

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MINERAL

ANDRÉ QUEIROZ OTELO

**VALIDAÇÃO DE TERMO DE REFERÊNCIA PARA LICENCIAMENTO
AMBIENTAL DE MINERAÇÃO ARTESANAL E DE PEQUENA ESCALA (MAPE)
DE MINÉRIO DE OURO NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Recife

2018

ANDRÉ QUEIROZ OTELO

**VALIDAÇÃO DE TERMO DE REFERÊNCIA PARA LICENCIAMENTO
AMBIENTAL DE MINERAÇÃO ARTESANAL E DE PEQUENA ESCALA (MAPE)
DE MINÉRIO DE OURO NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mineral.

Área de Concentração: Minerais Industriais.

Orientador: Prof. Dr. Júlio César de Souza.

Recife

2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

O87v Otelo, André Queiroz.

Validação de Termo de Referência para licenciamento ambiental de
Mineração Artesanal e de Pequena Escala (MAPE) de minério de ouro no
Estado de Pernambuco / André Queiroz Otelo. – 2018.
216 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Júlio César de Souza.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, 2018.
Inclui Referências e Anexos.

1. Engenharia Mineral. 2. MAPE. 3. Licenciamento ambiental. 4.
Minério de ouro. 5. Termo de Referência. I. Souza, Júlio César de. (Orientador).
II. Título.

UFPE

622.35 CDD (22. ed.)

BCTG/2018-461

ANDRÉ QUEIROZ OTELO

**VALIDAÇÃO DE TERMO DE REFERÊNCIA PARA LICENCIAMENTO
AMBIENTAL DE MINERAÇÃO ARTESANAL E DE PEQUENA ESCALA (MAPE)
DE MINÉRIO DE OURO NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mineral.

Área de Concentração: Minerais Industriais

Aprovada em: 30 de Novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. JÚLIO CÉSAR DE SOUZA
Orientador - (UFPE)

Prof. Dr. ELDEMAR DE ALBUQUERQUE MENOR
Examinador Interno - (UFPE)

Prof. Dr. CARLOS MAGNO MUNIZ E SILVA
Examinador Interno - (UFPE)

Prof. Dr. GUSTAVO ALEXANDRE SILVA
Examinador Externo - (CPRM)

Dedico este trabalho a todos os funcionários públicos, que mesmo com todas as condições adversas, procuram sempre trabalhar em prol da sociedade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, Nossa Senhora, Santa Bárbara e a São Jorge, que nunca me deixaram só no campo de batalha.

A minha esposa Luciana Moser de Sena Otelo, que me ensina a cada dia a ser um ser humano melhor.

Ao meu antigo professor e eterno amigo Carlos Magno Muniz e Silva por sempre me escutar, aconselhar e compartilhar o conhecimento.

Ao meu orientador e amigo Júlio César e a apoiadora Suelen por acreditarem e darem todo apoio necessário para a conclusão deste projeto.

Finalmente aos meus amigos Adelmo Beltrão e Marcus Tibério que sempre me ajudaram para que eu pudesse concluir o curso de mestrado.

Para equacionar racionalmente o Meio Ambiente com o desenvolvimento econômico, deve-se usar o ser humano como catalisador dessa sinergia. E sentir as demandas da Nação, das pessoas e da natureza farão um ecossistema equilibrado, uma sociedade próspera e um País poderoso (Otelo, 2018).

RESUMO

Um dos maiores desafios para a Mineração do Novo Milênio é a integração da Pequena Mineração no sistema ativo e sustentável de exploração dos recursos minerais no tange a todos os aspectos constituintes deste processo. O setor da Mineração Artesanal e de Pequena Escala (MAPE) pode ser definido por baixas despesas e receitas de capital e baixa produtividade, e a Mineração Artesanal (ou lavra garimpeira) em particular caracteriza-se por extração de pedras preciosas, semipreciosas e minerais metálicos ou não metálicos, valiosos, em depósitos de aluvião, cursos d'água ou margens, depósitos secundários, vertentes e altos de morros, mecanização rudimentar, manuais ou máquinas simples ou portáteis, recuperação ineficiente, condições operacionais inseguras e exploração do trabalho. A mineração de minerais metálicos no estado de Pernambuco, dentre eles o minério de ouro, vem conquistando cada vez mais espaço. A mineração de ouro desenvolve-se basicamente através das características da MAPE, o que exige atenção maior ainda quanto ao desenvolvimento da atividade segundo as normas ambientais exigidas. Neste contexto e visando a execução dos trabalhos das MAPEs de ouro em consonância com a legislação mineral vigente e realização das operações de forma controlada, a presente dissertação trata da questão do processo de licenciamento ambiental deste setor através da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), o qual consiste em um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação, e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras dos recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso. Foi sugerido um Termo de Referência (TR) Simplificado e específico para as particularidades do setor de MAPE de ouro elaborado a partir do Termo de Referência geral proposto pelo Ministério do Meio Ambiente, sendo o mesmo validado e avaliado a partir de sua aplicação em uma empresa do setor. Os resultados mostram que o TR consegue atender as exigências necessárias ao licenciamento ambiental considerando todas as suas particularidades, permitindo concluir que esta ferramenta é efetiva no processo de licenciamento ambiental das atividades de extração e beneficiamento de ouro no estado de Pernambuco.

Palavras-chave: MAPE. Licenciamento ambiental. Minério de ouro. Termo de Referência.

ABSTRACT

One of the greatest challenges for the New Millennium Mining is the integration of Small Mining in the active and sustainable system of exploitation of mineral resources in all the constituent aspects of this process. The Small Scale and Artisanal Mining sector (SSAM) can be defined by low capital expenditures and revenues and low productivity, and Artisanal Mining is characterized by the extraction of precious and semiprecious stones and metallic minerals or non-metallic, valuable, in alluvial deposits, water courses or banks, secondary deposits, slopes and hills, rudimentary mechanization, manual or simple or portable machines, inefficient recovery, unsafe operating conditions and work exploitation. The mining of metallic minerals in the state of Pernambuco, among them the gold ore, has been gaining more and more space. Gold mining is developed basically through the characteristics of SSAM, which requires even greater attention regarding the development of the activity according to the required environmental standards. In this context, in order to carry out the work of the gold standard SSAMs in accordance with the current mineral legislation and to carry out the operations in a controlled manner, the present dissertation deals with the issue of the environmental licensing process of this sector through the State Agency of the Environment (CPRH), which consists of an administrative procedure by which the competent environmental agency permits the location, installation, expansion, and operation of enterprises and activities that use environmental resources considered as effective or potentially polluting or those that in any way may cause environmental degradation, considering the legal and regulatory provisions and the technical rules applicable to the case. A Simplified and specific Reference Term (TR) was suggested for the particularities of the gold MAPE sector elaborated from the General Reference Term proposed by the Ministry of the Environment, being it validated and evaluated from its application in a company of the sector. The results show that the TR can meet the requirements for environmental licensing considering all its peculiarities, allowing to conclude that this tool is effective in the process of environmental licensing of gold extraction and beneficiation activities in the state of Pernambuco.

Keywords: SSAM. Environmental licensing. Gold ore. Reference Term.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Ocorrência de ouro nativo com o mineral quartzo.....	17
	Localização das minas com produção <i>Run Of Mine</i> (ROM) acima de	
Figura 2 -	1.000.000 de toneladas em 2016 para as oito principais substâncias	21
	metálicas.....	
Figura 3 -	Fluxograma do processo de licenciamento ambiental.....	44
Figura 4 -	Fluxograma do processo de inspeção ambiental.....	44
Figura 5 -	Localização do projeto de exploração de ouro.....	48
Figura 6 -	Distância de Recife/PE até Salgueiro/PE.....	49
Figura 7 -	Área de beneficiamento do minério.....	50
Figura 8 -	Instalações do paiol de explosivos.....	51
Figura 9 -	Instalações do escritório do empreendimento.....	51
Figura 10 -	Diagrama resumido das etapas de licenciamento ambiental em	56
	Pernambuco.....	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Reservas brasileiras de ouro.....	20
Tabela 2 -	Porte e modalidade de lavra das minas – 2016.....	21
Tabela 3 -	Outorga de títulos minerários - 2016.....	22
Tabela 4 -	Aspectos constitucionais relacionados à meio ambiente no setor mineral..	34
Tabela 5 -	Legislação federal relacionada à meio ambiente no setor mineral.....	34
Tabela 6 -	Resoluções do CONAMA referentes à meio ambiente no setor mineral.....	35
Tabela 7 -	Setor de mineração no estado de Pernambuco.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	OBJETIVOS.....	14
1.2.1	Objetivo Geral.....	14
1.2.2	Objetivos Específicos.....	14
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	OURO.....	16
2.2	PANORAMA DA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE OURO NO BRASIL.....	19
2.3	IMPACTOS AMBIENTAIS.....	22
2.4	MINERAÇÃO ARTESANAL E DE PEQUENA ESCALA (MAPE).....	25
2.5	POLÍTICAS DE MINERAÇÃO ARTESANAL E DE PEQUENA ESCALA...	28
2.5.1	Mineração Artesanal e de Pequena Escala e Desenvolvimento Sustentável.....	30
2.6	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL MINERAL.....	33
2.6.1	Legislação Ambiental Federal.....	33
2.6.2	Licenciamento Ambiental no Setor de Extração Mineral.....	33
2.6.2.1	Procedimentos para licenciamento e inspeção do setor de mineração.....	42
3	METODOLOGIA.....	45
	CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE MAPE DE OURO NO ESTADO DE	
3.1	PERNAMBUCO E SUAS CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E TECNOLÓGICAS.....	45
3.2	CARACTERÍSTICAS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM PERNAMBUCO.....	54
	LEVANTAMENTO DE PROCESSOS DE LICENCIAMENTO	
3.3	AMBIENTAL EXISTENTES NO BRASIL RELATIVOS À MAPE DE OURO.....	56
	DETALHAMENTO DO PROCEDIMENTO ATUAL RELATIVO AO	
3.4	LICENCIAMENTO AMBIENTAL DAS MAPE'S DE OURO JUNTO À CPRH.....	61
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71

	VALIDAÇÃO DO PROCEDIMENTO REALIZADO JUNTO À CPRH DE	
4.1	LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE 1 (UMA) EMPRESA DO SETOR DE	71
	MAPE DE OURO DE PERNAMBUCO.....	
	DISCUSSÃO DOS ASPECTOS ESSENCIAIS PARA O LICENCIAMENTO	
4.2	AMBIENTAL PARA GARIMPOS DE OURO EM PERNAMBUCO	80
	(LAVRA, BENEFICIAMENTO E REJEITOS).....	
5	CONCLUSÕES.....	84
	REFERÊNCIAS.....	85
	ANEXO A - TR (TERMO DE REFERÊNCIA BÁSICO).....	90
	ANEXO B – TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DE	
	RELATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL (RCA) ESPECÍFICO	103
	PARA A ATIVIDADE DE LAVRA GARIMPEIRA.....	
	ANEXO C – TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO E	
	APRESENTAÇÃO DE ESTUDO AMBIENTAL SIMPLIFICADO – EAS,	109
	REFERENTE À PROJETO DE EXTRAÇÃO DE OURO E	
	BENEFICIAMENTO ASSOCIADO.....	

1 INTRODUÇÃO

A mais nova tendência mineira do Estado de Pernambuco consiste na mineração de minerais metálicos. Os mesmos, via de regra, necessitam de uma grande estrutura para sua lavra e beneficiamento, além de serem necessários grandes volumes prontos para abastecer uma indústria bem específica.

O minério de ouro possui uma particularidade, haja vista o seu grande valor econômico. Ele pode estar localizado em grandes profundidades ou em pequenos veios superficiais; para o primeiro, o volume de minério deve justificar um grande empreendimento, mas o segundo, na contramão de toda essa estruturação e investimento, pode ser facilmente explorado com uma pequena estrutura, inclusive através da metodologia de lavra garimpeira.

O ouro disseminado em veios de quartzo a pequenas profundidades favorece um trabalho com investimentos menores, e assim um pequeno volume tem o potencial de gerar lucro ao empreendimento. O grande problema é que, como um formigueiro, as pessoas se acumulam e destroem o que existir à sua frente para conseguir um pouco desse metal amarelo, exercendo as atividades de extração e beneficiamento de forma desestruturada, chegando muitas vezes a caracterizar-se como lavra predatória.

Neste sentido e na tentativa de estabelecimento de trabalhos de extração de forma racional e sustentável, cabe sempre a quem se propõe a explorar essa *commodity* mineral e assim conseguir seu sustento através da atividade mineral a execução dos trabalhos em consonância com a legislação mineral vigente e realização das operações de forma controlada.

1.1 JUSTIFICATIVA

A atividade garimpeira representa um importante e muito peculiar tipo de pequena mineração, que existe desde os ciclos do ouro e do diamante. Como características marcantes dessa atividade, destacam-se as ausências de uma base geológica ou de controle da mineralização, o elevado risco financeiro, o uso de técnicas rudimentares e os severos impactos ambientais na flora, fauna e hidrografia locais etc. em geral as atividades são desenvolvidas em jazidas de aluviões, pegmatitos, veios e filões para a extração de metais nobres, pedras preciosas e semipreciosas e metais básicos de alto valor agregado.

Até 1988, a atividade garimpeira era permitida de forma individual, pelo regime de matrícula, o qual foi extinto pela Constituição de 1988, que extinguiu esse sistema e procurou estimular e fortalecer a forma associativa, isto é, a atividade garimpeira passou a ter como

principal forma de organização a associativa por intermédios de cooperativas. Com isso objetiva-se contribuir para a formalização da atividade com vistas a eliminar todas as atividades ilícitas vinculadas aos garimpos.

A extração de minério de ouro através da mineração de pequena escala e da atividade garimpeira de ouro organizada em associações por meio de cooperativas constitui-se uma realidade no sertão pernambucano. Com pouco investimento e mão-de-obra pouco qualificada, é um meio de sobrevivência para quem vive em um local em que o solo seco pouco tem a oferecer às famílias sertanejas.

Assim, torna-se evidente a necessidade de uma normatização da realização das operações de exploração do minério, bem como constantes monitoramentos para fins de controle desta atividade que, apesar de atrair milhares de pessoas com a promessa de melhoria de vida, facilmente contamina solos, águas e desmata por poucas gramas de minério.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos geral e específicos da presente dissertação são apresentados a seguir.

1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho tem por objetivo geral avaliar a efetividade da aplicação de um termo de referência como modelo de gestão para licenciamento ambiental de Minerações Artesanais e de Pequena Escala de minério de ouro junto à Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH) para que assim a sociedade possa usufruir desta riqueza de maneira racional e sustentável.

1.2.2 Objetivos específicos

- Validar o Termo de Referência elaborado para utilização dentro da CPRH;
- Propor ferramentas que desburocratizem o processo de licenciamento ambiental para projetos de minério de ouro;
- Normatizar a atividade de extração mineral de ouro no estado de Pernambuco.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Essa dissertação se estrutura em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma introdução acerca do tema proposto, com uma visão geral da necessidade e importância da pesquisa realizada, além de seus objetivos e justificativa; o segundo capítulo é constituído pela revisão bibliográfica, que apresenta um panorama nacional e estadual da exploração e produção e minério de ouro e também da legislação ambiental na mineração além de caracterizar o setor de mineração artesanal e de pequena escala; o capítulo três expõe a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta dissertação, que consistiu basicamente em realizar levantamentos acerca dos processos de licenciamento ambiental junto à Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) relativos à três empresas do setor de Mineração Artesanal e em Pequena Escala (MAPE) de ouro; o quarto capítulo expõe os resultados da avaliação obtida da aplicação do Termo de Referência para Elaboração e Apresentação de Estudo Ambiental Simplificado (EAS) referente à Projeto de Extração de Ouro e Beneficiamento Associado a três empresas que atuam no setor de mineração de ouro em Pernambuco; e o quinto e último capítulo apresenta as conclusões provenientes dos resultados obtidos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados os conteúdos necessários à fundamentação da pesquisa realizada para construção da presente dissertação.

2.1 OURO

O ouro, elemento químico representado pelo símbolo Au, é encontrado basicamente associado a sulfetos e tem como paragênese ouro-cobre-ferro e livre nos depósitos aluviões; está presente em todos os continentes e é extraído de rochas antigas (arqueozoicas e proterozóicas – mais de 1.800 milhões de anos) e terrenos terciário-quaternários. Esses depósitos são geralmente formados por eventos vulcânicos e alterações dessas rochas. Na natureza o ouro ocorre como um mineral metálico de cor amarela, denso e brilhante; o mais maleável e dúctil dentre todos os metais podendo um grama ser laminado em uma extensão de, aproximadamente, um metro quadrado (Oliveira, 2009).

O ouro é um elemento nativo, com dureza entre 2 ½ e 3 na escala de Mohs, peso específico de 19,3 g/cm³, brilho metálico e superfície de fratura rugosa (Pellant, 2000). É o mais maleável e o mais dúctil dos metais, permitindo obter até 2.000 metros de fio com apenas um grama de metal. É ótimo condutor de calor e eletricidade e é solúvel em água régia e em solução contendo cianetos (Roenick, 2013).

O ouro ocorre na forma nativa, mas frequentemente está associado à prata em quantidades variadas, podendo ocorrer associado também a selênio (Se), bismuto (Bi), antimônio (Sb) e quartzo (figura 1), e algumas vezes contem traços de cobre (Cu) e ferro (Fe). Este mineral forma complexos teluretos tais como: Silvanita [(Au,Ag)Te], Crennerita [(Au,Ag)Te], Calaverita [AuTe₂], Petzita [(Ag,Au)₂Te], Muthamannita [(Ag,Au)Te], Nagyagita [Au,Pb] sulfo-telureto. O ouro nativo quando contém bismuto é denominado maldonita (Au₂Bi).

Figura 1 – Ocorrência de ouro nativo com o mineral quartzo



Fonte: Silva (c2018)

A coloração natural do mineral ouro é amarela, entretanto esta pode apresentar-se branca ao formar liga com outros metais quando misturado em proporções variáveis com prata (Ag), níquel (Ni), paládio (Pd) ou zinco (Zn). Existem variedades verdes quando misturado com cádmio (Cd); azuis e roxas, se combinado com ferro e alumínio (Al), respectivamente. Sua pureza, bastante elevada, é medida em partes por mil, representada quase sempre pela relação $1.000 \text{ Au} / (\text{Au} + \text{Ag})$. Em média, o ouro nativo contém 85 a 95% de ouro, completando os 100% com prata, cobre, platina, bismuto, mercúrio (Hg), paládio, antimônio, rutênio (Ru), irídio (Ir) e urânio (U), podendo assim, originar as seguintes variedades: ouro argenteífero, com 5 a 10% de Ag; ouro cuprífero, com 10 a 20% de Cu; ouro paladiado, com 5 a 10% de Pd, ouro platinífero, com até 10% de Pt; e ouro bismútico, que possui até 3% de bismuto.

A granulometria do ouro tem uma gama de variação muito grande, desde micra até blocos que atingem dezenas de quilos, os quais são denominados pepitas. As unidades de peso utilizadas na comercialização do ouro são o grama, usado no mercado nacional, e a onça-troy (31,103486 g) no internacional. Sua pureza é medida em quilate, que representa a relação do ouro, em liga, com outros metais. O ouro puro não tem utilidade industrial, necessitando ser fortalecido em ligas com outros metais.

As características do depósito de minério, juntamente com suas associações minerais, irão determinar os métodos de extração e concentração do ouro. Segundo Marsden e House (2006), cada depósito mineral é único, devido a variações como modo mineralógico de ocorrência, distribuição dos grãos, tipo de mineral de ganga e rocha encaixante, distribuição granulométrica dos grãos do mineral de ganga e da rocha encaixante, associações minerais, alterações minerais e variações destes itens dentro de um depósito e com o tempo.

A maior parte das minas de ouro em todo o mundo é lavrada de forma subterrânea, entretanto no Brasil há várias minerações de ouro e também grande parte dos garimpos que fazem lavra a céu aberto. As principais etapas de lavra de ouro de forma subterrânea incluem: abertura de *shafts*, perfuração, desmonte por explosivos, e transporte até a usina de processamento. A remoção do capeamento é o elemento-chave no custo da lavra a céu aberto. Para cada operação ou situação, há uma relação estéril/minério economicamente viável (Araújo Neto, 2009). Os depósitos de ouro podem ocorrer em grandes extensões e profundidades e apresentar espessura de centenas de metros, portanto as minas de ouro podem ser operações de grande porte, e de longa vida útil. Algumas minas produzem além do ouro diversos produtos, como o cobre e a prata.

O processamento das rochas que contém ouro incluem em geral, britagem, moagem, gravimetria, flotação e cianetação. A cominuição é realizada segundo as etapas de britagem, classificação e moagem em moinhos tubulares com bolas, e para moagem mais fina são utilizados moinhos micronizadores ou de bolas. A obtenção de produtos associados Au-Cu necessita de um circuito complexo de beneficiamento, sendo necessários moinhos tipo *Raymond* e moinhos autógeno e/ou de bolas, com revestimentos e meio moedor especiais.

A flotação, entre outros, é processo usado para a concentração de ouro ou remoção de impurezas. Desse modo, são obtidos produtos como ouro e cobre, por meios físico/químicos de purificação ou beneficiamento, com elevados índices de pureza (Araújo Neto, 2009). O minério de ouro secundário (aluvio-coluvionar) notadamente nas regiões de garimpos é tratado por métodos hidrogravimétricos com uso do mercúrio (amalgamação) causando impactos como a poluição das drenagens.

A rota de processo escolhida para a extração do ouro depende fundamentalmente da mineralogia do minério. A melhor escolha do método de extração depende do conhecimento da formação do depósito e de quais são os outros minerais. De acordo com as características do minério tais como teor, solubilidade em cianeto, dimensão e grau de liberação da partícula, a melhor rota deverá ser escolhida. Os processos mais comumente empregados na extração do ouro são concentração gravítica, flotação e cianetação (pilhas de lixiviação e cuba/tanque de lixiviação).

As mineralizações auríferas brasileiras são classificadas, de forma abrangente, com base principalmente no ambiente geológico no qual se inserem, o que evita controvérsias acerca da gênese ou idade absoluta da mineralização; assim, subdividem-se em sete tipos principais: depósitos associados a ambientes vulcano-sedimentares do tipo *Greenstone Belt*, depósitos associados a meta-conglomerados de idade Paleoproterozoica, depósitos associados

a Itabiritos, depósitos associados a sequências metassedimentares de naturezas diversas, depósitos associados a intrusões graníticas e vulcânicas ácidas associadas, depósitos hidrotermais auríferos precipitados em terrenos marinhos modernos, e depósitos aluvionares ou paleoplaceres (Porto, Palermo e Pires, 2002; Araújo Neto, 2009).

O ouro apresenta uma grande variedade de usos, desde matéria-prima para a confecção de joias a lastro monetário, sendo que os principais são aplicações industriais (indústrias joalheiras, eletroeletrônica, química, têxtil, de impressão, de papel, de plásticos, alimentícia, farmacêutica, vítrea etc.) e monetárias (cunhagem de moedas, lastro monetário). Os produtos advindos do beneficiamento do ouro que possuem maior valor agregado consistem em joias.

2.2 PANORAMA DA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE OURO NO BRASIL

O Brasil tem tradicionalmente ocupado uma posição de destaque na produção mundial de ouro. Durante o ciclo do ouro, entre 1700 e 1850, o Brasil foi o maior produtor mundial chegando a produzir 16 t anuais provenientes principalmente de aluviões e outros depósitos superficiais explorados pelos Bandeirantes na região do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Ainda assim foi somente a partir dos anos 80, com a descoberta do garimpo de Serra Pelada, que a produção brasileira saltou de cerca de 20 t para mais de 100 t anuais no final da década de 80, sendo tal crescimento fomentado pela forte tendência de aumento do preço do ouro no mundo que chegou a atingir mais de U\$S 1000,00 a onça troy em 1980 (Vieira e Oliveira, 1988; Lobato et al., 2001).

Este crescimento é atribuído quase que exclusivamente ao aumento da produção garimpeira: ao final da década de 80 a produção oficial dos garimpos chegou a quase 90% da produção total. A partir de 1988 esta produção começa a decair em decorrência da diminuição do preço do ouro, que passou a beirar U\$S 300,00 a onça troy, e da exaustão das reservas superficiais onde o ouro encontra-se geralmente enriquecido e com granulação grosseira permitindo sua extração por métodos rudimentares (Porto, et al., 2002).

Paralelamente, a partir do final da década de 70, os investimentos em exploração de ouro por parte das empresas propiciaram um aumento progressivo na produção das minas que atualmente representa mais de 80% da produção brasileira a qual, nos últimos anos, tem variado em torno de 50 t anuais. Esta produção de ouro representa cerca de 5% do Produto Mineral Bruto brasileiro colocando-o como o quinto que mais contribuiu atrás do Petróleo, Ferro, Gás e Brita. Apesar da posição privilegiada do ouro no cenário nacional, a posição do

Brasil como produtor mundial tem declinado nos últimos anos passando de 5º lugar em 1985 para o 11º em 2014 (Heider e Andrade, 2015).

Estimar as reservas brasileiras de ouro é uma tarefa complexa visto que a maioria dos depósitos conhecidos não tem suas reservas convenientemente avaliadas exceto aqueles que estão em produção ou de posse de empresas de mineração. As reservas conhecidas em 2009, segundo dados do Anuário Mineral Brasileiro de 2010, estão sumarizadas na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Reservas brasileiras de ouro

Substância	Reservas (t)			
	Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
Ouro (Au)	3.316.670	1.661.058	1.782.684	2.591.899

Fonte: ANM (2010)

Dados preliminares mais recentes apontam que as reservas brasileiras de ouro contido em 2014 eram de 2.400 toneladas, e as reservas mundiais eram da ordem de 55.000 toneladas. Com base no Anuário Mineral Brasileiro (AMB) do ano 2017, publicado pela Agência Nacional de Mineração (ANM), embora no Brasil o ouro apresente ampla distribuição geográfica, cerca de 90% da produção aurífera interna é proveniente de apenas quatro estados: Minas Gerais (39,5%), Pará (29,5%), Goiás (13%) e Bahia (8%). Os dados da produção de ouro no Brasil no ano de 2016 indicam que a produção aurífera, incluindo a participação de minas e garimpos, foi de 77,8 toneladas (ouro contido), tendo sido registrado uma diminuição de 2,9% em relação à produção no ano de 2014, ou seja 80,1 t. (Heider e Andrade, 2015).

Com a produção de ouro de 2014 o Brasil posiciona-se como 11º produtor deste mineral no *ranking* mundial. As empresas responsáveis pela produção alcançada no país foram, em ordem decrescente: Kinross Brasil Mineração S.A, Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A., Salobo Metais S.A., Beadell Brasil Ltda., Mineração Serra Grande S.A. Jacobina Mineração e Comércio Ltda., Pilar de Goiás Desenvolvimento Mineral S.A., Fazenda Brasileiro Desenvolvimento Mineral Ltda., Mineração Turmalina Ltda. e Vale S.A. Com base no recolhimento dos encargos legais (IOF), a produção oficial de garimpos atingiu cerca de 9,9 t, com destaque para Mato Grosso (44,1%) e Pará (41,7) e Rondônia (7,4%).

Os dados indicam que a contribuição do ouro na produção aurífera produzido nas minas está aumentando enquanto a produção proveniente dos garimpos vem diminuindo, refletindo uma inversão na situação comparativamente com as décadas de 70 e 80: a produção aurífera nacional atingiu o pico de 112,6 toneladas em 1988 com expressiva contribuição da

produção garimpeira. Entretanto, apesar da crescente produção do ouro no Brasil por parte das minas, esta produção ainda se concentra em um número relativamente pequeno delas.

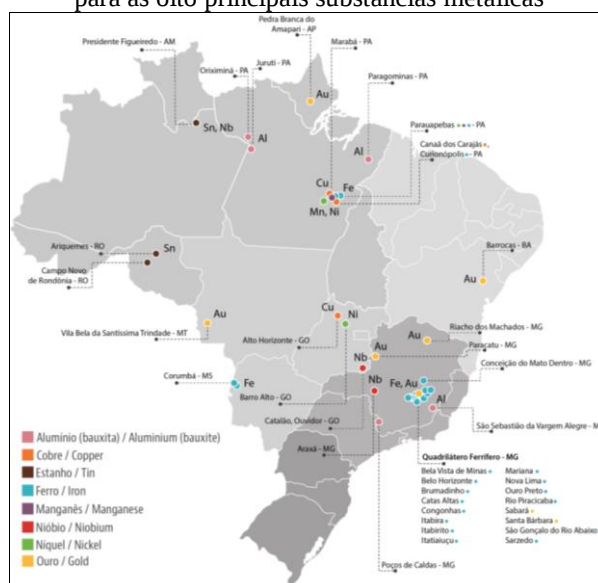
Os dados levantados em 2017 acerca da produção de 2016 mostram que neste ano a produção das minas se concentrou em 41 minas que operam pelas metodologias de lavra a céu aberto, lavra subterrânea e sistema misto. Deste total 7 minas são de grande porte, 14 são de médio porte e 20 são de pequeno porte, conforme a tabela 2. O mapa da figura 2 mostra a localização das 7 minas de grande porte, que não estão localizadas nos maiores estados produtores em sua totalidade.

Tabela 2 – Porte e modalidade de lavra das minas – 2016

Substância	Grandes			Médias			Pequenas			Subtotal			TOTAL
	CA	M	S	CA	M	S	CA	M	S	CA	M	S	
BRASIL	57	1	2	46	-	14	61	-	6	164	1	22	187
Alumínio	5	-	-	4	-	-	18	-	-	27	-	-	27
Cobre	5	-	-	1	-	1	-	-	-	4	-	1	5
Estanho	3	-	-	18	-	-	18	-	-	39	-	-	39
Ferro	37	-	-	18	-	-	4	-	-	59	-	-	59
Manganês	1	-	-	1	-	1	7	-	-	9	-	1	10
Nióbio	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
Níquel	2	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	-	4
Ouro	4	1	2	1	-	12	14	-	6	20	1	20	41

Fonte: ANM (2017)

Figura 2 – Localização das minas com produção *Run Of Mine* (ROM) acima de 1.000.000 de toneladas em 2016 para as oito principais substâncias metálicas



Fonte: ANM (2017)

Os dados constantes na figura 2 mostram ainda que das 7 maiores minas, 4 encontram-se no Quadrilátero Ferrífero e concentram cerca de 35% da produção; entretanto, o histórico de produção de minério de ouro dessas minas a partir de 2010 mostra que houveram novas

descobertas em áreas férteis menos tradicionais situadas em terrenos de idade Arqueana ou Paleoproterozóica, o que também é demonstrado pela quantidade de outorgas concedidas pela Agência Nacional de Mineral relativos aos trabalhos de Pesquisa Mineral (Autorização de Pesquisa), Lavra (Concessão de Lavra) e Lavra Garimpeira (Permissão de Lavra Garimpeira), como visto na tabela 3.

Tabela 3 – Outorga de títulos minerários - 2016

Substância	Autorização de Pesquisa	Concessão de Lavra	Permissão de Lavra Garimpeira
Total	3.442	32	87
Alumínio	90	2	-
Cobre	494	2	-
Estanho	90	1	5
Ferro	765	3	-
Manganês	418	-	-
Nióbio	26	-	1
Níquel	115	4	-
Ouro	1.444	20	81

Fonte: ANM (2017)

2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS

A preocupação normativa com a atividade minerária tem fundamento principalmente nos inúmeros impactos ambientais, em maior ou menor grau, que ela pode provocar com a extração de minerais da crosta terrestre e o seu posterior beneficiamento e transformação. Um aspecto determinante desse processo é o fato de esses depósitos se localizarem onde as condições geológicas foram favoráveis à sua formação – a chamada “rigidez locacional da jazida” (Viana, 2007). Fatores como o método de lavra, o tipo de minério e as características naturais e humanas da área da jazida podem influir de forma positiva ou negativa na extração econômica dessa riqueza, levando à sua maior ou menor aceitação. Tais características naturais e humanas incluem, entre outros, a densidade da população, a topografia, o clima e os aspectos socioeconômicos.

Os impactos ambientais causados pela mineração não são permanentes e quando comparados com outros segmentos como agricultura e pecuária podem ser consideradas pontuais. Nos últimos vinte anos, as empresas que desempenham esta atividade estão mais conscientes da responsabilidade de preservação da flora, fauna e recursos hídricos. A água das barragens de rejeito sofre tratamento prévio com testes diários de sua qualidade para o consumo humano.

Via de regra as grandes e médias empresas vêm cumprindo as normas ambientais exigidas pela legislação há algum tempo, ao passo que as pequenas minerações e os garimpos permanecem com pouco ou nenhum controle ambiental.

Durante a etapa de licenciamento, há uma atuação constante do órgão ambiental junto ao empreendedor, orientando-o, da mesma forma que a consultoria por ele contratada, quanto às medidas necessárias à adequação ambiental da atividade. Também há, nessa ocasião, certo controle pela sociedade civil. Contudo, vencida essa etapa e obtida a Licença de Operação, o órgão ambiental encontra dificuldades em efetuar um acompanhamento sistemático do desempenho ambiental dos empreendimentos.

Tanto a ANM quanto os órgãos ambientais a níveis federal, estadual e municipal vêm, ainda hoje, desenvolvendo campanhas e instrumentos para o uso de técnicas menos poluidoras nas áreas de garimpo.

Na década de 1970 surgiram no Brasil as primeiras exigências legais de controle de poluição, o que fez com que as minas passassem a dispor de licenças ambientais com obrigações específicas como planos para recuperar as áreas degradadas, estudos e diagnósticos de impacto ambiental e aplicação de sanções penais em caso de descumprimento da lei (Sánchez, 2008).

Os principais impactos ambientais decorrentes da atividade garimpeira são: desmatamentos e queimadas, alteração nos aspectos qualitativos e no regime hidrológico dos cursos de água, queima de mercúrio metálico ao ar livre, desencadeamento dos processos erosivos, mortalidade da ictiofauna, fuga de animais silvestres, poluição química provocada pelo mercúrio metálico na hidrosfera, biosfera e na atmosfera (Farias e Coelho, 2002).

No Brasil, os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados em quatro categorias:

- Poluição da água;
- Poluição do ar,
- Poluição sonora, e
- Subsidência do terreno.

Em geral, a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados que podem ser denominados de externalidades. Algumas dessas externalidades são: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. Estas externalidades geram conflitos com a comunidade, que normalmente têm origem quando da implantação do empreendimento, pois o empreendedor

não se informa sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração.

Com relação aos impactos ambientais provocados pela mineração de ouro de forma geral tem-se que o principal é a geração de resíduos minerais, que é muitas vezes depositado de forma deliberada no leito de rios ou em áreas onde as águas das chuvas escoam para a sedimentação de cursos d'água. A lavra de ouro ocorre com elevados índices de remoção ou produção de estéril, o qual gera resíduos provenientes da exploração mineral, medidos em toneladas de estéril por tonelada de ROM (*Run Of Mine*). Há atualmente inúmeras iniciativas de aproveitamento de rejeitos de mineração, como finos e outros, que devem se multiplicar, tanto por razões econômicas (retorno sobre investimentos em valorização) quanto por razões ambientais (minimização de resíduos).

Algumas das tendências que poderão favorecer o aproveitamento dos resíduos minerais das atividades de mineração do ouro são a formação de recursos humanos e a formação de redes de cooperação entre universidades, centros de pesquisa, órgãos fiscalizadores, e outros, visando à produção ambientalmente adequada, especialmente quando levada a cabo com integração entre setores que podem se complementar em relação à utilização dos rejeitos de um, no outro.

Além desse, outros impactos ambientais provenientes da exploração de minério de ouro são a contaminação de solos e recursos hídricos por mercúrio por sua utilização de forma inadequada no processo de concentração do minério, a geração de rejeitos ricos em arsênio, aumento da turbidez dos cursos d'água, emissão de mercúrio na queima de amálgama, contaminação dos solos, cursos d'água (rios e lagos) e até mesmo do ser humano com solução de cianeto em diferentes graus de concentração proveniente da lixiviação do minério e a drenagem ácida de mina provocada pela exploração dos minérios auríferos sulfetados.

Apesar dos avanços no planejamento de novas minas e na gestão ambiental dos empreendimentos em funcionamento, ainda há um longo caminho a percorrer no tratamento das questões socioambientais associadas ao fechamento de minas. O quadro legal e o aparato administrativo foram montados para equacionar os problemas ambientais decorrentes da abertura e do funcionamento de minas e demais atividades, mas muito pouco foi feito para tratar do descomissionamento de minas, ou seja, a desativação ambientalmente segura e socialmente responsável de minas e instalações conexas, o que demanda um planejamento concatenado com o planejamento do projeto, em paralelo a uma cuidadosa planificação econômico-financeira, elementos ainda virtualmente ausentes no setor mineral brasileiro.

2.4 MINERAÇÃO ARTESANAL E DE PEQUENA ESCALA (MAPE)

A atividade extrativa mineral é de origem milenar e foi uma das responsáveis pelo intenso desenvolvimento econômico e social ocorrido com a Revolução Industrial. De fato, a vida hodierna não consegue prescindir das substâncias minerais devido as mesmas constituírem elementos essenciais de grande parte dos produtos de uso cotidiano. Assim, as indústrias da construção, de cosméticos, de produtos farmacêuticos e eletrônicos, de vidros, metais, tintas, papéis e plásticos são apenas alguns exemplos da extensa e variada aplicação dos recursos minerais pela espécie humana, em especial nas sociedades contemporâneas.

Segundo Azapagic (2004), a indústria mineral é frequentemente dividida em quatro subsetores: minerais energéticos (petróleo, carvão, turfa etc.), minerais metálicos (ouro, ferro, cobre, zinco etc.), minerais empregados na construção civil (brita, areia, argila etc.) e minerais industriais (carbonatos, caulim, talco etc.). Excetuando-se os minerais energéticos, os maiores produtores mundiais de bens minerais são os Estados Unidos, Canadá, Austrália, Rússia, Brasil, África do Sul e China. Estima-se que 30 milhões de pessoas estejam envolvidos na mineração de larga escala, o que representa cerca de 1% da força de trabalho mundial, com outros 13 milhões de pessoas associados à mineração de pequena escala. É provável, portanto, que 250 a 300 milhões de pessoas dependam da mineração, enquanto um número bem maior esteja direto ou indiretamente empregado na cadeia mineral (Viana, 2007).

No Brasil, o universo da pequena mineração é formado por dois segmentos: o da pequena empresa de mineração e da mineração artesanal, a qual é denominada de garimpo. A pequena mineração tem grande importância econômica e social, pois atua na produção de minerais industriais e de emprego imediato predominando na produção de várias substâncias minerais. A atividade garimpeira, além de ser degradadora e executada na maioria das vezes sem o prévio planejamento de lavra, também se caracteriza pela ausência significativa de plantas de beneficiamento mais eficientes, o que influencia na sua taxa de recuperação.

Neste contexto, surge o conceito do que se denomina de mineração artesanal e de pequena escala (MAPE), a qual é geralmente realizada pela população local e, por isso, representa uma importante fonte de trabalho e oportunidade de desenvolvimento. Um dos maiores desafios para a mineração no Novo Milênio é a integração da Pequena Mineração no sistema ativo e sustentável de exploração dos recursos minerais. A Pequena Mineração (PM) ou mineração de pequena escala é uma atividade de mineração definida por baixas despesas e receitas de capital e baixa produtividade; já a Mineração Artesanal (MA) constitui-se um

subconjunto da PM, caracterizada pela mecanização rudimentar, recuperação ineficiente, condições operacionais inseguras e exploração do trabalho (Seccatore, 2014).

De acordo com a *Red por La Minería Responsable* (RESPOMIN), a MAPE refere-se às atividades que pequenos mineradores realizam em torno das jazidas minerais cujas características geológicas permitem uma exploração mais simples, incluindo mineradores artesanais que trabalham individualmente, em grupos familiares ou agrupados em diversas formas de organização, de acordo com sua evolução organizacional e tecnológica (RESPOMIN, 2009).

Existem abundantes jazidas minerais, tais como os depósitos em praias de rios, planícies aluviais e afloramentos de minas subterrâneas, cujas características determinam a possibilidade de serem exploradas com um reconhecimento geológico simples, a extração pode ser realizada por meio de técnicas simples e o processamento pode ser igualmente simples e feito localmente. Esse cenário configura uma dinâmica social, econômica, técnica e produtiva própria do que se denomina MAPE.

Seccatore (2014) define a MAPE como uma atividade mineral determinada pela baixa produtividade (algumas centenas de t/dia de minério *Run Of Mine*), baixas despesas de capital e pequenas receitas, sendo que a mineração artesanal possui também, além dessas últimas, as características de mecanização rudimentar, recuperação ineficiente, condições de trabalho inseguras e exploração laboral. Outras características da mineração artesanal incluem: mineração em depósitos aluviais superficiais, localização remota e isolada, utilização de técnicas rudimentares e baixo conhecimento tecnológico, baixo grau de mecanização e baixo nível de conscientização acerca da saúde, segurança e meio ambiente.

A mineração artesanal, também denominada Permissão de Lavra Garimpeira (PLG) ou simplesmente garimpagem desenvolve-se através das atividades de lavra garimpeira, que consiste em um regime de extração de substâncias minerais com aproveitamento imediato do jazimento mineral que, por sua natureza, sobretudo seu pequeno volume e a distribuição irregular do bem mineral, não justificam, muitas vezes, investimento em trabalhos de pesquisa, tornando-se, assim, a lavra garimpeira a mais indicada; as áreas de lavra são estabelecidas pela ANM com base na ocorrência do bem mineral garimpável, interesse do setor mineral e razões de ordem social e ambiental (ANM, c2018).

A criação ou ampliação de áreas de garimpagem fica condicionada à prévia licença do órgão ambiental competente. Nas áreas estabelecidas para garimpagem, os trabalhos deverão ser realizados preferencialmente em forma associativa, com prioridade para as cooperativas

de garimpeiros. Sempre que o número de garimpeiros não justificar o bloqueio da área originalmente reservada para essa atividade, a área de garimpagem poderá ser reduzida.

Várias questões ambientais circundam a atividade garimpeira e requerem uma postura de controle ambiental, atualmente, não observada. A manutenção da qualidade dos recursos hídricos, as questões indígenas, a disseminação de doenças e focos de proliferação são os principais conflitos com a atividade. No contexto ambiental, as principais características do subsetor são as seguintes:

- A falta de planejamento repercute diretamente na impossibilidade de se desenvolver uma avaliação dos impactos adequada (já que não se tem uma previsão exata do que será o empreendimento), bem como projetos de controle e de recuperação ambiental, o que muitas vezes dificulta e pode até impossibilitar o licenciamento ambiental;
- A grande maioria dos empreendimentos é clandestina, devido às suas características intrínsecas (constituídos em sua maioria por atividades individuais ou grupais informais), e em geral, devido também às dificuldades para licenciamento ambiental;
- As atividades de garimpo geram impactos pontuais, entretanto, geralmente o garimpo atua em uma área através de um grande número de pessoas ou de grupos, multiplicando os impactos, os quais quando somados tornam-se relevantes, com a geração de grandes passivos ambientais. A inexistência de uma responsabilidade formalizada faz com que a inspeção se torne praticamente impossível;
- Na medida em que o garimpo caminha para a regularização, acaba por se tornar uma pequena empresa de mineração, com conhecimento do jazimento, planejamento de lavra, concessão mineral e licenciamento, deixando, portanto, de ser uma atividade garimpeira.

A lavra garimpeira somente pode ser realizada em “áreas de garimpagem” instituídas pela ANM após avaliação prévia dos Estudos de Impacto Ambiental pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). A garimpagem fora destas áreas é considerada criminosa pela referida lei, sujeitando o infrator a pena de reclusão (MMA, 2002).

O ouro, por sua característica de fácil venda e alto valor, tem sido o bem mineral mais extraído pelos mineiros artesanais em todo o mundo. Em 1995, estimou-se que mais de um milhão de mineiros atuavam na América Latina com uma produção de 115 a 190 toneladas de ouro com o maior contingente no Brasil (200.000 a 400.000) produzindo de 30 a 50 toneladas (Veiga, Silva e Hinton, 1997).

De forma geral, a MAPE se caracteriza por ser uma atividade que pode ser realizada por comunidades com baixo poder de capital visto que os investimentos necessários são mínimos e as técnicas e conhecimentos são simples, exigindo principalmente o uso de mão-de-obra. Por isso a MAPE pode cumprir um papel importante na geração de emprego e no combate à pobreza, quando realizada segundo os preceitos da legalidade ambiental. Os princípios específicos que devem reger a Mineração Artesanal e de Pequena Escala são, basicamente, o respeito aos direitos humanos, o trabalho digno, a geração de melhor qualidade de vida e desenvolvimento humano sustentável para as comunidades, legalidade de suas operações, proteção ambiental, equidade de gênero e respeito à diversidade cultural.

Entretanto, a história recente mostra que esta oportunidade econômica pode se transformar num grande problema ambiental e social se a atividade não for regulamentada de forma apropriada, ou se for ignorada ou deixada em segundo plano pela legislação e se não forem implementadas políticas e programas que apoiem os esforços que algumas comunidades e organizações de MAPE vêm procurando realizar para se integrar à economia formal e para se converter em empresas eficientes técnica e economicamente, bem como social e ambientalmente responsáveis.

2.5 POLÍTICAS DE MINERAÇÃO ARTESANAL E DE PEQUENA ESCALA

A MAPE é uma importante atividade de subsistência para diversas pessoas de vários países, pois responde pela geração de emprego e renda, principalmente para grupos sociais pobres, não escolarizados e que habitam áreas rurais remotas, inacessíveis e desfavorecidas de infraestruturas básicas. Segundo Villegas et al. (2012), cerca de 20 milhões de pessoas em mais de 80 países do mundo dependam das modalidades da MAPE para sua subsistência, um número que pode ser ainda maior se forem consideradas as pessoas envolvidas em outras atividades ligadas a cadeia dessas minerações.

