doutorado (Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras. Lavras. 142 p. 2014.

BATTERHAM, R. Lessons in sustainability from the mining industry. **Procedia Engineering** 83, 2014. p.8–15.

BELLO, C. V. V. Uma proposta de sistema de gerenciamento empresarial voltado ao desenvolvimento sustentável: a visão integrada, quadro de referência e seus condicionantes e requisitos. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2001

BENITES, L. L. L.; PÓLO, E. F. A sustentabilidade como ferramenta estratégica empresarial: governança corporativa e aplicação do *Triple Bottom Line* na Masisa. **Revista de Administração da UFSM**, n. Edição Especial, p. 827-841, 2013.

BENJAMIN, A. N.; SIMON, J. B.; BÜLENT, M. Corporate reputation, stakeholders and the social performance-financial performance relationship. **European Journal of Marketing**, n. 9-10, p. 1184-1198, 2005.

BEZERRA, J. F. R. Reabilitação de áreas degradadas por erosão em São Luis/MA. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p.31-65.

BOLLMANN, H. A. Metodologia para avaliação ambiental integrada. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (Orgs.). **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo: Educ/Comped/Inep, 2001.

BOLMANN, H.A.; MARQUES, D. da M. Gestão ambiental integrada de bacias hidrográficas: bacia do rio Cachoeiras — São Mateus do Sul-PR. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, n. 3, p. 45-65, jul./set. 2001.

BOUNI, C. Indicateurs de développement durable: l'enjeu d'organiser une information hétérogène pour préparer une décision multicritère. In: **Colloque International**, Abbay De Fontevraud-Indicateurs De Développement Durable, Paris. 1996.

BRASIL. Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 28 jun. 2016.

CASTRO, F. G. et al. A Methodology for conducting integrative mixed methods research and data analyses. *Journal of Mixed Methods Research*. n. 4, p. 342–360, 2010.

CIMINELLI, V. S. T. Os Recursos Hídricos e a Indústria Mineral – uma plataforma para o desenvolvimento nacional sustentável. Nota técnica à Academia Bras. Ciências. Rio de Janeiro. 4 pp. 2010.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. *Designing and conducting mixed methods research*, California: Sage Publications, 265p., 2007.

DAVIES, T.C., OSANO, O. Sustainable mineral development: case study from Kenya. **Geological Society London Special Publications** 250(1). United States. January, 2005. p.87-94.

DEMAJAROVIC, J.; AUGUSTO, E.E.F.; SOUZA, M.T.S. Logística reversa de REEE em países em desenvolvimento: desafios e perspectivas para o modelo brasileiro. **Ambiente & Sociedade** n São. n. 2 n p. 119-138 nº abr-jun. 2016.

DONELLY, A. et al. Decision support framework for establishing objectives, targets and indicators for use in a strategic. **Impact Assessment and Project Appraisal**. N 24:2. p. 151-157. 2006.

DONG, J., CHI, Y., ZOU, D., FU, C., HUANG, Q., NI, M. Energy environment economy assessment oswast management systems from a life cycle perspective: model development and case study. **Applied Energy** 114, p. 400 – 408. 2014.

DUARTE, R. M. R.; CASAGRANDE, J. C. A interação solo–vegetação na recuperação de áreas degradadas. In: BARBOSA, L. M. (Coord.). **Manual para recuperação de áreas**

degradadas do estado de São Paulo: matas ciliares do interior paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p. 2-69.

EGGERT, R. Mining, sustainability and sustainable development. In: Maxwell, P.M. (Ed.), **Australian Mineral Economics**. Aus IMM Monograph 24, 2006.

ENRÍQUEZ, M. A. R.; FERNANDES, F. R. C.; ALAMINO, R. C. J. A mineração das grandes minas e as dimensões da sustentabilidade. IN: FERNANDES, F. R. C.; ENRÍQUEZ, M. A. R.; ALAMINO, R. C. J. (orgs). Recursos naturais e sustentabilidade natural. **Grande Minas**. Rio de Janeiro. 2011.

EUGÊNIO, T. Avanços na divulgação de informação social e ambiental pelas empresas e a teoria da legitimidade. **Revista Universo Contábil**, FURB, n. 1, p. 102-118, jan./mar. 2010.

FLEURY, P. F., MONTEIRO, F.J.R.C. **O desafio logístico do e-commerce**. São Paulo: Editora Publicare. Revista Tecnológica, ano VI, n. 56, p. 34-40. jul. 2000.

FREEMAN, R.E. Strategic Management: a Stakeholder Approach. Pitman Publishing Inc, Marshfield, Massachusetts, USA. 1994.

FREITAS, A.H.A., MAGRINI, A. Multi-criteria decision-making to support sustainable water management in a mining complex in Brazil. **Journal of Cleaner Production**. 2013.

GALLOPIN, G. C. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A system approach. *Environmental Modelling & Assessment*, p.101-117, 1996.

GIBSON, R. Favouring the higher test: contribution to sustainability as the central criterion for reviews and decision under the Canadian environmental assessment act. *Journal of Environmental Law and Practice* 2006;10(1):39e54.

GOMES, A. M.; SILVA, A. C. **Reabilitação da cobertura vegetal de área degradada por empréstimo de materiais**. 2002. Disponível em: <<http://www.cemacufra.com.br/trabalhospdf/trabalhos%voluntarios/Protc%2092.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2016.

GOMEZ, J.C., HERBERT, J.H. Environmental analysis of mining operations: Dynamic tools for impact Assessment. **Minerals Engineering** 76, 2015. P.87-96.

GOODLAND, R. DALY, H. Environmental sustainability: universal and non-negotiable. *Ecological Applications*, No. 4. pp. 1002-1017. 1996.

GRI - Global Reporting Initiative. Sustainability Reporting Guidelines 2002 on Economic, Environmental and Social Performance. Global Reporting Initiative, Boston, USA. 2002. Available at: <<http://www.globalreporting.org>> Acesso em: 17 nov. 2016.

GUERIN, T.F. A survey of sustainable development initiatives in the Australian mining and minerals industry. **Miner. Energ.** 20, 3e4. 2006.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **‘Geomorfologia ambiental’**. Bertrand Brasil, Rio de

Janeiro, 2006.

GUIMARÃES, R.P.; FEICHAS S. A. Q. Desafios na Construção de Indicadores de Sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, Campinas. n. 2; jul-dez, 2009.

HILSON, G.; MURK, B. Sustainable development in the mining industry: Clarifying the corporate perspective. **Resources Policy**, 26(4), 2000. p. 227–238.

HERMANN, B.G., KROEZE, C., JAW, W. Assessing environmental performance by combining life cycle assessment, multi-criteria analysis and environmental performance indicators. **Journal of Cleaner Production**. 15 (18), 1787-1796. 2007.

HOLDEN, M. Sustainability indicator systems within urban governance: usability analysis of sustainability indicator systems as boundary objects. **Ecol. Ind.** 32, 89–96. 2013.

HONG, G., KAI, Z., HANWEN, Z. Research on sustainable development of resource-based small industrial and mining cities-A case study of Yangquan town, Xiaoyi, Shanxi Province, China. **Procedia Engineering** 21, 2011.p.633-640.

IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração). 2005. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**. Disponível em: < <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/> >. Acesso 25 set. 2016.

ICHEME. Sustainable Development Progress Metrics Recommended for use in the Process Industries. 2004. Disponível em: <<http://www.icheme.org/sustainability/metrics.pdf>,> Acesso em: 11 jul. 2016.

ICMM, 2012. Our Work: Sustainable Development Framework. International Council on Mining and Metals, London, <<http://www.icmm.com/our-work/sustainable-development-framework>>Acessoem: 26 set. 2016.

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ISE). 2016. Disponível em: <http://isebvmf.com.br/arquivos/494/ISE_2016_-_GLOSSARIO.pdf> Acesso em 24 de outubro de 2016.

KEPNER, C.H.; TREGOE, B.B. O administrador nacional. São Paulo: Atlas. P. 58. 1981.

KHALILI, N.S., DUECKER, S. Application of multi-criteria decision analysis in design of sustainable environmental management system framework. **Journal Of Cleaner Production**. 2013.

KLASSMANN, A. B.; BREHM, F. A.; MORAES, C. A. Percepção dos funcionários dos riscos e perigos nas operações realizadas no setor de fundição. **R. Est. Tecnológicos**. Vol. 7, n. 2, p.142-162. 2011.

KUMAH, A. Sustainability and gold mining in the developing world. **Journal of Cleaner Production** 14, 2006. P.315-323.

KRAJNC, P.; GLAVIC, D. Howto compare companies on relevant dimensions of sustainability, **Ecological Economics** 55 (2005) 551–563.