Vários minerais são extraídos ao redor do mundo através das metodologias de mineração em pequena escala e da lavra de garimpos, especialmente os localizados em depósitos de baixo interesse para a mineração em grande escala. Para ter ideia, estima-se que este setor responda por cerca de 10% da produção de ouro, 15 a 20% da produção de diamante, 20 a 25% da produção de estanho e de tântalo, e 80% das gemas coloridas extraídas em todo o mundo (Villegas et al., 2012).

Contudo, apesar de sua importância social e econômica, a MAPE se constitui uma atividade realizada em sua maioria na informalidade, caracterizando-se por não possuir firma

registrada e sonegar impostos (UNDP, 2011), por explorar a força de trabalho, inclusive infantil (Hilson, 2010), estar relacionada com a prostituição (Duffy, 2005; Banchirigah, 2006), a lavagem de dinheiro e o apoio a atividades terroristas (Evenzohar, 2003) e guerras civis (Le Billon, 2005), apresentar altos índices de degradação ambiental, especialmente dos cursos d'água (Hilson, 2002; Aryee *et al.*, 2003; Kitula, 2006) e contribuir com vários impactos negativos a saúde humana (Tschakert e Singha, 2007).

Além disso, os esforços para a formalização desta atividade são mínimos, existindo um incentivo muito grande para a mineração em larga escala em detrimento da MAPE, o que dificulta ainda mais a formalização desta última, impulsionando cada vez mais a atividade para a informalidade. De acordo com Banchirigah e Hilson (2010), para obter uma licença, os mineiros artesanais de pequena escala em potencial são muitas vezes obrigados a fazer pagamentos caros para regulamentar suas atividades, realizar avaliações geológicas árduas e esperar por longos períodos pelas decisões de burocratas.

O setor da mineração artesanal funciona, quase em que em sua totalidade, de forma informal no país de Gana, na África Ocidental. De acordo com os garimpeiros, a complexidade envolvida no processo de licenciamento é o principal obstáculo para a formalização da MA (Villegas *et al.*, 2012), pois as estratégias de formalização a partir de leis e regulamentos são centradas no monitoramento e regulação das atividades de mineração visando à canalização de mais receitas para a autoridade do governo central e/ou na mineração de grande escala (Maconachie e Hilson, 2011; UNDP, 2011). Com isso, um progresso mínimo foi verificado no ordenamento da MAPE, motivando opiniões contrárias a seu desenvolvimento por considerá-lo como formado por operadores "desorganizados", que proporcionam benefícios econômicos mínimos e causam uma série de problemas de ordem socioeconômico e ambiental (Banchirigah e Hilson, 2010).

De acordo com Baía Júnior (2014), essa marginalização política da MAPE relaciona-se a fatores como a persistente ideia de que a mineração em larga escala deve ser priorizada ante a MAPE, a baixa contribuição da MAPE para a receita fiscal de muitos dos países, a visão de que é difícil mudar o caráter informal ou ilegal da MAPE uma vez que as formalizações não são atraentes economicamente e/ou são muito desafiadoras politicamente, e ao fato dos mercados locais de *commodities* de alto valor e baixo volume, como diamantes ou pedras preciosas e especialmente de ouro, serem geralmente pouco transparentes e estarem ligados a cadeias comerciais informais. Com isso, cria-se um ambiente ideal para obtenção de grandes lucros no mercado negro, a partir de mecanismos de lavagem de dinheiro e contrabando realizados por pessoas ligadas aos meios econômicos e políticos.

Dessa forma, a atividade oferece poucas contribuições para o desenvolvimento sustentável das comunidades nas quais está inserida, acirrando os impactos sociais e ambientais a ela relacionados.

2.5.1 Mineração Artesanal e de Pequena Escala e Desenvolvimento Sustentável

A MAPE constitui-se uma importante atividade de subsistência para um grande número de pessoas de diferentes países, pois responde pela geração de emprego e renda principalmente para grupos sociais pobres, não escolarizados e que habitam áreas rurais remotas, inacessíveis e desfavorecidas de infraestruturas básicas. Apenas no continente africano, Heyes (2008) estima que cerca de 9 (nove) milhões de pessoas estejam diretamente envolvidas com essa parcela do setor mineral; na China a MAPE é apontada como responsável por empregar um número significativo de pessoas. Shen e Gunson (2005) indicam 15 tipos diferentes de minerais extraídos por SSM, com um total de 3.911.613 empregos gerados, sendo a maioria na mineração de carvão (2.696.056 pessoas).

Além disso, a MAPE tem o potencial de gerar atividades produtivas que fornecem emprego e renda indiretos a várias outras pessoas (Shen e Gunson, 2006; Ghose e Roy, 2007; Banchirigah e Hilson, 2010; Maconachie e Hilson, 2011). Em geral, a cadeia dessa atividade é longa e complexa, com diferentes pessoas obtendo renda desde o fornecimento de alimentos, equipamentos e serviços necessários à produção, até as fases posteriores à produção que incluem a venda do ouro bruto, transporte, agregação de valor e revenda de produtos.

A MAPE é apresentada ainda como uma importante atividade sazonal que garante a superação das necessidades de subsistência nos períodos de impedimento ou restrição de outras práticas tradicionais (agricultura, por exemplo) para os moradores de regiões ricas em recursos minerais, sendo vital na manutenção das condições de vida principalmente das famílias pobres de regiões remotas.

O potencial de geração de emprego e renda às comunidades rurais pela MAPE é apontado ainda como um fator importante de redução do êxodo rural e da minimização da pobreza (Amankwash e Amim-Sackey, 2003; Shen e Gunson, 2006), apesar de muitas vezes estes tipos de mineração serem retratados como atividades sem retorno e com pouca contribuição para o desenvolvimento e melhoria de vidas das famílias dos mineiros, dado a existência de uma cultura de não poupar os lucros auferidos com a mineração, sendo sua renda gasta imediatamente com bens de consumo ao invés de contribuir com as despesas ou desenvolvimento da família.

Embora menos expressivo pelo fato de geralmente operar de maneira informal e, por isso, contribuir muito pouco com *royalties* e impostos aos governos, o setor da MAPE também é apontado como tendo uma participação significativa nas economias nacionais. Apesar de todo o movimento na economia e de sua obrigação de fornecer serviços públicos e levar infraestrutura adequada, na maioria das áreas onde ocorrem estes tipos de mineração se estruturam os serviços de saúde e educação são inadequados, não existem sistemas de saneamento básico e as condições habitacionais são deficientes.

Estes fatores, aliado à baixa e limitada conscientização da população e as relações socioeconômicas estabelecidas na MAPE tornam as atividades potencializadoras de uma série de problemas de saúde, as quais podem afetar tanto os mineradores como suas famílias e demais pessoas que vivem no entorno das minas, destacando-se: lesão física ocasionada por desabamentos e acidentes com máquinas e equipamentos; estresse físico devido ao esforço e dificuldade do trabalho; estresse psicológico; problemas auditivos decorrentes da exposição a níveis excessivos de ruídos; contaminação com produtos químicos perigosos como mercúrio e cianeto; problemas respiratórios decorrentes da exposição a poeiras, fumaça e gases tóxicos; e, disseminação de doenças infecciosas, como malária, tuberculose, cólera, febre amarela e doenças sexualmente transmissíveis (Hinton, 2006; Heyes, 2008).

A relação da MAPE como o meio ambiente, principalmente o setor da mineração artesanal propriamente dito é bastante negativa, respondendo por vários fatores de degradação ambiental resultantes da utilização de métodos não planejados e quase sempre perigosos e irracionais. Mesmo que os problemas ambientais estejam especificamente relacionados ao tipo de minério explorado na MAPE, verifica-se de modo geral que ele traz impactos diretos tanto para os ambientes terrestres como aquáticos.

O desmatamento é um desses problemas, estando relacionada à retirada da cobertura vegetal para exposição do substrato para a exploração mineral e a retirada de madeira/lenha usada no aquecimento, preparo de alimentos e construção de casas. Isso resulta na perda de habitat para várias espécies, na lixiviação e erosão do solo com consequente carregamento de sedimentos para os cursos d'água (Asner et al., 2013).

Muito embora o desmatamento gerado pela MAPE esteja restrito às áreas de exploração mineral e aos núcleos populacionais, cobrindo uma área relativamente pequena quando comparada a outras atividades, a recuperação florestal das áreas abandonadas pela mineração é muito lenta, favorecendo a erosão do solo e o assoreamento de cursos d'água. O excesso de material suspenso nos cursos d'água, por sua vez, altera sua luminosidade, prejudicando a fotossíntese e toda a produtividade dos ecossistemas aquáticos. Anterior ao

revolvimento do solo ocorre o desmatamento das áreas a serem exploradas e as florestas também são desmatadas para fornecer madeira para abrigo, reforço de mina subterrânea, construção de ferramentas, e para fornecer lenha e carvão vegetal.

Além disso, a MAPE contribui para a poluição e degradação dos cursos d'água pela eliminação de substâncias químicas tóxicas usadas na extração dos minerais, com destaque para o mercúrio e cianeto.

A mineração artesanal e de pequena escala (MAPE) de ouro (Au) são atividades que causam impacto ao meio ambiente, sendo a alteração da paisagem (remoção de vegetação, solo) e a contaminação do ambiente por mercúrio (Hg) os principais fatores ambientais negativos desta atividade (Hilson, 2002; De lacerda, 2003; Taylor et al., 2005; Telmer e Veiga, 2009). O Hg é um elemento tóxico aos seres vivos, possuindo elevada capacidade de biomagnificação na cadeia trófica. Além disso, os efeitos adversos ao meio ambiental, causados pela poluição por este elemento, podem perdurar muitas décadas após o evento de contaminação. O Hg metálico é utilizado no processo de amalgamação do ouro, sendo perdido para a água, solo e ar.

Na América do Sul o Brasil é o 3º maior produtor de ouro via MAPE (Valdivia e Ugaya, 2011). A problemática da contaminação ambiental por Hg oriunda da MAPE de ouro é uma questão antiga na América do Sul, e observa-se que as agências governamentais brasileiras de meio ambiente vêm desenvolvendo normas específicas para o controle das contaminações em MAPE (Brasil, 2013; Brasil, 2012). Contudo, as perdas de Hg para o ambiente ainda são correntes e consequência da carência de políticas públicas visando a educação dos garimpeiros para um uso seguro de Hg, associado ao baixo nível de qualificação destes trabalhadores, somado ao grande número de áreas de garimpo de ouro ilegais, tornando assim o levantamento das emissões geradas por estes empreendimentos um desafio além de ser um fator chave para criação de políticas de gerenciamento ambiental desta atividade. Em relação à atividade legalizada, segundo levantamento realizado por Castilhos e colaboradores (2017), há 1.515 Permissões de Lavra Garimpeira (PLGs), abrangendo uma área total de 484.842,31 ha em 10 estados (Amazonas/AM; Amapá/AP; Bahia/BA; Goiás/GO; Minas Gerais/MG; Mato Grosso/MT; Pará/PA; Pernambuco/PE; Rondônia/RO e Tocantins/TO) com predomínio destas na região amazônica (Kutter e Castilhos, 2017).

O cianeto por sua vez, apresenta uma toxicidade elevada, sendo fatal para seres humanos e outros animais em grandes quantidades, podendo ser absorvido facilmente por inalação de poeira ou vapores, ingestão, absorção através das membranas e mucosas, e absorção através do contato direto com a pele. Contudo, pequenas doses de cianeto são

facilmente metabolizadas no fígado e eliminadas através da urina, não tendo, deste modo, efeito em longo prazo para o organismo (Baía Júnior, 2014).

2.6 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL MINERAL

Como o licenciamento ambiental somente cabe quando o empreendimento é potencialmente degradador do meio ambiente, todo licenciamento ambiental deve, constitucionalmente, ser realizado através de estudos ambientais. Ao Órgão Ambiental Licenciador caberá analisar qual caminho deve ser seguido. A depender da sua magnitude, caberá:

- EIA/RIMA para grandes empreendimentos ou
- RCA, PCA e PRAD para projetos de menor escala.

A atual Constituição Federal (CF) dispõe, em seu art. 170, parágrafo único, que “é assegurado a todos o livre exercício de qualquer atividade econômica, independentemente de autorização de órgãos públicos, salvo nos casos previstos em lei”. No caso de empreendimentos de extração mineral, por menor que seja o empreendimento, sempre haverá o potencial de degradação do meio ambiente. Este fato é caracterizado na Constituição Federal, no mesmo artigo 225, no § 2º, que determina que "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", ou seja, a extração mineral degrada o meio ambiente, sendo possível sua realização mediante a posterior recuperação do meio ambiente (MMA, 2002), o que deve ser assegurado por meio do processo de licenciamento ambiental. Trata-se da primeira Constituição no mundo a exigir tal estudo ambiental prévio, dando voz aos princípios da precaução e da prevenção, razão pela qual o Poder Público, seja na esfera federal, estadual ou municipal, seja ao nível do Executivo, do Legislativo ou do Judiciário, não pode dele se afastar.

2.6.1 Legislação Ambiental Federal

O contexto normativo federal de meio ambiente e mineração a que se encontra sujeito o setor mineral é constituído por um vasto arcabouço legal que inclui aspectos constitucionais, leis, resoluções CONAMA e normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As tabelas 4, 5 e 6 a seguir apresentam alguns instrumentos presentes neste contexto:

Tabela 4 – Aspectos constitucionais relacionados à meio ambiente no setor mineral

Artigo	Inciso	Ementa
20	IX	Define que são bens da União "os recursos minerais, inclusive os do subsolo".
22	XII	Estabelece que compete privativamente à União legislar sobre "jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia".
23	XI	Estabelece que é competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios "registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios". O Parágrafo único deste artigo determina que "lei complementar fixará normas para a cooperação entre a União e os estados, o Distrito Federal e os municípios, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional".
176	-	Estabelece que "As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra". Os parágrafos 1º a 4º deste artigo definem como se dá a concessão para pesquisa e aproveitamento destes recursos, e como é dada a participação do proprietário do solo nos resultados deste aproveitamento.
225	-	Capítulo do Meio Ambiente: Estabelece que "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". No § 1º, inciso IV, este artigo incumbe ao poder público "exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente degradadora do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade". No § 2º, determina-se que "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". Com relação às sanções penais, o parágrafo 3º estabeleceu que "as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar o dano". O parágrafo 4º. Estabeleceu que "A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional".
231	III	Estabelece que "a pesquisa e a lavra de riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivadas com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei".

Fonte: MMA (2002)

Tabela 5 – Legislação federal relacionada à meio ambiente no setor mineral

Lei/Decreto	Data	Ementa
Decreto-Lei 3.365	21/06/41	Dispõe sobre desapropriação por utilidade pública (define mineração como sendo de "utilidade pública")
Decreto-Lei 7841	08/08/45	Estabelece o código de Águas Minerais
Lei 3.824	13/11/60	Torna obrigatória a destoca e consequente limpeza das bacias hidráulicas dos açudes, represas e lagos artificiais
Lei 3.924	26/07/61	Estabelece que o Poder Público, através do IPHAN, deve proteger os monumentos arqueológicos e pré-históricos, considerados bens da União
Lei 4.717	29/06/65	Regula a ação popular
Lei 4.771	15/09/65	Estabelece o Código Florestal
Lei 227	28/02/67	Estabelece o Código de Mineração
Lei 5197	03/01/67	Dispõe sobre a proteção da fauna
Lei 6.902	27/04/81	Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental
Lei 6.938	31/08/81	Estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA)
Dec. 88.351	01/06/83	Estabelece o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA)
Lei 7.347	24/07/85	Disciplina as ações civis públicas por danos ao meio ambiente
Dec. 95.733	12/02/88	Estabelece que, identificados efeitos negativos de natureza ambiental, cultural e social, serão incluídos no orçamento dos projetos e obras federais a destinação de no mínimo 1% deste para a prevenção ou correção desses efeitos
Dec. 96.044	18/05/88	Aprova o regulamento para transporte rodoviário de produtos perigosos
Lei 7.735	22/02/89	Cria o IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Lei 7804	18/07/89	Estabelece competências do CONAMA para apreciação de EIA/RIMA de atividades de significativa degradação ambiental nas áreas consideradas Patrimônio Nacional pela Constituição Federal e do IBAMA para o licenciamento de obras ou atividades com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional
Lei 7805	18/07/89	Estabelece o regime de permissão de lavra garimpeira
Dec. 97.507	13/02/89	Dispõe sobre o licenciamento de atividade mineral, o uso de mercúrio e do cianeto em áreas de extração de ouro (garimpos)
Dec. 97.632	10/04/89	Exige de todos os empreendimentos de mineração a apresentação de PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

Lei/Decreto	Data	Ementa
Dec. 97.634	10/04/89	Dispõe sobre o controle da produção e da comercialização de substâncias que comportam risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente
Dec. 98.973	21/02/90	Aprova o regulamento para transporte ferroviário de produtos perigosos
Decreto 99.274	06/06/90	Reformula o Dec. 88.351 de 01/06/83, regulamenta a Lei 6.938/81 que estabelece o Sistema Nacional de Meio Ambiente e o Sistema de Licenciamento Ambiental
Dec. 99.556	01/10/90	Dispõe sobre a proteção de cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional
Decreto 78	05/04/91	Aprova a estrutura regimental do IBAMA
Dec. 750	10/02/93	Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão da vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da mata atlântica
Decreto 1.205	01/08/94	Aprova a estrutura regimental do Ministério do Meio Ambiente e Amazônia Legal
Dec. 1.298	27/10/94	Aprova o regulamento das FLONAS (Florestas Nacionais)
Lei 9.055	01/06/95	Disciplina a extração, industrialização, utilização, comercialização e transporte de asbesto/amianto e dos produtos que o contenham
Lei 9.314	14/11/96	Reformula o código de Mineração (Lei 227, de 28/02/67)
Lei 9433	08/01/97	Estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos
Lei 9.605	12/02/98	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente ("Lei de crimes ambientais")
Dec. 2.783	17/09/98	Dispõe sobre a proibição de aquisição de produtos ou equipamentos que contenham ou façam uso de substâncias que destroem a camada de ozônio
Lei 9.985	18/07/00	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação

Fonte: MMA (2002)

Tabela 6 – Resoluções do CONAMA relacionadas à meio ambiente no setor mineral

Resolução	Ementa
04/85	Estabelece que são consideradas Reservas Ecológicas as formações florísticas e as áreas de florestas de preservação permanente mencionadas no Artigo 18 da Lei 6.938/81, bem como as que estabelecidas pelo Poder Público de acordo com o que preceitua o Artigo 1º do Decreto 89.336/84
01/86	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para os relatórios de impacto ambiental
1A/86	Dispõe sobre transporte de produtos perigosos
06/86	Dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento
20/86	Dispõe sobre a classificação de águas doces, salobras e salinas do Território Nacional e sobre os padrões de qualidade de águas e de lançamento de efluentes
05/87	Aprova o programa nacional de proteção ao patrimônio espeleológico
09/87	Dispõe sobre a realização de audiência pública
01/88	Estabelece critérios e procedimentos básicos para implementação do Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, previsto na Lei 6.938 / 81
02/88	Proíbe qualquer atividade que possa pôr em risco a integridade de áreas de relevante interesse ecológico
10/88	Estabelece as normas para Áreas de Proteção Ambiental - APA
05/89	Institui Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - Pronar
01/90	Estabelece critérios e padrões para emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais
03/90	Estabelece padrões primários e secundários de qualidade do ar
08/90	Estabelece limites máximos de emissão de poluentes do ar, previstos no PRONAR
09/90	Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral das classes I a IX exceto a classe II
10/90	Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral da classe II
10/93	Dispõe sobre os artigos 3º, 6º e 7º do Decreto 750/93 sobre parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de mata atlântica
01/96	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental
02/96	Dispõe sobre a compensação ambiental, à razão de 0,5% do valor do investimento total
229/97	Regulamenta o uso de substâncias controladas que destroem a camada de ozônio
237/97	Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente, inclusive estabelecendo as competências de licenciamento do IBAMA e dos órgãos estaduais de meio ambiente
249/99	Aprova as diretrizes para a política de conservação e desenvolvimento sustentável da mata atlântica

Fonte: MMA (2002)

As políticas públicas de meio ambiente no Brasil tomaram consistência, de direito e de fato, apenas na década de 80, com a edição da Lei 6.938/81, mediante a qual foram instituídos

a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Este representou significativo avanço das políticas públicas de meio ambiente, por prever a descentralização do gerenciamento ambiental e ampla participação do setor produtivo e da sociedade civil e por ter editado importantes resoluções, tais como a 001/86 e a 237/97, que obrigaram as atividades degradadoras do meio ambiente ao licenciamento ambiental e, no caso de significativo impacto, à elaboração de EIA/RIMA.

De acordo com Viana (2007), mesmo tendo sido instituído há mais de três décadas, o SISNAMA ainda não se encontra estruturado e articulado como um verdadeiro sistema nacional. São exemplos de problemas existentes: (i) centralização injustificada de atribuições no Ministério do Meio Ambiente (MMA) e no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); (ii) sobreposição e conflito nas atuações do MMA/IBAMA e dos órgãos seccionais (estaduais); (iii) indefinição do papel dos órgãos locais (municipais) e conflito entre eles e os órgãos seccionais; (iv) indefinição dos limites do poder normativo do CONAMA; e (v) falta de diálogo com sistemas voltados a áreas específicas da gestão ambiental.

O CONAMA, cujo modelo foi replicado nos demais níveis da Federação com a criação de conselhos de meio ambiente nos 26 estados, no Distrito Federal e em centenas de municípios, representou um caso típico de política pública de autolimitação da autoridade governamental em favor de uma gestão ambiental compartilhada e transparente. Ao permitir o acesso da sociedade civil, por meio de seus representantes nos conselhos, aos processos decisórios quanto ao licenciamento ambiental, o Poder Público buscou democratizar sua atuação nessa área, embora ainda frequentemente surjam críticas quanto à legitimidade dessa representação.

A Lei 6.938/81 foi fundamental para a introdução do gerenciamento ambiental no Brasil. Até então, existiam leis federais e estaduais esparsas, que tratavam isoladamente de temas como as florestas e os recursos hídricos, ou davam suporte ao surgimento de estruturas voltadas para o controle das fontes de poluição, em especial nas chamadas zonas críticas. Não havia uma visão sistêmica, nem existiam princípios, objetivos e instrumentos que formalizassem uma política pública voltada para a melhoria da qualidade ambiental. A lei foi precursora da democratização do País, por introduzir o germe da descentralização em ambiente regulatório centralizado.

Bastante inovadora, a Lei 6.938/81 já trouxe ínsita a ideia do desenvolvimento sustentável, definitivamente consagrado como Princípio 4 da Declaração da ECO 92. Seu art.

4º, inciso VI, estatuiu, como um dos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente, a “preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida”. No inciso seguinte, incluiu o princípio do poluidor-pagador (o do usuário pagador vem desde o Código de 1934), depois consagrado na CF, ao prever a “imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados, e ao usuário, de contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”.

Além disso, a Lei 6.938/81 estabeleceu uma ampla gama de instrumentos de gestão ambiental no âmbito da Política Nacional do Meio Ambiente, mas infelizmente poucos deles já foram desenvolvidos em toda a sua potencialidade. Tais mecanismos estão discriminados nos doze incisos do art. 9º da citada norma, a saber: estabelecimento de padrões de qualidade ambiental, zoneamento ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), Licenciamento ambiental e revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, incentivos ao desenvolvimento tecnológico para a melhoria da qualidade ambiental, criação de áreas protegidas, Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA), Cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental, penalidades disciplinares ou compensatórias pelo não-cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental, Relatório de Qualidade do Meio Ambiente (RQMA), garantia da prestação de informações relativas ao meio ambiente e cadastro técnico federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais.

A Lei 6.938/81 foi regulamentada pelo Decreto nº 88.351, de 1983, posteriormente revogado, estando atualmente em vigor o Decreto nº 99.274, de 1990. Desde sua redação original, o decreto já vinculava a utilização da AIA aos sistemas de licenciamento ambiental de atividades poluidoras ou modificadoras do meio ambiente. O mesmo decreto estabeleceu que os critérios para a realização do EIA seriam baixados por atos do CONAMA, o qual, através da resolução nº 237/97, constitui-se a atual disciplina básica do licenciamento ambiental, pois detalha os empreendimentos e atividades sujeitos ao mesmo e também as competências nas esferas federal, estadual, do Distrito Federal e municipal.

O CONAMA ampliou o rol das atividades sujeitas a licenciamento e o escopo dos estudos ambientais, estabeleceu prazos tanto para a análise quanto para a vigência das licenças e retirou a obrigatoriedade da independência da equipe técnica responsável pelos estudos ambientais em relação ao empreendedor. Em síntese, qualquer empreendimento potencialmente poluidor ou degradador do meio ambiente sujeitar-se-ia, em tese, a licenciamento ambiental, com a obtenção sucessiva de LP, LI e LO; mesmo aquele que não

cause impacto ambiental significativo estaria sujeito a licenciamento, embora dispensasse a elaboração de EIA/RIMA, que deveria ser substituído por outro estudo mais simplificado ou específico. Mas alguns estados já flexibilizaram até mesmo a necessidade de licenciamento ambiental, mediante a introdução da modalidade de autorização ambiental.

Por fim, cabe ainda lembrar que, nos termos do art. 60 da Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais), construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes sujeita o infrator a pena de detenção, de um a seis meses, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente. Além desse artigo, a lei prevê ainda, nos arts. 66 a 69, alguns crimes contra a administração ambiental e, no art. 70, a infração administrativa ambiental, que também podem ocorrer no âmbito do processo de licenciamento, o que se aplica diretamente ao setor mineral.

2.6.2 Licenciamento Ambiental no Setor de Extração Mineral

Conforme estabelecido na Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, o licenciamento ambiental é um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, com objetivo preventivo ou corretivo e desde que preenchidos pelo empreendedor os requisitos normativos exigidos, licencia a localização, a construção, a instalação, a ampliação, a alteração e o funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental (Viana, 2007).

O licenciamento ambiental e a licença ambiental são coisas distintas. De fato, o licenciamento ambiental é um conjunto de atos e procedimentos que engloba, dentre outros, o pedido de autorização para funcionamento de determinado empreendimento, a demonstração de que o referido empreendimento atende à legislação ambiental e a decisão do órgão administrativo acerca do atendimento ou não dos requisitos necessários para a concessão da licença ambiental. Já a licença é o objetivo almejado pelo empreendedor, é o ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente concede o pedido feito pelo particular, podendo, por meio desse ato de concessão, estabelecer condições, restrições e medidas de controle ambiental de observância obrigatória pelo empreendedor (Gonçalves e Lira, 2018).

Mesmo depois de mais de um quarto de século após o advento da Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estruturou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), os temas

do licenciamento ambiental, da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e do Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) continuam sendo regidos apenas de forma genérica, no âmbito federal, pela própria lei citada e por seu regulamento. Tratam também da matéria, entre outras, as Resoluções nº 001 de 23 de janeiro de 1986, e 237 de 19 de dezembro de 1997, ambas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Fora do âmbito federal, há ainda as legislações ambientais estaduais, do Distrito Federal e algumas municipais abordando o assunto.

As licenças ambientais previstas na legislação pátria, conforme a regulamentação da Lei 6.938/81 (atual Decreto nº 99.274 de 6 de junho de 1990, em seu art. 19) e o art. 8º da Resolução CONAMA 237/97 são:

- I. Licença Prévia (LP), na fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;
- II. Licença de Instalação (LI), autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do projeto executivo aprovado; e
- III. Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o fundamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação.

De modo geral a LP atesta a viabilidade ambiental do empreendimento e estabelece as condicionantes a serem atendidas nas etapas posteriores, a LI autoriza o início de sua implantação de acordo com o projeto executivo, e a LO autoriza o início da atividade desde que cumpridas as exigências anteriores.

No procedimento de licenciamento é obrigatória a apresentação de manifestação das Prefeituras Municipais, declarando que a localização e a tipologia do empreendimento encontram-se de acordo com leis e regulamentos municipais. Caberá ao órgão licenciador identificar outros órgãos que devam ser envolvidos no processo de licenciamento, como por exemplo a Fundação Nacional do Índio (FUNAI), da Fundação Palmares, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) (e órgãos estaduais de patrimônio) e a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) quando a atividade ou empreendimento se localizar em área de ocorrência de malária (Fundação Alexander Brandt et al., 2012).

Caso o empreendimento afete Unidades de Conservação (UC) ou sua Zona de Amortecimento, o órgão licenciador deverá exigir a anuência prévia do órgão de administração desta UC, conforme determina a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e o Decreto 4.340, de 22 de agosto de 2002. No caso da “Zona de Amortecimento” ainda não estar definida através do Plano de Gestão da UC, a Resolução nº 428 de 17 de dezembro de 2010 do CONAMA estabelece uma faixa de 3 km no entorno das UC’s como aquela na qual deverá haver anuência do órgão gestor das mesmas no caso de empreendimentos com Impactos Ambientais Significativos (sujeitos a licenciamento através de EIA/RIMA) e de 2 km no caso de empreendimentos não sujeitos ao licenciamento através de EIA/RIMA.

O licenciamento ambiental geralmente se dá através do órgão estadual de meio ambiente. Existem casos de impacto local em que esta competência é repassada pelo Estado ao município, desde que este tenha Conselho de Meio Ambiente deliberativo e estrutura técnica adequada na Secretaria de Meio Ambiente. Existem situações, previstas na Resolução nº 237/1997 do CONAMA, em que o licenciamento deve ocorrer na esfera federal. No processo de licenciamento ambiental federal, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) deve considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Estados e Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, conforme estabelecido no Decreto 99.274/90, § 4º art. 19, e reafirmado no parágrafo 1º do art. 4º da Resolução CONAMA 237/97.

Conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 09 de 6 de dezembro de 1990, o licenciamento ambiental de empreendimentos de mineração é realizado sempre através de EIA/RIMA para a etapa de LP, e de PCA (Plano de Controle Ambiental) para a etapa de LI. Já a Resolução nº 10 de 28 de dezembro de 1990 estabelece que, especificamente para mineração destinada à extração de minerais para uso na construção civil (argila, areia, brita etc.), em situações especiais a critério do órgão competente, é possível a dispensa do EIA/RIMA, substituindo-se este pelo RCA (Relatório de Controle Ambiental). Os principais documentos técnicos exigidos para a obtenção da licença ambiental na mineração são os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA), entretanto outros que ainda podem ser solicitados são o Plano de Controle Ambiental (PCA) e/ou Projeto Básico Ambiental (PBA), Estudos de Análise de Risco (EAR), Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), Plano de Ação de Emergência (PAE), Plano ou Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), Planos de Fechamento de Mina (PAFEM), Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA) e Revisões Periódicas do EIA (Fundação Alexander Brandt et al., 2012).

Bursztyn e Bursztyn (2006) afirmam que a análise da experiência brasileira de licenciamento ambiental mostra uma grande dificuldade, detectada em diversos órgãos ambientais, quanto ao acompanhamento pós-licenciamento. Ou seja, embora a adoção do EIA/RIMA já esteja consolidada, ainda há muito a ser feito e amadurecido quanto a ações que assegurem o cumprimento de exigências estabelecidas, bem como o controle efetivo de cada atividade ou empreendimento.

Especificamente no caso de atividades minerárias, Prado Filho e Souza (2004) destacam que intervenções ambientais são hoje partes integrantes dos projetos minerais; porém, como na mineração a operação impõe certo dinamismo ao empreendimento, verifica-se que parte das medidas mitigadoras apontadas no EIA acaba não sendo executada, como o “previsto e aprovado” na fase de Licença Prévia (LP), enquanto outras apenas ficam listadas como propostas de mitigação de impactos, deixando de ser efetivamente executadas.

De acordo com o MMA (2002), as respostas fundamentais que uma Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) devem dar ao órgão ambiental competente para que se conclua pela viabilidade do licenciamento são que:

- independentemente dos impactos negativos estarem dentro de níveis permitidos e assimiláveis, os impactos positivos a serem gerados pelo empreendimento devem ser de tal importância que justifiquem os efeitos negativos a serem gerados;
- os impactos ambientais a serem gerados pelo empreendimento estarem dentro dos limites permitidos pelas leis, normas e regulamentos aplicáveis;
- esteja sendo adotada a tecnologia mais indicada e mais eficiente para as características do empreendimento e do meio onde este se insere;
- os impactos ambientais a serem gerados pelo empreendimento estarem em níveis tais que sejam assimiláveis ou estejam dentro da capacidade de autorregeneração dos elementos ambientais existentes atualmente ou de sistemas alternativos ambientalmente sustentáveis e autossuficientes a longo prazo, podendo ser recuperados por métodos conhecidos, isto é, os impactos gerarão passivos reabilitáveis com efeito estabilizado ou positivo sob o ponto de vista ambiental, para os meios físico, biológico e antrópico.

Neste contexto e em meio à complexidade dos conflitos ambientais e dos vários interesses dos atores envolvidos, o licenciamento ambiental figura como ferramenta de proteção do patrimônio socioambiental e cultural, e portadora de legitimidade no processo de legalização de áreas para exploração mineral, ferramenta esta que merece ser discutida à exaustão, haja vista sua importância nesse panorama (Scatolini, 2015).

2.6.2.1 Procedimentos para licenciamento e inspeção do setor de mineração

Tanto para licenciamento quanto para inspeção, a base inicial de todo o roteiro será sempre a classificação do empreendimento. Para tal, serão necessárias as seguintes informações (que correspondem aos critérios de classificação):

- Tipo de ambiente: ambientes de uso antrópico intensivo, ambientes de uso antrópico extensivo, ambientes conservados e ambientes especiais (terrenos cársticos, ambientes aquáticos, áreas de relevância do patrimônio natural e cultural, áreas de sensibilidade socioeconômica e áreas de ocorrência de populações tradicionais);
- Porte/estrutura: subsetor de extração de minerais metálicos, de minerais não metálicos e industriais, de fertilizantes e de carvão mineral, subsetor de extração de minerais de uso direto na construção civil, subsetor de garimpo;
- Tipo de minério: minerais metálicos oxidados e metais nativos, minerais metálicos sulfetados, carbonatos industriais, refratários, minerais e rochas de uso industrial, fibras minerais, fertilizantes fosfatados, minerais salinos, gemas, carvão mineral, mineral radioativo, água mineral, areia, argila, rocha ornamental;
- Tipo de lavra: em pedreira, em cava, em fatias, dragagem, lavra subterrânea;
- Tipo de beneficiamento: inexistente, processos de beneficiamento a seco, processos de beneficiamento a úmido, processos de beneficiamento com insumo químico.

Para o caso de licenciamento, será exigido do empreendedor que, no requerimento inicial, preste estas informações, apresentando ainda outras, como fotos da área, breve descrição do processo de lavra e beneficiamento e coordenadas geográficas do empreendimento, com informações georreferenciadas do mesmo.

Para que haja correspondência entre o projeto em licenciamento e o empreendimento mineral concedido pela união através da ANM é fundamental que a descrição do empreendimento seja feita com base no Plano de Aproveitamento Econômico (PAE) e que este, previamente aprovado pela ANM, esteja disponível ao agente licenciador.

Deve-se procurar estabelecer um procedimento de licenciamento concomitante entre ANM e IBAMA. No caso de inspeção, caso não seja possível a obtenção destas informações previamente com o empreendedor, as mesmas serão levantadas de forma conceitual pela própria equipe técnica encarregada da inspeção, para posterior confirmação. Classificado o empreendimento, serão levantados os principais aspectos ambientais a serem considerados, bem como as especificidades de termo de referência e os itens de verificação para a classe de

empreendimento em análise ou inspeção. No caso de se tratar de processo de licenciamento, com base nesta classificação, será feita a montagem do termo de referência para o EIA e para os programas do PCA.

A seguir é necessária e imprescindível uma reunião com a participação de toda a equipe responsável pelo licenciamento do empreendimento no IBAMA. Nesta reunião será feita uma listagem dos aspectos ambientais considerados como mais relevantes e, dentre estes, os pontos críticos do empreendimento em relação a impactos ambientais. Para tal, serão utilizadas as fichas de indicação de aspectos ambientais. Sempre que possível, o empreendedor será convocado para participar de uma parte desta reunião, ou de uma continuidade desta em um horário ou dia posterior.

Será, então, elaborado um quadro específico para o empreendimento em análise que comporá os *check lists* de licenciamento e de inspeção. A inspeção será desenvolvida pela representação estadual do IBAMA ou pelo órgão responsável pelo licenciamento, a partir deste *check list*.

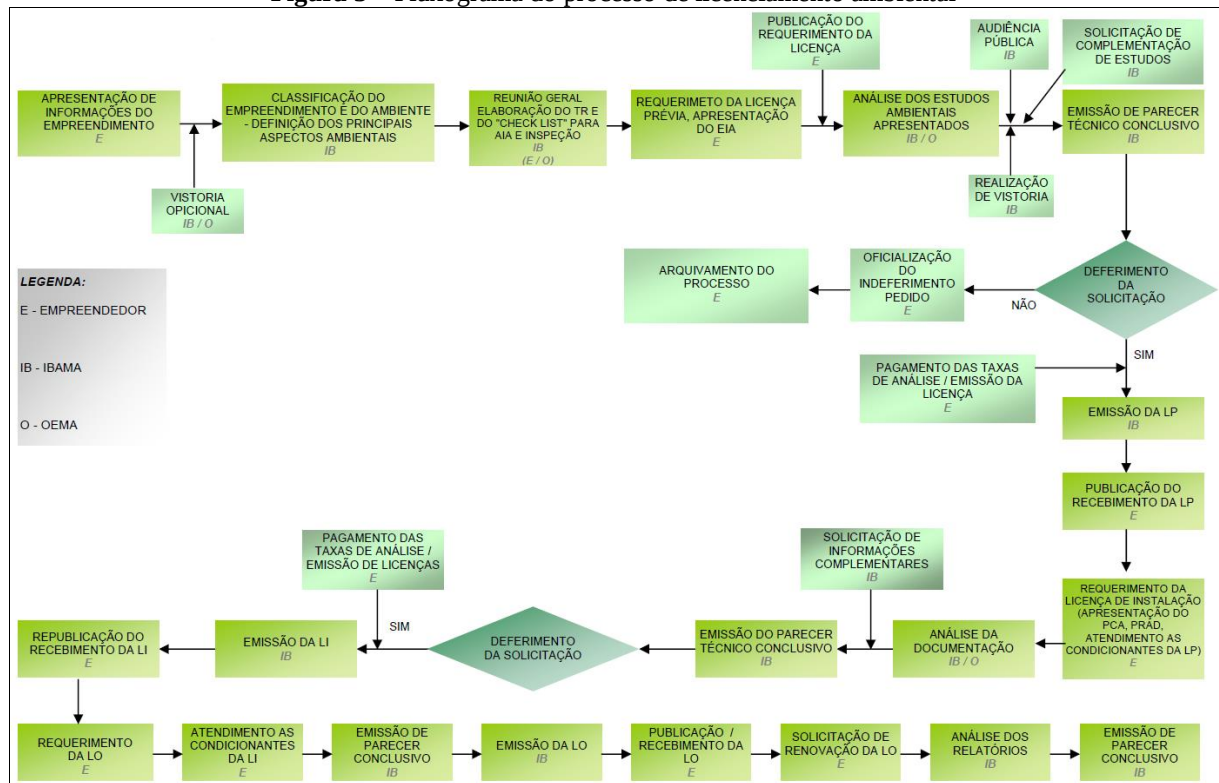
O TR (Termo de Referência) dos Estudos de Impacto Ambiental será elaborado com base nos seguintes critérios:

- Existe um termo básico e genérico. Tendo em vista o pressuposto de que o poder público tem sua atuação centrada na hipótese conservadora, o TR básico é o mais completo e complexo, podendo ser simplificado ou, se for o caso, ampliado;
- Serão então eliminados ou simplificados os itens do TR básico, considerando a classificação do empreendimento, dos ambientes onde este se insere e com base nas fichas de indicação de aspectos ambientais, onde são indicadas as ênfases para o TR.
- O TR será discutido, sempre que possível, com os Órgãos Estaduais do Meio Ambiente (OEMAs) e com o empreendedor.

O nível de informações a serem exigidas no termo de referência será dado com base na avaliação feita pela equipe técnica do licenciamento, a partir da definição dos prováveis impactos que possam ser considerados relevantes para o empreendimento em análise. Assim, conforme a característica do empreendimento e do meio onde este se implante, é possível que seja suficiente a elaboração de um EIA que conste somente de uma descrição sumária do meio, baseada em levantamentos expeditos de informações. Por outro lado, em outras situações, poderão ser necessários extensos levantamentos, considerando-se a sazonalidade para a região em estudo.

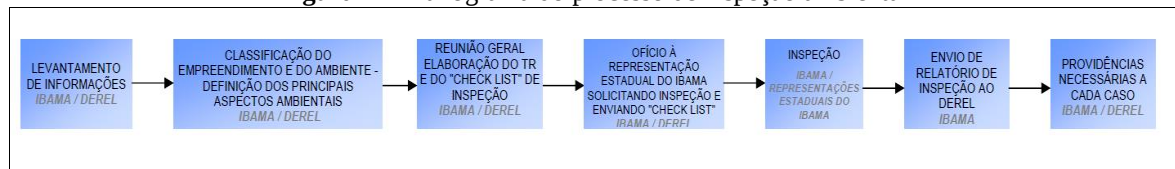
A figura 3 a seguir apresenta o fluxograma do processo de licenciamento, e a figura 4 o fluxograma do processo de inspeção.

Figura 3 – Fluxograma do processo de licenciamento ambiental



Fonte: MMA (2002)

Figura 4 – Fluxograma do processo de inspeção ambiental



Fonte: MMA (2002)

3 METODOLOGIA

A metodologia experimental da presente dissertação consistiu, basicamente, na aplicação do instrumento específico de licenciamento ambiental utilizado junto à Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) do estado de Pernambuco em uma das empresas do setor de mineração de ouro a fim de discutir a validação de tal instrumento em relação às exigências necessárias ao processo de licenciamento ambiental. Para isso, foi necessária a caracterização do setor de mineração de ouro no estado de Pernambuco, o qual, considerando os empreendimentos em operação, consiste de forma geral em Minerações Artesanais e de Pequena Escala (MAPE).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE MAPE DE OURO PERNAMBUCANO: ASPECTOS OPERACIONAIS E TECNOLÓGICOS

Com relação à mineração, o estado de Pernambuco sempre se destacou pelo setor de mineração não metálica, especificamente como o maior estado em produção de gesso e um dos maiores estados produtores de agregados para construção civil. De modo geral, a mineração na região consiste em extração de granito para fins ornamentais e para produção de brita, de gipsita para fabricação dos diferentes tipos de gesso, de calcário para fins agrícolas e industriais, de argila para indústria cerâmica, de areia para a construção civil, de caulim para uso industrial etc.

Estudos realizados anteriormente pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), órgão público federal vinculado ao Ministério de Minas e Energia (MME), indicavam tão só a presença dos minerais não metálicos e limitava a produção mineral do estado a um mercado local, no máximo, com estados limítrofes. Entretanto, pesquisas desenvolvidas em maior detalhe pela iniciativa privada, por empresas como a antiga Votorantim Metais S.A. (atual *Nexa Resources*), Yamana Gold Inc. etc., mostram que Pernambuco tem seu lugar de destaque com relação a reservas de minerais metálicos como cobre, níquel, titânio e ouro, com áreas que encontram-se, na sua maioria, na fase de requerimento/autorização de pesquisa mineral.

A atividade mineral em Pernambuco divide-se na extração de diferentes substâncias minerais nas diversas sub-regiões do estado, onde existem destaques em volume e qualidade de certos minérios. O atual potencial mineiro distribui-se por região da seguinte forma, conforme a tabela 7 a seguir:

Tabela 7 – Setor de mineração no estado de Pernambuco

Região	Município	Substância mineral	
<i>Sertão</i>			
Polo Gesseiro do Araripe	Araripina, Ouricuri, Trindade, Bodocó e Ipubí	Gipsita	Gesso (gipsita) possui um amplo uso, da construção civil até a área odontológica e ortopédica.
Polo Garimpeiro de Ouro	Serrita, Salgueiro, Parnamirim e Verdejante	Ouro	Ouro disseminado em veios de quartzo viáveis a pequenos empreendimentos
Polo Ouro	Tabira, São José do Egito	Ouro	Sondagens feitas no subsolo pela YAMANA GOLD indicam um corpo representativo de ouro que pode viabilizar grande empreendimento aurífero.
	Parnamirim, Verdejante	Cobre	Sondagens da VOTORANTIM METAIS indicam jazidas de interesse econômico.
	Floresta	Titânio	Titânio inicialmente para pigmento.
	Parnamirim	Quartzito	Rocha para pisos e paredes externas.
	Dormentes e Afrânio	Argila vermelha	Argila vermelha para cerâmica.
	Itacuruba	Mármore	Rocha ornamental
<i>Agreste</i>			
	Vertente do Lério, Santa Maria do Cambucá, Flores e Carnaíba	Calcário	Calcário para diversas funções, principalmente corretivo do solo.
	Bom Jardim	Granito Marrom Imperial	Rocha ornamental
	Bezerros	Argila vermelha	Indústria cerâmica
<i>Zona da Mata</i>			
	Itambé, Aliança, Vicência e Limoeiro	Níquel	Sondagens da Votorantim Metais indicam jazidas de interesse econômico
	Goiana, Itapissuma e Igarassu	Areia	Indústria da construção civil
	Paudalho e Carpina	Argila vermelha	Indústria Cerâmica
	Jaboatão dos Guararapes, Vitória de Santo Antão, Moreno	Granito	Produção de agregados para construção civil

Fonte: O Autor (2018)

O setor de mineração de ouro efetivamente operacionalizando no estado de Pernambuco caracteriza-se basicamente pela Mineração Artesanal e de Pequena Escala (MAPE). Segundo levantamento realizado junto à Agência Nacional de Mineração (ANM) – Regional Pernambuco, existem 252 processos ativos com requerimento para a substância mineral ouro em tramitação junto a esta Agência, estando os mesmos em diferentes fases de andamento, sendo: 32 (trinta e dois) em fase de Requerimento de Autorização de Pesquisa, 08 (oito) em fase de Requerimento de Lavra Garimpeira, 02 (dois) na fase de Lavra Garimpeira, 209 (duzentos e nove) na fase de Autorização de Pesquisa, e 01 (uma) área encontra-se em Disponibilidade. Os processos estão distribuídos em diversos municípios do estado,

concentrando-se em sua maior parte nos municípios de Serrita, Salgueiro, Verdejante, Parnamirim e Serra Talhada.