- KURKA, T. Application of the analytic hierarchy process to evaluate the regional sustainability of bioenergy developments. **Energy** **62**. 393-402. 2013.
- LAHDELMA, R., SALMINEN, P., HOKKANEN, J. Using multicriteria methods in environmental planning and management. **Environ. Manage.** 26 (6), 595–605. 2000.
- LAURENCE, D. Establishing a sustainable mining operation: an overview. **Journal of Cleaner Production** **19**, 2011. p. 278-284.
- LIMA, H. M.; FLORES, J. C. C. & COSTA, F. L. Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo. **REM: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, 59(4): 397-402. 2006.
- LIU, K.F.R. Evaluating environmental sustainability: na integration of multiple criteria decision – making and fuzzy logic. **Environmental Management** **39**, 721-736. 2007.
- LOURENÇO, M.L.; CARVALHO, D. Sustentabilidade social e desenvolvimento sustentável. **RACE**, Unoesc, n. 1, p. 9-38, jan./jun. 2013.
- MANHAGO, S. R. Técnicas de revegetação de Talude de Aterro Sanitário. 2008. 18 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.
- MARTINELLI, L. A. et al Dissolved nitrogen in rivers: comparing pristine and impacted regions of Brazil. **Braz. J. Biol.** n° 3 (suppl.) pp. 709 – 722. 2010.
- MARTINS, R. A. Princípios da pesquisa científica. In: MIGUEL, P.A.C. (Org.). Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 1 ed. Rio de Janeiro, Campus/Elsevier, p. 5-29, 2010.
- MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. El marco de Evaluación MESMIS. **Sustentabilidad y Sistemas Campesinos**. México: GIRA-Mundi-Prensa, p.13–44, 2000.
- MATHE, S. Integrating participatory approaches into social life cycle assessment: the SLCA participatory approach. **Int. J. Life Cycle Assess.** 19, 1506–1514. 2014.
- MECHI, A.; SANCHES, D.L. Impactos ambientais da mineração no estado de São Paulo. **Estudos avançados**. São Paulo. 24 (68), 2010.
- MEDEIROS, E. B. **Um modelo de gestão integrada de qualidade, meio ambiente, segurança e saúde ocupacional para o desenvolvimento sustentável**: setor de mineração. Florianópolis, 2003. 151 p.
- MENDONÇA, H. F. Credibilidade das metas de inflação: uma análise aplicada ao caso brasileiro. **Economia Aplicada**, n. 4, p. 729-742, set./dez. 2003.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, n.1, p. 216-229, 2007.
- MILUTINOVIC, B., STEFANOVI, G., DASSISTI, M., MARKOVI, D., VUCKOVI, G. Multi-

criteria analysis as a tool for sustainability assessment of a waste management model. **Energy** **74**. p.190-201. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2010. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>> Acesso em 07 fev 2017.

MMSD. Breaking New Ground: The Report of the Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD) Project; Earthscan: London, UK. 2002.

MOLDAN, B.; JANOUAKOVÁ, S.; HÁK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. **Ecological Indicators**, p. 4-13, 2012.

MOTTA, R.A. (1995) Contabilidade ambiental: teoria, metodologia e estudos de casos no Brasil, IPEA, Rio de Janeiro.

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** **84**, 2014. P.16-26.

MUDD, G.M. Global trends in gold mining: Towards quantifying environmental and resource sustainability? **Resources Policy**, 32. 2007.

MYERS, N. The biodiversity challenge: expanded hot-spots analysis. **The Environmentalist** 10(4), p.243-256. 1990.

NIEKAMP, S., BHARADWAJ, U.R., SADHUKHAN, J. CHRYSSANTHOPOULOS, M.K. A multi-criteria decision support framework for sustainable asset management and challenges in its application. **Journal of industria and production engineering**, 32 (1), 2015. P.44-57.

ORTEGA, E. **Manual de Investigación Comercial**. Pirámide, Madrid. 1990.

OSKARSON, P. Governing India's bauxite mineral expansion: Caught between facility ating investment and mediating social concerns. **The extractive industries and society**. 2015.

PAYET, A. The Equator principles: A True Milestone in the Approach of the Banking Community in Project-Financing? How Environmental and Social Concerns Pervaded the Banking Perception of Project-Financing. 1stEdn University of Essex, Essex, England, 2004. p.128-149.

PIMM, S.L., RAVEN, P. Extinction by numbers. **Nature** **403**. p. 843 – 845, 2000.

PORTER, M.; LINDE, C. V. Green and Competitive: Ending the Stalemate. **Harvard Business Review**. P.120-134, 1995.

PRESLEY, A.; MEADE, L.; SARKIS, J. A strategic sustainability justification methodology for organizational decisions: A reverse logistics illustration. **International Journal of Production Research**. n. 8-19, p. 4595-4603, 2007.

RODRIGUES, G.L. Poeira e ruído na produção de brita a partir do basalto e gnaisse na região

de Londrina e Curitiba, Paraná: incidência sobre trabalhadores e meio ambiente. 2004. 171 p. Tese (Doutorado) Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2004.

ROGERS P. P. et al. Water Crisis: myth or reality? Fundation Marcelino Botin. **Taylor & Francis**.330 pp. 2006.

ROSSETO, A.M., ORTH, D.M., ROSSETTO, C.R. Gestão Ambiental Integrada ao Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro 40(5):809-40, 2006.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SÁNCHEZ, L. E. Planejamento e gestão do processo de recuperação de áreas degradadas. In: ALBA, J. M. F. (Ed.). **Recuperação de áreas mineradas**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2010. p. 103-121.

SAUNDER, D.A., HOBBS, R.J., MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**. p. 18-32, 2000.

SENANTE, M.M., MARQUES, R.C., PEREZ, F., GOMES, T. GARRIDO, R.S., CABALLERO, R. Assessing the sustainability of water companies: A synthetic indicator approach. **Ecological indicators**. 2016.

SESI-SEBRAE. Dicas de prevenção de acidentes e doenças no trabalho. SESI-DN, 2005. Disponível em: < http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1227209981.pdf> Acesso em: out. 2015.

SCLIAR, Moacyr. História do Conceito de Saúde. **PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 17(1): 29-41, 2007.

SOTILLE, M.A. A ferramenta GUT – gravidade, urgência e tendência. PM Tech Capacitação em projetos. 2014. Disponível em <<http://www.pmtech.com.br/PMP/Dicas%20PMP%20-%20Matriz%20GUT.pdf>> Acesso em: 09 jan. 2017.

TANIKASI-FONSECA. K., MOULTON. A fragmentação da mata atlântica no estado do Rio de Janeiro e a perda da biodiversidade. p.22-35. In BERGALLO, H.G., ROCHA, C.F.D., ALVES, M.A.S. **A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro**. Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro. 2001.

TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B.; CAMPOS, D.A.; FERNANDES, J.; TREVISAN, P.; VIEIRA, V. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Academia brasileira de ciências. Rio de Janeiro.76p. 2014.

THERIVEL, R. **Strategic Environmental Assessment in action**. 2ª Ed. London: Earthscan, 2010.

VASCONCELOS, S.C.S.; VASCONCELOS, C.I.S.; NETO, J.M.M. Riscos ambientais causados na extração mineral: estudo de caso em uma mineração à céu aberto. **Polêmica Revista Eletrônica**. Vol. 12, nº2. 2013.

VIANA, M.B. Avaliando minas: índice de sustentabilidade mineral (ISM). Tese de doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Brasília. 2012.

SWIFT, T. Trust, reputation and corporate accountability to stakeholders. **Business Ethics: a European Review**, n. 1, p. 16-26, jan. 2001.

WARD, B., AND DUBOS, R. Only one Earth: The care and maintenance of a small planet. **W.W. Norton & Co, Inc**: New York, 1972.

YANG, Q. Sustainable Development Evaluation Model in Mining Areas Based on Coal Full Cost. **Advances in information Sciences and Service Sciences (AISS)** Number16, Sept, 2012.

YOUNGER, P. L. The water footprint of mining operations in space and time - a new paradigm for sustainability assessments. In Proceedings of the Australasian Institution of Mining and Metallurgy Water in Mining Conference. Brisbane, Australia. 2006. p 13-21.

YILMAZ, B., HARMANCIOGLU, N. B. Multi-criteria decision making for water resoucer management: a case study of the gegiz river basin, Turkey. **Water Research Commission**, South Africa. 2010.

YU, J., YAO, S., CHEN, R., ZHU, K., YU, L.A Quantitative integrated evaluation of sustainable development of mineral resources of a mining city: a case study of Huangshi, Eastern China. **Resource policy**. 30. 7-19. 2005.

XIAO, Y. Comprehensive Performance Appraisal of Steel Enterprises in Lowcarbon Economy Background (in Chinese). Dissertation. Central South University of Forestry and Technology. Changsha, China. 2010.

ZADEK, S. The Path to Corporate Responsibility. **Harvard Business Review**. December, 2004, 82, 12, pp. 125-132.

ANEXO B – Questionário aplicado aos *stakeholders*

Quadro 4.4- Valores dos pesos a serem atribuídos aos critérios.

Pontos	Gravidade	Urgência	Tendências
5	Extremamente grave.	Necessário uma ação imediata.	Se nada for feito, o potencial de agravamento é imediato.
4	Muito grave.	Muito urgente.	Irá piorar em um curto período de tempo.
3	Grave.	Urgente. Merece atenção a curto prazo. Resolver o mais cedo possível.	Vai piorar.
2	Pouco grave.	Pouco urgente. Pode esperar algum tempo.	Tende a piorar.
1	Sem gravidade.	Pode esperar. Não apresenta pressa.	Irá manter-se com tendência a não piorar, podendo haver até uma melhoria.

Fonte: Klassman (2011). Adaptado.