Dos processos de direito minerário levantados junto à ANM, 02 (dois) operam sob o regime de Permissão de Lavra Garimpeira:

- Processo 840.002/2006, de titularidade de José Peixoto Alencar, com localização no município de Parnamirim;
- Processo 840.367/2013, de titularidade da Cooperativa dos Garimpeiros do Sertão Central, com localização no município de Salgueiro.

Já em levantamento realizado junto à CPRH verificou-se que os processos de licenciamento ambiental que se encontravam no sistema na modalidade lavra garimpeira de ouro ou lavra de ouro de pequeno porte (MAPE) eram 4 (quatro):

- Processo nº 012228/2011 – José Peixoto de Alencar, CPF: 152.664.194-15, processo ANM nº 840.002/2006, Indeferimento Ambiental nº 03.15.12.006493-2;
- Processo nº 001491/2018 – Brandão & Simas Mineração – ME, processo ANM nº 841.008/2011, Licença de Operação nº 03.17.05.001486-5;
- Processo nº 000153/2018 – COOGASCEN (Cooperativa dos Garimpeiros do Sertão Central), processo ANM nº 840.367/2013, Licença de Operação nº 03.17.05.001485-8;
- Processo nº 008681/2016 – Promining Participações Ltda., processo ANM nº 840.139/2012, Licença de Operação nº 02.17.05.001484-4.

O empreendimento de titularidade de José Peixoto de Alencar é o mais antigo no sistema, e localiza-se na Fazenda Chapéu, zona rural, município de Parnamirim/PE. Na realização da visita à área verificou-se que as atividades encontravam-se paralisadas. Foi dada entrada na renovação da licença ambiental, mas por falta de atendimento às exigências, esta foi indeferida.

A empresa Brandão & Simas Mineração ME está inscrita no CNPJ 14.734.789/0001-19 com sede localizada Avenida Pedro Nogueira, nº 121, Vila do IPSEF, Serrita/PE. A mesma foi constituída em 23 de novembro de 2011 tendo como atividade principal a extração e beneficiamento de minérios de metais preciosos. Encontra-se na fase de Autorização de Pesquisa e realiza a extração do minério através do instrumento de Guia de Utilização.

A COOGASCEN (Cooperativa dos Garimpeiros do Sertão Central) está inscrita no CNPJ 07.660.494/0001-80 e sua sede está localizada no Sítio Ingá s/n, Zona Rural do município de Serrita, no Estado do Pernambuco. Foi constituída em 25 de outubro de 2005 e tem como atividade principal a Extração de Minérios de Metais Preciosos. A COOGASCEN

conta com a participação de 85 (oitenta e cinco) garimpeiros, tanto na extração como no beneficiamento de minério de ouro. Encontra-se na fase de Lavra Garimpeira.

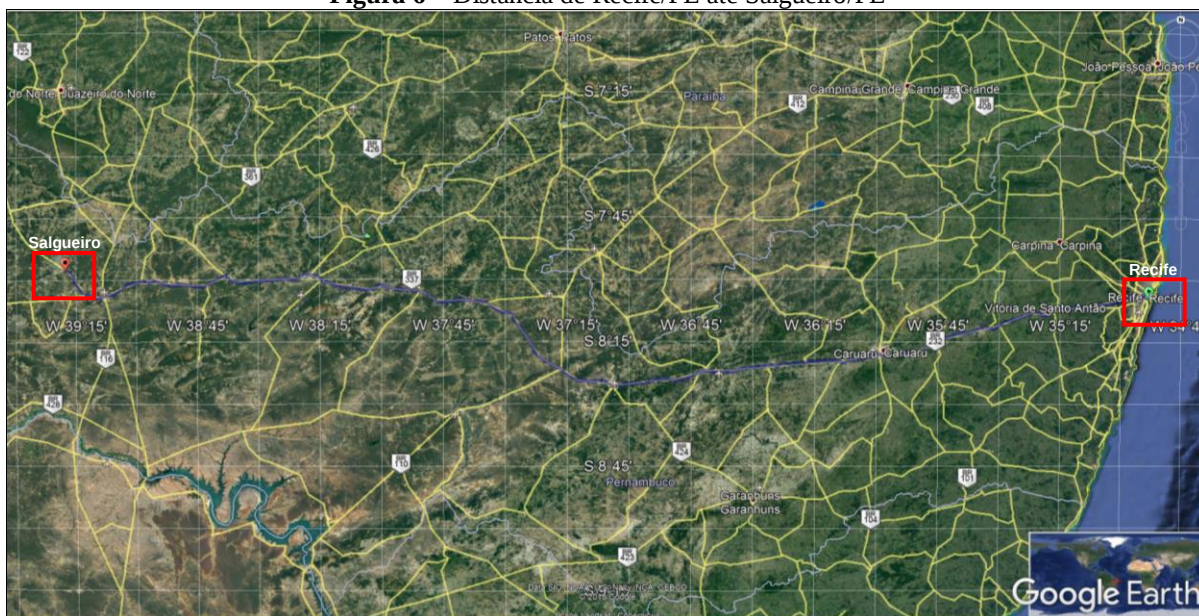
A Promining Participações Ltda. está inscrita no CNPJ 13.790.833/0001-45 com sede em Praça três Irmãos, 40, Centro, Castelo, estado do Espírito Santo. Encontra-se na fase de Autorização de Pesquisa e realiza a extração do minério através do instrumento de Guia de Utilização.

As atividades de exploração do setor de MAPE de ouro em Pernambuco concentram-se em projetos em áreas que abrangem os municípios de Salgueiro, Verdejante, Oeste de Pernambuco, situados entre os paralelos 07° 44' 00" e 08° 00' 00" de latitude Sul e os meridianos 39° 10' 48" e 39° 22' 51" de longitude Oeste. A cidade de Salgueiro (onde se concentram as atividades de extração), dista 27 km de Serrita (onde se concentra a planta de beneficiamento), como pode ser visto na figura 5, e 508 km de Recife/PE (figura 6). O acesso, a partir de Recife, é feito através das rodovias BR-232 e PE-507.

Figura 5 – Localização do projeto de exploração de ouro



Fonte: Google Earth (2018)

Figura 6 – Distância de Recife/PE até Salgueiro/PE

Fonte: Google Earth (2018)

Para caracterização operacional e tecnológica das operações de extração de ouro adotou-se como referência as atividades desenvolvidas pela Brandão & Simas Mineração – ME, classificada como uma empresa do setor de MAPE de ouro no estado de Pernambuco, e que desenvolve atividades de exploração de ouro semelhantes às outras 02 (duas) empresas atuantes na mesma região: a Cooperativa dos Garimpeiros do Sertão Central (COOGASCEN) e a Promining Participações Ltda.

A área de extração situa-se no município de Salgueiro, no estado de Pernambuco, a cerca de 500 km da capital Recife. O acesso à área pode ser feito seguindo o trajeto: saindo de Recife via BR-232 até Nossa Senhora de Graça, em seguida para a Avenida Maj. Antônio Rufino e Rua Joaquin Sampaio até o destino de Salgueiro através da BR-232.

A área de beneficiamento (figura 7) situa-se no município de Serrita, no estado de Pernambuco a cerca de 580 km da capital Recife. O acesso à área pode ser feito seguindo o trajeto: saindo de Recife via BR-232 até a PE-430 em Bela Vista, passando pela BR-116 até a PE-475 chegando ao destino em Serrita.

Figura 7 – Área de beneficiamento do minério

Fonte: Adaptada do Google Earth (2017)

A região correspondente à lavra garimpeira localiza-se a nordeste da cidade de Salgueiro/PE e abrange em sua maior parte rochas do Grupo Salgueiro, com a dominância de rochas pelíticas e psamíticas e rara presença de rochas vulcânicas. Observa-se a existência de anomalias de ouro, prata, chumbo e arsênio, as quais se encontram a oeste da área do requerimento da empresa titular. Este fato reforça a existência de mineralização econômica nos veios filonianos com a presença de ouro, prata e sulfetos na área. As mineralizações citadas estão associadas a veios de quartzo, que podem ser classificados em três tipos, conforme a época em que foram gerados; destes, apenas os da primeira geração, inseridos segundo a foliação das encaixantes são desprovidos de qualquer interesse econômico. De modo geral os veios apresentam como encaixantes nos xistos do Grupo Salgueiro.

O empreendimento compreende as operações de lavra de minério de ouro e atividades de beneficiamento de minério de ouro através da amalgamação. As instalações do local de extração e beneficiamento compreendem:

- Na lavra: acessos, subestação de energia elétrica, paiol de explosivos (figura 8), escritório (figura 9), alojamento e vestiários, refeitório, galpão para almoxarifado e apoio.

Figura 8 – Instalações do paiol de explosivos



Fonte: O Autor (2017)

Figura 9 – Instalações do escritório do empreendimento



Fonte: O Autor (2017)

- No beneficiamento: depósitos de produtos e materiais, escritório e alojamentos, barreiro de água suja, barreiro de decantação, tanque de alimentação, poço Curimã, poço Malechet, reservatório de Solução Rica e reservatório de Solução Pobre.

A operação de lavra garimpeira compreende os trabalhos de desmonte, extração, manutenção e segurança. A lavra do minério é desenvolvida a céu aberto mediante a extração da rocha aflorante mineralizada (veio de quartzo), utilizando-se técnica mista, ou seja, manual e mecanizada. Trata-se de métodos usualmente empregados em jazimento desta natureza e caracterizados pela simplicidade, baixos custos operacionais e adaptáveis às circunstâncias do

local. Posteriormente poderá ser estudado o aprofundamento dos veios mineralizados para realização da lavra de forma subterrânea, o que exigirá o desmonte com explosivos.

A preparação do garimpo compreende basicamente a abertura de vias de acesso ao local em que ocorrerá a lavra e o decapeamento da jazida. O decapeamento dos corpos mineralizados consiste na retirada de todo o material terrígeno que cobre a jazida. Nesta fase do garimpo, são definidas as frentes de lavra que variam de 6 (seis) a 10 (dez) metros lineares ao longo dos veios. O garimpo dispõe de livro de controle dos garimpeiros e da produção, no qual cada frente de lavra é numerada e constam os seguintes dados: nome do “Dono da frente de lavra” e de seus auxiliares, a data de início de suas atividades, a dimensão de suas áreas de lavra e a produção mensal.

Na fase em que se encontra, a lavra do garimpo ocorre por meio de desmonte manual a céu aberto; entretanto, posteriormente, caso seja comprovada viabilidade técnica e econômica, a mesma ocorrerá por meio da lavra subterrânea. O método de lavra a céu aberto intervém apenas a força humana, com emprego de instrumentos manuais, quais sejam picareta (com dois bicos ou com um bico e corte), forcado (garfo com dentes de aço), enxada, enxada, malho, alavanca, pá, marreta e cunha (de madeira ou metálica). Com o aprofundamento dos veios de quartzo mineralizado, a lavra necessitará fazer o uso de explosivos para o desmonte, uma vez que o corpo mineralizado deverá encontrar-se menos fraturado e intemperizado, tornando-se mais resistente.

Posteriormente, quando necessário, será feita a abertura de poços (em cada frente de lavra) com área de aproximadamente, 1 (um) m² ao longo do corpo mineralizado. O desmonte será feito através de explosivos dispostos numa frente de lavra em forma de pilão; o mesmo será conduzido de forma planejada e licenciada, com embasamento técnico e plano de fogo projetado por um Engenheiro de Minas Responsável, com a segurança exigida pelas instituições reguladoras. Para cada frente de lavra serão empregados baldes e/ou carrinhos de mão para transportar o material proveniente dos poços. Se o volume de minério compensar o avanço da mina por meio de lavra subterrânea, novos estudos podem viabilizar o transporte de pessoal e minério por meio de *shafts* e/ou planos inclinados.

O beneficiamento do empreendimento em questão é realizado fora da planta de lavra no município de Serrita/PE, no Sítio Malhada do Boi. O tratamento de minérios de ouro apresenta algumas peculiaridades que o distinguem de outros métodos, pois a espécie submetida ao processo de beneficiamento é uma entidade química em sua forma elementar metálica, caracterizada por elevadas densidade e maleabilidade. O valor de mercado do produto é consideravelmente superior ao da grande maioria dos bens minerais. Em linhas

gerais, as rotas de processamento podem se restringir a uma mera adequação granulométrica do minério às etapas hidrometalúrgicas subsequentes ou envolver, além da preparação, estágios de concentração. Nesse último caso as propriedades diferenciadoras exploradas são a diferença de densidade e de hidrofobicidade (natural ou induzida) entre o ouro e os minerais a ele associados mais intimamente e os minerais de ganga.

O beneficiamento do minério é realizado através de amalgamação, que consiste em um processo de concentração que se baseia na ligação preferencial aos reagentes quando na presença de água, ar e outros minerais, com a formação de uma liga. Para tal é utilizada uma placa de cobre coberta de carpete formando uma fina camada aderida à mesma; o processo de recuperação do mineral livre consiste em passar pela placa uma camada de polpa (concentrado e água) onde o minério ficará retido na placa.

As etapas de realização do beneficiamento são realizadas em circuito fechado, com recirculação de água de processo e água de rejeitos. As operações do beneficiamento do minério de ouro envolvem:

- **Preparação:** compreende as operações de cominuição das partículas minerais e sua classificação através de 02 (dois) britadores de impacto e 06 (seis) moinhos de martelo. O material rico em ouro é britado e posteriormente moído formando uma polpa que passará para concentração em uma calha;
- **Concentração:** a concentração é baseada na propriedade densimétrica do ouro, sendo então separado dos minerais leves (quartzo) em um equipamento adaptado denominado placa. A separação ocorre pelo fato de que o ouro é pesado e decanta, e a maior parte do material leve passa pelo topo da placa de cobre, incorporando a polpa;
- **Desaguamento do concentrado:** essa etapa compõem-se de 02 (dois) pequenos poços construídos em linha com a saída do material passante pela placa. No primeiro poço, decanta um material fino e arenoso rico em ouro denominado de Curimã, e no segundo poço decanta o pó contendo o ouro em menor proporção chamado de Melechet. Após a decantação do material nos poços 1 e 2, a parte líquida é proveniente é direcionada para um tanque de retenção e decantação, sendo seu transbordo direcionado para um segundo tanque, cuja água é bombeada para um reservatório e por meio da gravidade é reutilizada no início do circuito, minimizando a utilização de água nova;
- **Descarte dos rejeitos:** os rejeitos produzidos são as polpas aquosas, que são desaguadas em tanque de decantação, e a água clarificada retorna diretamente ao circuito de concentração. Esse processo tem por finalidade evitar contaminação do lençol freático e as áreas de

influência do empreendimento, mesmo a quantidade de mercúrio utilizada sendo pequena, pois o mesmo é aplicado apenas em pequenas bacias feitas de cimento e cobertas por material impermeável a fim de apurar o ouro.

O processo produtivo inclui ainda o reaproveitamento dos rejeitos da amalgamação do ouro através da operação de lixiviação, a qual consiste tipicamente na remoção do metal de valor de modo a separá-lo de uma grande massa de ganga com um beneficiamento do minério. Para isso, o material é alcalinizado com cal (óxido de cálcio – CaO) ainda na planta de processamento e é depositado em forma de pilhas nas piscinas para serem tratadas pelo processo de lixiviação em pilhas por cianetação. Este ocorre em circuito fechado e é isolado com lonas tecnicamente apropriadas. Após o processamento, o material passa por tratamento para neutralizar os resíduos de cianeto. Depois a pilha é esvaziada por máquinas que transportam o rejeito alcalinizado para locais apropriados, onde são feitas a recomposição topográfica e da paisagem e a revegetação da mesma.

3.2 CARACTERÍSTICAS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM PERNAMBUCO

De modo geral, o licenciamento ambiental no estado de Pernambuco é realizado segundo um processo único, através de formulários específicos para cada tipologia de empreendimento, os quais exigem detalhamento na descrição das informações acerca das atividades de modo a dar suporte para que a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) possa avaliar o processo de forma crítica e criteriosa e então conceder e expedir a licença ambiental para que o empreendimento desempenhe suas operações em conformidade com as leis ambientais em vigor no estado de Pernambuco.

As etapas a serem cumpridas para o processo de licenciamento ambiental consistem, de modo geral, em:

- a) Verificar se o empreendimento é passível de Licença:

O licenciamento ambiental é uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente. Os negócios passíveis de licenciamento ambiental em Pernambuco estão elencados nos anexos I e II da lei estadual nº 14.249 de 17 de dezembro de 2010. Ainda de acordo com a lei estadual nº 14.249 de 2010, cada licença será concedida no prazo máximo de 90 dias, contados da data do protocolo de requerimento até o deferimento ou indeferimento, ressalvado os casos que houver necessidade de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), no qual o prazo máximo será de 12 meses.

Os empreendimentos estão divididos nas seguintes tipologias:

- empreendimentos comerciais e de serviços;
- empreendimentos imobiliários;
- empreendimentos industriais;
- postos de combustíveis;
- empreendimentos com utilização de recursos hídricos subterrâneos ou superficiais;
- obras diversas;
- empreendimentos viários;
- empreendimentos da agricultura, pecuária, aquicultura, **pesquisa e extração mineral**;
- empreendimentos de esgotamento sanitário, substâncias perigosas, transportadoras e serviços de saúde;
- empreendimentos de tratamento e disposição de resíduos, atividade de retirada de entulhos e coleta de lixo e atividades florestais.

Todos os empreendimentos passíveis de licenciamento ambiental (licenciados pela CPRH ou pelos municípios) deverão efetuar o Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CEAPP/PE) e se regularizarem junto ao pagamento da Taxa de Fiscalização das Atividades Potencialmente Poluidoras de Pernambuco (TFAPE).

b) Verificar se o Empreendimento está sendo licenciado pela CPRH ou pelo município:

Desde outubro de 2009, a CPRH delegou a alguns municípios o licenciamento ambiental de atividades de baixo impacto ambiental.

c) Documentação Básica e Formulários por Tipologia:

As documentações básicas exigidas no Setor de Protocolo da Agência Estadual do Meio Ambiente (CPRH) estão classificadas de acordo com o tipo de licença requerida.

d) Acessar o SIG CABURÉ e gerar o Relatório Preliminar Ambiental:

O empreendedor deverá se cadastrar no Sistema de Informações Geoambientais de Pernambuco (SIG Caburé). Após receber o e-mail de confirmação, o empreendedor deverá entrar no SIG Caburé com seu *login* e senha e utilizar a ferramenta "Relatório Preliminar Ambiental (RPA)", inserir o nome do empreendimento e desenhar no mapa a sua localização ou enviar (*upload*) em arquivo *shape*.

e) Gerar Boleto

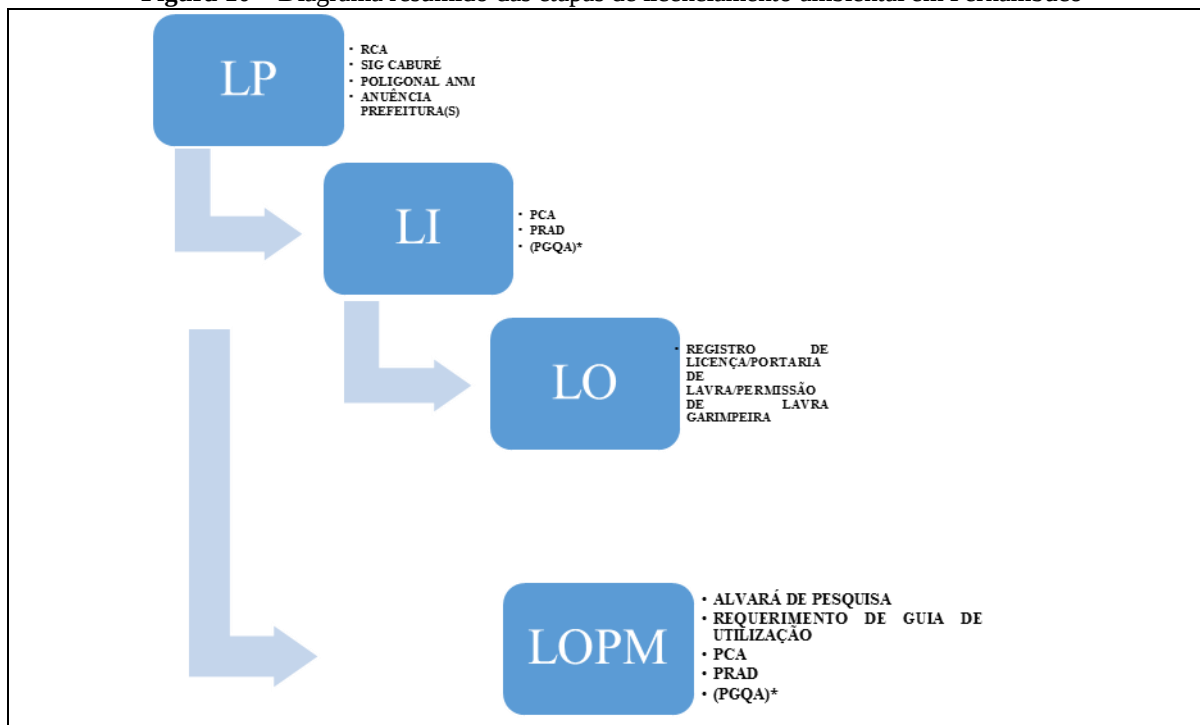
f) Protocolo presencial:

O empreendedor apresentará diretamente na sede da CPRH toda a documentação necessária para abertura do processo de pedido do licenciamento ambiental.

g) Resgatar a Licença:

No momento da protocolização do requerimento da licença ambiental será disponibilizado um comprovante contendo o número do processo e o número da chave do processo. Com o número do processo pode-se acompanhar o andamento da concessão da licença ambiental. Com o número da chave, é possível fazer o resgate da licença.

Figura 10 – Diagrama resumido das etapas de licenciamento ambiental em Pernambuco



Fonte: O Autor (2017)

Nota: *PGQA – Plano de Gerenciamento da Qualidade Ambiental

3.3 LEVANTAMENTO DE PROCESSOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL EXISTENTES NO BRASIL RELATIVOS À MAPE DE OURO

O Sistema de Licenciamento Ambiental (SLA) é um conjunto de procedimentos e mecanismos que garantem uma ação prévia de controle ambiental para a implantação de atividades produtivas efetiva ou potencialmente poluidoras. Com o objetivo de estabelecer normas e procedimentos para licenciamento ambiental de empreendimentos no setor de extração mineral, o Ministério do Meio Ambiente juntamente com o IBAMA publicou, em 2001, um manual de licenciamento ambiental, a fim de padronizar e harmonizar os critérios técnicos para análise e concessão do licenciamento, estabelecer exigências e controlar a inspeção neste setor.

Como resultado, este manual propôs um Termo de Referência (ANEXO A), um documento básico, orientativo e genérico que pode ser simplificado ou ampliado principalmente em função das características do empreendimento ou do ambiente onde este se insere. Este termo tem por objetivo determinar a abrangência, os procedimentos e os critérios para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), contemplando todos os aspectos que caracterizam o empreendimento mineral em licenciamento, os impactos ambientais que o mesmo pode causar nos meios físico, biótico e socioeconômico e o prognóstico ambiental. Estrutura-se da seguinte forma:

- Delimitação das áreas de influência direta e indiretamente afetadas pelos impactos;
- Construção do EIA segundo uma metodologia minuciosa;
- Identificação do empreendedor;
- Alternativas tecnológicas para lavra e beneficiamento e locais para as estruturas de apoio;
- Caracterização do empreendimento:
 - Porte, infraestrutura, *layout* e áreas para expansão
 - Relevância econômica, social e política
 - Localização da área de implantação, acessos e outros empreendimentos
 - Justificativas socioeconômicas, técnicas e locacional
 - Histórico do empreendimento
 - Órgão financiador;
- Cronograma das obras de implantação;
- Descrição do empreendimento:
 - Processo de lavra e beneficiamento (reservas minerais, capacidade produtiva, vida útil, tipos de minérios, tipo de mineração, método de lavra e operações unitárias, descrição da utilização de explosivos, estocagem de estéril e rejeito e descrição detalhada do beneficiamento etc.)
 - Insumos relativos aos processos produtivos e às atividades de apoio operacional
 - Descrição e caracterização dos produtos gerados pela mineração;
- Controle ambiental:
 - Efluentes líquidos gerados e seu sistema de tratamento
 - Caracterização dos resíduos sólidos, seu acondicionamento e destinação
 - Caracterização das emissões atmosféricas e seu sistema de controle

- Levantamento quali-quantitativo do ruído, especificando os valores prováveis de emissão;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) apontando as técnicas e metodologias que serão utilizadas nos programas previstos e justificando as alternativas;
- Plano de descomissionamento descrevendo os indicadores de aptidão ambiental e alternativas de uso futuro da área;
- Diagnóstico ambiental caracterizando a situação ambiental atual das áreas de influência do empreendimento, sendo apresentado primeiramente em separado e em seguida de forma multi e interdisciplinar na Análise Integrada:
 - Meio físico (clima e condições meteorológicas, qualidade do ar, ruído, geologia e geomorfologia, solos, recursos hídricos – hidrologia, qualidade dos corpos d'água e usos das águas superficiais e subterrâneas)
 - Meio biótico (ecossistemas terrestres e aquáticos)
 - Meio socioeconômico considerando as áreas de influência diretas e indiretas (dinâmica populacional, caracterização das comunidades atingidas, organização social, estrutura básica, uso e ocupação territorial, patrimônio natural e cultural);
- Análise integrada caracterizando as inter-relações do diagnóstico ambiental dos meios físicos, biótico e socioeconômico;
- Identificação e avaliação dos impactos ambientais que poderão ocorrer nas fases de implantação, operação e desativação juntamente às suas interações;
- Medidas mitigadoras, compensatórias, programas de controle e de monitoramento que devem minimizar, maximizar, compensar ou eliminar os impactos ambientais identificados na fase anterior:
 - As medidas mitigadoras e compensatórias deverão ser contempladas quanto ao componente ambiental afetado
 - Deverão ser propostos programas de fechamento e reabilitação de áreas degradadas, de proteção a flora e à fauna, de manejo e proteção de águas, de proteção e salvamento de sítios arqueológicos, de prevenção a riscos ambientais e de controle de acidentes, programas integrados para monitoramento ambiental na área de influência
- Elaboração do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), documento em linguagem acessível ao público que deve conter as informações técnicas geradas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

- Indicação da bibliografia utilizada para elaboração dos estudos especificada por área de conhecimento;
- Construção de um glossário com os termos técnicos utilizados;
- Indicação da equipe técnica multidisciplinar responsável pela elaboração do EIA e o RIMA, indicando a área profissional e o número de registro no respectivo Conselho de Classe e no Cadastro Técnico Federal.

Como pode-se observar, este Termo de Referência foi constituído de forma abrangente de modo a tentar englobar as características dos diversos tipos de empreendimentos minerais para o processo de licenciamento ambiental no sentido de que tal processo seja realizado da maneira mais completa possível, visto que é ideal que se consiga obter o máximo de informações acerca do processo produtivo da empresa para que então as atividades sejam realizadas conforme preconiza a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 9.638 de 1991).

Entretanto, este Termo configura-se muito complexo no que concerne ao setor de MAPE de ouro pelo fato de este tipo de mineração apresentar muitas especificidades em seu processo produtivo, que geralmente é caracterizado por operações de lavra e beneficiamento rudimentares e/ou semimecanizadas e baixas taxas de produção e recuperação mineral. Assim, os órgãos ambientais estaduais competentes responsáveis pelo licenciamento ambiental das atividades de extração mineral buscaram estabelecer simplificações nesse processo a fim de permitir o desenvolvimento das atividades de extração de ouro, principalmente as de Mineração Artesanal (lavra garimpeira), e que estas sejam realizadas segundo os pilares da sustentabilidade ambiental.

Um dos estados da federação de que se têm informações acerca da simplificação do processo de licenciamento ambiental é o Pará, que em julho de 2013, através da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS/PA), instituiu a Instrução Normativa nº 006, a qual Dispõe sobre o Licenciamento para a Atividade de Lavra Garimpeira de Ouro no Estado do Pará. Esta Instrução estabelece procedimentos e critérios específicos para o licenciamento ambiental da atividade de lavra garimpeira de ouro no Estado do Pará e traz em seu anexo o Termo de Referência para Elaboração de Relatório de Controle Ambiental (RCA) Específico para a Atividade de Lavra Garimpeira (ANEXO B).

A Instrução Normativa traz em seu conteúdo conceitos relacionados à lavra garimpeira de ouro (Regime de Permissão de Lavra Garimpeira e tipos de equipamentos utilizados), apresenta os instrumentos de gestão ambiental no âmbito da Política Nacional do Meio Ambiente (licenciamento e licença ambiental, estudos ambientais, PCA, RCA, Relatório de Informação Ambiental Anual – RIAA, PRAD e Áreas de influência de um empreendimento),

os documentos jurídicos (Requerimento padrão SEMA, Declaração de Informações Ambientais – DIA, Anuência da Prefeitura, Título minerário outorgado pelo DNPM etc.) e técnicos (Termo de Referência específico, Memorial descritivo do empreendimento etc.) necessários ao processo de licenciamento ambiental junto à SEMAS/PA, dispõe sobre a execução das atividades de extração no regime de Permissão de Lavra Garimpeira em terra firme com bico jato ou equipamentos escavadores e em leitos de rios, e também sobre a utilização de substâncias químicas no beneficiamento em garimpos de ouro.

O Termo de Referência que deve ser entregue como documento necessário à habilitação técnica do empreendimento ao licenciamento ambiental elaborado pela SEMAS estrutura-se basicamente na forma de um Relatório de Controle Ambiental (RCA), devendo conter as informações necessárias para avaliação dos impactos ambientais gerados pela atividade de lavra garimpeira, propor medidas mitigadoras e programas ambientais relacionados aos impactos identificados; em seu conteúdo devem ser contemplados:

- As informações gerais do empreendedor e da empresa responsável pela elaboração do RCA;
- Descrição geral do empreendimento, incluindo os processos e respectivas tarefas da implantação, operação e fechamento, sua relevância econômica, social e política nas esferas local e regional, situação locacional (poligonal do DNPM, vias de acesso e características naturais da área) e perfil dos profissionais envolvidos;
- Caracterização do empreendimento, incluindo substância mineral, mão-de-obra e infraestrutura necessárias, método e as características da lavra, processo de extração e beneficiamento, identificação e quantificação do estéril e dos rejeitos, mas de localização das estruturas necessárias;
- Caracterização ambiental da área de influência direta no que se refere a aspectos físicos (geologia local e regional, tipos de solos, clima e recursos hídricos), meio biótico (flora, fauna e ecossistemas aquáticos) e aspectos socioeconômicos (uso e ocupação do solo, saúde, educação, habitação, existência de sítios arqueológicos e antropológicos, proximidade de reserva indígena e outras áreas de proteção especial etc.);
- Identificação e avaliação dos impactos gerados ou a serem gerados pela atividade contemplando a operação de lavra, beneficiamento, sistema de contenção de rejeito e encerramento;

- Proposição de medidas mitigadoras para as operações relacionadas à lavra, o beneficiamento, a disposição de material estéril, a disposição de rejeito e ao encerramento da atividade;
- Medidas de controle ambiental para os impactos identificados nos meios físico, biótico e social, em cada etapa do licenciamento ambiental;
- Plano de Recuperação das Áreas Degradadas para as áreas de lavra, de beneficiamento mineral, das bacias de rejeitos, pilhas de estéril, diques, barragens, as áreas das instalações de infraestrutura, vias de acesso e etc.;
- Programas de monitoramento ambiental para os meios físico, biótico e social, detalhando o cronograma de execução;
- Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos contemplando o saneamento básico de toda infraestrutura do empreendimento;
- Plano de encerramento da atividade;
- Documentação fotográfica destacando a situação atual das áreas que serão alteradas durante as fases de instalação e operação do empreendimento.

Outro estado brasileiro em que o processo de licenciamento ambiental para exploração de ouro é realizado de forma simplificada é Pernambuco. O Termo de Referência (ANEXO C), denominado Estudo Ambiental Simplificado (EAS), foi elaborado pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) para fins de licenciamento ambiental de projetos de extração e beneficiamento de ouro de modo geral no intuito de englobar empreendimentos que atuem sob o Regime de Permissão de Lavra Garimpeira e também no Regime de Autorização de Pesquisa/Concessão de Lavra. Esse termo foi desenvolvido considerando as especificidades e complexidades da mineração de ouro no sertão do estado de Pernambuco, realidade marcada principalmente por ser um local com restrições hídricas.

3.4 DETALHAMENTO DO PROCEDIMENTO ATUAL RELATIVO AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DAS MAPE'S DE OURO JUNTO À CPRH

No Termo de Referência Simplificado e específico para o setor de MAPE de Ouro no estado de Pernambuco elaborado pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) tentou-se compilar todas as regras e procedimentos legais abrangidos pelo Termo de Referência genérico proposto pelo Ministério de Meio Ambiente (MMA), sendo construído desta forma

de modo a se adaptar a empreendimentos de recursos limitados e em um local com restrições hídricas. Este termo estrutura-se da seguinte forma:

TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE ESTUDO AMBIENTAL SIMPLIFICADO – EAS, REFERENTE À PROJETO DE EXTRAÇÃO DE OURO E BENEFICIAMENTO ASSOCIADO

1. INTRODUÇÃO

2. FORMA DE APRESENTAÇÃO, NÚMERO DE CÓPIAS/CONTEÚDO

O EAS deverá ser apresentado à CPRH em 02 (duas) vias impressas, formato A-4 e 01 (uma) via em meio digital (formato .pdf), obedecendo ao conteúdo mínimo e a ordem dos temas conforme estabelecido no item 3 deste Termo de Referência.

3. ESTUDO AMBIENTAL SIMPLIFICADO

3.1 APRESENTAÇÃO

Texto contendo uma apresentação sobre o objeto do licenciamento ambiental, resumo dos principais pontos do projeto e informações sobre o Termo de Referência – TR, fornecido pela CPRH.

3.2 INFORMAÇÕES GERAIS

3.2.1 Identificação e qualificação do empreendedor (nome ou razão social, número dos registros legais, endereço completo, telefone e fax dos responsáveis legais e pessoas de contato);

3.2.2 Identificação da Equipe Multidisciplinar responsável pelos resultados apresentados no EAS discriminando o nome, a especialidade de cada profissional, área de atuação de cada profissional no relatório, o número do Registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (IBAMA) bem como o número dos respectivos registros profissionais;

3.2.3 Situação do licenciamento ambiental e minerário, apresentando os seguintes registros:

- Licenciamento mineral junto à ANM: Área da poligonal requerida, número do Processo (DNPM) e tipo de Regime de Aproveitamento dos recursos minerais;
- Licenciamento junto à CPRH: Número do Processo e tipo de licença requerida;
- Informar, se for o caso, número do processo de requerimento de Outorga de Utilização de Recursos Hídricos para atividade de extração mineral junto à APAC (Agência Pernambucana de Águas e do Clima - Anexar à cópia do protocolo da solicitação de outorga);

3.2.4 Alternativas Tecnológicas e Locacionais:

- Apresentação detalhada das vantagens da tecnologia escolhida em comparação com outras e à luz das tendências nacionais e internacionais.

- Deverá ser apresentada a justificativa pela escolha da concepção do projeto considerando os aspectos locais, técnicos, econômicos, políticos, administrativos, sociais e ambientais, confrontando-os com alternativas técnico-locais disponíveis no mercado para projetos similares, além da hipótese da não execução do empreendimento.
- Possíveis alternativas em relação a pontos críticos como Áreas de Preservação Permanente – APP devem ser descritas.
- No caso de intervenção/supressão em Área de Preservação Permanente – APP, além da justificativa da necessidade de extração mineral nessas áreas, deverá ser comprovada a inexistência de alternativa técnica e locacional à atividade proposta, conforme preceitua a legislação vigente notadamente a Resolução CONAMA Nº 369/2006 e Lei Estadual Nº 11.206/95.

3.2.5 Empreendimentos Associados e Decorrentes:

- Descrever os empreendimentos associados e decorrentes, considerados indispensáveis à viabilização do empreendimento objeto de estudo. Apresentar em mapa, em escala compatível, todos os empreendimentos minerários existentes na área de influência do empreendimento, indicando o bem mineral explorado, a fim de se avaliar em etapa posterior os potenciais impactos cumulativos.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.3.1 Objetivos e justificativas para extração da substância mineral pretendida;

3.3.2 Localização e área:

- Descrição de como chegar à área, incluindo ilustração em planta de situação contendo os principais sistemas viários e núcleos urbanos existentes nas proximidades do empreendimento
- Área da poligonal (DNPM) e da área objeto de licenciamento
- Apresentar mapa (ou imagem de satélite), georreferenciado (coordenadas geográficas e UTM, datum SIRGAS 2000, em escala adequada, de localização do empreendimento, mostrando as características naturais da área de influência do projeto, a(s) área(s) registrada(s) junto ao DNPM, projeção da área a ser efetivamente lavrada durante a vigência da licença, as áreas previstas para expansão futura, a(s) Área(s) de Preservação Permanente – APP, conforme definida na legislação vigente, notadamente a Lei Federal Nº 12.651/2012, a área a ser desmatada (caso necessário);

3.3.3 Caracterização geológica da jazida:

- Deve incluir dados sobre o volume estimado da reserva existente (se houver), vida útil esperada e previsão do volume de produção;

3.3.4 Obras de implantação do empreendimento:

- Descrição da Infraestrutura existente ou prevista, tais como: abertura e recuperação de estradas carroçáveis de acesso à área de extração, preparação do local, estruturas temporárias e de apoio como cercas, portão de acesso, alojamentos, placas de sinalização (com as informações do empreendimento) e tonéis para coleta de resíduos etc.;

3.3.5 Método de lavra:

- Descrição do método de lavra a ser empregado para o aproveitamento do ouro com a apresentação de suas vantagens e desvantagens e os reflexos nas operações;

3.3.6 Descrição do plano de lavra

- Planejamento da lavra contemplando as diretrizes básicas para que a exploração da substância mineral seja realizada de maneira mais racional e econômica possível, observados os aspectos ambientais e econômicos vigentes (priorização de mínima intervenção em APP, proteção a fragmentos vegetais nativos etc.; descrição dos elementos geométricos definidos como largura, profundidade, extensão da cava; distância mínima entre a área de extração e a margem de corpo d'água etc.);

3.3.7 Operação da lavra:

- Descrição dos procedimentos de operação da lavra (operação unitárias a serem adotadas com vistas à extração da areia: escavação, transporte, descarregamento do minério etc.), bem como, conforme o caso, as operações de limpeza, remoção de vegetação, manutenção e umectação de acessos etc.;

3.3.8 Equipamentos de extração e transporte:

- Tipo e previsão das quantidades de equipamentos a serem empregados nas operações de lavra (para cada frente de lavra) e apoio;

3.3.9. Unidade de Beneficiamento:

- Descrição do sistema de beneficiamento do ouro destacando as fases do processo, todos os seus componentes e estruturas bem como as medidas de controle ambiental previstas para serem implementadas. Incluir fluxograma do processo de beneficiamento, identificando os pontos de geração de efluentes, resíduos, emissões atmosféricas e ruídos.
- Se o beneficiamento for processado fora da área da mina, fazer sua indicação, especificando o tipo de transporte a ser utilizado, a distância e o traçado (estrada, correias transportadoras etc.), arranjo geral da área do beneficiamento;

3.3.10 Transporte, estocagem e descarte:

- Informações sobre os tipos, quantidades consumidas, transporte, forma de armazenamento e aspecto de segurança e estocagem, de todos os insumos (combustíveis, lubrificantes, produtos químicos, explosivos, acessórios etc.) necessários ao desenvolvimento das atividades de lavra e beneficiamento;

3.3.11 Água:

- Informações (alternativas) sobre as fontes de abastecimento d'água (Usos industriais da água: processo de exploração, os usos domésticos, alimentação, limpeza, sanitário etc., indicando a vazão máxima e mínima em cada forma de uso), energia elétrica, tratamento e disposição final de esgotos, coleta e disposição de resíduos sólidos etc. para suprir as necessidades do empreendimento;

3.3.12 Segurança e prevenção de acidentes:

- Dispositivos e procedimentos relacionados à prevenção de acidentes de trabalho nas diversas fases de implantação do Empreendimento.

3.3.13 Recursos Humanos:

- Relação prevista do pessoal empregado na operação do empreendimento/atividade (Estimativas do número e perfil social e profissional dos trabalhadores envolvidos na atividade) e regime de trabalho (especificar número de turnos e indicação dos horários de funcionamento);

3.3.14 Duração e Sazonalidade:

- Especificar o tempo de duração da atividade de extração e se existe sazonalidade (Cronograma físico de execução para as atividades).

3.4 ÁREA DE INFLUÊNCIA

- Apresentar justificativas da definição da área de influência dos impactos. Incluir mapeamento, em escala adequada, georreferenciado (coordenadas geográficas e UTM).

3.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

- Breve caracterização da situação de referência, ou seja, do estado atual dos principais fatores ambientais susceptíveis de serem afetados pelo projeto. A elaboração do diagnóstico deve ser estruturada/orientada pelo enfoque e conteúdo (mínimo) a seguir exposto, podendo as informações ser complementadas por outras julgadas pertinentes pela Equipe multidisciplinar responsável pela elaboração do EAS.

❖ Meio Físico

- Caracterização do clima regional com ênfase em direção e intensidade dos ventos e regime hídrico anual e pluviométrico e suas interferências nas atividades de extração, na erosão, na drenagem e na recuperação de áreas degradadas. Os dados devem ser obtidos em estações climatológicas, presentes na área ou próximo a ela e/ou bibliografia especializada;
- Descrever o contexto geológico e geotectônico regional (Área de Influência Indireta do empreendimento). Detalhar a geologia local (Área de Influência Direta do empreendimento) com informações levantadas no campo, enfocando aspectos relevantes para adequada avaliação dos impactos ambientais do empreendimento (por exemplo estruturas na rocha que podem aumentar a vulnerabilidade de contaminação dos aquíferos e/ou susceptibilidade a erosão, tipo de rocha, grau de alteração, cobertura etc.). Incluir mapeamento em escala adequada e georreferenciado (coordenadas geográficas e UTM). Anexar, os registros das sondagens efetuadas incluindo a sua localização espacial (coordenadas geográficas e UTM, datum SIRGAS 2000);
- Descrição e caracterização geomorfológica regional e local, incluindo aspectos da dinâmica do relevo (presença de áreas propensas à erosão ou a assoreamento, a inundações etc.);
- Descrição dos tipos de solos (formação e classe de solo), especialmente nas áreas diretamente afetadas pelo empreendimento, incluindo uma discussão sobre sua aptidão agrícola e seu potencial de reutilização na recuperação de áreas degradadas. Se relevante para a análise ambiental do empreendimento, apresentar perfil de alteração (com fotos) especificando a espessura de cada

horizonte, caracterizando o que é estéril e minério. Incluir mapeamento em escala adequada, georreferenciado (coordenadas geográficas e UTM, datum SIRGAS 2000);

- Identificação de problemas porventura existentes na área de influência do empreendimento, e relacionados a processos da dinâmica superficial (erosão, instabilidade de taludes marginais a rios, inundações, assoreamento etc.) e que possam ser intensificados ou alterados com a operação do mesmo. Incluir levantamento fotográfico (fotos datadas, atualizadas e legendadas);

- Na hipótese de existência de quaisquer cavidades naturais no interior das áreas solicitadas para pesquisa a CPRH deverá ser previamente consultada sobre o assunto;

- Recursos hídricos

- Deverá ser descrita a rede hidrográfica regional e local, a unidade de gerenciamento de recursos hídricos na qual se insere a área de estudo, os principais usos (consumo humano, dessedentação animal, irrigação etc.) da água na Área de Influência Direta - AID. Incluir mapa georreferenciado (coordenadas geográficas e UTM, datum SIRGAS 2000), em escala adequada, mostrando a rede de drenagem e as bacias hidrográficas;

- Caracterização da qualidade das águas dos principais cursos d'água da Área de Influência Direta, com as justificativas para os critérios de escolha dos pontos e parâmetros de amostragem, tomando como referência a Resolução CONAMA N° 357/05.

- Hidrogeologia

- Caracterização hidrogeológica com vistas ao conhecimento do aquífero local e as interferências a serem introduzidas pelo empreendimento proposto;

- Deverão ser descritos os estudos efetuados, caso necessário, podendo conter: análise das zonas de recarga e descarga; indicações sobre a qualidade das águas subterrâneas e seu eventual consumo (quantidade, tipo de consumidor, localização dos pontos de captação etc.); vulnerabilidade dos aquíferos à poluição etc.

- Caracterização da qualidade do ar e níveis de ruído existente na área de influência direta do empreendimento.

❖ Meio Biológico

- Caracterização da vegetação do entorno da Área de Influência Direta do empreendimento, indicando o tipo de formação, estado de conservação dos ecossistemas naturais e mapeamento da cobertura vegetal (mapa georreferenciado em coordenadas geográficas e UTM, datum SIRGAS 2000, em escala adequada). Incluir documentação fotográfica (fotos atualizadas, datadas e legendadas);

- Caracterização da fauna associada: levantamento faunístico da mastofauna, avifauna e herpetofauna;

- Tanto para a flora, quanto para a fauna, deve-se abordar a presença sobre espécies endêmicas, ameaçadas de extinção e/ou com ameaça de sobre-exploração, diante da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (IBAMA), bem como as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, endêmicas, raras e ameaçadas de extinção.

- Áreas Protegidas:

- Informar a existência de Unidades de Conservação na área de influência do empreendimento, conforme Resolução CONAMA nº 428/2010, na jurisdição Federal, Estadual, Municipal ou particular. Apresentar, e se for o caso, mapa de localização, em escala adequada, georreferenciado (coordenadas geográficas e UTM, datum SIRGAS 2000) com indicação das referidas áreas;
- Identificação e caracterização das Áreas de Reserva Legal averbadas, conforme a legislação vigente, dentro da área útil do empreendimento, delimitando-a no mapa, se for o caso (Na inexistência dessas áreas, informar se a propriedade está inscrita no Cadastro Ambiental Rural – CAR);
- Na hipótese das ações do empreendimento implicar em intervenção/supressão de vegetação de área de preservação permanente – APP, estas deverão ser identificadas e caracterizadas incluindo situação de conservação da vegetação, conforme legislação vigente, delimitando-as em mapa georreferenciado (coordenadas geográficas e UTM, datum SIRGAS 2000), em escala adequada. Incluir descrição fotográfica. Nesses casos, deverão também ser apresentadas as informações exigidas no art. 3º Resolução CONAMA Nº 369/2006.
- Áreas especiais (patrimônio espeleológico, paleontológico, excepcional beleza cênica);
- Informações sobre a existência de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade (caatinga) indicando, se for o caso, a sua localização.

❖ Meio Socioeconômico

- Apresentar os principais índices (demográficos, de saúde e socioeconômicos) da área de influência do empreendimento e comentar as suas relações com o empreendimento;
- Caracterização sobre a organização social da área, indicando os grupos e/ou instituições existentes, lideranças, movimentos comunitários, forças políticas e tensões sociais;
- Patrimônio Histórico e Cultural: No caso da existência/indícios de patrimônio histórico-arqueológico (presença de jazidas fósseis ou outro tipo de material arqueológico) etc. que possam ser afetados com a implantação do empreendimento deverá ser formulado consulta ao IPHAN quanto aos procedimentos a serem adotados, inclusive para avaliação de impactos e programas de mitigação e monitoramento.
- Identificação e localização de comunidades, núcleos urbanos e/ou residências que serão afetadas pelo ruído, poeira e vibração e outras interferências causados pelas operações do empreendimento;
- Informações sobre as vias de acesso a serem utilizadas pelo empreendimento (condições de pavimentação, sinalização, tráfego de veículos);
- Identificação de áreas de assentamento de reforma agrária que possam sofrer interferência do empreendimento, se for o caso. Para essas situações deverão ser apresentadas também informações, pareceres e acordos existentes, incluindo a anuência do INCRA.
- Passivo Ambiental
 - No caso da existência de área degradada e/ou contaminada, os passivos ambientais verificados na gleba e/ou seu entorno devem ser estudados para apresentação de propostas de recuperação ambiental.

3.6 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

Identificar e analisar os principais impactos ambientais que serão gerados pelas atividades do empreendimento, enfocando as operações de lavra, o processo de beneficiamento, sistema de contenção de rejeito etc. e encerramento, considerando, dentre outros:

- Erosão e assoreamento de corpos d'água;
- Instabilidade de encostas (notadamente pelo uso de explosivos);
- Ultralançamento de fragmentos de rocha;
- Alteração da qualidade do ar;
- Alterações da qualidade das águas;
- Redução da cobertura vegetal nativa, inclusive em ambientes de preservação permanente. Incluir, se for o caso, estimativa de quantificação da área de vegetação a ser suprimida e indicação em mapa, georreferenciado, com indicação das mesmas;
- Perda de habitat de fauna;
- Afugentamento e perturbações da fauna (terrestre e avifauna) por ruído e vibração;
- Redução de áreas propícias à presença de espécies em extinção;
- Caça predatória;
- Impacto visual, associado às instalações das estruturas, ao processo de retirada da vegetação e à descaracterização da paisagem natural.
- Incômodos à população mais próxima (ruído, poeira, vibrações etc.) indicando inclusive os pontos críticos (operação da unidade de beneficiamento etc.);
- Alterações de tráfego local;
- Poluição do solo causada pela disposição inadequada de resíduos sólidos;
- Risco de contaminação de animais e pessoas;
- Geração de cavas e formação de áreas de alagamento com consequente proliferação de vetores endêmicos;
- Geração de empregos diretos;
- Aumento da receita dos governos estaduais e, principalmente, municipais, em virtude da obtenção, por parte deles, da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM);
- Outras alterações benéficas ou adversas como decorrência da implantação do empreendimento em suas diversas fases (planejamento, instalação, operação e desativação), julgadas pertinentes pela equipe multidisciplinar responsável pela elaboração do EAS.

3.7 MEDIDAS MITIGADORAS

Descrever objetivamente as medidas mitigadoras/corretivas/preventivas a serem implantadas durante as diferentes fases do empreendimento, em decorrência dos impactos identificados. As medidas poderão ser propostas na forma de programas ambientais conforme item 3.9 (aquelas de caráter mais complexo, que envolvem uma metodologia particular de trabalho objetivando a sua implementação).

Deverá ser dada ênfase nas seguintes medidas:

- Medidas e/ou dispositivos para garantir proteção à qualidade das águas;
- Medidas de controle da erosão e estabilização do solo;
- Medidas ou procedimentos a serem adotados para recuperação das áreas degradadas: acessos, pátios de manobra e estocagem, área de beneficiamento etc.
- Medida de redução das interferências e transtornos à população, especialmente no que se refere às emissões atmosféricas, aos ruídos e ao tráfego;
- Medidas para controle dos resíduos gerados por todas as atividades executadas na área do empreendimento;
- Medidas e/ou dispositivos para prevenção de acidentes;
- Medidas para evitar acesso de animais às áreas de beneficiamento etc. e pessoas não autorizadas;
- Medidas para garantir a saúde e segurança dos trabalhadores;
- Outras medidas julgadas pertinentes pela equipe técnica responsável pela elaboração do EAS.

3.8 ANÁLISE DE RISCOS

- Riscos de acidentes (Previsão de acidentes possíveis de ocorrerem durante o funcionamento do empreendimento, seus efeitos).
- Para as atividades de implantação, lavra, armazenamento do minério, transporte e armazenamento dos insumos, em todas as fases (implantação, operação e desativação) apresentar: Classificação dos tipos de acidentes possíveis; Identificação dos impactos em caso de acidentes; Descrição das estratégias a serem tomadas em caso de acidentes incluindo o Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR) e Ações de Emergência (PAE).

3.9 PROGRAMAS DE MITIGAÇÃO/COMPENSAÇÃO E PROGRAMAS DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DE IMPACTOS

Deverão ser apresentadas de forma consolidada as Medidas Mitigadoras/Compensatórias consubstanciadas em Programas específicos e também os Programas de Monitoramento, estes últimos com a finalidade de permitir o acompanhamento da evolução dos impactos ambientais do empreendimento, avaliando se as medidas mitigadoras são eficazes e desencadeando processos objetivando a sua adequação, quando necessário.

Considerar, entre os planos e programas passíveis de contemplação para esta tipologia de empreendimento, os seguintes:

- Monitoramento de qualidade das Águas e dos Efluentes do sistema de tratamento (beneficiamento);
- Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS);
- Recuperação de Área Degradada (PRAD). Deverão ser incluídas no PRAD as áreas de lavra, de beneficiamento mineral, das bacias de rejeitos, pilhas de estéril, diques, barragens, as áreas das instalações de infraestrutura, vias de acesso etc.;

- Saúde e Segurança do Trabalhador;
- Educação ambiental e comunicação social
- Outros programas, planos, julgados pertinentes pela Equipe Técnica responsável pelo EAS.

3.10 PLANO DE DESATIVAÇÃO (ENCERRAMENTO DA ATIVIDADE)

Deverá ser enfocada a desativação do empreendimento, correspondente à retirada de máquinas e equipamentos e eventual retirada ou reutilização da infraestrutura montada, a descontaminação dos equipamentos e das estruturas. Também deverão ser discutidas as alternativas de uso futuro da área, após a desativação do empreendimento.

3.11 ANEXOS

- Cópia do Registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (IBAMA) dos profissionais responsáveis pela elaboração do EAS;
- Anotações de Responsabilidade Técnica de todos os profissionais em relação à elaboração do Estudo Ambiental Simplificado - EAS, cada qual com a sua atividade técnica pertinente;
- Certidão da Prefeitura Municipal, declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo;
- Declaração de Aptidão para a Lavra Garimpeira - DNPM.
- Outros documentos julgados pertinentes pela Equipe responsável pela elaboração do EAS.

Recife, 15 de abril de 2015
André Queiroz Otelo
Engenheiro de Minas
Analista em Gestão Ambiental – Chefe SGAM

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta as discussões acerca dos resultados obtidos para validação do Termo de Referência em tela a partir do preenchimento do mesmo por uma empresa do setor de MAPE do Estado de Pernambuco. O TR preenchido na íntegra encontra-se no Anexo C.

4.1 VALIDAÇÃO DO PROCEDIMENTO REALIZADO JUNTO À CPRH DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE 1 (UMA) EMPRESA DO SETOR DE MAPE DE OURO DE PERNAMBUCO

As metodologias de avaliação de impacto vem se desenvolvendo em todo o mundo desde a década de 70. Atualmente, existe uma enorme variedade de métodos, cada qual com sua vantagem ou especificidade. O estabelecimento de uma padronização oficial para estes métodos não seria vantajosa, tendo em vista sua constante evolução, o conhecimento próprio de cada equipe responsável pelos EIAs e as necessidades de adaptação a cada situação, principalmente pelo tipo de minério e localização do empreendimento. Por outro lado, é importante que os critérios de avaliação sejam estabelecidos, ou seja, não se estabelecem os métodos, mas sim os critérios.

Por princípio constitucional e legal, deve-se proceder a avaliação de impacto ambiental para todas as atividades minerais em licenciamento, independente do porte e de suas características. Muito se discute a respeito desta questão, geralmente com críticas centradas na exigência de estudos de impacto ambiental para empreendimentos de pequeno porte. Como resposta a estes questionamentos, tem-se adotado em muitos OEMAs procedimentos diferenciados para pequenos empreendimentos, com outros tipos de documentos (RCA, RAP etc.). Em sua maioria, estes documentos apresentam as mesmas características de um estudo de impacto ambiental, sendo simplificações dos termos de referência dos EIAs, porém a princípio não atendem aos requisitos Constitucionais e Legais.

De fato, a resolução CONAMA 237/97, em seu artigo 12, § 1º, prevê que “o órgão ambiental poderá estabelecer procedimentos simplificados para as atividades e empreendimentos de pequeno potencial de impacto ambiental, que deverão ser aprovados pelos respectivos conselhos de meio ambiente”. No caso da mineração, considerando tratar-se de atividade degradadora do meio ambiente (conforme previsto na Constituição), a princípio esta simplificação não caberia. Por outro lado, no caso do licenciamento federal tal

simplificação, se coubesse, deveria ser previamente aprovada pelo CONAMA, como prevê a resolução 237/97.

Atualmente se entende que o Estudo de Impacto Ambiental não é necessariamente um processo complexo, com estudos longos e documentos volumosos. Quando utilizam-se hipóteses conservadoras como critério para a avaliação de impactos, a própria metodologia acaba por indicar a necessidade ou não de aprofundamento dos estudos de impacto ambiental. Assim, se um empreendimento for de pequeno potencial impactante, e for localizado em área sem grande relevância ambiental, mesmo adotando-se as hipóteses mais conservadoras, poderá se concluir pela viabilidade ambiental do mesmo. Portanto, o estudo de impacto ambiental não necessitará de ser extremamente detalhado e aprofundado, podendo se basear em informações existentes e disponíveis, e ser apresentado de forma simples e imediata. Neste caso, terá sido realizado um estudo de impacto ambiental, na profundidade e complexidade relativa ao empreendimento em estudo, o que equivale a um documento simplificado de licenciamento ambiental, sem contudo deixar de ser um EIA, atendendo assim ao que determina a Constituição.

O Termo de Referência para licenciamento ambiental de empreendimentos minerais de ouro pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) foi criado com os objetivos principais de simplificar a obtenção das licenças imprescindíveis à instalação e operação das atividades por parte das empresas e também de organizar o processo de licenciamento, visto que, anteriormente à implementação deste Termo de Referência, por não haver exigências com relação à uma metodologia padrão de apresentação, os projetos pertencentes e necessários ao processo licenciador eram apresentados de maneiras diferentes pelas empresas que buscavam conseguir as licenças, por muitas vezes encontravam-se precários de informações técnicas e principalmente em contradição com a realidade, o que era verificado quando eram realizadas as fiscalizações por parte do órgão competente, a CPRH.

Assim, a formulação do termo de referência passou a exigir que o empreendedor apresente de maneira coerente e ordeira todos os dados necessários ao andamento das análises técnicas por parte da agência ambiental para que assim o mesmo consiga obter as licenças necessárias ao desenvolvimento das operações de extração e beneficiamento de ouro, bem como facilitar os trabalhos de fiscalização das atividades desenvolvidas para fins de maior controle, visto que este termo exige a apresentação de Relatórios de Controle Ambiental periodicamente para o acompanhamento das atividades de exploração do ouro.

Para fins de validação do Termo de Referência utilizado no estado de Pernambuco para licenciamento ambiental de empreendimentos do setor minerário de ouro foi avaliada a

aplicação do mesmo em uma empresa atuante na extração de ouro, a Brandão & Simas Mineração – ME, com sede no município de Serrita/PE e instalações de lavra e beneficiamento nos municípios de Salgueiro e Serrita. Neste trabalho, buscou-se avaliar a eficácia deste Termo de Referência analisando se o mesmo abrange os aspectos essenciais ao licenciamento ambiental e se a empresa conseguiu atender às exigências necessárias para conseguir obter as licenças.

Como visto anteriormente, a estrutura do Estudo Ambiental Simplificado para o setor de mineração de ouro em Pernambuco abrange em sua totalidade os aspectos essenciais ao processo tradicional de licenciamento ambiental, que é a obtenção das licenças por etapas conforme a apresentação e protocolização dos documentos necessários. Assim, para que os empreendimentos de exploração de ouro consigam obter o licenciamento, devem preencher o formulário do Termo de Referência de forma coerente, concisa, organizada e clara e assim facilitar o processo de análise por parte da CPRH.

Quanto à forma de apresentação, o Termo de Referência divide-se basicamente em 3 (três) grandes tópicos:

- **Introdução**, que trata da apresentação do Estudo Ambiental Simplificado e seus objetivos (subsidiar instrução do pedido de licenciamento ambiental para Projeto de Lavra e Beneficiamento de Ouro).
- **Forma de Apresentação e Número de Cópias/Conteúdo**, explicando como deve ser apresentado o Termo de Referência.
- **Estudo Ambiental Simplificado (EAS)** propriamente dito, que se subdividem em:
 - Parte introdutória de apresentação do objeto do licenciamento ambiental;
 - Informações gerais acerca do empreendedor;
 - A equipe responsável pela elaboração do EAS;
 - A situação atual do empreendimento;
 - A caracterização do empreendimento (localização, geologia, infraestrutura, características operacionais da lavra e do beneficiamento, uso da água, aspectos de segurança, recursos humanos e cronograma de execução das atividades);
 - As áreas de influência do empreendimento;
 - O diagnóstico ambiental (descrição da situação atual das características dos meios físico, biológico e socioeconômico);
 - A avaliação dos possíveis impactos ambientais que o empreendimento pode provocar nas áreas de influência diretas e indiretas;

- A apresentação das medidas mitigadoras/corretivas/preventivas para os impactos gerados;
- A apresentação da análise de riscos;
- A apresentação dos programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos ambientais e
- O plano de encerramento das atividades da mineração.

Quanto ao conteúdo, verifica-se pelos subitens do Estudo Ambiental Simplificado que o Termo de Referência consegue abranger os aspectos fundamentais em comparação ao processo tradicional de licenciamento ambiental, visto que envolve os conteúdos mínimos de um Plano de Controle Ambiental, de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, de um Relatório de Controle Ambiental, além de documentação textual, gráfica e fotográfica.

Analizando o Termo de Referência preenchido com as informações da empresa Brandão & Simas (apresentado na íntegra no ANEXO C), atuante no setor de exploração de ouro no estado de Pernambuco, verifica-se que a empresa conseguiu responder de maneira satisfatória, com clareza, organização das ideias e objetividade o formulário para obtenção do licenciamento ambiental, no sentido de que forneceu as informações necessárias à CPRH para que a mesma conhecesse seu processo produtivo de maneira geral e principalmente por ter apresentado uma avaliação criteriosa dos aspectos ambientais essenciais à obtenção da licença ambiental de operação.

Os itens componentes do termo de referência foram atendidos pela empresa, onde a mesma cumpriu o exigido fundamentando-se na legislação vigente e procurando sempre discutir a realidade da empresa com a literatura concernente a cada assunto, além de apresentar de forma detalhada e explicativa os possíveis impactos ambientais gerados pela exploração de ouro na área do empreendimento, as medidas mitigadoras e corretivas para tais impactos, os riscos associados às operações de lavra e beneficiamento e as estratégias de desativação.

O formulário mostra que Estudo Ambiental Simplificado foi elaborado com base no Termo de Referência da CPRH e apresenta análise qualitativa das atividades da Brandão & Simas Mineração – ME, onde será desenvolvida extração de ouro e beneficiamento associado. O empreendimento terá suas instalações de extração do minério no município de Salgueiro e o beneficiamento do mesmo será processado fora da área da mina, no município de Serrita, ambos no Estado do Pernambuco.

Com relação às informações gerais, a empresa apresentou sua situação de licenciamento mineral regular junto à Agência Nacional de Mineração (ANM), os dados sobre o empreendedor e a equipe responsável pela elaboração do Estudo Ambiental Simplificado.

No subitem de caracterização do empreendimento, a empresa apresentou os objetivos e justificativas para a extração da substância mineral pretendida, que nesse caso é o metal ouro, o que é justificado pelo fato de os minérios serem estratégicos para a produção industrial e representarem fator de segurança econômica para o município; apresentou a localização da área de lavra e do beneficiamento do empreendimento, a caracterização geológica do empreendimento, as obras necessárias à implantação e implementação da lavra e beneficiamento do ouro na área do empreendimento da Brandão & Simas, enfatizando o perfil construtivo da área da pilha de lixiviação, informando inclusive que foram feitos testes para verificação do funcionamento do dreno e das bombas, e também dos locais de destinação dos rejeitos.

Ainda na caracterização do empreendimento foi apresentado detalhadamente o método de lavra a ser utilizado, expondo a descrição do plano e operações de lavra (decapeamento da jazida, método de desmonte, equipamentos de extração e carregamento a serem utilizados), e também foi apresentado o detalhamento da unidade de beneficiamento e seus processos constituintes: britagem, peneiramento, moagem, classificação, concentração gravítica por jigagem, mesas vibratórias ou oscilatórias, concentradores centrífugos e flotação. Ainda neste subitem foi mostrada a tecnologia usada especificamente no garimpo (concentração gravítica por amalgamação e cianetação) e todas as implicações à saúde do trabalhador, com base na literatura e exemplificações.

Outro tópico abordado foi quanto ao transporte, estocagem e descarte relacionados ao processo de beneficiamento, destacando a estimativa de consumo de óleos lubrificantes e combustíveis, a forma de armazenamento dos resíduos dos óleos e o aspecto de segurança e estocagem relacionados aos rejeitos, aos produtos químicos e aos explosivos. Destacou-se também os aspectos relacionados à necessidade de outorga para captação de água para o processo de beneficiamento e que haverá recirculação de água no sistema. Foi abordada ainda a quantidade de recursos humanos demandada às operações, e as medidas adotadas para segurança e prevenção de acidentes.

Após a caracterização do empreendimento, o termo de referência apresentou a delimitação das Áreas de Influência Direta e Indireta (AID e AII) e as Áreas Diretamente Afetadas (ADA) pelos diversos fatores ambientais, mostrando as áreas geográficas em que se estipulam quais os efeitos que o empreendimento e sua futura operação venham a introduzir

sobre esses mesmos fatores através da caracterização dos meios socioeconômico, físico e biótico.

A empresa Brandão & Simas apresentou também o diagnóstico ambiental das áreas de lavra e beneficiamento do empreendimento, caracterizando de modo criterioso e detalhado o meio físico regional (clima, geologia, tipos de solos, geomorfologia e recursos hídricos), o meio biológico (impactos à qualidade das águas por intermédio do assoreamento, pela descarga de derivados do petróleo, tais como óleo diesel e graxa, pelo uso exacerbado de detergentes utilizados para dispersar minério e, o mais grave, pelo uso inadequado do mercúrio), o meio biológico do local do empreendimento (descrevendo características da vegetação e espécies da fauna) destacando a obrigação de se ter a reserva legal como área protegida pelo Código Florestal Brasileiro necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, o meio socioeconômico e o meio socioeconômico do local do empreendimento. Além disso, apresentou também as características dos municípios de Salgueiro e Serrita, nos quais se desenvolverão as atividades de lavra e beneficiamento de ouro.

Após a apresentação do diagnóstico situacional da área o EAS para mineração de ouro traz em sua estrutura o subitem de avaliação de impacto ambiental, no qual a empresa Brandão & Simas elucidou os possíveis impactos gerados buscando identificar, qualificar e quantificar os impactos que possam potencialmente ser gerados nas fases de implantação e operação do empreendimento, bem como mostrando medidas de controle e recuperação da área degradada. Os principais impactos destacados foram: poluição sonora, poluição do solo, encerramento da mina e operações, poluição das águas e esgotamento dos recursos hídricos, drenagem ácida de mina (DAM) e impacto visual.

Mesmo tendo apresentado medidas mitigadoras quanto aos impactos causados, no subitem seguinte a empresa apresentou as medidas mitigadoras para tais impactos, descrevendo de forma minuciosa os aspectos relacionados a medidas e/ou dispositivos para garantir proteção à qualidade das águas; medidas de controle da erosão e estabilização do solo; medidas ou procedimentos a serem adotados para recuperação das áreas degradadas: acessos, pátios de manobra e estocagem, área de beneficiamento etc.; medida de redução das interferências e transtornos à população, especialmente no que se refere às emissões atmosféricas, aos ruídos e ao tráfego; medidas para controle dos resíduos gerados por todas as atividades executadas na área do empreendimento; medidas e/ou dispositivos para prevenção de acidentes; medidas para evitar acesso de animais às áreas de beneficiamento etc. e pessoas não autorizadas; medidas para garantir a saúde e segurança dos trabalhadores.

O Termo de Referência contempla também o detalhamento de Programas de mitigação/compensação e Programas de acompanhamento e monitoramento de impactos ambientais, dos quais a Brandão & Simas apresentou Plano de emergência, medidas preventivas, ações em caso de situação anormal de operação (derrame/vazamento de produtos químicos ou óleo, derrame/vazamento de grande porte de produto químico, extravasamento de efluentes sanitários, evento não planejado durante transporte externo de resíduo líquido e sólido), resgate à fauna, combate à incêndio, recursos de primeiros socorros, treinamentos e simulados, medidas de conscientização no âmbito do empreendimento e estratégias de desativação.

Identificados os impactos e propostas as medidas e programas mitigadores e de monitoramento, o EAS exige a apresentação de um Plano de Recuperação das Áreas Degradadas (PRAD), a fim de corrigir os impactos ambientais negativos verificados anteriormente. No caso da Brandão & Simas os locais onde as medidas de recuperação podem ser aplicadas são áreas lavradas, áreas de disposição de resíduos sólidos e área de infraestrutura e circunvizinhança. Os sistemas de recuperação propostos serão aplicados para: corrigir a geração de efluentes de origem operacional, a estabilização dos depósitos de rejeitos e estéril, a regularização topográfica, a correção de irregularidades do terreno, o controle de óleos e graxas, o controle de poluição das águas e a correção das drenagens naturais. O PRAD inclui também a revegetação da área e manejo ecológico do solo (correção da acidez do solo, espalhamento do solo vegetal, seleção das espécies vegetais e técnicas de plantio), o monitoramento dos seus objetivos (condições dos terrenos, germinações das sementes, cobertura, estado nutricional da vegetação e controle de pragas e doenças). Além do PRAD, foi elaborado também o Relatório de Detalhamento de Programas Ambientais (RDPA), um processo de aproximação e esclarecimento da adoção de medidas de monitoramento e controle ambiental na implantação do empreendimento.

Por fim, a estrutura do EAS exige a elaboração da Análise Preliminar de Risco (APR) e do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). A APR trata basicamente do gerenciamento dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes e das principais causas de acidentes em uma mineração; a empresa Brandão & Simas propôs a APR com base principalmente nas Normas Regulamentadoras 22 e 04, a fim de cumprir as exigências relacionadas à segurança do trabalho, higiene ocupacional e medicina do trabalho com a elaboração de um mapa de risco, e propôs ainda a Análise Prevencionista da Tarefa (APT) com o objetivo de eliminar atos e condições inseguras nos locais de trabalho, levantando as causas e efeitos de cada risco, adotando medidas de prevenção ou correção

realizada antes do início da execução da tarefa e utilizando formulário apropriado. O PGRS da empresa tem como atividades previstas mostrar os procedimentos para estocagem dos principais resíduos, a elaboração do inventário para minimização dos resíduos, os sistemas de deposição de rejeitos (diques de contenção), os requisitos para armazenamento dos resíduos, o sistema de coleta seletiva e a distribuição física dos coletores, e o modo de disposição final de resíduos.

As respostas fundamentais que uma avaliação de impacto ambiental devem dar ao órgão ambiental competente para que o mesmo conclua pela viabilidade do licenciamento são as seguintes:

- que os impactos ambientais (inclusive os efeitos sinérgicos) a serem gerados pelo empreendimento estejam dentro dos limites permitidos pelas leis, normas e regulamentos aplicáveis;
- que esteja sendo adotada a tecnologia mais indicada e mais eficiente para as características do empreendimento e do meio onde este se insere;
- que os impactos ambientais a serem gerados pelo empreendimento estejam em níveis tais que sejam assimiláveis ou estejam dentro da capacidade de autorregeneração dos elementos ambientais existentes atualmente ou de sistemas alternativos ambientalmente sustentáveis e auto suficientes a longo prazo, podendo ser recuperados por métodos conhecidos, ou seja, os impactos gerarão passivos reabilitáveis com efeito estabilizado ou positivo sob o ponto de vista ambiental, para os meios físico, biológico e antrópico.

Neste contexto, considerando as respostas dadas pela empresa avaliada em comparação ao exigido para que se conclua acerca da viabilidade ambiental, pode-se afirmar que a empresa conseguiu atender aos objetivos do Estudo Ambiental Simplificado e assim conseguir o licenciamento ambiental para o desenvolvimento das atividades conforme preconiza a legislação vigente, ainda que seja um empreendimento do setor de Mineração Artesanal e de Pequena Escala, com todas as suas complexidades.

Cabe lembrar que a mineração é o único empreendimento ao qual foi dado formalmente o direito constitucional de degradar áreas, desde que seja feita sua reabilitação posterior (art. 225, § 2º da Constituição).

Além disso, como critério para definir a viabilidade do licenciamento ambiental, independentemente dos impactos negativos estarem dentro de níveis permitidos e assimiláveis, os impactos positivos a serem gerados pelo empreendimento devem ser de tal importância que justifiquem os efeitos negativos a serem gerados.

Dependendo das características do empreendimento e do ambiente onde este venha a se inserir, estas respostas podem ser dadas com base em estudos simplificados, ou então, através de estudos complexos e demorados.

Uma questão importante a ser colocada é que o critério para definir pela maior simplicidade de um EIA não é, necessariamente, o porte do empreendimento. Não se pode optar por uma simplificação do EIA apenas porque o empreendimento é de pequeno porte e o empreendedor “não teria como arcar com um EIA complexo” (como no caso das MAPEs de ouro). O que faz a complexidade ou não do EIA é a necessidade de base técnica para que se possa efetivamente responder aos critérios de viabilidade nos quais o poder público baseia-se para a concessão da licença. Por exemplo, se um pequeno produtor de areia ou garimpeiro pretender uma lavra em um ambiente altamente raro e sensível, somente estudos complexos e bem embasados poderão concluir (eventualmente) pela viabilidade do empreendimento. Isto porque, pela hipótese conservadora no qual o poder público deve se embasar, a princípio o empreendimento não terá viabilidade ambiental. Neste caso, o fato de não ter condição de arcar com estes estudos já é um fator que torna inviável um empreendimento desta característica neste ambiente.

Deve-se observar que os impactos a serem avaliados, neste caso, são os impactos reais, isto é; já consideradas as medidas mitigadoras do empreendimento, pois o que está sendo avaliado é o resultado efetivo do empreendimento sobre o ambiente. Isto porque a avaliação de impactos ambientais de um empreendimento pode ser feita segundo dois pontos de vista: **avaliação de impactos potenciais**, que indica os impactos que o empreendimento, conforme planejado, poderá causar, desconsiderando-se os sistemas de controle projetados e as demais medidas mitigadoras planejadas, tendo como objetivo o conhecimento do potencial impactante da atividade e, principalmente, a identificação das medidas de mitigação (não permite o conhecimento dos impactos que efetivamente serão gerados pelo empreendimento já que, adotadas as medidas de mitigação planejadas, estes impactos serão mínimos ou poderão nem ocorrer); e **avaliação de impactos reais**, que indica os impactos que o empreendimento causará, considerando-se todos os sistemas de controle projetados e as demais medidas mitigadoras planejadas, sendo este o parâmetro de avaliação a ser considerado para verificação da viabilidade ambiental do empreendimento.

No que se refere à quantificação e qualificação de impactos, existe uma enorme diversidade de métodos, cada qual com sua especificidade que se adapta de forma melhor mais adequada a cada tipo de empreendimento e ambiente. Não cabe, portanto, estabelecer ou fixar critérios para tal, devendo as equipes responsáveis pela elaboração dos EIA's justificar a

escolha de critérios. O fundamental é que, independentemente do método, deverá estar claro se os impactos são assimiláveis pelo meio e/ou se encontram dentro de parâmetros legais e normativos.

4.2 DISCUSSÃO DOS ASPECTOS ESSENCIAIS PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA GARIMPOS DE OURO EM PERNAMBUCO (LAVRA, BENEFICIAMENTO E REJEITOS)

Para o setor MAPE de ouro em Pernambuco, foram avaliadas as operações envolvidas na lavra e no beneficiamento, e também o processo de descarte de rejeitos da empresa onde se realizou o estudo, a fim de facilitar o processo de licenciamento ambiental e de acompanhamento das atividades minerais após a concessão da licença de operação, verificar a necessidade de proposição de exigências e também de medidas para auxiliar no controle do desenvolvimento das operações de exploração do minério de ouro.

- **Lavra:**

A lavra será desenvolvida predominantemente a céu aberto mediante a extração da rocha aflorante mineralizada (veio de quartzo) utilizando-se técnica mista (manual e mecanizada). Trata-se de métodos usualmente empregados em jazimento desta natureza e caracterizados pela simplicidade, baixo custo operacional, adaptáveis a circunstâncias do local, e posteriormente poderá ser estudado o aprofundamento dos veios mineralizados de forma subterrânea.

A preparação do garimpo compreende basicamente o decapeamento da jazida. Para tanto, os corpos mineralizados (veios de quartzo) serão primeiramente expostos ao livre acesso. O decapeamento dos corpos mineralizados consiste na retirada de todo o material terrígeno que cobre a jazida. Nesta fase da operação, são definidas as frentes de lavra que variam de 6 (seis) a 10 (dez) metros lineares ao longo dos veios. O garimpo disporá de livro de controle dos garimpeiros e da produção, no qual cada frente de lavra será numerada e constarão os seguintes dados: nome do “Dono da frente de lavra” e de seus auxiliares; data de início de suas atividades; dimensão de suas áreas de lavra; produção mensal. Esta informação é importante visto que, saber quantas turmas, em quais veios estão trabalhando e a qual grupo pertence é fundamental para controlar os resíduos que podem acarretar um grande impacto ambiental, a Drenagem Ácida de Mina.

A operação de lavra na área dar-se-á inicialmente, por meio de desmonte manual a céu aberto e posteriormente, caso o estudo viabilize a mesma, por meio da lavra subterrânea. Com

o aprofundamento dos veios de quartzo mineralizado com ouro, a lavra necessitará fazer o uso de explosivos para o desmonte, uma vez que o corpo mineralizado deverá encontrar-se menos fraturado e intemperizado, tornando-se mais resistente. Posteriormente, quando necessário, será feita a abertura de poços (em cada frente de lavra) com área de aproximadamente 1m² ao longo do corpo mineralizado.

O desmonte será feito através de explosivos, dispostos numa frente de lavra em forma de pilão, sendo o mesmo conduzido de forma planejada e licenciada, com embasamento técnico e plano de fogo projetado por um Engenheiro de Minas Responsável, com a segurança exigida pelas instituições reguladoras.

No carregamento serão utilizadas caçambas e para o transporte as unidades de beneficiamento. No transporte dentro de cada frente de lavra, para o material proveniente dos poços podem-se empregar baldes carrinhos de mão. Se o volume de minério compensar o avanço da mina por meio de lavra subterrânea, novos estudos podem viabilizar o transporte de pessoal e minério por meio de shaft's e ou inclinados.

- **Beneficiamento:**

As etapas de realização do beneficiamento são realizadas em circuito fechado, com recirculação de água de processo e água de rejeitos. As operações do beneficiamento do minério de ouro envolvem:

- Cominuição

Compreende as operações de redução granulométrica das partículas minerais e sua classificação através de 01 (um) britador de mandíbulas e 03 (três) moinhos de martelo. O material rico em ouro é britado e posteriormente moído formando uma polpa que passará para concentração em uma calha;

- Concentração

A primeira concentração do minério cominuído é efetuada através do processo de amalgamação, que baseia-se na aderência preferencial de metais com o mercúrio, quando em contato com água, ar e outros minerais, com a consequente formação de um composto intermetálico, conhecido como amálgama. A placa amalgamadora consiste em uma placa de cobre coberta com uma camada de mercúrio, em que o amálgama de cobre formado tem propriedades superficiais análogas à do mercúrio, retendo o ouro na superfície.

O processo consiste em fazer a polpa de minério fluir sobre a placa inclinada. As partículas de ouro, ao entrarem em contato com o mercúrio, amalgamam-se e são capturadas na superfície da placa. Periodicamente, a alimentação é interrompida para que o amálgama

seja raspado da placa sem, no entanto, descobrir a superfície do cobre. A placa recebe outra camada de mercúrio e a operação é reiniciada.

A amálgama é então aquecida até que o mercúrio entre em ebulição, e após este processo há a formação de uma esponja de ouro com teor entre 60 e 80%, que já pode ser comercializado, enquanto parte do mercúrio é recuperado através de um processo chamado destilação em retorta, quando o mercúrio vaporizado é captado por um exaustor e é liquefeito através da passagem dos gases por um condensador, sendo reaproveitado em uma nova concentração;

- Desaguamento do concentrado

Essa etapa compõem-se de 02 (dois) pequenos poços construídos em linha com a saída do material passante pela placa. No primeiro poço, decanta um material fino e arenoso rico em ouro denominado de Curimã, e no segundo poço decanta o pó contendo o ouro em menor proporção chamado de Melechê. Após a decantação do material nos poços 1 e 2, a parte líquida é direcionada para um tanque de retenção e decantação, sendo seu transbordo direcionado para um segundo tanque, cuja água é bombeada para um reservatório e por meio da gravidade é reutilizada no início do circuito, minimizando a utilização de água nova;

- Reaproveitamento e descarte dos rejeitos

Os rejeitos produzidos são as polpas aquosas, que são desaguadas em tanque de decantação, e a água clarificada retorna diretamente ao circuito de concentração. Esse processo tem por finalidade evitar contaminação do lençol freático e as áreas de influência do empreendimento, mesmo a quantidade de mercúrio utilizada sendo pequena.

O processo produtivo inclui o reaproveitamento dos rejeitos da amalgamação do ouro através da operação de lixiviação, a qual consiste tipicamente na remoção do metal de valor de modo a separá-lo de uma grande massa de ganga com um beneficiamento do minério. Para isso, o material é alcalinizado com cal (óxido de cálcio – CaO) ainda na planta de processamento e é depositado em forma de pilhas nas piscinas para serem tratadas pelo processo de lixiviação em pilhas por cianetação. Este ocorre em circuito fechado e é isolado com lonas tecnicamente apropriadas. Após o processamento, o material passa por tratamento para neutralizar os resíduos de cianeto. Depois a pilha é esvaziada por máquinas que transportam o rejeito alcalinizado para locais apropriados, onde são feitas a recomposição topográfica e da paisagem e a revegetação da mesma.

A realização do controle da entrada e uso de materiais extremamente perigosos ao meio ambiente, como cianeto e mercúrio, é prioridade máxima. As exigências das notas fiscais desses materiais controlados, das empresas de descarte, permite o controle da

quantidade de ouro produzida por cada grupo e nomes para serem responsabilizados em caso de crimes ambientais. Além disso, essas informações, cruzadas com os avanços da lavra das diferentes turmas responsáveis pela extração, demonstra se existe ouro sendo trazido ilegalmente de outras áreas.

O rejeito surge em todas as etapas anteriores (lavra, beneficiamento e reaproveitamento dos rejeitos) e causam, em ordem crescente, impactos diretos ao solo e rede hídrica, a nível local e regional, motivo esse de exigência de apresentação periódica de relatórios mostrando a qualidade dos rios, riachos e reservatórios de água.

Com relação ao setor de MAPE de ouro, especificamente a modalidade de mineração artesanal (garimpo), as cooperativas não possuem obrigatoriedade de comprovar segurança financeira junto à ANM. Para o órgão ambiental o procedimento é o mesmo e, desde que arque com as despesas e atenda às demais exigências técnicas e administrativas, as mesmas conseguirão obter sua licença.

Por ser um grupo de pessoas unidas em forma de cooperativa, via de regra, é uma organização com poucos lastros financeiros. Assim, na situação de qualquer acidente ambiental de maior expressão, os mesmos não terão como bancar a remediação dos impactos ambientais negativos. Daí a importância de se ter uma licença ambiental bem detalhada, contendo todos os itens necessários a boa prática mineira. Nossa maior arma em prol do meio ambiente e ao mesmo tempo ao bem estar da população local é o monitoramento dos materiais, das técnicas, dos armazenamentos, entre outras relevantes para a minimização de acidentes ambientais por parte deles.

5 CONCLUSÕES

A incorporação do planejamento estratégico e a dissolução de políticas públicas ambientais, através de programas de controle de danos ambientais, surgiram como mecanismos de contenção de impactos devido à expansão humana e a sociedade desenvolvimentista. Assim, o crescimento populacional aliado às premissas do capitalismo, através das atividades industriais, é responsável pelas maiores modificações ambientais até os dias de hoje.

É importante a criação de alternativas que simplifiquem o processo de licenciamento ambiental no setor mineral, de modo que assim as empresas requerentes consigam atender de forma satisfatória às exigências fundamentais à obtenção das licenças necessárias ao desenvolvimento das atividades em conformidade com a legislação ambiental. O setor de extração mineral de ouro possui particularidades que aumentam ainda mais essa necessidade, dada a caracterização rudimentar das operações de lavra e beneficiamento deste metal; no estado de Pernambuco, os empreendimentos de extração de ouro e beneficiamento associado são marcados por recursos limitados e por localizarem-se em locais com restrições hídricas. Assim, formulamos um Termo de Referência específico para este setor propondo a elaboração e apresentação de um Estudo Ambiental Simplificado (EAS) para o licenciamento ambiental.

A proposta de ferramenta para um novo licenciamento ambiental simplificou todo o licenciamento. O EAS teve papel fundamental na realização das atividades do setor de MAPE de ouro em conformidade com os pilares do desenvolvimento sustentável, visto que este instrumento normatiza o controle e monitoramento das operações através dos relatórios periódicos de acompanhamento das atividades. A temática do desenvolvimento sustentável toma corpo e advoga a favor de uma exploração consciente e prudente dos recursos, objetivando a criação de um arcabouço teórico-prático que possibilite o desenvolvimento social, ambiental e econômico das regiões e biomas atrelados as regiões exploradas. Frente a esse panorama, acreditamos em sua validação junto a Agência Ambiental.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Mineração. **Anuário Mineral Brasileiro**. 2010. Brasília: ANM, 2010.

Agência Nacional de Mineração. **Anuário Mineral Brasileiro** – Principais substâncias metálicas. 2017. Brasília: ANM, 2017.

Agência Nacional de Mineração. **Portal da outorga**: Permissão de Lavra Garimpeira. c2018. Disponível em: <<http://outorga.dnpm.gov.br/SitePages/Regimes%20PLG.aspx#G1>>. Acesso em: 13 set. 2018.

Amankwah, R. K.; Anim-Sackey, C. Strategies for sustainable development of the small-scale gold and diamond mining industry of Ghana. **Resources Policy**, v. 29, p. 131–138, 2003.

Araújo Neto, H. **Relatório técnico 28**: perfil do ouro. Brasília: MME, 2009.

Aryee, B. N. A.; Ntibery, B. K.; Atorkui, E. Trends in the small-scale mining of precious minerals in Ghana: A perspective on its environmental impact. **Journal of Cleaner Production**, v. 11, n. 2, p. 131–140, 2003

Asner, G. P. et al. Elevated rates of gold mining in the Amazon revealed through high-resolution monitoring. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 2013. Disponível em <www.pnas.org/content/.../1318271110.full.pdf+html> Acesso em: 14 set. 2014.

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

Baía Júnior, P. C. **Entre o ouro e a biodiversidade**: Garimpos e Unidades de Conservação na região de Itaituba, Pará, Brasil. 2014. Tese (Doutorado em Ciências - Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA), da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2014.

Banchirigah, S. M. How have reforms fuelled the expansion of artisanal mining? Evidence from sub-Saharan Africa. **Resources Policy**, v. 31, p. 165–171, 2006.

Banchirigah, S. M.; Hilson, G. De-agrarianization, re-agrarianization and local economic development: Re-orientating livelihoods in African artisanal mining communities. **Policy Sciences**, v. 43, n. 2, p. 157–180, 2010.

Bursztyn, M. A. A.; Bursztyn, M. Gestão ambiental no Brasil: arcabouço institucional e instrumentos. In: Nascimento, E. P.; Viana, J. N. S. (orgs.). **Economia, meio ambiente e comunicação**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006. 184 p.

Castilhos, Z. C. **Relatório Parcial 1: Inventário nacional de emissões e liberações de mercúrio no âmbito da mineração artesanal e de pequena escala no Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM, 2017.

De Lacerda, L. Updating global Hg emission from small-scale gold mining and assessing its environmental impacts. **Environmental geology**, v. 43, n. 3, p. 308-314, 2003.

Duffy, R. Global environmental governance and local resistance: Illegal sapphire mining in Madagasca. **Development and Change**, v. 36, n. 5, p. 1–19, 2005.

Even Zohar, C. **Diamond Sector Financial Policy Constraints**. Report prepared by Management systems International (MSI), Under USAID Cooperative Agreement No. 636-A-00-03-00003, Washington, DC, MSI. 2003. Disponível em <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACU151.pdf> Acesso em: 10 set. 2018.

Farias, C. E. G.; Coelho, J. M. **Mineração e meio ambiente no Brasil: relatório técnico**. Brasília: CGEE, 2002.

Fundação Alexander Brandt, W. Guia técnico para atuação do Ministério Público no licenciamento ambiental de atividades de mineração. **MPMG Jurídico - Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, edição especial, 2012.

Ghose, M. K.; Roy, S. Contribution of small-scale mining to employment, development and sustainability – an Indian scenario. **Environment, Development and Sustainability**, v. 9, n. 3, p. 283-303, 2007.

Gonçalves, E. V.; Lira, D. F. O licenciamento ambiental nas atividades de mineração. **Revista Âmbito Jurídico – Ambiental**, Rio Grande, XV, n. 102, jul. 2012. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=12009>. Acesso em: 17 ago. 2018.

Google Earth. **Rota Salgueiro – Serrita/PE**. 2018.

Google Earth. **Rota Recife – Salgueiro/PE**. 2018.

Heider, M.; Andrade, R. H. P. Ouro. In: DNPM. **Sumário mineral 2016**. v. 36. Brasília: DNPM/MME, 2016. p. 72-73. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2016>>. Acesso em: 13 set. 2018.

Heyes, K. **Artisanal & small-scale mining and livelihoods in Africa**. Zanzibar: CFC; PACT; CASM, 2008. 75 p.

Hilson, Gavin. Small-scale mining and its socio-economic impact in developing countries. **Natural Resources Forum**, v. 26, n.1, p. 3–13, 2010.