Abaixo, seguem as tabelas para o julgamento e atribuição dos pesos aos critérios ambiental, econômico e social e seus subcritérios considerando sua experiência e conhecimento inigualáveis sobre a temática meio ambiente, recursos naturais renováveis e não renováveis e sustentabilidade, acredito que possa proporcionar grandeza aos nossos objetivos e contribuir de forma significativa para o desenvolvimento desta pesquisa:

Tabela 4.2- Critérios selecionados para avaliação da sustentabilidade do setor mineral e aplicação de pesos. (continua)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIOS	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
AMBIENTAL	Plano de gerenciamento de resíduos sólidos			
	Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD)			
	Uso futuro das áreas de extração			

Tabela 4.2-Critérios selecionados para avaliação da sustentabilidade do setor mineral e aplicação de pesos.
(continua)

	Presença de recursos hídricos na área de extração			
	Presença de corredor ecológico			
	APP (percentual de área ocupada por instalações dentro de APPs)			
	Reserva legal (presença ou ausência)			
	Presença de erosão			
	Certificação ambiental			
	Avaliação de Impacto Ambiental			
	Acidentes ambientais (histórico)			
	Medidas de prevenção de danos ambientais			
	Área desmatada			
	Impactos irreversíveis			
	Plano de fechamento de mina			
	Assoreamento de rios, lagos, etc.			
	Alteração completa da paisagem			
	Poeira tóxica			
	Geração de efluentes tóxicos			
	Tratamento de efluentes			
	Liberação de gases do efeito estufa (GEE)			
	Pendências ambientais			
	Assinatura de Termo de Ajustamento de Conduta (TACs)			
	Ação civil pública			
	Processos ambientais vigentes			
	EIA - RIMA			
Avaliação ambiental periódica				
Vulnerabilidade da barragem de rejeitos				

Tabela 4.2- Critérios selecionados para avaliação da sustentabilidade do setor mineral e aplicação de pesos.
(continua)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIOS	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
SOCIAL	Índice de analfabetismo			
	Iniciativa cultural			
	Participação feminina (cargos ocupados)			
	Plano de capacitação para servidores			
	Auxílio creche			
	Certificação social			
	IDH Municipal			
	Presença de patrimônio cultural			
	Relacionamento com a comunidade (histórico de manifestações, aceitação pública da atividade, solicitação de intervenção pública).			
	Geração de empregos diretos e indiretos			
	Condições de trabalho seguras			
	Impacto visual			
	Impacto sonoro			
	Detonação de explosivos			
	Saúde (histórico de doenças relacionadas à poluição) e segurança			
	Multas trabalhistas			
	Índice de escolaridade dos funcionários			
	Certificação de riscos operacionais			

Tabela 4.2- Critérios selecionados para avaliação da sustentabilidade do setor mineral e aplicação de pesos.

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIOS	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
ECONÓMICO	Desenvolvimento econômico regional			
	Crescimento econômico regional			
	Investimento local (estradas, rodovias, saneamento básico)			
	Produção anual			
	Receita bruta			
	Número de empregados			
	PIB Municipal			
	Investimento em tecnologia ambiental			
	Compensação financeira (CEFEM)			
	Taxa de capital próprio (taxa de retorno mínimo requerido pelos investidores para realizar um determinado investimento)			
	Fundo de desenvolvimento comunitário (1% do lucro líquido)			
	Fundo de desenvolvimento social (1% receita bruta receita líquida)			
	Fornecedores locais			
	Renda municipal líquida disponível (poder de compra de cada cidadão).			

ANEXO C – Questionário aplicado as empresas selecionadas para análise

AMBIENTAL

1. A empresa está atenta ao desempenho econômico pós-exaustão mineral da cidade onde realiza extração?

- SIM
 NÃO

Se sim, qual o planejamento estratégico está previsto?

2. Em relação à questão anterior, quais dos documentos abaixo a empresa possui?

- Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD);
 Uso futuro das áreas de extração;
 Plano de fechamento de mina.

Caso não possua nenhum destes, a empresa possui algum anteparo ou documento que resguarde o município ao findar suas atividades?

3. É descrito no Código Florestal Brasileiro (Lei 12.605/2012), na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), na própria Constituição Federal (1988) e intensificou-se e obteve poder de penalidade a partir da aprovação da Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998) o direito fundamental a um ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e devendo ser defendido e preservado pelo Poder Público e pela coletividade. A partir daí, foram atribuídas às empresas inúmeras responsabilidades. Das obrigatoriedades abaixo, quais foram adquiridas ou estão em andamento pela empresa?

- Plano de gerenciamento de resíduos sólidos;
 APP (percentual de área ocupada por instalações dentro de APPs);
 Reserva legal (presença ou ausência);
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA ;
 Relatório de Impacto Ambiental – RIMA;
 CAR.

Em caso de ausência de todos os tópicos acima citados, a empresa espera conseguir os documentos nos próximos meses?

4. É descrito pela Legislação brasileira que as empresas devem acompanhar e estar ciente dos potenciais riscos oriundos de suas atividades ao meio ambiente e sociedade, além de avaliá-los e promover ações de mitigação. Dos termos descritos abaixo, a empresa apresenta:

- Avaliação ambiental periódica;
 Avaliação de Impacto Ambiental;
 Medidas de prevenção de danos ambientais.

A empresa apresenta alguma outra medida de acompanhamento ou de mitigação dos impactos ocasionados?

5. Observa-se que nas últimas décadas muito se tem debatido sobre a expansão dos conflitos e manifestações com o intuito de embargar atividades minerárias ou cobrar por algum impacto socioambiental advindo de suas atividades. Dentre as formas de mitigar ou responsabilizar empresas por danos potenciais ou já retratados tem-se como medidas os termos abaixo. Destes, consta na empresa alguma relação com:

- Ação civil pública;
 Assinatura de Termo de Ajustamento de Conduta (TACs).

Caso não seja assinalado nenhuma das opções acima, a empresa considera o relacionamento que possui com a sociedade positivo? Relate sobre.

6. A empresa possui em seu sistema de avaliação de desempenho ambiental alguma certificação ambiental emitida por organizações acreditadas?

- SIM
 NÃO

Se não, existe alguma razão específica para a empresa ainda não possuir uma certificação?

7. Desde o processo de licenciamento, a empresa sofreu algum processo judicial que se encontra descrito abaixo. Assinale as alternativas ocorrentes.

- Processos ambientais vigentes;
 Pendências ambientais;
 Acidentes ambientais (histórico);
 Impacto ambiental irreversível.

Em caso afirmativo, o item ocorrido já foi solucionado ou finalizado?

8. Dos itens abaixo, indique qual das atividades geradoras de impacto negativo já foi descrito em algum de seus relatórios como presente durante a realização de suas atividades cotidianas.

- Liberação de gases do efeito estufa (GEE);
 Geração de efluentes tóxicos;
 Poeira tóxica ;
 Alteração completa da paisagem;
 Assoreamento de rios, lagos, etc.;
 Área desmatada;
 Presença de erosão.

A empresa, após relatar a ocorrência de um dos itens acima, tomou alguma atitude para que fosse finalizado ou mitigado o impacto?

9. A manutenção dos recursos naturais assegura aos seres vivos a sadia qualidade de vida. Áreas próximas a olhos d'água e hotspots devem ser preservados para que seja mantido o fluxo ecossistêmico. A empresa possui procedimentos ou plano de manejo específico que elimine os riscos à:

- Presença de recursos hídricos na área de extração;
 Presença de corredor ecológico;
 Hotspots;
 Tratamento de efluentes.

SOCIAL

1. O compromisso com a valorização da diversidade cultural local é de suma importância para que seja mantido um bom relacionamento entre as comunidades externas, internas e a empresa. Sendo a cultural local de conhecimento prévio da organização, a empresa possui como características em investimentos culturais:

- a realização de iniciativas culturais;
 Investimento na cultura local;
 manutenção de patrimônios culturais local.

A sociedade usufruiu e considera como positivos estes investimentos?

2. A empresa possui certificação social, devendo esta ser emitida por organizações acreditadas?

- SIM
 NÃO

Se sim, a empresa considera que após adquirir esta certificação o relacionamento com a sociedade foi otimizado?

3. A empresa possui mecanismos de verificação do nível de conhecimento, comprometimento e possibilidades de crescimento do público interno da organização? Se sim, assinale as alternativas que correspondem às atividades realizadas no cotidiano da empresa.

- Análise do índice de analfabetismo;
 análise do índice de escolaridade dos funcionários;
 plano de capacitação para os servidores.

Com isso, a empresa acredita que o rendimento dos funcionários parte do princípio da valorização e investimento neles?

4. É descrito que as empresas devem possuir em seu sistema de gestão uma política corporativa que atinja os aspectos relacionados com a qualidade de vida, saúde, segurança e erradicação da desigualdade entre gênero e cor. Assinale dentre as alternativas abaixo, aquelas que correspondem ao planejamento e gestão de funcionários.

- Multas trabalhistas;
 Participação feminina (cargos ocupados);
 Participação de negros;
 Condições de trabalho seguras;
 Auxílio creche;
 Saúde (histórico de doenças relacionadas à poluição) e segurança.