Hinton, J. J. **Communities and small scale mining**: an integrated review for development planning. Washington, DC: World Bank, 2006. 203 p.

Kitula, A. G. N. The environmental and socio-economic impacts of mining on local livelihoods in Tanzania: a case study of Geita District. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 405–414, 2006.

Kutter, V. T.; Castilhos, Z. Inventário do uso e emissões de mercúrio em mineração artesanal de pequena escala de ouro no Brasil (resultados preliminares). In: VI Jornada do Programa de Capacitação Institucional – PCI, 2017, Rio de Janeiro. **Anais da VI Jornada do Programa de Capacitação Institucional – PCI**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2017, p. 105-111.

Le Billon, P. (Ed.). **The Geopolitics of Resource Wars**: Resource Dependence, Governance and Violence. Routledge, London, 2005.

Lobato, L. M.; Ribeiro-Rodrigues; L. C.; Vieira, L. W. R., 2001. Brazil's premier gold province. Part II: geology, and genesis of gold deposits in the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero. **Mineralium Deposita**, 36: 249-277.

Marsden, J. O.; House C. I. **The Chemistry of Gold Extraction**. 2 ed. Littleton, Colorado, Estados Unidos: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME), 2006. 651 p.

Maconachie, R.; Hilson, G. Safeguarding livelihoods or exacerbating poverty? Artisanal mining and formalization in West Africa. **Natural Resources Forum** n. 35, p. 293–303, 2011

Oliveira, M. L. **Ouro**. Brasília: DNPM< 2009. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=398>. Acesso em: 13 set. 2018.

Pellant, C. **Rocks and minerals** – Dorling Kindersley Handbooks. Londres: Dorling Kindersley Limitada, 2000.

Porto, C. G.; Palermo, N.; Pires, F. R. M. Panorama da exploração e produção do ouro no Brasil. In: Trindade, R. B. E.; Barbosa Filho, O. **Extração de ouro** – Princípios, Tecnologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2002.

Prado Filho, J. F.; Souza, M. P. O licenciamento ambiental da mineração no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais – Uma análise da implementação de medidas de controle ambiental formuladas em EIAs/RIMAs. **Eng. San. Ambient.**, v. 9, nº 4, out/dez 2004, p. 343-349.

RESPOMIN (Red por La Minería Responsable). **Guia para a Mineração Artesanal e de Pequena Escala responsável (MAPE)**. Brasília: MME, 2009.

Roenick, F. S. F. **Extração de ouro contido em minério de baixo teor empregando pilhas de lixiviação com cianeto**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

Sánchez, L. E. Mineração e Meio Ambiente, Parte II. In: Fernandes, F. R. C. et al. **Tendências Tecnológicas Brasil: geociências e tecnologia mineral**. Rio de Janeiro: CETEM, 2015.

Scatolini, T. L. C. **Análise do processo de licenciamento ambiental brasileiro: o caso da mineração na Serra do Gandarela**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência Política) – Programa de Pós-graduação em Ciência Política, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

Seccatore, J. **Sustainable management of resources and reserves in small-scale mining**. Thesis (PhD in Mineral Engineering) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

Shen, L.; Gunson, A. J. The role of artisanal and small-scale mining in China's economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 3, p. 427-435, 2005.

Silva, J. C. **Ouro nativo com quartzo**. c2018. Disponível em: <<https://www.oficina70.com/search/label/QUARTZO>>. Acesso em: 10 set. 2018.

Taylor, H. et al. Environmental assessment of mercury contamination from the Rwamagasa artisanal gold mining centre, Geita district, Tanzania. **Science of the Total Environment**, v. 343, n. 1-3, p. 111-133, 2005.

Telmer, K.; Veiga, M. M. World emissions of Mercury from artisanal and small scale gold mining. In: Pirrone, N.; Mason, R (eds). **Mercury fate and transport in the global atmosphere: measurements, models and policy implications**. New York: Springer, 2009.

Tschakert, P.; Singha, K. Contaminated identities: Mercury and marginalization in Ghana's artisanal mining sector. **Geoforum**, v. 38, p. 1304–1321, 2007.

UNDP. **Small-scale gold mining in the transboundary areas of Brazil, Suriname and French Guiana**. Social and environmental issues. Report submitted to the United Nations Development Programme Guiana Shield Facility 25 nov. 2011. Disponível em: <<http://mariekeheemskerk.org/data/images/undp>> Acesso em: 10 set. 2018.

Valdivia, S. M.; Ugaya, C. M. L. Life cycle inventories of gold artisanal and small-scale mining activities in Peru. **Journal of industrial Ecology**, v. 15, n. 6, p. 922-936, 2011.

Veiga, M. M.; Silva, A. R. B.; Hinton, J. J. O garimpo de ouro na Amazônia: aspectos tecnológicos, ambientais e sociais. In: Trindade, R. B. E.; Barbosa Filho, O. **Extração de Ouro – Princípios, Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2002.

Viana, M. B. **Licenciamento ambiental de minerações em Minas Gerais: novas abordagens de gestão**. 2007. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

Villegas, C. et al. **Artisanal and small-scale mining in protected areas and critical ecosystems programme (ASM-PACE): A Global Solutions Study**. WWF and Estelle Levin Ltd, 2012. Disponível em: <http://www.profor.info/sites/profor.info/files/docs/ASM_PACE-GlobalSolutions.pdf> Acesso em: 10 set. 2018.

Vieira, F. W. R.; Oliveira, G. A. I. Geologia do Distrito Aurífero de Nova Lima, Minas Gerais. In Schobbenhaus C.; Coelho, C.E.S. (coord.). **Principais Depósitos Minerais do Brasil**. V. III, Brasília: DNPM, 1988. pp. 378-391.

ANEXO A - TR (TERMO DE REFERÊNCIA BÁSICO)

• ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

É um documento de natureza técnico-científica e administrativa, que tem como finalidade avaliar os impactos ambientais gerados por atividade e/ou empreendimentos potencialmente poluidores ou que possam causar degradação ambiental e propor medidas mitigadoras e de controle ambiental, garantindo assim o uso sustentável dos recursos naturais. Este estudo se desenvolverá considerando as seguintes abordagens metodológicas:

1 - METODOLOGIA

A. O diagnóstico ambiental (meios físico, biótico e socioeconômico) deverá ser elaborado através de uma análise integrada, multi e interdisciplinar, a partir dos levantamentos básicos primários e secundários.

B. O prognóstico ambiental (meios físico, biótico e socioeconômico) deverá ser elaborado considerando-se as alternativas de execução, de não execução e de desativação do empreendimento. Este prognóstico deverá considerar, também, a proposição e a existência de outros empreendimentos na região.

C. Deverão ser avaliados os impactos potenciais (sem aplicação de medidas mitigadoras) e reais (com a aplicação das medidas mitigadoras).

D. Os projetos ambientais apresentados deverão ser capazes de minimizar as consequências negativas do empreendimento e potencializar os reflexos positivos. Especiais enfoques deverão receber os Planos de Monitoramento e de Emergência.

E. Os dados referentes aos estudos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico deverão ser individualizados quando se tratar das unidades de conservação existentes e das áreas protegidas na área de influência.

F. Os dados referentes ao Diagnóstico Ambiental deverão abranger a sazonalidade local/regional.

G. Anteriormente ao início do Estudo de Impacto Ambiental propriamente dito, deverão ser apresentados os limites da área geográfica a ser direta e indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do empreendimento. Essa área deverá ser estabelecida pela equipe responsável pela execução do estudo, a partir dos dados preliminares colhidos, devendo compreender:

- área de influência direta: área sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento. A sua delimitação deverá ser em função das características sociais,

econômicas, físicas e biológicas dos sistemas a serem estudados e das particularidades do empreendimento. Na delimitação dessa área, deverão ser considerados, também, empreendimentos ou obras complementares, tais como captação da água, estradas de acesso, vilas residenciais e acampamentos etc.

- área de influência indireta: é aquela real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, abrangendo as microbacias, os ecossistemas e o sistema socioeconômico que podem ser impactados por alterações ocorridas na área de influência direta.

H. Deverão ser apresentadas descrições e análises dos fatores ambientais e das suas interações, caracterizando a situação ambiental da área de influência, antes da implantação do empreendimento, englobando:

- as variáveis susceptíveis aos efeitos significativos, diretos e indiretos das ações referentes às fases de planejamento, implantação, operação e desativação do empreendimento;
- as informações cartográficas, com a área de influência devidamente caracterizada, em escalas compatíveis com o nível de detalhamento dos fatores ambientais estudados.

I. Os mapas deverão ser apresentados em escala (1:25.000/1:50.000 para a área de influência direta e 1:100.000 para a área de influência indireta). Para as áreas referentes às instalações, cava, e obras de maior porte, bem como aquelas que apresentarem processo de degradação ambiental, deverão ser apresentados mapas em menor escala (1:5.000 ou 1:10.000).

2 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Relacionar os itens abaixo:

- nome ou razão social;
- número dos registros legais;
- endereço completo;
- telefone e fax;
- representantes legais (nome, CPF, endereço, fone, fax e e-mail);
- pessoa de contato (nome, CPF, endereço, fone, fax e-mail).

3 - ALTERNATIVA TECNOLÓGICA E LOCACIONAL

Deverão ser abordadas as alternativas tecnológicas para lavra e beneficiamento, justificando as escolhas efetuadas. Deverá ser apresentado um estudo de alternativas locacionais para todas as estruturas de apoio (depósitos de estéril, barragem, usina de beneficiamento, acessos

etc.), com avaliação das vantagens e desvantagens de cada uma, sob o ponto de vista ambiental.

4 - DADOS DO EMPREENDIMENTO

4.1 - Caracterização do empreendimento

- Informações gerais
- Identificação do porte do empreendimento, descrição das atividades que serão desenvolvidas, infraestrutura existente, fontes de abastecimento d'água, "layout", estimativa da área total e construída, bem como áreas para futuras expansões.
- Emprego, renda e vantagens do empreendimento: descrição dos objetivos do projeto e de sua relevância econômica, social e política.
- Área proposta para implantação: informações sobre a localização (incluindo mapas e coordenadas geográficas), acessos e outros empreendimentos.
- Apresentação dos empreendimentos associados e decorrentes.

Justificativas para o empreendimento

- Socioeconômicas: avaliação do empreendimento no contexto socioeconômico da microrregião onde será implantado e sua repercussão no âmbito regional e federal
- Locacional: apresentação da localização do empreendimento, levando em consideração os aspectos técnicos, econômicos e ambientais e a consequente justificativa da alternativa selecionada.
- Técnicas: apresentação detalhada das vantagens da tecnologia escolhida em comparação com outras alternativas e à luz das tendências internacionais.
- Histórico do empreendimento.
- Órgão financiador.

4.2 - Cronograma de Implantação

- Cronograma: apresentação do cronograma completo de todas as fases de implantação do empreendimento.
- Obras de Implantação: descrição das obras de implantação do empreendimento que incluem, entre outras: complementações e/ou implantação da infraestrutura básica (vias de acessos, energia etc.), preparação do local, operações de apoio, construção civil e instalação dos equipamentos.

4.3 - Descrição do Empreendimento

4.3.1 - Processo de Lavra e beneficiamento

- Descrever os aspectos geológicos, atividade de pesquisa e reservas minerais;

- Previsão de produção e vida útil da mina com os seus respectivos volumes a serem lavrados e reservas minerais;
- Listar e quantificar os produtos lavrados pela empresa.
- Tipo de mineração (subterrânea, a céu aberto etc.).
- Método de lavra e operações (desmatamento, decapeamento, perfuração, desmonte, escavação, carregamento e transporte etc.).
- Descrição esquemática da jazida.
- Descrever a utilização de explosivos (estocagem, manuseio, transporte) e o aspecto relativo a segurança.
- Estocagem estéril e de rejeito.
- Descrição detalhada do beneficiamento, com especificação de equipamentos e de insumos químicos utilizados.

Se o beneficiamento for processado fora da área da mina, fazer sua indicação, especificando o tipo de transporte a ser utilizado, a distância e o traçado (estrada, correias transportadoras, mineroduto e ferrovia), arranjo geral da área do beneficiamento.

Insumos

Relatar os principais insumos relativos aos processos produtivos e às atividades de apoio operacional:

- apresentar um diagrama de blocos e fluxograma detalhado de utilização dos insumos pela empresa, em especial de produtos químicos, explosivos e acessórios, abordando a sua utilização, transporte, consumo, armazenamento, aspecto de segurança e estocagem;
- indicar transporte, manuseio, armazenamento, as fontes e as vazões (máximas e mínimas) para o consumo de água potável e/ou industrial, bem como, o respectivo período de adução;
- relacionar todos os usos industriais da água (processo de exploração, os usos domésticos, alimentação, limpeza, sanitário, etc.) indicando a vazão (máxima e mínima) em cada forma de uso.

Produtos

Descrição e caracterização dos produtos gerados pela mineração, especificando seu uso e os mercados consumidores.

4.3.2 - Controle Ambiental

Efluentes Líquidos

- Listar todos os tipos de efluentes líquidos gerados no empreendimento.

- Apresentar planta, esquema e desenho com todas as unidades do sistema de tratamento, incluindo sua localização.

Resíduos Sólidos

- Apresentar planta geral da empresa, indicando os pontos geração e de estocagem dos resíduos sólidos.
- Caracterizar todos os resíduos sólidos gerados, indicando sua origem, quantificação, estocagem e manuseio.
- Indicar o tipo de acondicionamento para cada resíduo.
- Indicar o tipo de destinação para resíduo, especificando se há tratamento, reutilização ou qual sua disposição final.

Emissões Atmosféricas

- Listar, indicar a fonte e caracterizar as emissões atmosféricas provenientes do empreendimento.
- Descrição do sistema de controle de poluentes.
- Localização em mapa, da área destinada à instalação do sistema de controle de poluentes.
- Nas informações deverão constar os pontos para a verificação prática do desempenho do sistema de controle após sua instalação. A localização dos pontos de amostragem e teste deverá estar mostrada nos mapas fornecidos.

Ruído

- Levantamento qualitativo e quantitativo do ruído de fundo, com especificação das futuras fontes de ruído e dos valores prováveis de emissão (detonações, movimentação de veículos etc.).

4.3.3 - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD

Fazer uma abordagem geral do PRAD, apresentando as técnicas e metodologias que serão utilizadas nos programas previstos, justificando as alternativas.

4.3.4 - Plano de Descomissionamento

A empresa deverá apresentar um plano de fechamento, nesta etapa de EIA de forma conceitual, com indicação do uso futuro da área após o término da exploração. Esta análise deverá estar consubstanciada na descrição de indicadores de aptidão ambiental e nas diversas alternativas de uso propostas, conduzindo a seleção das formas de ocupação mais compatíveis com a vocação natural da área. Este plano de fechamento incluirá o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), que será detalhado na etapa de licenciamento de instalação, no Plano de Controle Ambiental.

5 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O diagnóstico deverá caracterizar a situação ambiental atual das áreas de influência do empreendimento, nos aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos e culturais. Desta forma, será obtido um conhecimento da região antes da implantação da obra, que servirá de referência para a avaliação dos impactos advindos pela construção, operação e desativação da mina. Os resultados dos levantamentos e dos estudos deverão ser apresentados com o apoio de mapas, gráficos e tabelas.

Para possibilitar uma visão sistêmica da área de interesse, os diagnósticos dos diversos meios deverão ser apresentados, primeiramente em separado e, em seguida, de forma multi e interdisciplinar na Análise Integrada.

5.1 - Meio Físico

5.1.1 - Clima e Condições Meteorológicas

Caracterização do clima e das condições meteorológicas da área de influência, considerando sua sazonalidade.

5.1.2 - Qualidade do ar

Caracterização da qualidade do ar na região de influência, apresentando as concentrações de referência ("background") de poluentes atmosféricos.

5.1.3 - Ruído

Caracterização dos níveis de ruído de fundo na região ("background") e descrição dos métodos adotados para sua determinação.

5.1.4 - Geologia e Geomorfologia

- Elaboração de mapas geológicos e geomorfológicos da área de influência direta e indireta, com interpretação de imagens de satélite, fotografias aéreas e observações de campo.
- Relatar a ocorrência de maciços rochosos com indicação das características das rochas, suas feições estruturais e classificação quanto a sua resistência e condições geotécnicas.
- Identificação e localização geográfica, na área de influência direta, dos recursos minerais de interesse econômico e avaliação das condições atuais de exploração e comercialização.
- Caracterização da Geomorfologia da área de influência, levando em consideração: a compartimentação da topografia geral, formas de relevo dominantes (cristas, platôs, planícies) características dinâmicas do relevo (presença ou propensão à erosão, assoreamento e inundações), a posição da área dentro da bacia hidrográfica e em relação aos principais acidentes de relevo.
- Caracterização de feições raras do relevo, incluindo levantamento detalhado da ocorrência de cavernas (se for o caso).

5.1.5 - Solos

- Descrição e caracterização dos tipos de solos da região.
- Elaboração de mapas pedológicos da área de influência direta e indireta, com base em interpretação de imagens de satélites, radar, fotografias aéreas e observações de campo.
- Descrição dos processos erosivos, de sedimentação e análise de estabilidade dos solos.

5.1.6 - Recursos hídricos

5.1.6.1 - Hidrologia

- Caracterização do sistema hidrográfico das áreas de influência, incluindo a localização dos postos pluviométricos e fluviométricos.
- Caracterização do regime hidrológico da bacia hidrográfica.

5.1.6.2 - Qualidade dos corpos d'água

- Avaliação da qualidade física, química e biológica das águas da área de influência direta, considerando-se o monitoramento com sazonalidade. Apresentar as justificativas para os critérios de escolha dos pontos de amostragem e dos parâmetros, que deverão estar de acordo com a norma ABNT 12649.

5.1.6.3 - Usos das águas superficiais e subterrâneas

Caracterizar os principais usos na área de influência, suas demandas atuais e futuras em termos quantitativos e qualitativos, bem como, a análise das disponibilidades frente às utilizações atuais e projetadas.

5.2 - Meio Biótico

Os levantamentos solicitados deverão contemplar a sazonalidade para os dados primários e secundários realizados nas áreas atingidas pelas intervenções, enfatizando as espécies de interesse ecológico, cinegético e econômico.

Os levantamentos de campo deverão indicar as fitofisionomias presentes e a sua diversidade específica. Deverão ser identificadas áreas que ainda apresentem vegetação natural em boas condições de conservação. A vegetação e a fauna deverão ser consideradas não somente sob o aspecto da importância econômica, mas, especialmente, sob o aspecto da importância ecológica. Deverão ser levantadas as condições de conservação das áreas de preservação permanente definidas pela Lei nº 4771/65 (Novo Código Florestal) na área de influência do empreendimento.

Deverão ser caracterizadas as estações de coleta, mapeando suas localizações, justificando a escolha dos pontos e a metodologia de análise para cada parâmetro, o índice de similaridade entre os pontos de coleta, bem como, o tratamento estatístico aplicado.

Todas as fontes de informação devem ser identificadas, assim como todas as publicações relativas à ecologia da região.

5.2.1 - Ecossistemas terrestres

Para a caracterização e análise da flora e fauna, na área de influência direta, deverá ser realizado um levantamento das populações existentes nas diferentes fitofisionomias identificadas, visando dar suporte futuro a programas de monitoramento, conservação, preservação, recomposição e manejo sustentável, abordando:

- Determinação e mapeamento das regiões fito ecológicas distintas existentes, caracterizando seus atuais estágios de desenvolvimento, bem como, relacionando cada formação fito fisionômica às populações animais ali existentes, enfocando a biodiversidade observada;
- Levantamento florístico e fitos sociológico das fitofisionomias indicando o papel ecológico das espécies. Apresentar ainda, as espécies endêmicas, raras, vulneráveis, em extinção, de valor econômico, alimentício, medicinal, vetores e reservatório de doenças, de interesse científico;
- Identificação e localização das fontes de alimentação e dessedentação, de abrigos e habitats, período reprodutivo e desenvolvimento de crias das espécies mais relevantes;
- Levantamento da fauna indicando o papel ecológico das espécies apresentando ainda, as espécies endêmicas, raras, vulneráveis, em extinção, de valor econômico, alimentício, medicinal, vetores de reservatório de doenças e de interesse científico;

Para a área de influência indireta, deverão ser levantadas as formações vegetais naturais, as espécies migratórias e os ambientes utilizados por essas espécies, bem como, os possíveis fragmentos que poderão dar suporte a fauna impactada.

5.2.2 Ecossistemas Aquáticos

Levantamento e mapeamento dos componentes básicos das populações aquáticas (fitoplâncton, zooplâncton, comunidades bentônicas e ictiofauna). Este levantamento deverá ser realizado para a área de influência direta e deverá apresentar:

- Abundância relativa das espécies identificadas, diversidade, e a área de ocorrência;
- Parâmetros selecionados que serão posteriormente utilizados para monitorar as comunidades através de bioindicadores de alterações ambientais mais comuns;
- Caracterização das guildas tróficas;

- Identificação do estado trófico dos corpos d'água estudados, apresentando os elos críticos de suas cadeias tróficas;
- Identificação de incidência direta dos impactos dos componentes do benton e do nécton que apresentem interesse econômico.

Para a avaliação da ictiofauna deverão ser considerados os seguintes estudos:

- Composição, distribuição e diversidade de espécies;
- Alimentação e reprodução de peixes, principalmente os de interesse comercial;
- Investigações sobre migrações reprodutivas e sobre a localização de criadouros de larvas e/ou alevinos;
- Estimativas de produção pesqueira; e
- Apresentar seleção de bioindicadores de alterações ambientais.

5.3 - Meio Socioeconômico

5.3.1 - Área de influência direta e indireta

Deverá ser conduzida uma pesquisa socioeconômica, a partir de dados primários e secundários, onde deverão constar os seguintes aspectos:

5.3.1.1 - Dinâmica populacional

- Distribuição e mapeamento da população, localização das aglomerações urbanas e rurais e hierarquização dos núcleos.
- Identificar os fluxos migratórios para a localidade, informando a origem e as causas da migração.

5.3.1.2 - Caracterização das comunidades atingidas

- Estrutura ocupacional: população economicamente ativa (PEA) urbana e rural; distribuição da renda da PEA; geração de emprego; aspectos da economia informal; índices de desemprego e relações de troca entre a economia local, regional e a nacional.
- Educação: caracterização do sistema formal e informal de ensino, rural e urbano (recursos físicos e humanos); índice de alfabetização; cursos profissionalizantes existentes.
- Saúde: coeficiente de mortalidade geral e proporcional; coeficiente de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias; caracterização da estrutura institucional e infraestrutura correspondente. Programas de saúde em nível governamental e privado; identificação de vetores de doenças infectocontagiosas, relacionando-os com os estudos da fauna terrestre.
- Lazer, turismo e cultura: manifestações culturais relacionadas ao meio ambiente natural e sócio religioso; principais atividades de lazer da população; áreas de lazer mais utilizadas; equipamentos de lazer urbanos e rurais.

- As condições habitacionais nas cidades, nos povoados e na zona rural. Estrutura de segurança civil.
- Descrição dos programas/projetos que estão sendo desenvolvidos junto à população, bem como dos convênios junto às universidades e prefeituras.

5.3.1.2 - Organização Social

- Forças e tensões sociais, grupos e movimentos comunitários, lideranças, forças políticas e sindicais atuantes, associações.
- Levantamento do contingente operário a ser estabelecido nos locais das obras e infraestrutura para manutenção do mesmo, assim como a avaliação dos impactos sociais decorrentes do novo agrupamento populacional.
- Levantamento da situação periférica do acampamento das obras, instalação de pequenos comércios.
- Identificação e caracterização das reservas e populações indígenas/tradicionais existentes na área de influência do empreendimento.

5.1.4 - Estrutura básica

- Caracterização e mapeamento da infraestrutura regional: transporte, energia elétrica (especificação das formas de geração), comunicações, captação e abastecimento de água potável e saneamento. `

5.1.5 - Uso e ocupação territorial

- Caracterização da paisagem (topografia, geomorfologia, vegetação e modificações humanas).
- Análise descritiva e histórica da evolução e ocupação humana na região.
- Estrutura fundiária

5.1.6 - Patrimônio Natural e cultural

Deverá ser realizado levantamento de campo de forma a gerar o mapeamento da ocorrência dos sítios do patrimônio natural (cavernas, picos, cachoeiras e outros elementos relevantes) e histórico-culturais, especialmente protegidos pela legislação em relação aos valores histórico, natural, paisagístico e arqueológico.

Os levantamentos do patrimônio arqueológico deverão ser feitos mediante aprovação prévia do IPHAN.

6 - ANÁLISE INTEGRADA

- Após os diagnósticos setoriais deverá ser elaborada uma síntese que caracterize a área do empreendimento de forma global. A análise deverá conter a interação dos componentes de

maneira a caracterizarem-se as principais inter-relações dos meios físico, biótico e socioeconômico.

- Deverá ser realizada uma análise das condições ambientais atuais e suas tendências evolutivas, explicitando as relações de dependência e/ou de sinergia entre os fatores ambientais anteriormente descritos, de forma a se compreender a estrutura e a dinâmica ambiental da região, contemplando futuros projetos de ocupação. Esta análise terá como objetivo fornecer conhecimentos capazes de embasar a identificação e a avaliação dos impactos decorrentes do empreendimento, bem como a qualidade ambiental futura da região.

7 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

As avaliações de impacto ambiental deverão levar em consideração os diversos fatores de impacto e seu tempo de incidência (abrangência temporal) nas fases de implantação, operação e de desativação do empreendimento.

Esta avaliação deverá abranger os impactos benéficos e adversos do empreendimento, determinando-se uma projeção dos impactos imediatos a médio e longo prazo; temporários, permanentes e cíclicos; reversíveis e irreversíveis; locais, regionais etc. A mesma, ainda, deverá levar em consideração as condições do meio ambiente na fase anterior às obras.

Para os impactos adversos que não puderem ser minimizados ou evitados, deverão ser indicadas as medidas destinadas à sua compensação.

Deverão ser avaliados os impactos POTENCIAIS (sem a aplicação de medidas mitigadoras) e REAIS (com a aplicação de medidas mitigadoras).

Na apresentação dos resultados deverão constar:

- A metodologia de identificação dos impactos e os critérios adotados para a interpretação e análise de suas interações;
- A valoração, magnitude e importância dos impactos;
- Uma descrição detalhada dos impactos sobre cada fator ambiental relevante considerado no diagnóstico ambiental;
- Uma síntese conclusiva dos principais impactos que poderão ocorrer nas fases de implantação, operação e de desativação, acompanhada de suas interações.

8 - MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS, PROGRAMAS DE CONTROLE E DE MONITORAMENTO

As medidas recomendadas deverão minimizar, maximizar, compensar ou eliminar os impactos ambientais identificados na fase anterior. Essas medidas serão implantadas visando

tanto a recuperação, quanto a conservação do meio ambiente, bem como, o maior aproveitamento das novas condições a serem criadas pelo empreendimento, devendo ser consubstanciadas em programas.

As medidas mitigadoras e compensatórias deverão ser contempladas quanto ao componente ambiental afetado:

- à sua exequibilidade (em termos de meios, recursos, tecnologia etc.);
- à fase do empreendimento em que deverão ser implementadas;
- ao caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia;
- ao agente executor, com definição de responsabilidades.

Dentre outros, deverão ser propostos programas:

- de fechamento e reabilitação de áreas degradadas;
- de proteção à fauna e à flora;
- de manejo e proteção de águas;
- de proteção e salvamento de sítios arqueológicos;
- de prevenção a riscos ambientais e de controle de acidentes (Plano de Gerenciamento de Riscos, que deverá ser precedido de uma Análise de Riscos);
- programas integrados para monitoramento ambiental na área de influência, com o objetivo de acompanhar a evolução da qualidade ambiental e permitir a adoção de medidas complementares de controle. Para esses programas, deve-se incluir;
 - característica(s) da(s) rede(s) de amostragem, justificando seu dimensionamento e distribuição espacial;
 - indicação e justificativa dos métodos de coleta e análise de amostras;
 - a indicação e justificativa dos parâmetros selecionados (com base na norma ABNT 12649), bem como, da sua periodicidade, para a avaliação dos impactos sobre cada um dos fatores ambientais considerados;
 - a indicação e justificativa dos métodos a serem empregados no processamento das informações levantadas, visando retratar o quadro da evolução dos impactos ambientais causados pelo empreendimento;
 - os programas de monitoramento que visem tanto a recuperação e conservação do meio ambiente, como o maior aproveitamento das novas condições a serem criadas;
 - cronograma de implantação e desenvolvimento das atividades de monitoramento;

BIBLIOGRAFIA

Deverá constar a bibliografia consultada para a realização dos estudos, especificados por área de abrangência do conhecimento, de acordo com as normas da ABNT.

GLOSSÁRIO

Deverá constar uma listagem dos termos técnicos utilizados no estudo.

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA

As informações técnicas geradas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) deverão ser apresentadas em um documento em linguagem acessível ao público, que é o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, em conformidade com a Resolução CONAMA nº001/86. O relatório deverá ser ilustrado por mapas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possa entender claramente as consequências ambientais do projeto e suas alternativas, comparando as vantagens e desvantagens de cada uma delas.

EQUIPE TÉCNICA

Deverá ser listada a equipe técnica multidisciplinar responsável pela elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental, indicando a área profissional e o número de registro no respectivo Conselho de Classe e no Cadastro Técnico Federal.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos

Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental

ANEXO B – TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL (RCA) ESPECÍFICO PARA A ATIVIDADE DE LAVRA GARIMPEIRA

RELATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL PARA LAVRA GARIMPEIRA

O Relatório de Controle Ambiental (RCA) deverá conter as informações necessárias para avaliação dos impactos ambientais gerados pela atividade de lavra garimpeira, propor medidas mitigadoras e programas ambientais relacionados aos impactos identificados.

1. INFORMAÇÕES GERAIS

Apresentar informações do empreendedor e da empresa responsável pela elaboração do RCA separadamente:

Nome ou Razão Social;

CPF ou CNPJ;

Endereço Completo;

Telefone/Fax;

Representantes Legais (nome, CPF, fone, fax e e-mail);

Contatos para Correspondência (nome, CPF, fone, fax e e-mail);

Identificação da equipe técnica responsável pela elaboração do estudo, juntamente com o registro nos respectivos conselhos de classe e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);

2. DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

Descrever e identificar a área do empreendimento de forma a garantir o entendimento das suas atividades, processos e tarefas que comporão as suas fases de implantação, operação e fechamento. Assim como os objetivos do empreendimento, sua relevância econômica, social e política, nas esferas local e regional. Na descrição do empreendimento deve constar:

- Histórico (considerando as atividades anteriormente desenvolvidas na região);
- Apresentar descritivo da atividade indicando a área total a ser afetada;
- Imagem de satélite atualizada e georreferenciada, em escala adequada, mostrando as características naturais da área, além das poligonais (PLG) outorgadas pelo DNPM, articulação viária identificando a via de acesso ao empreendimento, a sede do município e núcleos populacionais;
- Alternativas de fontes de abastecimento de água e energia;

- Insumos utilizados no processo produtivo e nas atividades de apoio operacional, descrevendo os produtos químicos, óleos, maquinários e acessórios, abordando a forma de transporte, consumo, armazenamento (volume médio), segurança, estocagem, grau de toxicidade, destinação final e descarte;
- Descrição de processos e respectivas tarefas, responsáveis pela geração do produto final, tanto no processo de lavra (previsão de produção, volume a ser lavrado e vida útil da área), quanto de beneficiamento (método de concentração do minério, tecnologia utilizada, equipamentos e transportes utilizados);
- Estimativas do número e perfil social e profissional dos trabalhadores envolvidos na atividade.

Apresentar mapa de localização do empreendimento em escala compatível ou a ser discutida, contendo a delimitação da área a ser explorada, curvas de nível compatível com a declividade do terreno e rede hídrica e a área a ser desmatada (caso necessário).

Os dados do empreendimento deverão ser expressos em forma de texto, mapas, figuras, fotos, fluxogramas ou quaisquer outras formas explicativas.

3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Identificar substância mineral a ser explorada, mão-de-obra necessária, infraestrutura básica necessária, relação e quantificação de máquinas/equipamentos e combustíveis a serem utilizados;

Apresentar a área de extração, com o tamanho (comprimento, largura e profundidade) das tiras a serem lavradas;

Descrever sucintamente o método e as características da lavra;

Descrever detalhadamente o processo de extração e beneficiamento;

Apresentar fluxograma do processo de beneficiamento, identificando os pontos de geração de efluentes, resíduos, emissões atmosféricas e ruídos;

Classificar e caracterizar os sedimentos a serem dragados, e apresentar a avaliação da toxicidade e o grau de contaminação dos sedimentos, em especial por mercúrio na forma de metil mercúrio e mercúrio metálico.

Apresentar relação completa dos equipamentos utilizados no processo de beneficiamento, com seus devidos registros juntos aos órgãos competentes (Prefeitura Municipal);

Discriminar e quantificar o volume dos produtos químicos a serem utilizados e a procedência dos mesmos, com a apresentação das notas fiscais, junto à Prefeitura;

Identificar e quantificar os rejeitos gerados durante atividade garimpeira, bem como apresentar a devida destinação final para os mesmos;

Identificação e descrição dos procedimentos técnicos operacionais para seleção do local e construção das bacias ou barramentos para retenção dos rejeitos;

Localizar no mapa de detalhe a área destinada à bacia de contenção de rejeitos;

Dimensionar as áreas de deposição de rejeitos (altura, área e volume);

Indicar a forma e local de estocagem da camada húmica;

Apresentar a forma e local de armazenamento da substância mineral;

Indicar o tipo de maquinário e os procedimentos a serem empregados durante o transporte do minério;

Apresentar a forma de destinação final do estéril.

4. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA

Deverá ser feita considerando principalmente dados de levantamentos efetuados in loco, e anexado o registro fotográfico de todas as ações e dos grupos envolvidos no estudo, sempre que possível.

4.1. Meio Físico

– Caracterizar sucintamente a área do empreendimento nos seus aspectos físicos, tais como:

Geologia regional e local: deverá conter a descrição da geologia da área de influência direta da atividade.

Tipos de solo e clima da região: apresentar a descrição dos tipos de solos encontrados na área da atividade (formação e classe de solo) e descrever o padrão climático regional e local, levando em consideração a sazonalidade da área. Os dados devem ser obtidos em estações climatológicas, presentes na área ou próximo a ela e/ou bibliografia especializada.

Recursos hídricos: descrever a fisiografia dos corpos d'água, com a indicação da sub-bacia hidrográfica e seus cursos d'água perenes e intermitentes. Caso o empreendimento utilize recursos hídricos subterrâneos, o empreendedor deverá informar à está SEMA, que avaliará o caso e poderá solicitar um estudo específico de hidrogeologia.

4.2. Meio Biótico

– Caracterizar a área do empreendimento quanto à flora e a fauna local das áreas de influência direta a atividade, a partir de um levantamento de dados secundários e/ou primários, que contemplem a sazonalidade da região.

Flora: Deverão ser identificadas as fitofisionomias e habitats. Caso haja levantamento de dados primários, deverá ser utilizada metodologia que contemplem análises quantitativas e

qualitativas. As estações amostrais escolhidas deverão ser apresentadas em mapas, identificando todas as fontes usadas no estudo. Os resultados deverão ser apresentados por meio de tabelas, gráficos, mapas ou esquemas ilustrativos. Quando for o caso, deverá mapear, quantificar (área) e caracterizar os locais onde ocorrerá supressão de vegetação. O afugentamento de fauna deverá ser realizado juntamente com a supressão de vegetação.

Fauna: Caso haja levantamento de dados primários, deverá ser utilizada metodologia que contemplem análises quantitativas e qualitativas.

- Tanto para a flora, quanto para a fauna, deve-se abordar a presença sobre espécies endêmicas, ameaçadas de extinção e/ou com ameaça de sobre-exploração, diante da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (IBAMA) e da Lista regional (SEMA).
- Para a atividade de lavra garimpeira no leito do rio, além dos itens citados anteriormente, deverá ser incluso o item sobre ecossistemas aquáticos.

4.3. Meio Socioeconômico

- Apresentar diagnóstico abordando os seguintes aspectos: uso e ocupação do solo, saúde, educação, habitação, investimento e sistema de comercialização
- Identificar a existência de sítios arqueológicos e antropológicos, proximidade de reserva indígena e outras áreas de proteção especial;
- Estimar o número de funcionários do empreendimento, indicando o regime de remuneração e funcionamento (horário e turnos de trabalho). Assim como apresentar qual o regime de trabalho empregado no empreendimento, a forma de remuneração, os planos assistenciais (saúde, educação etc.) e as ações tomadas para garantir a saúde e a segurança do trabalhador (construção de latrinas, fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual – EPI's).
- Apresentar alternativas de tecnologias mais limpas para reduzir os impactos na saúde do trabalhador e ao meio ambiente, incluindo poluição térmica, sonoras e emissões nocivas ao sistema respiratório.

5. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS GERADOS OU A SEREM GERADOS PELA ATIVIDADE

- A identificação e avaliação dos impactos ambientais gerados, deverá contemplar a operação de lavra, beneficiamento, sistema de contenção de rejeito e encerramento.

6. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS

- Apresentar propostas de medidas mitigadoras e ou de compensação ambiental para as operações relacionadas à lavra, o beneficiamento, a disposição de material estéril, a disposição de rejeito e ao encerramento da atividade.

7. MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

- Apresentar medidas de controle ambiental para os impactos identificados nos meios físico, biótico e social, em cada etapa do licenciamento ambiental.

8. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – PRAD

- Apresentar plano de recuperação das áreas atingidas pela atividade, com dados de nivelamento de solo, preenchimento das cavas com material utilizado na extração de outra cava, além do reflorestamento com vegetação nativa.
- Deverão ser incluídas no PRAD as áreas de lavra, de beneficiamento mineral, das bacias de rejeitos, pilhas de estéril, diques, barragens, as áreas das instalações de infraestrutura, vias de acesso e etc.

9. PLANOS DE MONITORAMENTO E ACOMPANHAMENTO AMBIENTAL

- Apresentar programas de monitoramento ambiental para os meios físico, biótico e social, detalhando o cronograma de execução.

10. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

- Promover o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos que deverá contemplar o saneamento básico das instalações operacionais, bem como de toda infraestrutura do empreendimento, através do abastecimento de água potável; realização da coleta, transporte, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários e a implantação de um manejo adequado para as águas pluviais, com medidas visem seu tratamento e destinação final.

11. PLANO DE ENCERRAMENTO DA ATIVIDADE

- O plano de encerramento da atividade deverá compreender todo levantamento dos passivos presentes na área do empreendimento. Neste plano, será necessária a catalogação dos equipamentos que serão aproveitados (reutilização, venda ou sucateamento), a realização da descontaminação dos equipamentos e das estruturas.

12. DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO

O documentário fotográfico constante no relatório deve destacar a situação atual das áreas que serão alteradas durante as fases de instalação e operação do empreendimento. As fotos devem constar as datas das tomadas e se possível referendar eventuais pontos.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Belém-Pará

Julho/2013

ANEXO C – TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE ESTUDO AMBIENTAL SIMPLIFICADO – EAS, REFERENTE À PROJETO DE EXTRAÇÃO DE OURO E BENEFICIAMENTO ASSOCIADO

1 INTRODUÇÃO

Este estudo contemplará os elementos envolvidos na extração, beneficiamento e disposição dos rejeitos de cada fase produtiva.

2 FORMA DE APRESENTAÇÃO, NÚMERO DE CÓPIAS/CONTEÚDO

O ESTUDO AMBIENTAL/OPERACIONAL PARA EMPREENDIMENTO MINERÁRIO DE OURO está sendo apresentado ao órgão ambiental em 01 (uma) via impressa, formato A-4 e 01 (uma) via em meio digital (formato PDF), obedecendo ao conteúdo e a ordem dos temas conforme solicitado pela Agência de Meio Ambiente de Pernambuco.

3 ESTUDO AMBIENTAL SIMPLIFICADO

3.1 APRESENTAÇÃO

Existe Impacto Ambiental quando uma atividade produz uma alteração no meio ou em qualquer um dos seus componentes. Analisar os impactos ambientais é qualificar e quantificar estas alterações. Este Estudo Ambiental Simplificado (EAS) foi elaborado pela Inovare Consultoria Ambiental e Projetos, juntamente com o Engenheiro de Minas André Queiroz Otelo para sua dissertação de mestrado e apresenta análise qualitativa das atividades da Brandão & Simas Mineração – ME, CNPJ 14.734.789/0001-19, sob responsabilidade técnica do Sr. Virdálio de Senna Filho, aonde será desenvolvida extração de ouro e beneficiamento associado. O empreendimento terá suas instalações de extração do minério no município de Salgueiro e o beneficiamento do mesmo será processado fora da área da mina, no município de Serrita, ambos no Estado do Pernambuco.

Ainda assim, o Estudo foi elaborado com base no Termo de Referência aprovado pela CPRH – Agência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Pernambuco, com os objetivos de demonstrar as obras e instalações feitas nas áreas de atuação e complementações após a Licença de Instalação, bem como avaliar os possíveis impactos a serem causados pelo início do processo e atividades a serem exercidas, e as medidas mitigadoras e programas ambientais adequados a fim de minimizar os danos ao meio ambiente.

O processo de Avaliação de Impactos Ambientais é um instrumento legal, fundamentado na Constituição Brasileira e preconizado na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981).

3.2 INFORMAÇÕES GERAIS

3.2.1 Identificação e qualificação do empreendedor:

A Brandão & Simas Mineração – ME está inscrita no CNPJ: 14.734.789/0001-19 com sede localizada Avenida Pedro Nogueira, nº 121, Vila do IPSEF, Serrita-PE, a mesma foi constituída em 23/11/2011 tendo como atividade principal a extração e beneficiamento de minérios de metais preciosos.

Antônio Lisboa Brandão Simas, nacionalidade brasileira, casado, CPF: 060.658.995-34 RG: 01173300, residente e domiciliado na Rua Valentim Ferreira dos Santos, nº 24, Bairro Alto das Populares, Nordestina – Bahia, CEP 48.870- 000.

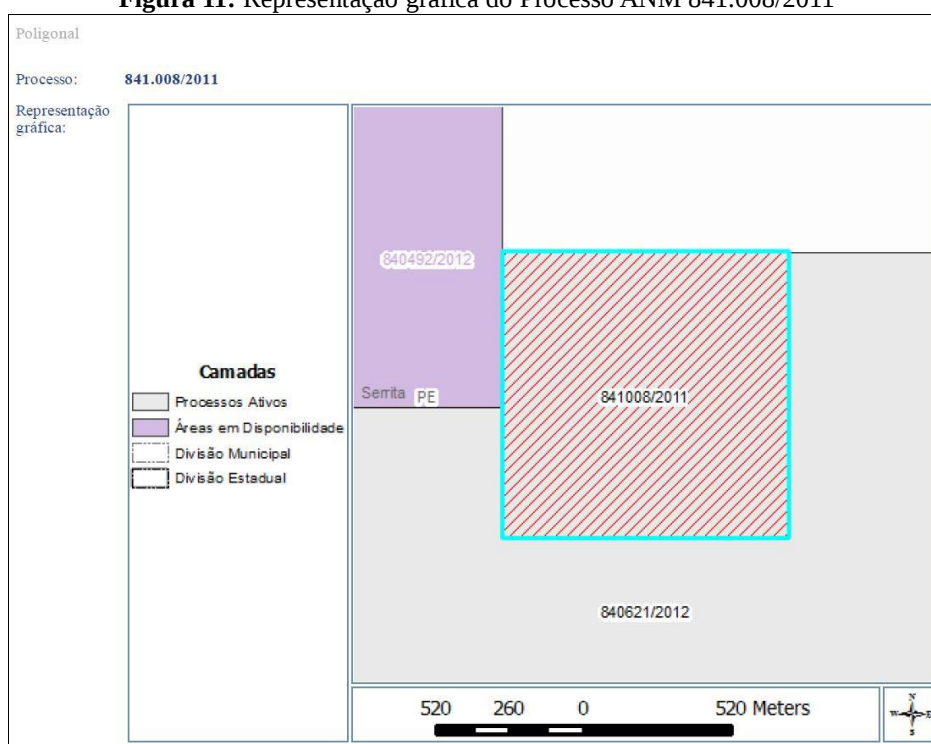
3.2.2 Identificação da equipe responsável pelos resultados apresentados:

Responsáveis Técnicos pelo Estudo:

- Engenheiro de Minas – André Queiroz Otelo CREA-PE N° 1809408482 (aluno de Mestrado)
- Inovare Consultoria Ambiental e Projetos CNPJ N° 17526196/0001-66

3.2.3 Situação do processo junto ao DNPM

Figura 11: Representação gráfica do Processo ANM 841.008/2011



Área (ha):	100,3	DATUM:	SIRGAS2000
Cota mínima (m):	0	Cota máxima (m):	0
Latitude do ponto de amarração:	-07°56'22"672	Longitude do ponto de amarração:	-39°21'24"797
Descrição do ponto de amarração:	Ponto de amarração	Comprimento do vetor de amarração (m):	0,00
Ângulo do vetor de amarração:	00°00'00"000	Rumo do vetor de amarração:	N

Fonte: ANM (2018)

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.3.1 *Objetivos e justificativas para extração da substância mineral pretendida:*

O objetivo do empreendimento é a produção do metal ouro. Os minérios são estratégicos para a produção industrial e representam fator de segurança econômica para o município, sendo essa a principal justificativa para o empreendimento. Além disso, a atividade mineradora é responsável pela criação de inúmeros empregos diretos e indiretos.

De acordo com estudos feitos pelo Serviço Geológico Brasileiro, o efeito multiplicador de empregos no setor mineral é de 1:13, ou seja, para cada posto de trabalho da mineração são criados 13 outras vagas ao longo da cadeia produtiva.

Dentre os benefícios destinados aos municípios que possuem atividade de mineração formalizada está a Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais (CFEM), que se refere a um fluxo de receita advinda das mineradoras, que deve ser aplicada em projetos que revertam a favor da comunidade local, na forma de melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde e educação. Assim, a participação da atividade de mineração (CFEM) atua de maneira significativa na renda municipal (PIB municipal) e no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios.

3.3.2 *Localização e área:*

A área do Projeto abrange o município de Serrita, no Oeste de Pernambuco, e está situada entre os paralelos 7°44'00" e 8°00'00" de latitude Sul e os meridianos 39°10'48" e 39°22'51" de longitude Oeste. A cidade de Serrita, localizada na parte sul da área, dista 27 km de Salgueiro e 520 km do Recife-PE. O acesso, a partir do Recife, é feito através das rodovias BR-232 e PE-507.

A área de beneficiamento situa-se no Município de Serrita, no estado do Pernambuco a 584 km da capital Recife. O acesso a área pode ser feito seguindo o trajeto: Saindo de Recife via BR – 232 até a PE-430 em Bela Vista, passando pela BR 116 até a PE-475 chegando ao destino em Serrita.

3.3.3 Caracterização geológica da jazida:

A região correspondente à lavra garimpeira localiza-se a nordeste da cidade de Salgueiro – PE, abrange em sua maior parte rochas do Grupo Salgueiro, com a dominância de rochas pelíticas e psamíticas e rara presença de rochas vulcânicas.

Observou-se a existência de anomalias de ouro, prata, chumbo e arsênio; estas anomalias encontram-se a oeste da área desse requerimento. Este fato reforça a existência de mineralização econômica nos veios filonianos com a presença de ouro, prata e sulfetos na área pretendida.

As mineralizações citadas estão associadas a veios de quartzo, que podem ser classificados em três tipos, conforme a época em que foram gerados. Destes, apenas os da primeira geração, inseridos segundo a foliação das encaixantes, são desprovidos de qualquer interesse econômico. De modo geral os veios apresentam como encaixantes os xistos do Grupo Salgueiro.

3.3.4 Obras de implantação do empreendimento:

O empreendimento compreende:

- Lavra de minério de ouro
- Beneficiamento de minério de ouro através da amalgamação e lixiviação. Definido o planejamento de obras e delimitada a área a ser minerada e o local do beneficiamento, dentre as instalações a serem construídas em ambos, fazem parte:

Obras Necessárias para a Implementação da Lavra

- Acessos
- Subestação de energia elétrica
- Paiol de explosivos
- Escritório
- Alojamento
- Refeitório
- Galpão

Obras de Implementação do Beneficiamento

- Depósitos de Produtos e Materiais
- Laboratório
- Escritório e Alojamentos
- Barreiro de Água Suja
- Barreiro de decantação

- Tanque de Alimentação
- Poço Curimã
- Poço Malechet
- Reservatório de Solução Rica
- Reservatório de Solução Pobre

Algumas das obras que foram previstas e descritas anteriormente para o local da Lavra foram iniciadas após a Licença de Instalação - LI. As estruturas fixas necessárias foram construídas de maneira em comum com as do beneficiamento e considerando o local do início da operação, outras estruturas necessárias serão compostas por contêineres visando facilidades em questões de locomoção e versatilidade diante da dinâmica da atividade da lavra, ainda assim, a prioridade para obras foi dada ao beneficiamento por se tratar de uma maior logística e estrutura. Os investimentos restantes e necessários para adesão de maquinários entre outros serão financiados e para isso, faz-se necessário a emissão da Licença de Operação para a conclusão do Projeto financeiro.

Foi construída uma estrutura para refeitório, escritório e banheiros para atender as necessidades iniciais com projeção de ampliação conforme o andamento e perspectiva do projeto.

Iniciou-se a construção da pilha para lixiviação (“heap” ou “dump”) com o estabelecimento da estrutura de 12 metros dando início aos testes de funcionamento. A areia foi preparada e compactada com uma ligeira inclinação com uma cobertura de placa de plástico flexível e impermeável para proteção do solo. Foram colocados drenos para que a solução lixiviada seja coletada no fundo da pilha e quando o material é todo lixiviado, o rejeito é removido por caminhões para a pátio de estéril devidamente impermeabilizado para fins de tratamento, já a área da pilha será utilizada para novo processo.

Figura 12: Pilha para lixiviação

Fonte: Autor (2018)

As pilhas foram montadas e os testes de funcionamento foram feitos (capacidade de 12.000 toneladas). Essa etapa buscou assegurar eficiência e otimização do processo. Os ensaios foram feitos com areia e água para verificação do funcionamento do dreno e das bombas. Assim que a operação for autorizada, as pilhas serão montadas com solos provenientes de minério britado e já amalgamado, contando com os agentes lixiviantes por um processo de percolação. Ao redor da pilha, foram construídas canaletas para casos de emergência, aonde são direcionadas para o tanque de contenção A e B.

Figura 13: Canaletas construídas ao redor das pilhas

Fonte: Autor (2018)

Utilizou-se de carro pipa até a autorização da operação e de outorga para que a água seja bombeada de barragens locais. Ainda no processo da operação considerando as estimativas e testes, 3 carros pipa foram suficientes como água nova para fazer funcionar o processo uma vez essa água é recirculada no mesmo. A duração de uma pilha dura de 2 a 3 meses e as variantes são os fatores ambientais.

Figura 14: Carro pipa utilizado



Fonte: Autor (2018)

Foram construídos três tanques receptores constituintes do processo. Como visto anteriormente, as pilhas serão molhadas junto com o agente lixiviante e bombeadas para as colunas de carvão ativado. Todo o ouro fica retido nas colunas e o resíduo líquido vai para o primeiro tanque ainda contendo minério (tanque rico), por esse motivo essa água é reprocessada e volta ao circuito até ser totalmente aproveitada e lançada no segundo tanque. Nesta etapa, será feito o controle de PH com teste de soluções e controle para o reinício do processo. O terceiro tanque serve como reservatório de água nova. Sendo assim, verifica-se que não há perda nem lançamento de efluentes devido ao circuito operacional fechado.

Figura 15: Tanques receptores constituintes do processo de lixiviação



Fonte: Autor (2018)

Figura 16: Tanque receptor do processo de lixiviação



Fonte: Autor (2018)

As especificações e dimensões de todas as estruturas estão contidas na planta e *layout* a seguir. Os tanques foram revestidos com placa de plástico flexível e impermeável para proteger e evitar a contaminação do solo. Ao entorno dos tanques receptores foram construídas canaletas para situações de emergência e direcionadas para o tanque de contenção A e B. Ainda assim, toda a área foi limitada, sinalizada e cercada. O manuseio das operações

será feito por pessoas treinadas e capacitadas, com a utilização dos devidos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

Conforme descrito anteriormente, as colunas de carvão absorvem o ouro após a percolação. O empreendimento conta com três colunas para otimizar o processo. Vale salientar, no que se refere à coluna, que ao término da pilha, o carvão contido do mineral ouro será retirado para posterior reprocessamento até que o teor de metal contido no mesmo não possua mais valor econômico.

Figura 17: Colunas de carvão ativado



Fonte: Autor (2018)

Nas proximidades da pilha, foi reservado um local para destinação temporária dos rejeitos (substâncias não aproveitáveis economicamente e proveniente da pilha de lixiviação). Trata-se de uma estrutura cercada com tanque que será revestido com geomembrana de PVC (é um polímero como as matérias-primas básicas, materiais de barreira à prova de água, principalmente divididos em: polietileno de baixa densidade geomembrana (LDPE), polietileno de alta densidade geomembrana (HDPE), EVA geomembrana). O objetivo desse depósito é o tratamento do material estéril através de: **Processos Naturais de Degradação do Cianeto e Oxidação com Dióxido de Enxofre/ AR como alternativa secundária.**

Figura 18: Local de destinação temporária dos rejeitos



Fonte: Autor (2018)

Geomembrana é um polímero como as matérias-primas básicas, materiais de barreira à prova de água, principalmente divididos em: polietileno de baixa densidade geomembrana (LDPE), polietileno de alta densidade geomembrana (HDPE), EVA geomembrana. 1) A espessura de 1 mm; 2) Tem uma excelente resistência ao *stress* ambiental e resistência a rachaduras; 3) Excelente resistência química; 4) Tem uma larga gama de temperaturas e uma vida útil longa; 5) Para uso em aterros sanitários, local de armazenamento de rejeitos, impermeabilização de canais, barragens, o controle do escoamento, e o projeto do metrô.

Figura 19: Geomembrana

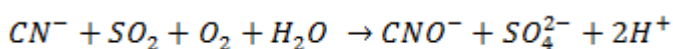


Fonte: Autor (2018)

- **Processos Naturais de Degradação do Cianeto:** Trata-se da degradação natural em bacias com resíduos reduzindo a toxicidade das espécies de cianeto espontaneamente com o resultado de mecanismos naturais envolvendo a volatilização do ácido cianídrico (HCN)

promovida pela neutralização gradual do solo, através da absorção do dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, ainda assim, utiliza-se da adição de Cal para acelerar o processo e bactérias ou íons metálicos dissolvidos como cobre ou ferro e foto decomposição promovida pela radiação solar. Em até três meses é feita a análise do solo para a constatação da neutralização do cianeto de acordo com o resultado; se houver necessidade aplica-se o segundo método alternativo afim de acelerar o tratamento para o recebimento dos próximos resíduos para tratamento.

- **Oxidação com Dióxido de Enxofre/Ar (alternativa):** Utiliza dióxido de enxofre (SO₂) ou um derivado de ar para a presença de um catalisador de cobre solúvel em água de modo a oxidar o cianeto à sua forma menos tóxica, o cianato (CNO). O tempo de reação pode ser de 20 a 90 minutos reduzindo a concentração de cianeto a 1 mg/L.



Após o tratamento e reanálise, o material será utilizado para a recomposição topográfica e dos taludes no Plano de Recuperação da Área Degradada (PRAD). Ainda assim, após o tratamento os solos-rejeito podem ser reaproveitados como solos lateríticos, espalhados em locais de amalgação (produção e rejeitos), camada e cobertura primária de tanques de contenção e pátios de armazenamento como forma de proteção ambiental, pois quando compactados ficam impermeabilizados em condições tropicais apresentando elevada resistência baixa permeabilidade e baixa deformidade devido ao predomínio de caulinita, elevado teor de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio.

Figura 20: Solos-rejeito



Fonte: Autor (2018)

O Paiol foi construído conforme exigência e especificação do exército. Foram consideradas as distâncias, cercas e critérios de segurança para armazenagem de explosivos e

produtos químicos bem como treinamentos. A Concessão do Registro (CR) ocorrerá após a emissão da licença de operação. O processo será acompanhado e terá a responsabilidade técnica de um químico que fará mapa de estocagem e controle de entradas e saídas e uso do material. Vale salientar que o uso de explosivo só será feito mediante ao curso de *blaster* fornecido pelo próprio exército após o CR e as embalagens vazias de produtos serão devidamente armazenadas e recolhidas por empresa responsável conforme ficha do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Figura 21: Paiol para armazenamento dos explosivos



Fonte: Autor (2018)

Figura 22: Vista externa do paiol



Fonte: Autor (2018)

Figura 23: Imagem interna do paiol



Fonte: Autor (2018)

3.3.5 Método de lavra

A lavra será desenvolvida predominantemente a céu aberto mediante a extração da rocha aflorante mineralizada (veio de quartzo), utilizando-se técnica mista, ou seja, manual e mecanizada. Trata-se de métodos usualmente empregados em jazimento desta natureza e caracterizados pela simplicidade, baixo custo operacional, adaptáveis às circunstâncias do local, e posteriormente poderá ser estudado o aprofundamento dos veios mineralizados de forma subterrânea.

3.3.6 Descrição do plano e operações de lavra

A Preparação do garimpo compreende basicamente o decapeamento da jazida. Para tanto, os corpos mineralizados (veios de quartzo) serão primeiramente, expostos ao livre acesso. O decapeamento dos corpos mineralizados consiste na retirada de todo o material terrígeno que cobre a jazida. Nesta fase do garimpo, são definidas as frentes de lavra que variam de 6 (seis) a 10 (dez) metros lineares ao longo dos veios. O garimpo disporá de livro de controle dos garimpeiros e da produção, no qual cada frente de lavra será numerada e constarão os seguintes dados:

- Nome do “Dono da frente de lavra” e de seus auxiliares;
- Data de início de suas atividades;
- Dimensão de suas áreas de lavra;
- Produção mensal.

3.3.7 Operação da lavra

A operação de lavra no garimpo dar-se-á, inicialmente, por meio de desmonte manual a céu aberto e posteriormente, caso o estudo viabilize a mesma, por meio da lavra subterrânea. Será descrito abaixo o método de lavra correlacionando com as operações de garimpagem pretendida:

Lavra a Céu Aberto: Este método de lavra intervém apenas a força humana, com emprego de instrumentos manuais, ou seja: picareta (com dois bicos ou com um bico e corte), forcado (garfo com dentes de aço), enxada, enxadão, malho, alavanca, pá, marreta e cunha (de madeira ou metálica). Com o aprofundamento dos veios de quartzo mineralizado, a lavra necessitará fazer o uso de explosivos para o desmonte, uma vez que o corpo mineralizado deverá encontrar-se menos fraturado e intemperizado, tornando-se mais resistente. Posteriormente, quando necessário, será feita a abertura de poços (em cada frente de lavra) com área de, aproximadamente, 1 m² ao longo do corpo mineralizado.

O desmonte será feito através de explosivos dispostos, numa frente de lavra em forma de pilão, o mesmo será conduzido de forma planejada e licenciada, com embasamento técnico e plano de fogo projetado por um Engenheiro de Minas Responsável, com a segurança exigida pelas instituições reguladoras.

3.3.8 Equipamentos de extração e transporte

O carregamento utilizará de caçambas e para o transporte as unidades de beneficiamento. No transporte dentro de cada frente de lavra, o material proveniente dos poços pode-se empregar, baldes carrinhos de mão. Se o volume de minério compensar o avanço da mina por meio de lavra subterrânea, novos estudos podem viabilizar o transporte de pessoal e minério por meio de *shaft's* e ou inclinados.

3.3.9 Unidade de Beneficiamento

O beneficiamento do empreendimento em questão será processado fora da planta de lavra no Município de Serrita-PE, no Sítio Malhada do Boi.

O tratamento de minérios de ouro apresenta algumas peculiaridades que o distinguem de outros métodos. A espécie submetida ao processo de beneficiamento é uma entidade química em sua forma elementar metálica, caracterizada por elevadas densidade e maleabilidade. O valor de mercado do produto é consideravelmente superior ao da grande maioria dos bens minerais.

Em linhas gerais, as rotas de processamento podem se restringir a uma mera adequação granulométrica do minério às etapas hidro metalúrgicas subsequentes ou envolver, além da preparação, estágios de concentração. Nesse último caso as propriedades

diferenciadoras exploradas são a diferença de densidade e de hidrofobicidade (natural ou induzida) entre o ouro e os minerais a ele associados mais intimamente e os minerais de ganga. As operações de preparação devem preservar as partículas de ouro livre e o beneficiamento como um todo deve priorizar a recuperação do ouro contido, ficando o teor de ouro no concentrado e a rejeição de impurezas como objetivos secundários.

As etapas de preparação estão presentes tanto em circuitos em que ocorre concentração prévia dos minérios quanto naqueles em que o minério é submetido diretamente à extração hidrometalúrgica.

PREPARAÇÃO:

A preparação abrange Britagem, Peneiramento, Moagem e Classificação:

a) Britagem:

A britagem primária pode ser realizada tanto em britadores de mandíbulas de dois eixos quanto em britadores de impacto (Chaves e Peres, 1999).

Nos britadores de mandíbulas (figura 24) os elementos mecânicos ativos são uma placa metálica móvel (mandíbula móvel), que se move em movimento recessivo (aproxima-se e afasta-se) de uma placa metálica fixa (mandíbula fixa). A distância entre as duas mandíbulas na extremidade superior do britador é designada como "gape". O fragmento de rocha ou minério a ser britado é introduzido no espaço entre as duas mandíbulas e, durante o movimento de aproximação, é esmagado. Os fragmentos resultantes escoam para baixo, durante o movimento de afastamento, cada qual se deslocando até uma posição em que fique contido pelas mandíbulas e seja novamente esmagado na aproximação seguinte da mandíbula móvel.

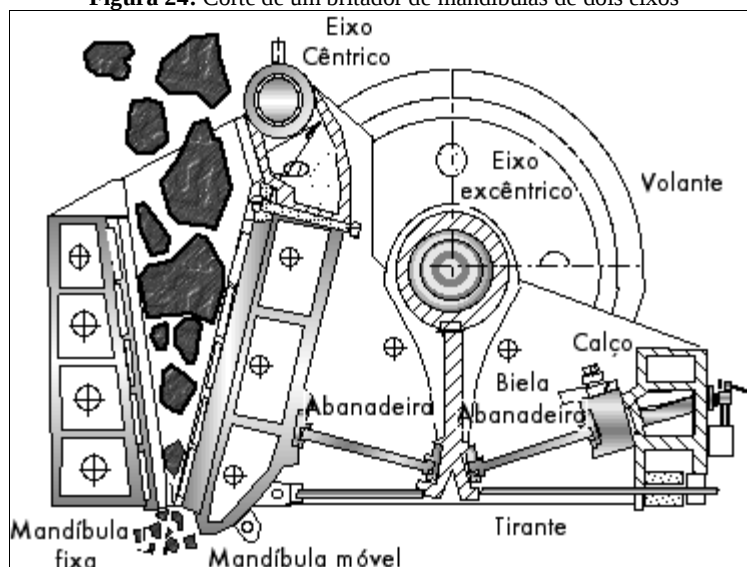
A mandíbula móvel movimenta-se em torno de um eixo cêntrico. O movimento é gerado por outro eixo, excêntrico, que aciona uma biela. Esta biela está ligada a duas placas rígidas de metal, chamadas "abanadeiras". A abanadeira da direita tem sua extremidade à direita fixa. A extremidade da esquerda sobe e desce com o movimento da biela, percorrendo um arco de círculo e empurrando a ponta inferior da biela para frente e depois retornando com ela. A abanadeira da esquerda tem um movimento mais complexo: sua ponta direita sobe e desce e vai para frente e retorna, transmitindo esses movimentos para a mandíbula, à qual está presa pela sua extremidade esquerda. Como a mandíbula móvel está presa pelo eixo cêntrico, o movimento que ela tem liberdade para fazer é percorrer um arco de círculo, aproximando e afastando a sua extremidade inferior da mandíbula fixa (abrindo e fechando).

Todo o conjunto mandíbula móvel - abanadeira esquerda - biela - abanadeira direita é mantido solidário e rígido por outra peça, o tirante, que é aparafusado à carcaça do britador. A

abanadeira direita apoia-se num calço, de tamanho variável, cujo efeito é aumentar ou diminuir a distância entre as extremidades inferiores das mandíbulas - a "abertura" do britador.

Nota-se na figura 24 a presença de um volante (na realidade são 2, mas o outro está no plano anterior ao corte). Estes volantes têm a função principal de armazenar energia cinética durante a operação do britador, que é intermitente, o equipamento passando períodos operando em vazio, isto é, sem receber alimentação. Nestes períodos, o volante gira e acumula energia cinética, que será dispendida no momento em que o britador for alimentado e tiver que quebrar as partículas entre as mandíbulas. Desta forma o motor do equipamento é aliviado. A outra função de um dos volantes é trabalhar como uma grande polia, acionada por correias em V, a partir do motor. Isto é vantajoso, porque vale como um dispositivo de segurança: em caso de travamento do britador (por exemplo por causa de um fragmento grande demais para ser britado), as correias patinam ou acabam por se romperem, protegendo o motor.

Figura 24: Corte de um britador de mandíbulas de dois eixos

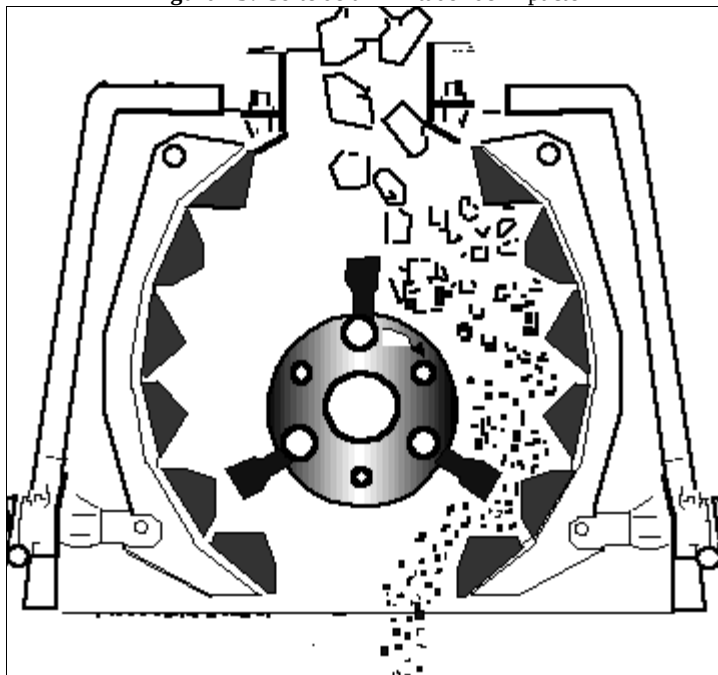


Fonte: Chaves e Peres (1999)

Os britadores de impacto (figura 25) convencionais se caracterizam por desgaste elevado e por isto estão limitados a materiais não abrasivos. Apresentam menor investimento de capital e maior rendimento energético. A ação mecânica é o impacto dos martelos ou barras de impacto sobre as partículas e a transformação de sua energia cinética em fratura. A carcaça é projetada especialmente de forma a fragmentar as partículas impactadas contra a mesma. A descarga é livre e a câmara é grande, para permitir a movimentação das partículas e passagem

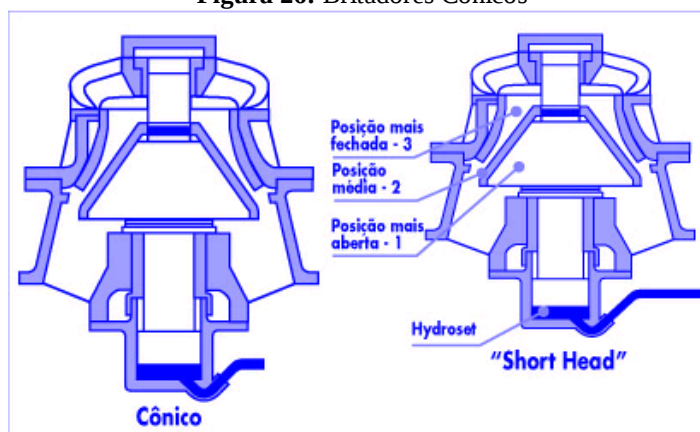
de blocos de grandes dimensões. Em alguns modelos a posição das barras de impacto pode ser ajustada horizontalmente, de forma a regular a granulometria do produto.

Figura 25: Corte de um Britador de Impacto



Fonte: Chaves e Peres (1999)

Nas britagens secundária e terciária são empregados britadores cônicos (Chaves e Peres, 1999). Em comparação com os britadores giratórios propriamente ditos, apresentam altura do cone reduzida em relação ao diâmetro da base e o manto fecha-se no topo, permitindo melhor aproveitamento do volume da câmara. Os fabricantes fornecem equipamentos com diferentes desenhos de câmara para grossos, médios e finos, de modo que a distribuição granulométrica do produto passante na abertura na posição fechada varia, respectivamente, entre 60%, 68% e 75%. Os aparelhos usados na britagem secundária são designados como britador cônico ou cônico "standard"; os empregados na britagem terciária são mais curtos e de câmara mais fechada, sendo chamados de "short head" (figura 26).

Figura 26: Britadores Cônicos

Fonte: Chaves e Peres (1999)

b) Peneiramento:

Nos circuitos de britagem de minérios de ouro no Brasil são empregadas peneiras vibratórias convencionais, constituídas por um chassi robusto, apoiado em molas, um mecanismo acionador do movimento vibratório e um, dois ou três suportes para as telas ("decks") (Chaves e Peres, 1999).

No peneiramento de partículas grosseiras é necessário revestir as paredes internas do chassi com placas de material resistente à abrasão. Quando se peneiram populações contendo tamanhos variados numa malha de abertura pequena é muito conveniente à colocação de um "deck" de alívio ou proteção, com uma tela grossa e forte, que recebe o impacto e o esforço mecânico das partículas maiores. Ao final os "oversizes" das duas frações são reunidos gerando um produto único. As peneiras vibratórias inclinadas têm inclinações variando entre 15° e 35° e transportam o material do leito a uma velocidade de 18 a 36m/min, dependendo da inclinação.

As peneiras horizontais transportam o material à velocidade de 12m/min. As peneiras vibratórias inclinadas têm um movimento vibratório circular ou elíptico, que faz com que as partículas sejam lançadas para cima e para frente, de modo que possam se apresentar à tela várias vezes, sempre sobre aberturas sucessivas. Este movimento vibratório causa a estratificação do conjunto de partículas sobre a tela, de modo que as maiores fiquem por cima e as menores por baixo.

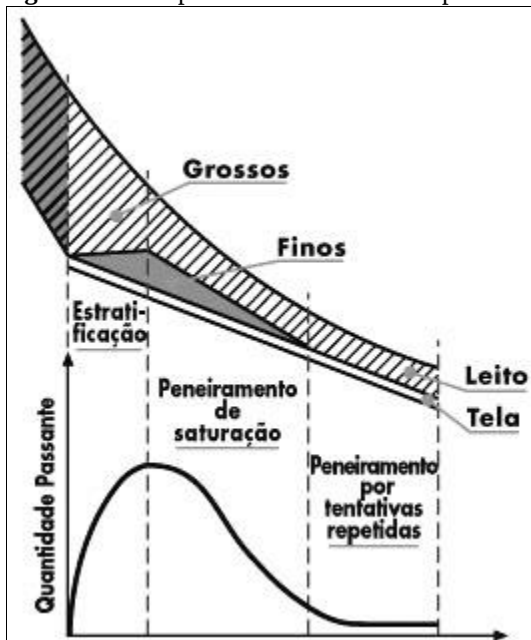
A análise do peneiramento pode ser feita considerando-se peneiramento coletivo ou individual das partículas (Chaves e Peres, 1999).

A peneira exerce três ações independentes e distintas sobre a população de partículas alimentadas: transporte das partículas ao longo da peneira, estratificação do leito, ficando as partículas maiores por cima e as menores por baixo e o peneiramento propriamente dito. O

comportamento coletivo é ilustrado na figura 27, que mostra o corte ideal do leito de partículas sobre o "deck" de uma peneira eficiente.

Apresenta-se também a quantidade de material passante ao longo do leito. O comportamento individual leva em conta a comparação entre o diâmetro da partícula e a abertura da tela.

Figura 27: Comportamento coletivo das partículas

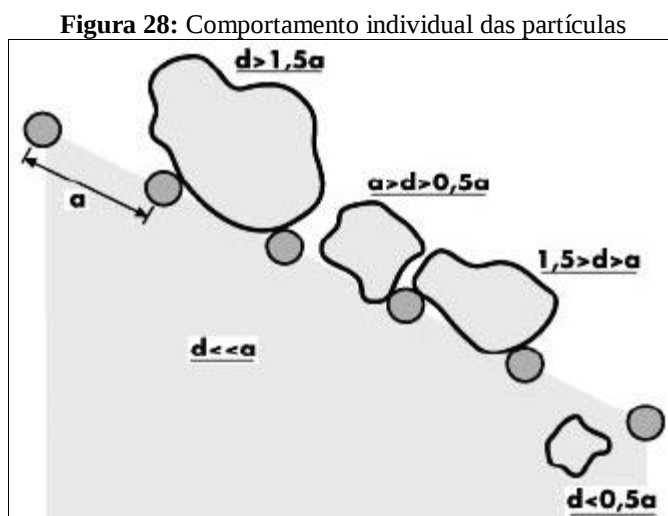


Fonte: Chaves e Peres (1999)

Cinco situações ficam caracterizadas (figura 28):

- $d > 1,5a$ - as partículas escorrem sobre a tela e se encaminham para o "oversize", sem acarretar problemas em termos de eficiência de peneiramento; podem causar problemas operacionais devido ao peso elevado, solucionados com a introdução de um "deck" de alívio;
- $1,5a > d > a$ - também se encaminham para o "oversize" mas, em suas tentativas de passar, podem acabar presas em alguma abertura, reduzindo a capacidade de peneiramento; o problema pode ser minimizado mediante regulagem da amplitude e da frequência;
- $a > d > 0,5a$ - essas partículas só atravessam a tela quando caem sobre a malha numa posição conveniente, exigindo um número elevado de tentativas para passar; constituem a chamada faixa crítica de peneiramento;
- $d < 0,5a$ - atravessam a abertura da malha com facilidade;

- $d \ll 0,5a$ - deveriam ter comportamento semelhante ao da classe anterior, mas devido à umidade podem recobrir a superfície das partículas maiores; uma solução para o problema seria o peneiramento a úmido.



Fonte: Chaves e Peres (1999)

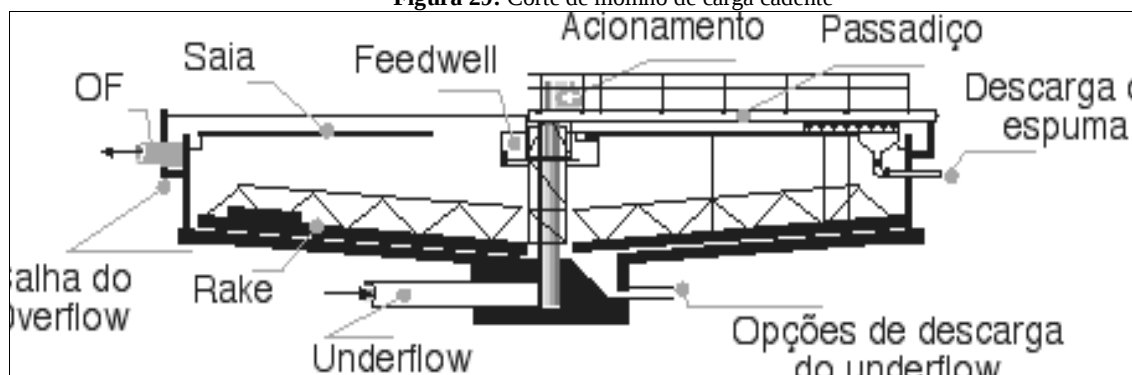
c) Moagem:

Os moinhos empregados em cominuição de minérios de ouro no Brasil são moinhos de bolas (Chaves e Peres, 1999), enquadrados na categoria de moinhos de carga cadente (figura 29). São constituídos de um corpo cilíndrico que gira em torno do seu eixo. A carcaça é feita de chapa calandrada e moldada, com espessura entre 1/100 e 1/75 do diâmetro do moinho, fechada nas duas extremidades por peças de aço fundido chamadas tampas, cabeças ou espelhos ("heads"). São sempre revestidos internamente por material resistente ao desgaste, metálico ou de borracha. Fazem parte das tampas dois pescoços, ou munhões, que sustentam todo o moinho (carcaça, revestimento, tampas, corpos moedores, minério e água) e giram dentro de mancais. Nunca é demais enfatizar o peso enorme que esses pescoços suportam.

Os fabricantes fornecem moinhos de diâmetros pré-definidos; isto porque, do ponto de vista da fabricação do equipamento, é muito fácil alterar o comprimento do moinho, que é feito, como já dito, de chapa calandrada e soldada. Já as tampas são feitas de aço fundido, os moldes de fundição são muito caros e os fabricantes dispõem de número restrito dos mesmos. O acionamento é feito por coroa e pinhão, a coroa sendo solidária ao moinho e externa à carcaça, fabricada em duas metades, aparafusadas, geralmente em aço fundido. Os dentes são retos até potências de 400 HP e helicoidais acima disso. O acionamento deve ser instalado do

lado oposto ao da alimentação (lado da descarga), de modo que algum eventual entupimento que implique em derramamento da polpa de alimentação não venha a atingir a coroa, que é uma peça de usinagem muito cara.

Figura 29: Corte de moinho de carga cadente



Fonte: Chaves e Peres (1999)

d) Classificação:

A classificação consiste em separar uma população de partículas em duas outras, uma com proporção significativamente maior de partículas grosseiras ("underflow"), outra com proporção significativamente maior de partículas finas ("overflow") (Chaves et al., 1996). De maneira geral a classificação é executada com um dos objetivos:

- (1) selecionar partículas suficientemente finas (portanto com elevado grau de liberação) para alimentar o processo de concentração (especialmente a flotação) e aquelas que devem retornar ao moinho;
- (2) eliminar partículas muito finas, nocivas à etapa subsequente, operação conhecida como deslamagem.

Durante décadas a classificação foi realizada em classificadores espirais. Há cerca de 50 anos esses equipamentos passaram a ser substituídos por hidrociclones, ou simplifiadamente, ciclones (figura 29, Masini et al., 1980), invenção do *Dutch State Mines Department* (Holanda). Hoje é considerado equipamento padrão para classificação fina, entre 850 mm e 2 mm.

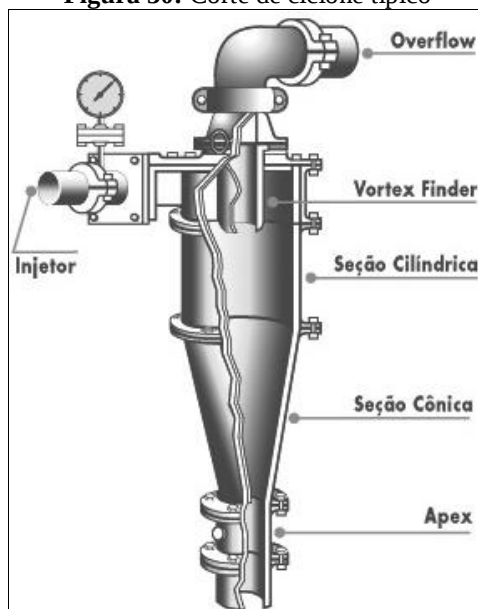
As vantagens do ciclone em relação a classificadores espirais são: capacidade elevada em termos de volume ou área ocupada, facilidade de controle operacional, operação relativamente estável e entrada em regime em curto período de tempo, manutenção fácil e facilitada por um projeto bem feito, investimento baixo viabilizando a colocação de unidades de reserva.

As desvantagens são: custo operacional maior (devido à energia gasta no bombeamento), incapacidade de armazenar grande volume de polpa e, com isso, de ter efeito regulador, menor eficiência de classificação. Essa última característica, no caso do fechamento de circuitos de moagem, pode se transformar em vantagem, já que certa quantidade de finos pode afetar a reologia da polpa de forma a tornar mais eficiente à moagem.

A compreensão do funcionamento do ciclone fica facilitada a partir da análise de sua operação com água apenas. A polpa de alimentação adquire um movimento circular, ou mais precisamente um escoamento rotacional, dentro da porção cilíndrica do ciclone. As únicas opções para a saída da água alimentada são o "apex" e o "vortex finder". A maior parte da água sai pelo "vortex finder", devido à sua maior secção. No interior do ciclone toda a água gira no mesmo sentido, mas parte dela tem uma componente vertical de velocidade descendente e se dirige para o "apex" (vórtice descendente) e a outra tem um sentido ascendente e se dirige para o "vortex finder" (vórtice ascendente).

As principais características desse escoamento são:

- A velocidade angular varia diretamente com a pressão de alimentação;
- A velocidade linear varia diretamente com a velocidade angular para um dado diâmetro de ciclone (em ciclones de diâmetro grande é possível obter elevadas velocidades lineares com pequenas velocidades angulares, pequenas pressões;
- Ciclones de pequeno diâmetro exigem pressões elevadas para a obtenção de velocidades lineares adequadas);
- Para uma mesma pressão, ciclones de diâmetros crescentes apresentarão velocidades lineares crescentes;
- O movimento da massa fluida acarreta o aparecimento de uma pressão negativa que provoca sucção de ar para dentro do ciclone, através do "apex" (esse ar mistura-se ao vórtice ascendente e sai pelo "overflow").

Figura 30: Corte de ciclone típico

Fonte: Masini et al., 1980

Considerando-se a presença de partículas sólidas, o movimento circular gera uma força centrífuga que impele as partículas em direção às paredes do ciclone. As partículas ficam sujeitas à velocidade centrífuga que tende a arrastá-las em direção às paredes do ciclone e à velocidade vertical imposta pelo movimento da água dentro do ciclone: no sentido descendente nas regiões próximas à periferia, onde a massa de polpa está sendo descarregada pelo "underflow", e no sentido ascendente nas regiões centrais, onde a polpa está sendo descarregada pelo "overflow".

As partículas mais grosseiras têm massa maior e por isso afundam mais depressa no campo centrífugo, ocupando o volume do ciclone próximo às paredes; as partículas finas também tendem a ser projetadas em direção às paredes, mas como o espaço já está ocupado pelas partículas grosseiras são empurradas para o centro do ciclone; e as partículas extremamente finas se incorporam ao meio líquido e se dividem entre "underflow" e "overflow" de acordo com a partição de água entre esses fluxos.

CONCENTRAÇÃO GRAVÍTICA

O método mais adequado para o processamento de um minério de ouro é determinado por muitos fatores como a mineralogia dos minerais portadores de ouro e dos minerais de ganga, o tipo de padrão de liberação dos minerais portadores de ouro e o tamanho da partícula de ouro, entre outros (Lins, 2000).

Tipicamente, as partículas livres de ouro de tamanho maiores que 200 μm podem ser recuperadas eficientemente por métodos gravíticos. Quando o ouro está associado a sulfetos, o processamento usual inclui a cominuição do minério e subsequente liberação, seguida de uma etapa de flotação antes da cianetação. Com os minérios de natureza refratária, é comum o emprego de ustulação ou lixiviação à pressão ou bacteriana previamente à cianetação (Lins, 2000). A concentração de minérios de ouro no Brasil é praticada por métodos gravíticos e por flotação.

Os aparelhos mais empregados na separação gravítica de minérios de ouro são os jigues, as mesas vibratórias (ou oscilatórias) e os concentradores centrífugos.

a) Jigue

O processo de jigagem é provavelmente o método gravítico de concentração mais complexo por causa de suas contínuas variações hidrodinâmicas. Nesse processo, a separação dos minerais de densidades diferentes é realizada em um leito dilatado por uma corrente pulsante de água, produzindo a estratificação dos minerais (figura 30) (Lins, 1998).

Existem duas abordagens para a teoria de jigagem, a clássica, hidrodinâmica - a qual iremos nos ater aqui - e a teoria do centro de gravidade. O conceito clássico considera o movimento das partículas, cuja descrição típica foi feita por Gaudin, que sugeriu que três mecanismos estão envolvidos:

- Sedimentação retardada;
- Aceleração diferencial e;
- Consolidação intersticial.

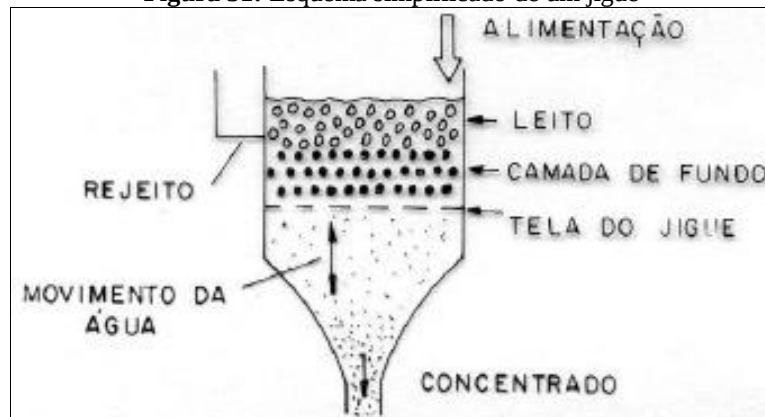
Grande parte da estratificação supostamente ocorre durante o período em que o leito está aberto, dilatado, e resulta da sedimentação retardada, acentuada pela aceleração diferencial.

Estes mecanismos colocam os grãos finos/leves em cima e os grossos/pesados no fundo do leito. A consolidação intersticial, durante a sucção, põe as partículas finas/pesadas no fundo e as grossas/leves no topo do leito. Os efeitos de impulsão e sucção, se ajustados adequadamente, devem resultar em uma estratificação quase perfeita, segundo a densidade dos minerais (Lins, 1998).

Os jigues são classificados de acordo com a maneira pela qual se efetua a dilatação do leito. Nos jigues de tela móvel, já obsoletos, a caixa do jigue move-se em tanque estacionário de água (ex.: jigue Hancock). Os jigues de tela (ou crivo) fixa, nos quais é a água que é submetida ao movimento, são subclassificadas segundo o mecanismo de impulsão da água.

Nesses, a tela, na maioria dos casos, é aberta, quer dizer, o concentrado passa através da mesma.

Figura 31: Esquema simplificado de um jigüe



Fonte: Lins (1998)

O jigüe de diafragma tipo Denver é o representante mais conhecido dessa subclasse. O impulso da água é causado pelo movimento recíproco de um êmbolo com borda selada por uma membrana flexível que permite o movimento vertical sem que haja passagem da água pelos flancos do mesmo. Este movimento se faz em um compartimento adjacente à câmara de trabalho do jigüe e resulta da ação de um eixo excêntrico. No jigüe Denver original há uma válvula rotativa comandada pelo excêntrico que só dá passagem à entrada de água na câmara durante o movimento de ascensão do diafragma, ou seja, atenua o período de sucção do leito, melhorando as condições para que haja a sedimentação retardada das partículas através de um leito menos compactado. No entanto, em casos de minérios com finos valiosos, a recuperação dependerá de um período de sucção (consolidação intersticial) acentuado. As chances de se obter um concentrado mais impuro, no entanto, aumentam, uma vez que as partículas finas e leves passam a ter maior oportunidade de um movimento descendente intersticial (Lins, 1998).

O jigüe tipo Denver é geralmente utilizado no Brasil na jigagem terciária de minérios aluvionares auríferos e de cassiterita ou na etapa de apuração, que seria a etapa final de concentração. Os jigües tipo Denver fabricados no Brasil não possuem válvula rotativa para admissão de água, sendo portanto mais apropriados à recuperação dos finos pesados.

Nos jigües tipo Yuba o diafragma se movimenta na parede da câmara. No jigüe Pan-American o diafragma se situa diretamente embaixo da câmara, movimentando-se verticalmente. Esses jigües são bastante empregados na concentração primária e secundária de aluviões no Brasil e na América do Norte, em instalações fixas ou móveis, ou em dragas. Na

África do Sul o jigue Yuba é empregado em algumas instalações no circuito de moagem, para recuperar a pirita já liberada e partículas de ouro; os concentrados dos jigues contêm de 20 a 40 % da pirita do minério, com teor de 38 % deste mineral e 25 a 35 % do ouro livre (Lins, 1998).

Pode-se citar ainda o jigue que tem a secção de trabalho trapezoidal, ao invés de retangular como é comum nos jigues mencionados anteriormente.

O jigue trapezoidal é utilizado frequentemente na concentração secundária de aluviões auríferos e de cassiterita. Há alguns anos foi desenvolvido o jigue circular (IHC) que consiste no arranjo de vários jigues trapezoidais, formando um círculo, com a alimentação distribuída centralmente. Como o fluxo tem a sua componente horizontal de velocidade diminuída, estes jigues são particularmente apropriados para a recuperação de minerais finos pesados, como a cassiterita e o ouro de aluviões; apresentam ainda a vantagem de consumir menos água e ocupar menor espaço que os jigues retangulares, para uma mesma capacidade (Lins, 1998).

Na ex-União Soviética a participação dos placers na produção de ouro era muito significativa, sendo os jigues bastante utilizados nas dragas, comumente tratando o rejeito das calhas. A abertura da tela do jigue deve ser entre duas e três vezes o tamanho máximo das partículas do minério. Como dimensão média das partículas da camada de fundo (ragging), natural ou artificial, deve-se tomar aquela igual ao dobro da abertura da tela, e com variações nessas dimensões, não sendo recomendável uma camada de fundo de um só tamanho.

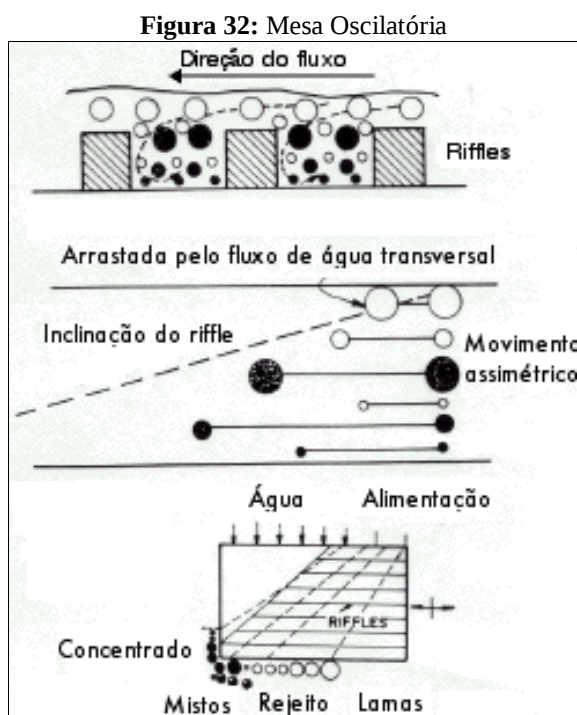
As condições do ciclo de jigagem devem ser ajustadas para cada caso, citando-se apenas como diretriz que ciclos curtos e rápidos são apropriados a materiais finos, o contrário para os grosseiros. Uma variável importante é a água de processo, que é introduzida na arca do jigue, sob a tela. Não deve haver alteração no fluxo dessa água, pois perturba as condições de concentração no leito do jigue. É recomendável que as tubulações de água de processo para cada jigue, ou mesmo para cada câmara do jigue, sejam alimentadas separadamente a partir de um reservatório de água, por gravidade. É comum, no entanto, que as instalações gravíticas no Brasil não prestem a devida atenção a esse aspecto.

b) Mesa

A mesa vibratória ou oscilatória típica consiste de um deck de madeira revestido com material com alto coeficiente de fricção (borracha ou plástico), parcialmente coberto com ressalto, inclinado e sujeito a um movimento assimétrico na direção dos ressalto, por meio de um mecanismo que provoca um aumento da velocidade no sentido da descarga do concentrado e uma reversão súbita no sentido contrário, diminuindo suavemente a velocidade no final do curso (Lins, 1998).