A partir da implantação de medidas para restringir a desigualdade de gênero, cor, e outros a empresa acredita que o número de mulheres e negros em cargos superiores aumenta?

5. A empresa possui em sua política administrativa tópicos que contemplem o tema: erradicação do trabalho infantil?

- SIM
 NÃO

A empresa possui algum plano de inclusão infantil ou jovem aprendiz?

6. A atividade de extração mineral é responsável por inúmeros impactos ambientais e sociais negativos. Dos citados abaixo, assinale os que competem à empresa.

- Ruídos;
 Impacto sonoro;
 Detonação de explosivos;
 Impacto visual;
 Poeira tóxica.

Existe na empresa alguma medida de mitigação destes impactos?

7. No decorrer das atividades realizadas pela empresa, utilizando dos recursos naturais locais e reduzindo a qualidade dos serviços ambientais prestados pelos ecossistemas antes presente na área, como pode ser considerado o relacionamento da empresa com a comunidade externa (população residente próxima à área de extração). Deve ser levado em consideração o histórico de manifestações, aceitação pública da atividade, solicitação de intervenção pública, etc.

- ótimo
 bom

- regular
- ruim
- péssimo
- não há um relacionamento entre as partes

A empresa se preocupa com a visão da sociedade externa quando ao desenvolvimento de suas atividades? De que forma?

8. É descrito por inúmeros pesquisadores dos temas desenvolvimentos econômico, desenvolvimento socioambiental, mineração, e outros, a influência que a atividade minerária possui sobre a economia dos municípios circunvizinhos. Para isso, além de tecnologias, e um possível desenvolvimento, espera-se que as empresas gerem empregos. A empresa pode ser considerada como geradora de empregos diretos e indiretos para a comunidade local?

- SIM
- NÃO

O quadro de funcionários da empresa apresenta um maior número de contratados locais ou trazidos de outras regiões?

9. A empresa considera-se influente sobre o IDH municipal?

- SIM
- NÃO

Quais fatos lhes permitem essa afirmação?

10. Dentro os diversos riscos descritos como potencial durante a realização da atividade de extração mineral tem-se como um dos principais os riscos operacionais. A empresa possui alguma metodologia de avaliação periódica desses riscos que abranjam falhas de gerenciamento, falhas mecânicas ou até mesmo falha humanas identificando?

- SIM
- NÃO

Se sim existe no plano de gerenciamento de riscos da empresa propostas de contramedidas ou contingência que visem minimizar ou prevenir prejuízos e danos ao ambiente, a economia da empresa e a sociedade envolvida? Discorra sobre.

ECONÔMICO

1. Mediante a prestação dos serviços realizados pela gestão financeira da empresa é apresenta anualmente um calculo anual do lucro advindo de suas atividades locais. Assinale a/as alternativas abaixo que conferem com a prestação de conta da empresa, mediante o lucro arrecadado, ao município:

- Compensação financeira (CEFEM);
- Fundo de desenvolvimento social (1% receita bruta receita líquida);
- Fundo de desenvolvimento comunitário (1% do lucro líquido);
- Taxa de capital próprio (taxa de retorno mínimo requerido pelos investidores para realizar um determinado investimento).

As contribuições cedidas ao município são utilizadas para melhoria do mesmo ou para reestruturação dos impactos ocasionados pelas atividades da empresa?

2. Para a realização de suas atividades, a empresa utiliza como fonte de recursos fornecedores locais?

- SIM

NÃO

AS VEZES

A empresa considera que ao utilizar fornecedores locais está contribuindo para o desenvolvimento econômico municipal?

3. A empresa, durante o período concedido para operação, realiza investimentos locais (estradas, rodovias, saneamento básico, ETEs, etc)?

SIM

NÃO

Se não, já foi analisado pela empresa que com o aumento do tráfego das frotas de caminhões, elevado número de resíduos e efluentes gerados pela empresa acarreta no desgaste do município?

4. Qual o atual número de empregados hoje na empresa?

5. Qual a produção anual alcançada nos últimos 5 anos pela empresa?

6. Visto que inúmeras empresas tem realizado investimentos em tecnologias consideradas limpas e menos agressiva ao meio ambiente, a empresa apresenta algum investimento ou plano de implantação destes?

SIM

NÃO

Qual motivo levou a empresa a essa decisão?

7. A empresa recebe alguma ajuda ou benefício financeiro advindo do governo?

SIM

NÃO

Se sim, este benefício é concebido mediante prestação de serviços ao município?

8. Após o período de instalação, a empresa considera ter havido um aumento na renda municipal líquida disponível (poder de compra de cada cidadão)?

SIM

NÃO

Não é capaz de opinar

O que o leva a esta afirmação?