Os mecanismos de separação atuantes na mesa oscilatória podem ser mais bem compreendidos se considerarmos separadamente a região da mesa com riffles e a região lisa. Naquela, as partículas minerais, alimentadas transversalmente aos riffles, sofrem o efeito do movimento assimétrico da mesa, resultando em um deslocamento das partículas para frente; as pequenas e pesadas deslocando-se mais que as grossas e leves. Nos espaços entre os riffles, as partículas estratificam-se devido à dilatação causada pelo movimento assimétrico da mesa e pela turbulência da polpa através dos riffles, comportando-se este leito entre os riffles como se fosse um jigge em miniatura – com sedimentação retardada e consolidação intersticial (improvável a aceleração diferencial) - fazendo com que os minerais pesados e pequenos fiquem mais próximos à superfície que os grandes e leves (figura 32).

As camadas superiores são arrastadas por sobre os riffles pela nova alimentação e pelo fluxo de água de lavagem transversal. Os riffles, ao longo do comprimento, diminuem de altura de modo que, progressivamente, as partículas finas e pesadas são postas em contato com o filme de água de lavagem que passa sobre os riffles. A concentração final tem lugar na região lisa da mesa, onde a camada de material apresenta-se mais fina (algumas partículas de espessura). A resultante do movimento assimétrico na direção dos riffles e da velocidade diferencial em escoamento laminar, perpendicularmente, é o espalhamento dos minerais segundo o esquema mostrado na figura 32c. É provável também que haja a ação das forças de Bagnold oriundas do movimento da mesa e do fluxo de polpa sobre esta.



Fonte: Lins (1998)

A mesa oscilatória é empregada há várias décadas, sendo um equipamento disseminado por todo o mundo para a concentração gravítica de minérios e carvão. É considerada, de modo geral, o equipamento mais eficiente para o tratamento de materiais com granulometria fina.

Sua limitação é a baixa capacidade de processamento (< 2 t/h), fazendo com que seu uso, particularmente com minérios de aluviões, se restrinja às etapas de limpeza. É um equipamento muito usado na limpeza de concentrado primário ou secundário de minérios de ouro livre e minérios aluvionares.

Quando tratando minérios de granulometria muito fina, a mesa oscilatória opera com menor capacidade (< 500 kg/h), sendo comum a colocação, após uma série de 6 a 10 riffles, de ripas de altura um pouco maior e mais larga para criar melhores condições de sedimentação; é a chamada mesa de lamas.

CONCENTRADORES CENTRÍFUGOS

A operação dos concentradores centrífugos se baseia no princípio de se aumentar o efeito gravitacional visando uma maior eficiência na recuperação de partículas finas. Surgiram no Canadá substituindo equipamentos rudimentares como as calhas ("sluice boxes"). Merecem destaque no presente os concentradores centrífugos Knelson (Knelson e Jones, 1994) e Falcon (Falcon Concentrators Inc., 1998) ambos canadenses.

FLOTAÇÃO

A aplicação da flotação como uma etapa no processamento de minérios de ouro pode ser assim classificada, considerando a interação com a mineralogia prevalecente no minério (Lins, 2000):

- Flotação de Minérios com Partículas de Ouro;
- Flotação de Ouro Associado com Sulfetos:
 - ouro associado com pirita, pirrotita e arsenopirita;
 - ouro associado a minerais como calcopirita e bornita em minérios de cobre;
 - ouro associado com sulfetos de Cu, Pb, Ag, Zn.
- Flotação de Ouro em Sistemas Mistos:
 - parte do ouro ocorre como partículas de ouro nativo e parte associada a sulfetos.

De modo geral, o esquema de flotação aplicado a minérios de ouro, com ouro associado a sulfetos ou não, visa à flotação conjunta de ouro e sulfetos. Essa prática se

justifica, em parte, pela dificuldade inerente de separação seletiva entre ouro livre (partículas de ouro nativo liberadas dos sulfetos ou minerais de ganga) e os sulfetos de modo geral.

Exemplificando com o sulfeto mais comum em minérios de ouro, a pirita. A literatura clássica, desde Gaudin, considera que o ouro e a pirita interagem do mesmo modo, mesmo mecanismo, com os xantatos, atribuindo-se ao dixantógeno formado em ambas as superfícies a flotabilidade que passam a apresentar e, em decorrência, a impossibilidade de separação seletiva entre ouro livre e pirita (Lins, 2000).

A despeito da dificuldade inerente de separação, nos casos onde o ouro está liberado (pelo menos parcialmente e constituindo uma fração significativa do ouro total do minério) dos sulfetos, a flotação seletiva em determinadas situações poderá ser vantajosa do ponto de vista econômico, técnico e ambiental (Monte et al., 1997, Monte et al., 2002), embora não seja ainda tal prática empregada no Brasil.

Exemplos: a separação prévia entre o ouro livre e pirita aurífera (está sendo recuperada em outra etapa de flotação) pode resultar em menor custo total de reagentes de flotação e em menor tempo de residência, em comparação com uma única etapa, flotando-se conjuntamente o ouro livre e a pirita.

Ademais, a cianetação separada dos dois concentrados (requerendo condições diferentes) pode ser também interessante do ponto de vista econômico. Se for um minério de ouro livre (*free gold ore*), quando não há ouro associado à pirita, a vantagem de se flotar o ouro liberado fica ainda mais evidente. Neste caso, a flotação pode ser uma etapa a se estudar se uma fração significativa do ouro liberado se apresentar em tamanho considerado fino demais para que haja uma concentração gravítica eficiente, ou grosseiro em demasia a ponto de prejudicar a cianetação (elevando o tempo de residência requerido para dissolução das partículas de ouro).

Outro exemplo, desta feita com uma perspectiva ambiental. Um minério contendo ouro livre e arsenopirita, além da ganga. Uma separação seletiva entre o ouro liberado e esse sulfeto pode resultar em opções de tratamento diferenciado e disposição para a arsenopirita, havendo ou não ouro associado a ela, pela necessidade de se cuidar dos problemas ambientais decorrentes, como drenagem ácida e liberação de espécies de arsênio nos efluentes.

No Brasil, pelo menos três importantes produtores de ouro empregam a flotação, todos localizados em Minas Gerais. (Outros novos projetos em Carajás estão sendo objeto de estudo.) Na usina São Bento, em Santa Bárbara, o ouro e a pirita são flotados juntos em um concentrado *bulk*, o qual, em sequência, é tratado por duas rotas alternativas de lixiviação, a pressão ou bacteriana, antes da cianetação.

A TECNOLOGIA USADA NO GARIMPO

A garimpagem de ouro normalmente envolve a extração de minérios aluvionares, coluvionares ou eluvionares, que, em muitos casos, mas não necessariamente, apresentam ouro liberado da ganga silicatada, sendo assim mais facilmente concentrado por processos gravíticos. No passado, os equipamentos usados eram pequenas calhas concentradoras ou bateias. Uma das grandes inovações trazidas pela corrida ao ouro nos anos 80 foi a mecanização. Ainda que empregada de forma rudimentar, o extensivo uso de equipamentos movidos a diesel trouxe outra perspectiva de produção à garimpagem. Com maiores volumes de terra sendo extraídos por tratores e escavadoras, minérios de mais baixos teores puderam ser minerados.

Como há 3500 anos na Roma antiga, a amalgamação de ouro ainda é o processo de extração preferido pelos mineiros artesanais de todo mundo. Poucos mineiros artesanais utilizam cianetação por exigir maior controle e conhecimento técnico.

O mercúrio forma compostos intermetálicos com todos os metais exceto Fe e Pt. Os três principais amálgamas formados com o ouro são:

- AuHg₂;
- Au₂Hg;
- Au₃Hg.

Na prática, os amálgamas de ouro produzidos manualmente nos garimpos, possuem entre 60 e 70% de ouro. Amalgamação é um processo eficiente para extrair ouro de granulometria superior a 200 mesh (0,074 mm) (Wenqian e Poling, 1983). O processo é simples, barato e quando usado corretamente as emissões mercuriais são insignificantes (0,05% segundo Farid et al, 1991). Nos garimpos, mesmo custando um preço cinco vezes superior ao preço internacional, o mercúrio ainda é um reagente barato, pois 1 kg de Hg custa cerca de 1 g de ouro (Veiga e Fernandes, 1990). **Infelizmente, o baixo preço do mercúrio não incentiva sua recuperação e contribui para a poluição ambiental.**

No Brasil, como em muitos países em desenvolvimento, o uso de mercúrio na mineração é ilegal. O Brasil não é produtor de mercúrio primário, todavia, o metal é importado para uso industrial (lâmpadas fluorescentes, fábricas de cloro-soda, contatos elétricos etc.) e dentário. Em 1989, foi estimado que mais de 170 toneladas de um total de 337 t de Hg foram importadas para o Brasil e ilegalmente desviadas para o garimpo (Ferreira e Appel, 1991). Em 1998 e 1999, 90 e 50 t de Hg foram, respectivamente, importadas para o Brasil provenientes da Rússia, Espanha, Argélia e Finlândia (DNPM, 2000).

Os minérios friáveis, como os aluviões (produtos de alterações intempéricas) e coluviões (material carreado de encostas) são normalmente minerados com monitores hidráulicos. O solo superficial é removido sem nenhum cuidado de preservá-lo. Monitores são bicos d'água de alta pressão que promovem a “fluidização” do minério que é bombeado em polpa de baixa densidade (ex: 5%) para uma calha concentradora. Construída com estrutura de madeira, as calhas (ou caixas) concentradoras ou “cobra fumando”, como chamam os garimpeiros, são canaletas inclinadas (4 a 5%) com aletas transversais que permitem a retenção do ouro. Apesar de sua característica de concentrar o ouro mais grosseiro que 0,10 mm, o uso de carpetes aumenta as chances de reter partículas de ouro mais finas (Lins e Farid, 1992). Nestas operações, não existe cuidado de retenção de rejeitos. No começo da corrida ao ouro na Amazônia, garimpeiros simplesmente derramavam mercúrio no solo acreditando que a amalgamação se realizava “in situ”. Na verdade, o mercúrio e o ouro bombeados com a polpa de minério se combinavam nas aletas da calha concentradora, dando a impressão que o mercúrio (azougue) possuía características mágicas de procurar o ouro no chão. Esta prática deu lugar à outra também de pouca eficiência e de grande impacto ambiental: a amalgamação de todo o minério. Isto se realiza derramando mercúrio nas aletas das calhas concentradoras.

Ora, o atrito da areia e cascalho causa dispersão e perda de mercúrio da ordem de 3 partes de mercúrio para cada parte de ouro produzido com os rejeitos. Os minérios aluvionares são normalmente extraídos por dragagem. Esta se dá por meio de bombas de 5 a 12 polegadas de diâmetro, sugando cascalho a uma profundidade de até 30 m. Este procedimento pode ser feito por lanças, que são tubulações com sistema de cabeças cortantes que permitem penetrar nas crostas duras de fundo de rios ou por mergulhadores. Estes mineradores submarinos ficam mais de 4 horas submersos segurando sugadores de polpa de cascalho. Devido à baixa visibilidade, os acidentes fatais causados por desmoronamento de encostas submarinas são frequentes. Também frequentes são os cortes de fornecimento de ar aos mergulhadores pelos adversários, que buscam os pontos de maior concentração de ouro.

A concentração gravítica se dá a bordo por meio de calhas concentradoras acarpetadas cuja recuperação de ouro normalmente é inferior a 50%. Alguns poucos garimpeiros utilizam placas amalgamadoras de cobre a bordo. Estas são calhas de superfícies lisas de cobre que, após ativação com ácido nítrico, é amalgamada com mercúrio. O atrito do cascalho dragado com esta superfície causa perda de mercúrio e baixa recuperação de ouro. Quando mercúrio não é empregado nas calhas concentradoras ou nas placas amalgamadoras, é utilizado na amalgamação dos concentrados gravíticos com o uso de um misturador de alta velocidade. A

amalgamação, neste caso, é ineficiente e partículas finas de mercúrio são perdidas quando os rejeitos de amalgamação são despejados nos rios (Pfeiffer et al., 1991).

Como o mercúrio associado a estes rejeitos de amalgamação não tem mobilidade no fundo do rio, causa a formação de “pontos quentes (“hot spots”), isto é, pequenas áreas com alta concentração do poluente. O mercúrio metálico, contudo, necessita se oxidar para aumentar sua solubilidade e tornar-se um poluente da biota aquática.

A extração de ouro de depósitos de minérios filonares primários é um processo bem mais complicado. O uso de explosivos, quase sempre de maneira ilegal, é apenas um exemplo dos riscos envolvidos na extração subterrânea. Desabamentos têm feito grande número de vítimas em todas as atividades artesanais da América Latina. Este tipo de mineração requer conhecimentos de estabilidade da rocha, escavação de túneis e poços, transporte de minério etc. que normalmente não são acessíveis aos garimpeiros. Para justificar os altos custos de escavação e baixo volume de minério trazido para a superfície, garimpeiros buscam minérios de alto teor ($> 10\text{-}20\text{ g/t}$) e com ouro livre, isto é, não associado a sulfetos e passíveis de amalgamação. Quase sempre estes requisitos não são encontrados e são muito poucas as operações subterrâneas em minérios de veios de quartzo primários que prosperam. Um exemplo disto encontra-se em Poconé, Mato Grosso, próximo ao Pantanal Mato-grossense. No começo dos anos 90 mais de 4.500 garimpeiros trabalhavam em 100 garimpos na região. Minerando veios de quartzo de baixo teor encaixados em filitos ferruginosos intemperizados, a produção mecanizada com escavadoras, caminhões e concentradoras centrífugas de 32 t/h de capacidade (réplicas da centrífuga Knelson fabricada no Canadá) alcançava volumes de até 5 milhões de m^3 anuais. Em alguns garimpos, o total de ouro produzido chegou a 10 toneladas. Reinvestindo em equipamentos que supostamente pudessem extrair ouro de níveis mais profundos, foram inúmeros os garimpeiros que faliram, fruto da ausência de informação geológica associada à inexperiência em planejamento e método de lavra.

Quando somente concentrados gravíticos são amalgamados apropriadamente, altas recuperações e menores emissões de mercúrio são obtidas. Em barris rotativos, adiciona-se uma parte de mercúrio para 70 a 100 partes de concentrado. Após 30 a 40 minutos de operação com apenas uma pitada de soda cáustica para eliminar gorduras naturais da superfície do ouro, o amálgama é separado da parte mineral por bateamento em caixa d'água. Amalgamações em tempo prolongado causam a perda de coalescência do mercúrio, isto é formação de gotículas (“esfarinhamento”) que dificulta sua recuperação (Veiga, 1997).

Também o uso de bolas de aço ou barras de moagem nos barris causa “esfarinhamento” do mercúrio. Idealmente, somente o uso de uma ou duas bolas grandes de

borracha é aconselhado para melhorar o contato mercúrio-partícula de ouro. O uso de agentes oxidantes como permanganato de potássio ou de agente complexantes, como o cloreto de sódio, causa a redução da tensão superficial do mercúrio (Taggart, 1945), mas também aumenta a solubilidade do mercúrio em água, trazendo problemas ambientais.

Como visto anteriormente, as placas amalgamadoras de cobre são condenadas em todo o mundo pela perda de mercúrio pelo atrito. Duas empresas brasileiras (Goldtech e Rio-Sul Ambiental) comercializam placas amalgamadoras especiais fabricadas pela deposição eletrolítica de mercúrio e prata, formando uma película extremamente aderente à superfície de cobre. Estas placas são utilizadas na extração (limpeza) de mercúrio de rejeitos de amalgamação (Veiga et al., 1995). Obviamente, não deve ser considerada a possibilidade de uso dessas placas na amalgamação do minério todo, contudo as placas são eficientes na amalgamação de concentrados, diminuindo o tempo de amalgamação, dispensando a separação da amálgama dos minerais pesados e reduzindo a perda de mercúrio. Infelizmente o alto preço e a pouca divulgação desta tecnologia não popularizaram o uso dessas placas nos garimpos.

Após a amalgamação, a amálgama com excesso de Hg deve ser separada dos minerais pesados. Isto normalmente ocorre por bateamento em caixas d'água, poços escavados no chão ou em margem de rios criando "pontos quentes". Os rejeitos de amalgamação ainda possuem alto conteúdo de mercúrio (de 100 a 500 ppm¹) e devem ser estocados em separado ou dispostos em aterro cobertos com solo laterítico e isolados do ar e dos ácidos húmicos dos solos que têm a capacidade de dissolver Hg metálico (Meech et al, 1998).

A estocagem de Hg em pH alcalinos não é recomendada, uma vez que a espécie solúvel $\text{Hg}(\text{OH})_2^\circ (\text{aq})$ pode ser formada. Uma vez separada a amálgama da porção mineral, o excesso de mercúrio não combinado com ouro é removido por filtragem através de torção manual da amálgama em um pedaço de pano. De 70 a 90% do mercúrio introduzido no processo de amalgamação, pode ser reciclado após a filtração manual (Farid et al, 1991).

A amálgama resultante contém cerca de 60% de ouro. A filtração por centrifugação, como demonstrado na Venezuela produz uma amálgama com 80% de ouro (Veiga, 1997). Este simples aperfeiçoamento técnico permite a maior reciclagem do mercúrio e seu menor manuseio.

Figura 33: Garimpeiro decompondo amálgama em uma pá com chama de acetileno. Nota-se a exposição do trabalhador aos gases tóxicos



A decomposição da amálgama pode ser feita química ou termicamente. A decomposição de amálgamas com ácido nítrico 30% produz mercúrio pernitrato ($\text{Hg}(\text{NO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) que é altamente tóxico cujos vapores podem ser fatais às concentrações de $0,05 \text{ mg/m}^3$ no ar.

Quando o mercúrio pernitrato combina-se com álcool, forma o fulminato ($\text{Hg}(\text{CNO})_2$), componente explosivo de detonadores. O mercúrio em solução nítrica pode ser cementado (redução galvânica) com fios de cobre ou alumínio, reciclando-se, assim, o mercúrio metálico.

Infelizmente, a prática utilizada em alguns garimpos na Colômbia e Guiana é de derramar as soluções nítricas de Hg nos rios (Corponariño, 1995). A grande maioria dos mineiros artesanais em todo mundo utiliza a decomposição térmica das amálgamas.

Usando tochas de acetileno ou propano para evaporar o mercúrio em panelas, pás, tigelas, obtém-se uma esponja de ouro chamada *doré*. Quando isto ocorre, o mercúrio da amálgama é emitido para a atmosfera alcançando concentrações locais de $60 \text{ mil } \mu\text{g/m}^3$ (Malm, 1991) onde parte é absorvido pelos pulmões dos trabalhadores criando enormes problemas de saúde.

Uma vez nos pulmões, os vapores mercuriais são oxidados formando complexos mercúricos solúveis que podem inibir ações enzimáticas (Jones, 1971) e facilmente atravessar a barreira sangue-cérebro (Chang, 1979). A meia vida biológica do mercúrio no sangue é da ordem de 3 dias, sendo excretado através da urina e fezes. Mesmo neste curto período de tempo, alguma parte do Hg já pode afetar o sistema nervoso. Em exposição de moderada duração a vapores de alta concentração de Hg, os rins são os órgãos mais afetados. O cérebro é atingido em casos de exposição a vapores de baixa a moderada concentração por períodos

prolongados. Sintomas de intoxicação de vapores mercuriais variam sendo os mais comuns: problemas respiratórios, reação emocional exagerada, gengivite, problemas renais, tremores, distúrbio neurológico e, em casos extremos, morte (Veiga, 1994).

A manifestação mais comum de exposição crônica a vapores de Hg é o gosto metálico na boca, úlceras bucais, afrouxamento dos dentes e o desenvolvimento de uma linha azul nas gengivas. Retortas usadas na decomposição térmica de amálgamas representam uma redução significativa da emissão mercurial, porém ainda são pouco aceitas pelos garimpeiros. Uma retorta é constituída de um compartimento onde o amálgama é aquecido por uma tocha ou um leito de carvão incandescente e um tubo condensador que pode ser resfriado por água ou ar. Quase todos sais de mercúrio são voláteis a temperaturas acima de 460 °C.

Mais de 95% do mercúrio das amálgamas de ouro podem ser condensadas e reusadas. Muitos garimpeiros não utilizam retortas porque não estão convencidos da ação intoxicante dos vapores de mercúrio, nem entendem os impactos à sua saúde ou ao meio ambiente. Alguns acreditam que o ouro fica absorvido nas paredes de aço das retortas.

Outras vezes o processo de retortagem é demorado (1 hora) e pode incentivar ataques de bandidos. Retortas de vidro foram desenvolvidas pela firma alemã Thermex para que garimpeiros pudessem visualizar a evaporação e condensação do mercúrio.

A grande desvantagem destas retortas é a baixa capacidade (30 g de amálgama), sua fragilidade e alto custo (custam 1 onça = 31,1 g de ouro ~ US\$ 260). Uma solução criativa foi desenvolvida pelo professor Raphael Hypolito, da Universidade de São Paulo: uma retorta feita de tubos e conexões d'água (Veiga *et al*, 1995). Custando menos de US\$ 10, esta retorta tem sido amplamente difundida na África, Filipinas e alguns países da América do Sul pela organização inglesa *Intermediate Technology Development Group* (ITDG).

Infelizmente, no Brasil as autoridades brasileiras (IBAMA) recusam-se a difundi-la, justificando que a perda de mercúrio através das juntas pode ser alta (até 10%). Na Papua Nova Guiné e China, mineiros artesanais inventaram um processo de condensar mercúrio, utilizando uma lata em cima de outra contendo a amálgama. Com um fogareiro elétrico, a gás ou a carvão, a amálgama é decomposta e o mercúrio condensa nas paredes da lata superior sendo recuperado (Hinton *et al.*, 2002). Até mesmo um processo rudimentar utilizado por prospectores de ouro norte-americanos de retortar amálgamas dentro de uma batata (Basque, 1991) é melhor que vaporizar mercúrio com uma tocha em uma tigela ou pá. A tabela da figura 34 mostra que a perda de mercúrio depende fundamentalmente do método de amalgamação e retortagem usado.

A decomposição térmica da amálgama (com ou sem retorta) produz uma esponja de ouro contendo cerca de 20 g de Hg residual por kg de ouro. Quando este ouro é vendido nas casas compradoras em pequenas vilas ou cidades, os compradores fundem o ouro às vistas dos garimpeiros para eliminar (escorificar) impurezas minerais associadas.

Neste processo o mercúrio residual é desprendido contaminando o ambiente de trabalho e as redondezas do estabelecimento. Existem evidências de que pessoas vivendo próximas a estas casas de ouro estão sofrendo os efeitos da contaminação (Veiga, 1997). Exaustores com lavadores de gases ou equipados com filtros de carvão ativado impregnados com iodeto de potássio poderiam reduzir drasticamente a emissão mercurial. Infelizmente no Brasil, existe pouca inspeção e pressão das autoridades para a obrigatoriedade desses dispositivos.

Figura 34: Influência do método de amalgamação na perda de mercúrio

Método de Amalgamação	Hg_{perdido} : Au_{produzido}
Todo o minério	3
Somente concentrado, sem uso de retorta	1
Somente concentrado, com uso de retorta	0,001

Fonte: Lins (1998)

Marins et al. (1991), analisando solos ao redor de 32 casas compradoras de ouro, concluíram que a maioria do mercúrio metálico se deposita próximo à fonte de emissão, isto é, dentro de um raio de 1 km. Isto é consistente com outro estudo em Alta Floresta executado pelo CETEM (1991).

Muitos garimpeiros ignoram os danos ocupacionais e ambientais do mercúrio e, movidos pela pressa e pouca segurança, acabam sendo vítimas desta ignorância. Casos fatais de intoxicação mercurial por deficiência renal são relatados (Veiga, 1996).

Existe um consenso entre estudiosos da garimpagem de que é possível a introdução de soluções simples e seguras para melhorar a recuperação do ouro e reduzir a emissão mercurial. Para isto é necessária vontade política dos governos e da sociedade civil de trazer informação ao garimpeiro e buscar soluções factíveis e adequadas a sua realidade. Um exemplo são os Centros de Amalgamação existentes na Venezuela onde os garimpeiros pagam para ter seus concentrados amalgamados e retortados por operadores treinados (Veiga, 1996; Veiga e Beinhoff, 1997). Claro que esta não é uma solução universal, pois depende das

condições geográficas dos garimpos e só pode ser implementada quando houver organização e cooperação entre garimpeiros.

Qualquer que seja o método de lavra e de processamento do ouro empregado no garimpo, este deve apresentar características de ser “rápido, simples e barato”. Mudanças nas técnicas de garimpagem devem ser acompanhadas por rápido retorno do dinheiro investido na empreitada e baixo investimento de capital. Um mineiro artesanal não pagará um centavo por um equipamento se este não lhe retornar dois centavos (Priester, 1995).

Outros aspectos práticos como a disponibilidade de materiais (ex.: componentes mecânicos) e custo operacional (ex.: custo de combustível) têm influência significativa na introdução de técnicas alternativas na garimpagem. É evidente que uma tecnologia para ser bem aceita por garimpeiros deve ser pretextada, demonstrada e acompanhada de treinamento (Barry, 1995). Contudo, o sucesso de implementação de assistência técnica deve considerar diversidade de culturas, religiões, condições socioeconômicas, conhecimentos e percepções dos garimpeiros (Bugnosen, 1997). Como as características geológicas dos depósitos de ouro e condições socioeconômicas dos trabalhadores variam de região para região, é bastante irreal advogar uma solução única para as atividades garimpeiras.

3.3.10 Transporte, estocagem e descarte

O beneficiamento será processado fora da área da mina, como citado anteriormente. A distância percorrida a partir da lavra situada no município de Salgueiro até Serrita é de 23,11 km, fazendo-se necessário o transporte através de caminhões caçambas.

ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ÓLEO LUBRIFICANTES E COMBUSTÍVEIS

O transporte do minério proveniente da lavra será realizado por escavadeiras e caçambas a óleo diesel, assim como o material descartado pela operação, o qual será destinado em uso futuro para recomposição topográfica.

O consumo de combustível e lubrificantes é reduzido uma vez que o mesmo dar-se-á principalmente pela operação de retomada dos rejeitos para o pátio de secagem, pela operação de empilhamento do rejeito através de pá-carregadeira (cerca de 120 horas/máquina) – 1600 l de óleo diesel e 60 l de lubrificante, e pelo uso de um trator de esteiras tipo D-4 ou pá-carregadeira a ser utilizado no final da operação para o aplainamento da pilha (60 horas/máquina) - 900 l de óleo diesel, uma vez que o moinho e britador estarão sobre o ímpeto do motor elétrico.

FORMA DE ARMAZENAMENTO E ASPECTO DE SEGURANÇA E ESTOCAGEM

- Dos rejeitos: Será destinada uma área adequada para estocagem dos rejeitos a serem produzidos, assim sendo, a estocagem deverá possuir as seguintes características:

- Declividade suficiente a fim de permitir o escoamento da água contida massa umedecida retirada dos tanques de decantação.
- Essa área deverá ser contornada por valetas de drenagem, permitindo que a água escoada seja redirecionada de volta ao tanque de retenção e decantação.

- Dos produtos químicos: Na etapa da concentração, apenas nas bacias de apuração do ouro, como descrito anteriormente na apuração de lavra, feitas de alvenaria de tijolos revestido e cobertas de material impermeável, pretende-se utilizar o mercúrio em quantidade mínima (100 g/mês) no processo de amalgamação.

- O uso e a estocagem do produto químico só serão feitos mediante licença do exército e monitorado por responsável químico da mineração com instruções e indicações de segurança, salientando que os resíduos finais constantes do mercúrio terão destinação externa especializada.

- Dos explosivos: Serão utilizados explosivos para o desmonte do minério. O uso de explosivos só será feito mediante licença do exército e monitorado por responsável de segurança da mineração e a detonação só será feita por pessoas capacitadas perante o exército. O armazenamento será feito em paióis e monitorada 24hrs conforme exigências e instruções de segurança.

3.3.11 Água

Haja vista existirem corpos de água de fluxo perene nas imediações do local das operações, a captação de água nova para o processo será realizada a partir do bombeamento através de poço artesiano. Será solicitada outorga para captação de água junto ao órgão competente. Um valor aproximado de 20 m³/h satisfaz plenamente as exigências de água nova para o sistema, tanto para compensar perdas por evaporação como para o preparo de soluções de lavagem. Ressaltando que as etapas do beneficiamento serão realizadas em sistema fechado, com recirculação de água, o que diminui a necessidade de captação de água nova.

3.3.12 Segurança e prevenção de acidentes

As medidas de segurança do trabalho envolvidas no projeto podem ser enumeradas como:

- Uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individuais como: luvas emborrachadas, capacetes, óculos de proteção e botinas para o pessoal envolvido no manuseio de substâncias químicas, luvas de raspa, para o pessoal quando envolvido no manuseio de equipamentos de processo e manutenção eletromecânica.

- Colocação de placas de advertência na entrada da propriedade e locais de manuseio de substâncias químicas.
- Implantação de cerca na área envolvida na operação, evitando a entrada de pessoas não autorizadas.
- Permanência contínua de pessoal na área (ao menos um funcionário) durante os domingos e feriados de forma a preservar as instalações e evitar a entrada de pessoas não autorizadas.
- Proibir o acesso de pessoas estranhas às instalações sem estarem devidamente acompanhadas de responsável da Empresa ou alguém que a represente.
- Treinamento para o pessoal envolvido, em relação ao manuseio de substâncias químicas e práticas de primeiros socorros para o caso de acidentes

3.3.13 Recursos Humanos

Pela pequena magnitude das atividades a serem desenvolvidas, o pessoal envolvido na operação consta basicamente de uma equipe técnica multidisciplinar contendo: engenheira ambiental, engenheiro de minas, engenheiro de segurança e químico. A Brandão & Simas é formada por 85 garimpeiros que contam com seus respectivos colaboradores em média de 3 a 5 pessoas por garimpo, que trabalham durante o turno perfazendo 44 horas semanais.

3.3.14 Duração e Sazonalidade das Operações de Lavra e beneficiamento

As atividades serão contínuas, considerando apenas a curta estação chuvosa no verão, com máximas pluviométricas que ocorrem de novembro a abril, assim como as operações de lavra e beneficiamento, que terão sua duração baseada na viabilidade econômica e disposição do mineral. A paralisação das atividades será comunicada aos órgãos públicos competentes, tendo em vista o fechamento e recuperação da área.

3.4 ÁREA DE INFLUÊNCIA GEORREFERENCIADA

Com base nos elementos levantados na avaliação ambiental, foram delimitadas as Áreas de Influência, Direta e Indireta e Área Diretamente Afetada, para os diversos fatores ambientais, isto é, as áreas geográficas em que se estipulam quais os efeitos que o empreendimento, e sua futura operação, venham a introduzir sobre esses mesmos fatores.

Essas delimitações foram estabelecidas em dois níveis ou graus de detalhamento, com base nos níveis das modificações esperadas:

- Área de Influência Direta – AID: região onde se estima que se manifeste diretamente e de forma primária os efeitos das ações do empreendimento sobre os elementos dos

meios: físico (solo, ar e água), socioeconômico (uso e ocupação do solo e aspectos sociais e econômicos) e biótico (flora e fauna).

- Área de Influência Indireta – AII: região onde se estima que venham a acontecer efeitos indiretos e secundários das ações do empreendimento em função dos meios e dos fatores.
- Área Diretamente Afetada – ADA: são consideradas as áreas onde se processarão as intervenções necessárias à sua implantação, incluindo suas estruturas de apoio, vias de acesso privativa que precisarão ser construídas, ampliadas ou reformadas, bem como todas as demais operações associadas exclusivamente à área ocupada pelo empreendimento.

ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

- MEIO SOCIOECONÔMICO

Foi considerada como Área de Influência Indireta (AII), formada pelo espaço graficamente delimitado, a região onde se supõe interação com a COOGASCEN destacando limites com o município de Serrita, considerando o fluxo de material transportado para a área de beneficiamento.

- MEIO FÍSICO E BIÓTICO

Definiu-se a Área de Influência Indireta (AII), considerando os domínios da bacia hidrográfica do Rio Terra Nova, e seus tributários, os rios e riachos com regimes intermitentes, que podem ser afetados pelas ações do empreendimento.

ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

- MEIO SOCIOECONÔMICO

Considera-se Área de Influência Direta (AID), as áreas pertencentes ao próprio município de Salgueiro levando em conta a emissão de gases, poeiras que impactam a região local, destacando o assentamento de sem-terra próximo ao empreendimento, bem como o aumento das atividades de infraestruturas locais.

- MEIO FÍSICO E BIÓTICO

Foram consideradas como Área de Influência Direta (AID), os segmentos situados ao redor das obras previstas, como drenagem dos canais e acesso a mineração, tangenciando desde a planta do empreendimento até 10 km.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

- Meio Físico

- Clima

O clima da Região é do tipo Tropical Semiárido, com verão quente e chuvoso, com máximas entre 26 °C e 34 °C, e mínimas entre 18 °C e 23 °C. O inverno é seco e ameno, com máximas entre 25 °C e 29 °C, e mínimas entre 15 °C e 19 °C. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8 mm, os ventos variam de intensidade e direção de acordo com o tempo e a hora do dia na região. As interferências do clima na atividade de extração e de recuperação da área serão mínimas, considerando que o mesmo se mantém estável praticamente durante todo o ano, podendo haver pausas nas atividades nos períodos chuvosos. Os processos erosivos serão evitados através de medidas de prevenção como implantação de cortinas arbóreas, portanto a influência do clima será minimizada.

Figura 35: Gráfico climático para Salgueiro

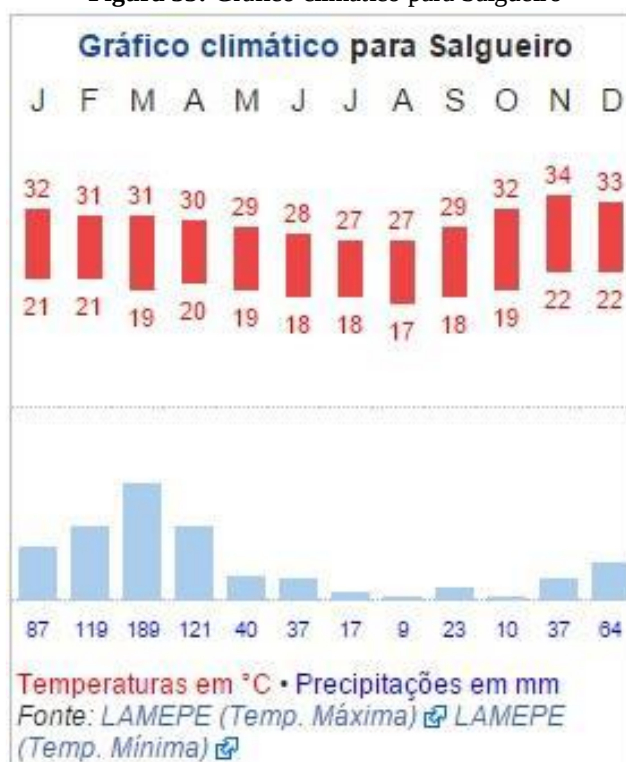


Figura 36: Informações acerca dos ventos na região da mineração

- Geologia

A estratigrafia geológica na Área de Influência Indireta é composta das seguintes unidades litoestratigráficas:

- Grupo Salgueiro com rochas metavulcânicas, quartzitos e calcários;
- Grupo Cachoeirinha com baixo grau metamórfico apresentando intercalações de metadacitos;
- Grupo Salgueiro que constitui o principal pacote estratigráfico na área pesquisada.

As rochas plutônicas granulares ocorrem inseridas nos metassedimentos encaixantes, afloram em diversas localidades apresentando formas e dimensões distintas, estando o corpo principal localizado a oeste de Serrita.

Na área de influência direta, observou-se uma sequência metapelítica monótona de baixo a médio grau metamórfico, cujas variações faciológicas são determinadas pelo conteúdo relativo dos seus componentes mineralógicos essenciais como: quartzo, biotita, muscovita e plagioclásio.

Algumas medidas foram propostas em relação aos impactos ambientais, considerando a origem da superfície de erosão e alteração das rochas durante os períodos de clima mais seco e cobertura vegetal espessa pode ocorrer à erosão do solo pelo escoamento superficial, então haverá uma redistribuição do material residual sobre a forma de coluvionamento nas áreas mais baixas.

- Solos

O solo da área de influência encontra-se inserido na Província Borborema, estando constituído dos seguintes tipos:

- Planossolos: são mal drenados, com fertilidade média e problemas de sais e estão localizados nos Patamares Cumpridos e Baixas Vertentes do relevo suave ondulado.
- Brunos não Cálcicos: são rasos e possuem fertilidade natural alta estão localizados nos Topos e Altas Vertentes.
- Podzólicos: são drenados e possuem fertilidade natural média, estão localizados nas Topos e Altas Vertentes do relevo ondulado.
- Litólicos: são rasos, pedregosos e possuem fertilidade natural baixa, estão localizados nas Elevações Residuais.

Figura 37: Solo da poligonal DNPM requerida



Fonte: Brandão & Simas Mineração (2017)

A cobertura vegetativa é necessária para proteger o solo da erosão, causadas por infiltração e decapeamento provenientes da atividade no local; nesse sentido será implantada uma cortina arbórea para prevenção dos processos erosivos, no final do processo será efetuada a recomposição topográfica e o reflorestamento das áreas do empreendimento, os quais serão partes essenciais no processo de recuperação do solo.

- Geomorfologia

A região da área de influência encontra-se inserida na unidade geológica denominada de Grupo Salgueiro, que apresenta localmente um relevo que varia de levemente ondulado a plano, composto por solos compostos por minerais félsicos, de granulação média.

Os terrenos sedimentares, geralmente arenosos, naturalmente trabalhados pela erosão areolar, apresentam-se poucos sulcados, com vales largos, ganhando, por conseguinte, um perfil levemente ondulado, com amplos raios de curvatura. Nas faixas de solo mais areno-argiloso, verifica-se a presença de voçorocas, que foram causadas pelas águas da chuva e intempéries nos locais onde a vegetação não protege mais o solo, deixando-o assim mais suscetível ao carregamento por enxurradas.

Figura 38: Visão geral da geomorfologia da área



Fonte: Brandão & Simas Mineração (2017)

Figura 39: Características do relevo da área



Fonte: Brandão & Simas Mineração (2017)

- Recursos Hídricos

A área de influência está inserida na bacia hidrográfica do Rio Terra Nova, o qual se limita ao norte com o estado do Ceará, ao sul com os grupos de bacias de pequenos rios interiores e o rio São Francisco, a leste com a bacia do rio Pajeú e a oeste com a bacia do rio Brígida. O rio Terra Nova apresenta uma extensão de 40 km e seu maior afluente é o rio Salgueiro que, com uma extensão de aproximadamente 53 km, drena a cidade de Salgueiro.

Á área pretendida para a atividade do empreendimento apresenta drenagem de pequeno riacho, proveniente da Barragem Monte Alegre, os principais usos de água nova serão para consumo humano, e atividades operacionais, salientando que em ambos os processos, beneficiamento e lavra, haverá recirculação de água.

- Meio Biológico

Os impactos biológicos iniciam-se nos impactos à qualidade das águas por intermédio do assoreamento, pela descarga de derivados do petróleo, tais como óleo diesel e graxa, pelo uso exacerbado de detergentes utilizados para dispersar minério e, o mais grave, pelo uso inadequado do mercúrio.

O mercúrio metálico liberado pelo garimpo ou por outras fontes de poluição, quando no ambiente, pode ser oxidado e metilado. A metilação, isto é, transformação de compostos mercúricos em metilmercúrio (CH_3Hg^+), a forma mais tóxica de mercúrio, é um processo que na maioria dos casos envolve bactérias. Jensen and Jernelov (1969) foram os primeiros a indicar que a metilação de compostos mercúricos (Hg-II) ocorria em sedimentos aquáticos através de ação de bactérias. Ainda existem questionamentos sobre o mecanismo microbiano que produz metilmercúrio, mas acredita-se que o processo principal se relaciona com a síntese errada de metilcobalamina (vitamina B12) por bactérias anaeróbicas (Hecky et al., 1987).

Os processos de metilação ficaram conhecidos somente nos anos 70 e 80. No início dos anos 80 começaram os estudos das transformações biogeoquímicas do mercúrio na Amazônia, que coincidiu com a ocupação garimpeira. Nesta época, a qualidade analítica e os níveis de detecção de mercúrio não eram satisfatórios no Brasil.

Por isso não existem dados confiáveis dos níveis de mercúrio ambiental anteriormente ao garimpo. Atualmente, estudos paleogeoquímicos (perfil de sedimentos de lagoas) buscam conhecer os níveis pretéritos de deposição atmosférica de Hg na Amazônia. Assim, por muito tempo, todo mercúrio encontrado em peixes da Amazônia era atribuído totalmente aos garimpeiros. Hoje em dia é reconhecido que o garimpo não é a única fonte de poluição mercurial na Amazônia. Altos níveis de mercúrio são observados em peixes em locais a

centenas de quilômetros distantes de garimpos e por isso, muitos autores, têm investigado outras fontes de emissão e mobilização do mercúrio, tais como intemperismo, erosão dos solos, evaporação de Hg das águas, solos e plantas, deposição de mercúrio de minerações de prata e ouro no século passado em países vizinhos, atividades industriais, queima de florestas e combustíveis fósseis além de outras fontes difusas. É conhecido que a volatilização e transporte atmosférico do Hg pode se dar a grandes distâncias, daí o mercúrio armazenado na Amazônia pode ser oriundo de atividades industriais no sul do país ou em países vizinhos (Villas Boas, 1999).

A mobilidade do mercúrio pode ser ainda exacerbada pelas queimadas de florestas que deslocam o mercúrio emitido por várias fontes e depositam-no no solo, assim como o mercúrio natural incorporado na vegetação. Números exatos da emissão mercurial proveniente das queimadas são difíceis de obter, uma vez que dependem da densidade de floresta e concentração de Hg natural na vegetação. Uma estimativa de emissão de Hg entre 0,78 e 1,76 kg/km² de floresta queimada foi apresentada por Lacerda (1995) e Veiga et al. (1994). Em 1995, algo próximo a 30.000 km² de florestas foram queimadas na Amazônia o que permite estipular que cerca de 23 a 52 t de Hg podem ter sido emitidas para atmosfera. Artaxo et al. (2000), analisando partículas de fumaça na Amazônia, estimaram que 30% do mercúrio no ar são provenientes da vegetação, cerca de 60% dos garimpos e o restante de fontes dispersas. Vários estudos apontam as deposições atmosféricas de Hg entre 10 e 16 µg/m³/ano (Fosberg et al., 1999; Lacerda et al. 1999; Lacerda e Marins, 1997). Assim, considerando uma área de aproximadamente 5 milhões de km², pode-se estimar que entre 50 e 80 toneladas de Hg de diferentes procedências podem ser anualmente depositadas na Amazônia brasileira.

Uma vez no ambiente, o mercúrio metálico pode se oxidar e se complexar com ácidos húmicos dos solos. Assim, a situação mais favorável à mobilização do mercúrio é quando ele se deposita em locais aerados e ricos em matéria orgânica. O primeiro passo para a metilação mercurial é a transformação (oxidação-complexação) do Hg metálico em composto solúvel de Hg(II) tais como quelatos do tipo Hg-humato ou Hg-fulvato, bastante comuns nas águas escuras, ricas em matéria orgânica da Amazônia (Veiga et al., 1999).

Os complexos orgânicos de mercúrio são biodisponíveis, isto é, são acumulados pela biota aquática. O mecanismo de transformação dos complexos orgânicos em metilmercúrio ainda é desconhecido, mas pode-se especular que este processo também envolve ação bacteriana. Recentemente foi descoberto que invertebrados terrestres têm a capacidade de transformar esses complexos em metilmercúrio em seus intestinos através da ação de

bactérias do tipo redutoras de sulfato (Veiga e Hinton, 2001). O metilmercúrio dificilmente é detectado em águas pois existe grande afinidade de combinar-se com grupos proteicos e ficar retido nos tecidos dos organismos. Dessa forma, a biota aquática é melhor indicador de poluição mercurial que a água.

A principal via de bioacumulação do metilmercúrio é pela dieta. Sendo bioacumulado rapidamente e eliminado muito lentamente (meia-vida de 70-84 dias), o metilmercúrio é biomagnificado, isto é, passado para os organismos superiores da cadeia alimentar. Por esse motivo, os peixes carnívoros apresentam as maiores concentrações de metilmercúrio. A população ribeirinha da Amazônia, que depende do peixe como principal fonte de proteína, tem apresentado níveis de metilmercúrio no sangue até 300 vezes mais altos que os níveis normais (Malm et al, 1997). A absorção do metilmercúrio pelos intestinos é superior a 90%, passando rapidamente para a corrente sanguínea. A acumulação nos rins é menor que no caso de intoxicação por mercúrio metálico, por isso a urina não é um bom indicador de contaminação por metilmercúrio. O principal órgão afetado pelo metilmercúrio é o cérebro produzindo efeitos neurológicos graves.