9. O PIB municipal é afetado positiva ou negativamente pelas empresas ali alocadas. Com o rendimento anual, investimento local, contratação de funcionário, solicitação de fornecedores locais, a empresa se considera influente no PIB do município atuante?

SIM

NÃO

Após findar suas atividades, a empresa julga o município como capaz de manter o atual PIB?

10. Dentre a área de abrangência da empresa, pode-se considerar que a empresa interfere no desenvolvimento econômico regional e não só municipal?

SIM

NÃO

Os municípios afetados pela atividade são devidamente recompensados?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa se propôs, como principal finalidade, realizar a elaboração de um índice de avaliação da sustentabilidade da atividade mineral, partindo da hipótese de que as empresas que aderem em suas atividades ações sustentáveis não sofrem redução dos lucros obtidos pela atividade, mantendo a média estimada de lucro, minimizam gastos destinados a recuperação e mitigação de impactos e ainda melhoram a imagem da empresa frente a sociedade e investidores. Buscou-se em toda a sua extensão utilizar de bases sólidas para alcançar tal objetivo e para isso, utilizou-se de databases como a SCOPUS, que possui um grande número de periódicos depositados com fator de impacto significativo, teve como base documentos atualizados, sendo de 2005 a 2016, além de fazer uma busca por toda a legislação pertinente as causas estudadas. Tal pesquisa foi conduzida pelos métodos de pesquisa de revisão sistemática de literatura, modelagem matemática e múltiplos estudos de casos, permitindo um alto grau de confiabilidade em seus resultados.

Devido à transdisciplinaridade que envolve o termo sustentabilidade, sua complexidade é algo irrevogável e quando associado ao setor mineral, se torna algo ainda mais complexo, pois por um lado trata-se de uma atividade a qual o homem tem extrema dependência e é responsável pelo crescimento e desenvolvimento econômico de diversos países, de outro, as questões socioambientais relacionadas aos diversos impactos que advém desta atividade e por se tratar de um recurso natural não renovável. Os diversos índices de avaliação já desenvolvidos fazem parte de importantes iniciativas e da busca pelo progresso em relação a adesão do adjetivo sustentável a atividade mineral. Diante de algumas falhas diagnosticadas, se viu necessário a elaboração de um índice que atendesse a realidade das empresas de países tanto em desenvolvimento quanto aos desenvolvidos, que abrangesse aos interesses das diversas partes interessadas possibilitando um desenvolvimento com equidade e que possibilite-se o desenvolvimento de todos os processos que compõem os projetos de exploração e beneficiamento mineral gerando o mínimo de impactos ambientais e sociais possíveis, beneficiando de forma direta e indireta as presentes e futuras gerações.

Ao realizar cada uma das etapas, desde a seleção de indicadores abrangentes, específicos e críticos através da revisão sistemática de literatura, e de abordar os tópicos definidos como essenciais pela legislação para a atividade de mineração, até a aplicação de um dos diversos métodos de análise multicriterial, permitindo uma avaliação eficaz de cada indicador e critério e a sua interferência no todo, foi possível elaborar um índice capaz de avaliar os critérios de forma separada e integrada. Com isso, é possível que sejam obtidas informações pertinentes a

uma determinada situação ou realidade, promovido um acompanhamento de cada uma das bases do *Triple Bottom Line*, que sejam realizadas as melhorias necessárias e a minimização e mitigação dos impactos advindos da atividade, tudo isso considerando as bases sólidas utilizadas.

Como relatado em diversos trabalhos envolvendo a sustentabilidade, a influência de um índice como o elaborado e proposto no processo de tomada de decisão para o setor industrial e principalmente para o setor mineral se torna evidente, pois cada vez mais a competitividade entre as empresas está relacionada a uma gestão orientada e integrada, que abrange a preservação dos ecossistemas e a qualidade ambiental, o bem estar da sociedade interna e externa e a prosperidade e crescimento econômico dos *stakeholders*. Assim, tendo que a ideia principal da sustentabilidade mineral é representada pela adoção de estratégias voltadas para o conceito do *Triple Bottom Line*, defende-se e conclui-se que as empresas que investirem em um desenvolvimento em bases sustentáveis não sofreram impactos negativos em seu capital financeiro, pelo contrário, investirão em medidas que propiciam a continuação da atividade e manutenção da aquisição dos benefícios adquiridos através da exploração mineral para todas as partes. Como proposta para estudos futuros e continuação da presente dissertação, propõe-se uma avaliação mais detalhada sobre as empresas que são isentas de alguns critérios como o EIA/RIMA e também estudos que promovam uma métrica de avaliação relacionada aos critérios onde sua ausência significam pontos positivos na avaliação.