Os clássicos sintomas de contaminação a altos teores de metilmercúrio são: perda da visão periférica, perda de tato, perda de audição, dificuldade de fala e perda de equilíbrio. Os dois primeiros sintomas são indicativos do início da “doença de Minamata” (H. Akagi, Instituto Nacional da Doença de Minamata, Japão, comunicação pessoal). Intoxicação crônica de pequenas doses de metilmercúrio muitas vezes não revela nítidos sintomas. Mulheres na idade de engravidarem são os principais grupos de risco, uma vez que o metilmercúrio penetra a barreira placentária e passa ao feto. Em Minamata, centenas de crianças nasceram cegas ou dementes vítimas da exposição cogenital ao metilmercúrio (figura 40).

Figura 40: Criança japonesa nascida com a doença



Nestes casos, os sintomas de intoxicação não foram visíveis nas mães. A “doença de Minamata” foi pela primeira vez detectada em 1953, mas somente em 1959, cientistas da Universidade de Kumamoto atribuíram os sintomas ao metilmercúrio consumido através de peixes e de moluscos. De 1932 a 1968 a companhia Chisso produziu acetaldeído, utilizando óxido de mercúrio como catalisador. O metilmercúrio era formado na reação e descarregado (cerca de 400 toneladas) com os efluentes na baía de Minamata. Moradores de Minamata e vizinhanças, que consumiam extensivamente peixes e frutos do mar sofreram as piores consequências desta irresponsabilidade industrial. Até 1997, 10.353 pessoas, das quais 1.246 faleceram, foram certificadas pelo governo japonês como vítimas da “doença de Minamata”.

Sintomas da doença de Minamata nunca foram comprovados na Amazônia, mas constatação de efeitos neurológicos em pessoas que se alimentam frequentemente de peixe com médios a altos níveis de metilmercúrio têm sido reportadas (Lebel et al., 1996; Lebel et al., 1998; Dolbec et al., 2000). O metilmercúrio é excretado lentamente pelas fezes (de 1 a 4% por dia) e uma pequena parte pelo cabelo. Normalmente, o nível de metilmercúrio no cabelo é 300 vezes mais alto do que a concentração no sangue. Uma pessoa comendo frequentemente peixe pode esperar uma concentração de mercúrio no cabelo (C em ppm) dada pela seguinte equação:

$$C = 0,285 \times P \times C_p$$

onde P é a quantidade de peixe consumida por dia e C_p é a concentração de Hg em ppm no músculo do peixe (Veiga, 1994).

Esta é uma aproximação, pois a equação acima depende de muitas outras variáveis relacionadas à excreção e metabolismo de cada indivíduo. Os níveis de Hg em cabelos da população ribeirinha da Amazônia são normalmente altos (Malm et al., 1997). Teores de Hg em cabelo inferiores a 5 e 10 ppm são aceitáveis para não impor nenhum risco ao feto (em caso de grávidas) e ao adulto respectivamente (Boischio e Henshel, 2000). Infelizmente teores de até 84 ppm Hg foram analisados em cabelos de mães da região garimpeira do Rio Madeira (Boischio e Cernichiar, 1998).

Outros tipos de impactos biológicos dos garimpos são consequências da ocupação mal planejada de áreas remotas. A carência de saneamento e assistência médica nos garimpos têm reflexos dentro e fora do universo garimpeiro. Seus efeitos mais agudos são traduzidos na destruição de sítios ecológicos e proliferação de doenças como AIDS, tifo, hepatite, febre amarela e malária.

- Meio Biológico do Local

- Vegetação

A Área de Influência Direta do Empreendimento apresenta uma cobertura vegetal do tipo Sertão Central correspondente à Caatinga hiperxerófila arbórea arbustiva, que variam de arbóreas de pequeno porte à arbustiva ou quase nulo, devido à precariedade do solo e a ação antrópica. Essa vegetação, com acentuado grau de xerofilismo é o hábitat natural das bromeliáceas, cactáceas e outras espécies semidecíduas ou capazes de armazenar água em seus caules e/ou raízes, prevendo o período de estiagem mais rigoroso. Vale destacar ações antrópicas na área do empreendimento provenientes de atividades agrícolas anteriores juntamente com a influência do clima, por esse motivo observa-se uma cobertura vegetal escassa e descontínua.

Figura 41: Trecho de vegetação natural do empreendimento (AID)



Fonte: Brandão & Simas (2015)

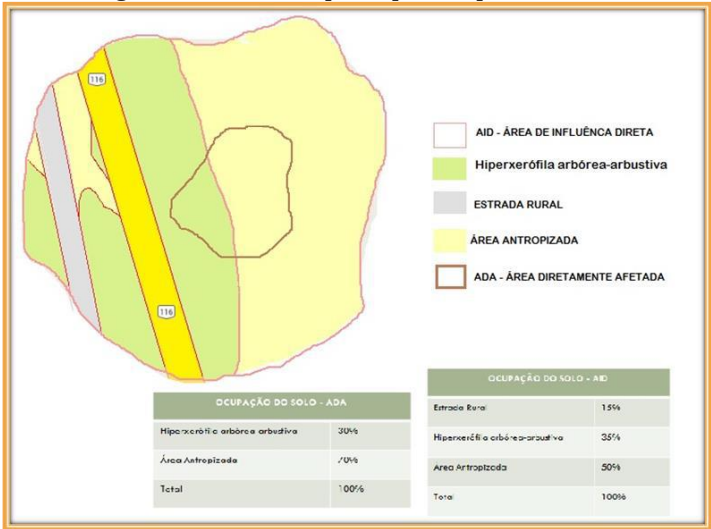
Figura 42: Trecho de vegetação antropizada do empreendimento (AID/ADA)



Fonte: Brandão & Simas (2015)

Foram destacadas as áreas que serão ocupadas pelo empreendimento (figura 43), as Diretamente Afetadas, aonde a dominância da paisagem é interrompida por alterações antrópicas, sendo assim a retirada de cobertura vegetal para implantação das operações na ADA será de 12,35%. Não foi identificada nenhuma espécie ameaçada de extinção das Espécies da Flora Brasileira, nem áreas de conservação indicadas pelo Ministério do Meio Ambiente, ainda assim.

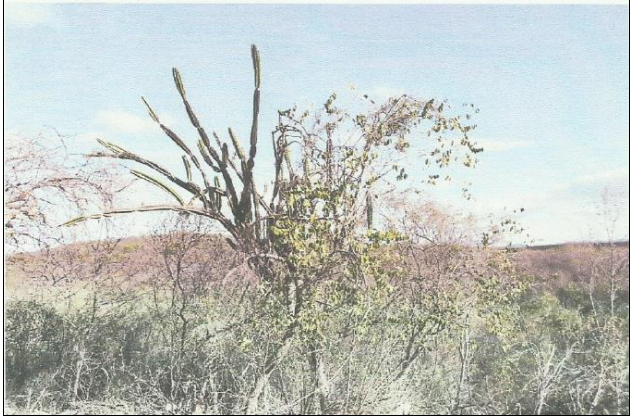
Figura 43: Áreas ocupadas pelo empreendimento



Fonte: Brandão & Simas (2015)

Considerando a reserva legal como área protegida pelo Código Florestal Brasileiro localizada no interior da propriedade rural, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, para o empreendimento em questão ficará definido o mínimo de 20% do valor total da área para conservação e biodiversidade da fauna e flora nativa, a qual será registrada no Cadastro Ambiental Rural (CAR), a ser feito.

Figura 44: Trecho da vegetação natural ao redor do empreendimento



Fonte: Brandão & Simas (2015)

- Fauna

As famílias de anfíbios observadas na área do empreendimento são típicas de regiões predominante da caatinga, com dominância das famílias *Leptodactylidae* e *Hylidae*.

Figura 45: Lagartixa, espécie habitat especificada durante o levantamento da fauna



Fonte: Brandão & Simas (2015)

Figura 46: Calango



Fonte: Brandão & Simas (2015)

Considerando os dados primários apenas algumas espécies de anfíbios e répteis foram catalogadas. A densidade de algumas espécies de lagartos foi mais elevada.

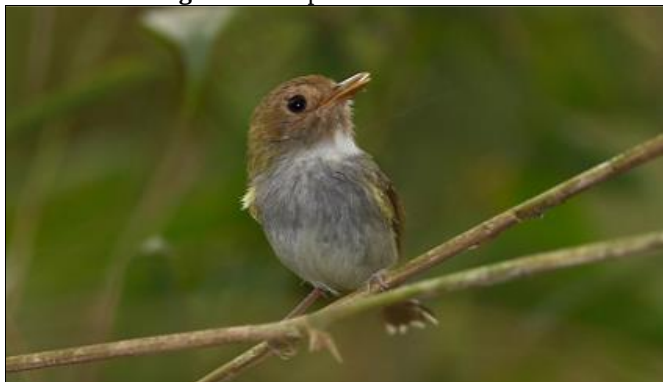
Figura 47: Espécie de sapo encontrada durante levantamento da Herpetofauna



Fonte: Brandão & Simas (2015)

Conforme levantamentos, foram registradas algumas espécies de aves encontradas no bioma caatinga da região. Dentre as espécies levantadas nenhuma consta como ameaça nas listas global e nacional de espécies da fauna ameaçada de extinção.

Figura 48: Papa moscas do sertão



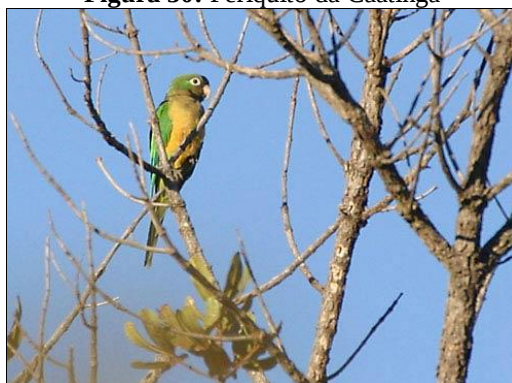
Fonte: Brandão & Simas (2015)

Figura 49: Golinho



Fonte: Brandão & Simas (2015)

Figura 50: Periquito da Caatinga



Fonte: Brandão & Simas (2015)

A característica transiente, migratória e muitas vezes ilegal dos mineiros artesanais modernos na América Latina, em particular no Brasil, não tem trazido os mesmos benefícios de assentamento observados nos períodos coloniais.

O ciclo da atividade de mineração artesanal é bem conhecido: descoberta, imigração, relativa prosperidade econômica, seguida de exaustão do recurso mineral (material secundário), emigração e decadência econômica.

A mecanização dos garimpos contribuiu ainda mais para a aceleração deste ciclo. Drogas, prostituição, doenças, jogo, abuso de álcool e degradação de princípios morais são consequências frequentes da ocupação caótica de garimpos, formando *currutelas*, aglomerações que recebem os garimpeiros. É óbvio que os benefícios econômicos obtidos pelos mineiros não compensam as deploráveis condições socioeconômicas deixadas nas comunidades formadas pelo garimpo. Após a exaustão do minério de ouro facilmente extraído, as minas são abandonadas e quem permanece nos locais tem que conviver com o legado da devastação ambiental, extrema pobreza e pouca oportunidade de desenvolvimento econômico alternativo.

Milhares de garimpos estão sendo abandonados como resultado deste ciclo de mineração mal planejado. A criação de muitos municípios, originados de maneira caótica, através da corrida ao ouro têm causados sérios problemas aos gestores municipais. No Pará, os casos mais conhecidos são Curionópolis, Eldorado de Carajás, Cachoeira do Piriá, etc. Muitas destas comunidades sofrem a falta de opções econômicas, escassez de visão de futuro e liderança, além de viverem em extrema pobreza, normalmente buscando reprocessar rejeitos de garimpo.

Muitas das habitações nessas comunidades são construídas em cima de rejeitos mercuriais, como é o caso de Cachoeira do Piriá (Veiga et al., 2001). Grande parte dos municípios buscam hoje a diversificação econômica. Alta Floresta, por exemplo, que, em 1990, no auge do garimpo tinha uma população de 120.000 pessoas, hoje conta com menos de 38.000 habitantes e seus produtos agrícolas são de baixa aceitação em outros centros comerciais pelo receio da contaminação mercurial. Usando as cavas abandonadas para criação de peixes, a Associação de Aquicultura de Alta Floresta trouxe incentivos de investimento e alternativas econômicas para aqueles que estavam se dedicando exclusivamente ao garimpo. A Universidade Estadual de Mato Grosso, juntamente com a Fundação Oswaldo Cruz têm estabelecido um monitoramento meticuloso dos níveis de mercúrio nos peixes (Farias et al, 2001). Como a alimentação é feita por ração, dificilmente os peixes de cativeiro incorporam altos níveis de mercúrio.

- Meio Socioeconômico local

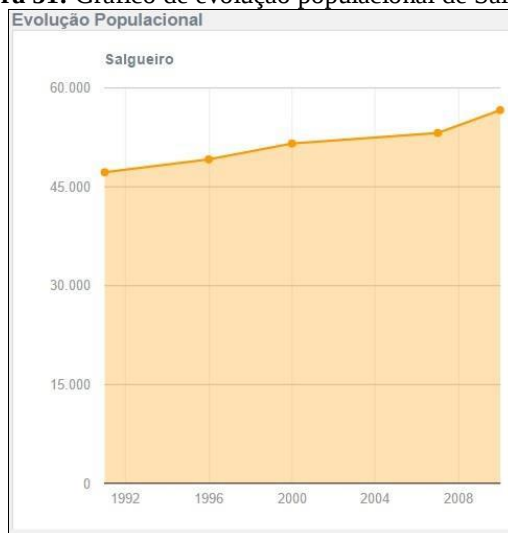
As Áreas de Influência Indireta da Brandão & Simas foram consideradas nos municípios de Salgueiro e Serrita, pois poderão receber impactos indiretos por conta da implantação do empreendimento. Os impactos e influências foram considerados em ambos os municípios da seguinte forma:

- Sede Municipal (Área de Influência Direta): o aumento da demanda relacionado à infraestrutura e serviços, uso e ocupação do solo.
- Estradas de acesso: são consideradas AID a BR 116, que se encontra pavimentada, sinalizada e com tráfego moderado, tendo parte do trajeto com estrada de chão, que liga Salgueiro ao empreendimento considerando o assentamentos dos sem-terra e casas isoladas no caminho de acesso, bem como a estrada que liga o local da lavra ao beneficiamento localizado em Serrita por conta do fluxo de transporte do material.

Salgueiro

O município localiza-se a 513 km da capital Recife e possui uma população estimada de 59.769 habitantes (IBGE, 2015), verificou-se que a população é em sua maioria urbana.

Figura 51: Gráfico de evolução populacional de Salgueiro



Salgueiro tem como atividades econômicas predominantes a agricultura e o comércio. O artesanato também tem potencialidade de desenvolvimento econômico no município.

O município faz parte da Microrregião de Salgueiro, na Mesorregião do Sertão Pernambucano, com uma área de 9.183,1 km², que corresponde a 9,28% do território estadual.

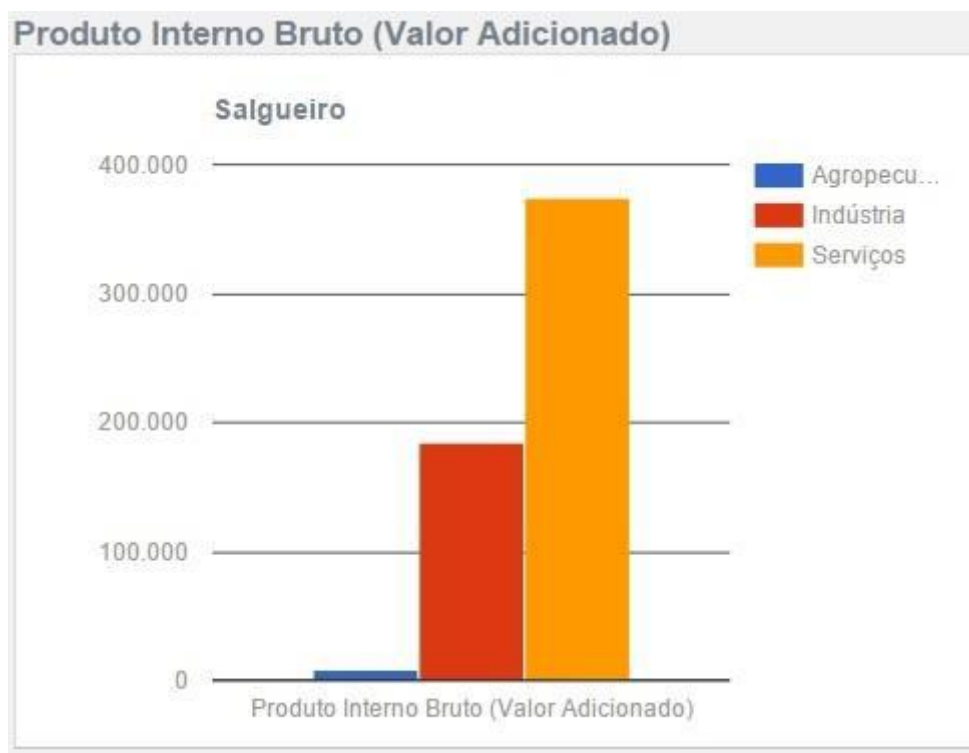
A economia está voltada para a agricultura de subsistência e a agropecuária extensiva, onde se destaca a caprinocultura e a avicultura.

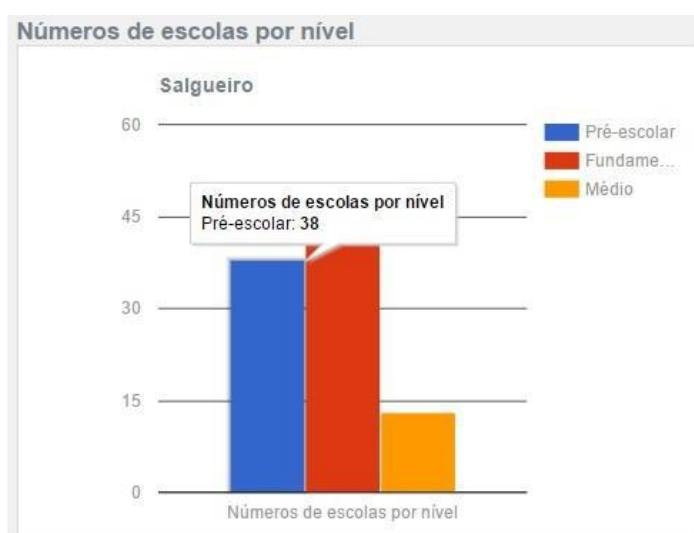
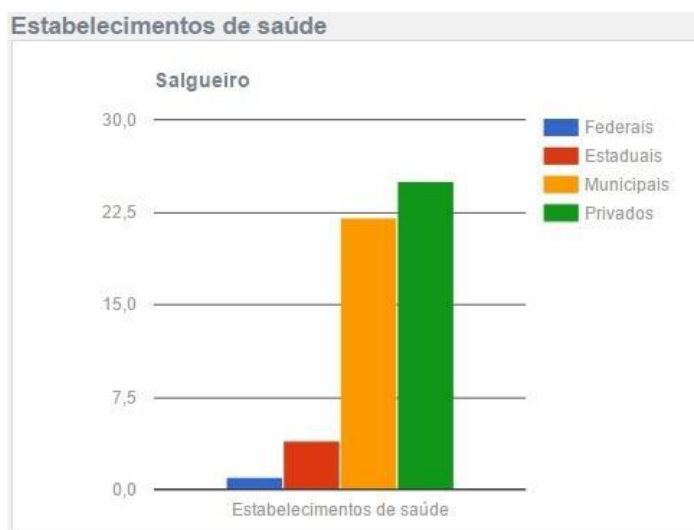
O município conta com prestação de serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário fornecido pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e utiliza aterro sanitário.

Figura 52: Salgueiro (PE) - Catedral de Santo Antônio de Pádua



Fonte: Brandão & Simas (2015)





SERRITA

O município localiza-se a 585 km da capital Recife e possui uma população estimada de 10.017 habitantes (IBGE, 2015), verificou-se que a população é em sua maioria rural.

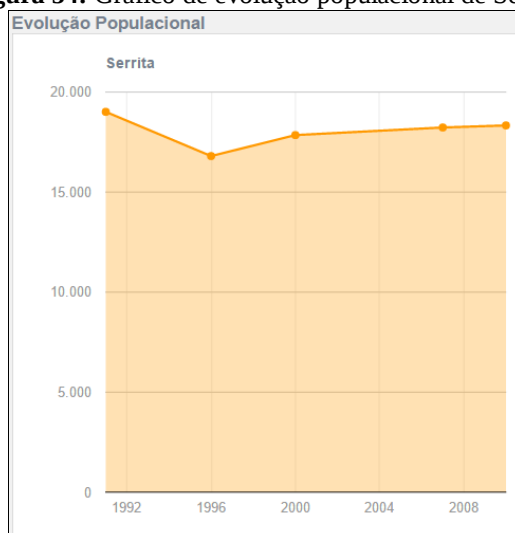
Serrita tem um grande poder na agricultura extensiva e na agropecuária, destaca-se na bovinocultura, caprinocultura e ovinocultura.

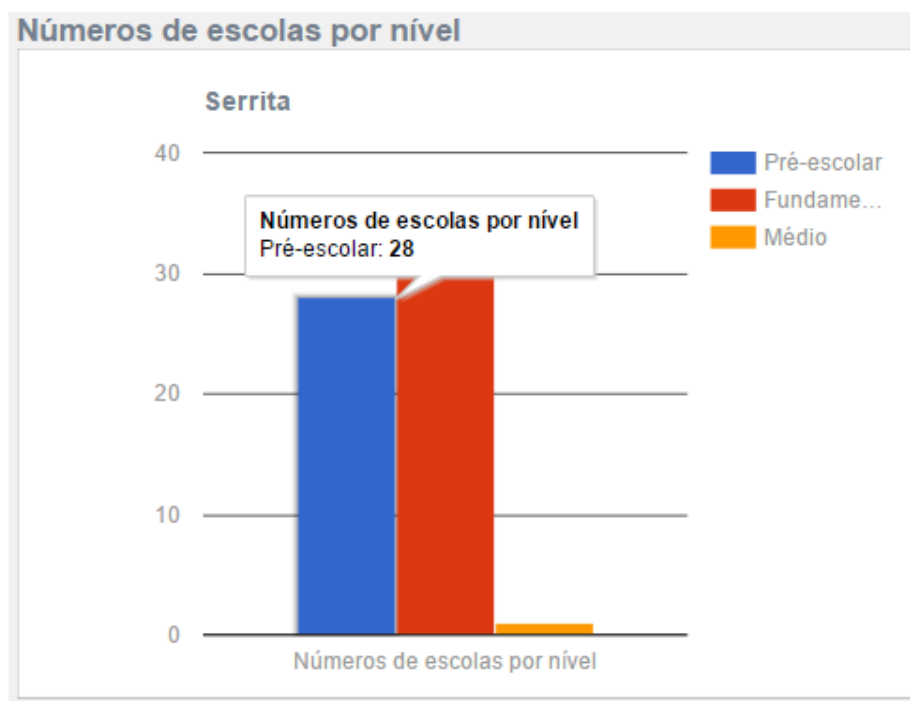
O município conta com prestação de serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário fornecida pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e ainda utiliza lixão a céu aberto. Em caso de emergência a população procura o polo regional no município de Salgueiro, e conta com unidades de saúde municipais.

Figura 53: Serrita (PE) Matriz de N. Sra. da Conceição



Figura 54: Gráfico de evolução populacional de Serrita





3.6 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

A instalação de um empreendimento mineral usualmente proporciona à comunidade localizada em sua área de influência o aumento da oferta de emprego e renda, da disponibilidade de bens e serviços, da arrecadação de impostos e a melhoria da qualidade de vida. Em contrapartida pode também significar alterações indesejáveis na paisagem e nas condições ambientais.

A superação da contradição representada pelos benefícios e custos ambientais associados à instalação de um empreendimento mineral é um dos desafios mais importantes a serem solucionados no início do século XXI. A incorporação dos princípios do desenvolvimento sustentável ao projeto, instalação, operação e descomissionamento destes empreendimentos certamente faz parte da solução. Dentre estes princípios, devem ser privilegiados métodos de produção mais limpa, de minimização do consumo de materiais e energia e geração de efluentes, além da maximização de benefícios sociais.

Alguns dos principais aspectos e impactos ambientais decorrentes das atividades de mineração que deverão ser gerenciados no processo de incorporação de métodos de produção mais limpa a estas atividades estão representados esquematicamente no diagrama da figura 55 (adaptado de van Huyssteen, 1998). Entre estes, o impacto associado à contaminação de corpos hídricos superficiais e subterrâneos pelas denominadas *drenagens ácidas de mina* (DAM) é provavelmente um dos mais significativos.

A DAM pode ser definida como a solução ácida gerada quando minerais sulfetados presentes em resíduos de mineração (rejeito ou estéril) são oxidados em presença de água. Esta solução age como agente lixiviante dos minerais presentes no resíduo produzindo um percolato rico em metais dissolvidos e ácido sulfúrico. Caso o percolato alcance corpos hídricos próximos podem contaminar suas águas tornando-as impróprias para uso por muito tempo depois de cessadas as atividades de mineração.

A DAM pode ocorrer onde o mineral ou metal de interesse encontra-se associado a sulfetos. Sua ocorrência tem sido relatada na extração de ouro, carvão, cobre, zinco ou urânio, entre outros e a disposição adequada dos resíduos destas operações, evitando-se que sejam expostos às condições oxidantes em presença de água, é fundamental para a prevenção e minimização da DAM (Miller, 1992; Souza, 1995; Soares *et al.*, 2000; Souza *et al.*, 2001).

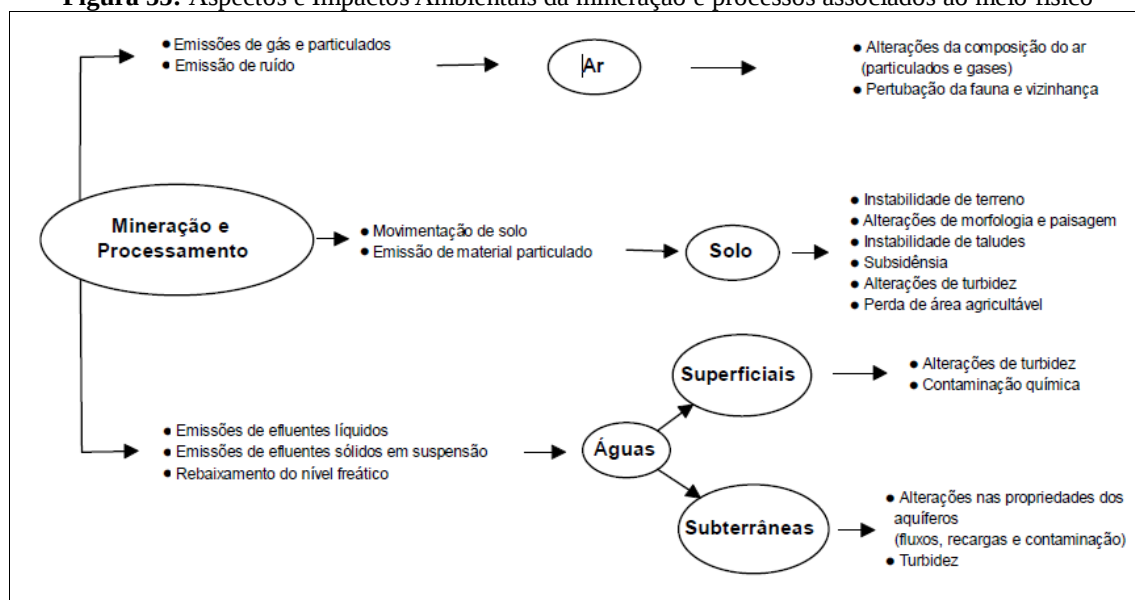
Além de ocorrerem em pilhas e depósitos (barragens) de resíduos, drenagens ácidas em instalações de mineração podem também se dar em galerias de minas subterrâneas, pilhas de lixiviação, pilhas de estoque de minério e cavas de mina a céu aberto.

A denominação *Drenagem Ácida de Rochas* (DAR) é algumas vezes empregada em lugar de DAM. Isto ocorre particularmente quando se faz referência a drenagens ácidas geradas a partir de depósitos ou pilhas de material estéril produzido nas operações de lavra. DAR é também usada para denominar a drenagem ácida que pode ocorrer como resultado de atividades não relacionadas à mineração como por exemplo, a partir de um material rico em sulfetos movimentado em trabalhos de construção civil.

Uma vez que a drenagem ácida é tratada neste tópico sempre associada a atividades de mineração, optou-se por empregar no texto apenas a denominação *Drenagens Ácidas de Mina* (DAM).

A abordagem detalhada da gestão de resíduos e drenagens ácidas em mineração exige o exame aprofundado de aspectos geotécnicos, hidrológicos, hidrogeológicos, climáticos, fisioquímicos, químicos, microbiológicos, econômicos e ambientais entre outros, fugindo ao escopo do presente estudo que tem por objetivo sobretudo relatar e demonstrar a preocupação do Empreendedor sobre o tema.

Com este propósito o texto que se segue é dividido em duas grandes seções. Na primeira são comentados princípios gerais da gestão de resíduos sólidos de mineração geradores de ácido e na segunda, apresentados fundamentos da prevenção, controle de geração e mitigação das drenagens ácidas de mina produzidas por estes resíduos.

Figura 55: Aspectos e Impactos Ambientais da mineração e processos associados ao meio físico

A análise dos possíveis impactos foi desenvolvida buscando identificar, qualificar e quantificar os impactos que possam potencialmente ser gerados pela implantação do empreendimento da Brandão & Simas, apresentando assim medidas de controle e recuperação da área degradada.

As alterações ambientais foram avaliadas de acordo com as seguintes etapas do projeto: Implantação e Operação.

IMPACTO: POLUIÇÃO SONORA				
DESCRIÇÃO DO IMPACTO		MEDIDAS PROPOSTAS		FASE DO EMPREENDIMENTO
LAVRA	BENEFICIAMENTO	LAVRA	BENEFICIAMENTO	
Poluição sonora Aumento no trânsito de veículos leves e pesados nas vias de acesso locais com isso haverá aumento da poluição sonora. Apesar do aumento dos ruídos os povoados não tão próximos terão atenuação. As fontes de ruídos existentes são: detonações, compressores, britadores, moinhos, bombas, tratores e caminhões.		Ações fundamentais Manutenção programada de máquinas e equipamentos, uso de EPIs pelos funcionários, uso de motores elétricos quando possível e planejamento do horário do uso de veículos e máquinas. • Isolamento da fonte de ruído e/ou vibração; • Promoção de anteparo no sentido de absorver ruídos; • Adoção de um sistema adequado contra o fogo.		Implantação e operação..

IMPACTO: POLUIÇÃO DO SOLO				
DESCRIÇÃO DO IMPACTO		MEDIDAS MITIGADORAS		FASE DO EMPREENDIMENTO
LAVRA	BENEFICIAMENTO	LAVRA	BENEFICIAMENTO	
Erosão A remoção da cobertura vegetal expostas ao efeitos climáticos e cortes na topografia para implantação de estruturas do empreendimento poderá ocasionar a instalação de processos erosivos, porém a ausência de chuvas reduz muito o potencial de desenvolver erosão na área.		Ações Fundamentais •Planejar a época do ano em que as atividades de construção serão realizadas. •Construir dispositivos que reduzam a atividade de escoamento da água das chuvas e evitem que estas causem danos as pilhas de sedimentos e tanques de contenção. Na fase de instalação foram construídas canaletas direcionamento das águas das chuvas para este fim. •Cortes com taludes adequados na topografia, reaterro das áreas já mineradas feito com o próprio material estéril e implantação de cobertura vegetal nas áreas já aterradas.		Implantação e operação

IMPACTO: ENCERRAMENTO DA MINA E OPERAÇÕES				
DESCRIÇÃO DO IMPACTO		MEDIDAS PROPOSTAS		FASE DO EMPREENDIMENTO
LAVRA	BENEFICIAMENTO	LAVRA	BENEFICIAMENTO	
Implantação e operação do empreendimento Devido a demanda das atividades será considerado o aumento na geração de empregos nos postos de trabalho, além dos empregos diretos serão gerados também os indiretos, contribuindo com o aumento salarial da região. Encerramento das atividades do empreendimento O encerramento do empreendimento, representará diminuição de receitas dos governos estaduais e principalmente municipais em virtude da obtenção da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CEFEN) . Diminuição de empregos e expectativas e fechamento de negócios.		Ações fundamentais Optar por mão de obra local. Incentivo para qualificação da mão de obra regional e desenvolvimento de programa de compensação para comunidade.		Implantação e desativação.

IMPACTO: POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E ESGOTAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS				
DESCRIÇÃO DO IMPACTO		MEDIDAS PROPOSTAS		FASE DO EMPREENDIMENTO
LAVRA	BENEFICIAMENTO	LAVRA	BENEFICIAMENTO	
Geração de resíduos orgânicos: provenientes de esgotos do sistema sanitário de apoio das atividades tais como alojamentos e escritório.	Possíveis efeitos lesivos ao lençol freático em função da disposição de estéril e cavas de tanques e poços , assim como óleos e detergentes provenientes das oficinas máquinas e caminhões.	Ações fundamentais		Implantação e operação.
		Adotar providencias corretivas e imediatas sempre que for constatada alguma alteração que possa gerar problema aos recursos hídricos.		
		Sistema de drenagem com desvio de águas da frente da lavra, controle de infiltrações e selagem das minas exauridas.	Sistema de disposição controlada das pilhas de rejeito e estéril, compactação e controle de erosão e neutralização de efluentes, decantação e filtragem com a utilização de barragens.	

IMPACTO: VISUAL				
DESCRIÇÃO DO IMPACTO		MEDIDAS PROPOSTAS		FASE DO EMPREENDIMENTO
LAVRA	BENEFICIAMENTO	LAVRA	BENEFICIAMENTO	
Proveniente da extração do minério o impacto visual pode ser causado através de aberturas de barrancos e devastação da área.	Em virtude do beneficiamento do minério e disposição do estéril há um impacto visual que pode ser suavizado com adoção de medidas técnicas.	1. Cortina arbórea: sistema de vegetação que confina a região de operação e protege o meio ambiente dos fatores poluentes relativos a poeiras e ruídos. 2. Adequação da linha do horizonte da cumeada da terra de onde foi extraído o minério a fim de harmonizá-la com a parte não minerada.	Propõe-se a regularização topográfica das bacias de contenção e rejeito que forem formadas durante a atividade. Utilizando materiais estéreis.	Implantação e operação

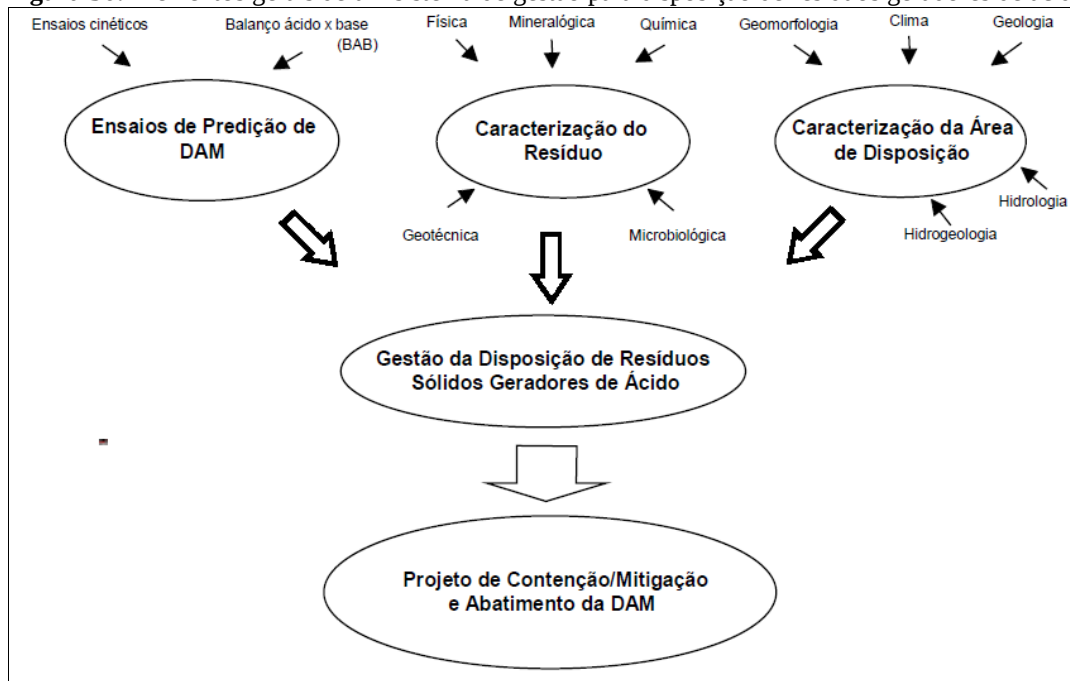
3.7 MEDIDAS MITIGADORAS

Resíduos sólidos contendo sulfetos produzidos em instalações de mineração e beneficiamento, quando dispostos de forma inadequada podem gerar drenagens ácidas de mina. A prevenção, minimização e tratamento destas drenagens requer um sistema de gestão que estabeleça critérios para escolha do local e forma de disposição. Estes critérios são estabelecidos a partir da análise de fatores tais como o *tipo de resíduo*, suas *características físicas, químicas e mineralógicas* e seu *potencial de geração de ácidos* além de *aspectos específicos da área de disposição* (clima, geologia, distância em relação aos cursos d'água, etc.). A análise destes fatores condiciona a necessidade da implantação de *obras de*

engenharia para redução de percolado e estruturas de retenção de contaminantes que visam à proteção dos recursos hídricos na área do empreendimento (Ritcey, 1989).

Os elementos gerais deste sistema de gestão são apresentados de forma esquemática no fluxograma da figura 56 (adaptado de Hutchinson; Ellison, 1992) e comentados a seguir.

Figura 56: Elementos gerais de um sistema de gestão para disposição de resíduos geradores de ácido



Resíduos sólidos gerados das operações de lavra e processamento mineral podem ser classificados preliminarmente em estéreis e rejeitos.

Estéreis são materiais de cobertura, camadas intermediárias ou circundantes do mineral de interesse, extraídos fisicamente através do uso de explosivos ou escavadeiras e muitas vezes dispostos em pilhas sem estruturas de contenção. As pilhas deste resíduo são, em geral, de granulometria bastante variada e, na ausência de compactação, apresentam elevada porosidade, o que facilita a penetração de oxigênio gasoso e águas pluviais em seu interior.

Rejeitos são resíduos sólidos resultantes das operações de beneficiamento e metalurgia extrativa. Uma vez que estas implicam em cominuição e classificação do minério, os rejeitos apresentam distribuição granulométrica pouco dispersa e usualmente mais fina que os estéreis.

São frequentemente depositados em áreas confinadas (barragens ou bacias) dotadas de estruturas de contenção.

O estéril das operações de lavra de minérios sulfetados de ouro ou de sulfetos polimetálicos dos quais se extrai este metal, caso contenha sulfetos e seja submetido a condições de disposição inadequadas, pode ser potencialmente gerador de DAM.

Rejeitos resultantes da operação de lixiviação em instalações para o processamento de minérios auríferos sulfetados, porém não são geradores de ácido. Este é o caso de minérios auríferos refratários onde o ouro encontra-se frequentemente ocluído em sulfetos e não disponível ao cianeto de sódio, empregado industrialmente na lixiviação. Neste caso, o minério é submetido a uma etapa de oxidação dos sulfetos, que torna o metal disponível. Os rejeitos da cianetação, sem a presença de sulfetos, não oferecem riscos de geração de DAM. Um minério aurífero rico em sulfetos, no entanto, pode não ser refratário. Desta forma, será lixiviado sem oxidação prévia. A cianetação é realizada industrialmente com pH entre 10,0 e 11,0 e o rejeito desta operação é usualmente disposto em barragens como uma polpa alcalina e sob água. Os riscos de geração de DAM, nestas condições, são pequenos.

As operações de beneficiamento que antecedem a lixiviação deste minério, no entanto, podem envolver etapas de concentração gravítica e flotação que geram rejeitos contendo sulfetos. Estes serão geradores de DAM se dispostos de forma inadequada.

A caracterização física, química, mineralógica e a identificação do potencial de geração de ácido (DAM) de resíduos de mineração são essenciais para gestão dos impactos ambientais da disposição.

A determinação das propriedades físicas contribui para o estabelecimento de práticas adequadas de empilhamento tais como a definição da altura e inclinação dos taludes, além de medidas para a redução da erosão pela ação da água e do vento. Permite também definir as condições de uso dos resíduos em estruturas de contenção e, através de ensaios específicos, prever a permeabilidade das pilhas de resíduos às águas pluviais e aos contaminantes dissolvidos, o que é de particular importância para o desenvolvimento de projetos envolvendo a prevenção e controle da DAM. As principais características dos resíduos e propriedades físicas associadas (Hutchinson e Ellison, 1992) são apresentadas na tabela 8.

Tabela 8: Características dos resíduos e propriedades físicas associadas

Características	Propriedades físicas associadas
Empilhamento/ Armazenamento	Resistência ao cisalhamento Condutividade hidráulica (que determina a habilidade de um dado material drenar líquidos em função de sua distribuição granulométrica)
Resistência à erosão pela ação da água e do vento	Distribuição granulométrica Coesão
Capacidade de infiltração	Condutividade hidráulica Inclinação dos taludes da pilha de resíduos Capacidade de suporte ao crescimento da vegetação
Quantidade de líquido drenado	Teor de umidade inicial Retenção específica – função da distribuição granulométrica
Aproveitamento para construção de aterros	Durabilidade Resistência ao cisalhamento Condutividade hidráulica Compatibilidade química com os fluidos a serem retidos (estabilizados)
Aproveitamento para construção de revestimentos (“liners”), prevenção e controle da DAM	Condutividade hidráulica Compatibilidade química com os fluidos a serem estabilizados

Fonte: Hutchinson e Ellison (1992)

A caracterização química de um resíduo é realizada através da determinação das concentrações analíticas de seus constituintes. Os resultados desta determinação podem auxiliar na tomada de decisão quanto a procedimentos especiais de disposição. Estes procedimentos podem ser impostos pela legislação aplicável à jurisdição onde está localizada a empresa e/ou pelas normas técnicas e práticas corporativas que ela adota (ABNT 1328, 1993; ABNT 1329, 1993).

Ensaio complementares de caracterização química podem ainda ser realizados de forma a avaliar a solubilização e transporte dos constituintes do resíduo, nas condições de disposição. Estes consistem na lixiviação dos resíduos e comparação de sua composição antes e após o ensaio. Detalhes acerca da metodologia destes e outros ensaios correlatos são apresentados em EPA, 1992 e em Yong *et al.*, 1992.

A caracterização mineralógica, por sua vez, permite determinar os minerais que constituem o resíduo e sua forma de ocorrência (formato da partícula, distribuição no sólido, etc). Estas informações, entre outras, contribuem para estabelecer hipóteses sobre os mecanismos de geração e neutralização de ácido, o que auxilia na definição de estratégias de disposição. A realização de ensaios de caracterização de resíduos com o fim específico de

determinar o potencial de geração de drenagens ácidas não é, presentemente, prática amplamente disseminada no País. Algumas empresas de mineração realizam ensaios de previsão da ocorrência de DAM e adotam medidas preventivas, como parte de sua estratégia de gestão ambiental. Em países como o Canadá e em alguns estados dos EUA, testes de previsão da DAM foram incorporados aos processos de licenciamento de empreendimentos minerais (MEI/Canadá, 1997; Curtis, 1999).

As condições naturais predominantes na região onde se localiza o depósito, tais como as formações geológicas subjacentes, clima e proximidade de corpos hídricos são também relevantes para a gestão da disposição dos resíduos, no que diz respeito à geração de DAM.

O material natural (geologia) sobrejacente às reservas de água subterrânea e subjacente ao depósito de resíduo pode reter naturalmente alguns dos constituintes solúveis. Esta retenção pode ser de natureza hidráulica e/ou química. A retenção hidráulica é proporcionada essencialmente por formações geológicas de baixa condutividade (tipicamente¹ menor ou igual a 10^{-6} cm/s) que limitam o fluxo descendente da água que infiltra e percola através do resíduo. A retenção química, também chamada atenuação, ocorre quando a concentração dos contaminantes eventualmente presentes na água é reduzida, no fluxo descendente, por processos químicos, físico-químicos e/ou biológicos. Uma discussão detalhada dos fenômenos de retenção natural é apresentada em Hutchinson e Ellison, 1992.

A água de chuva que não evapora nem escoar superficialmente, mas infiltra-se e percola através do resíduo, constitui-se no principal veículo de transporte de substâncias químicas para além da área de disposição. Particularmente nos climas úmidos, onde a precipitação anual excede os 600 mm, a quantificação da percolação e da subsequente formação do percolado é importante para a prevenção e mitigação da formação de drenagens ácidas. É a partir desses valores que devem ser dimensionadas as estruturas de retenção de contaminantes e as obras de engenharia que visam à redução da produção de percolado.

Nos climas semiáridos e áridos, particularmente em áreas onde a precipitação média anual é inferior a 250 mm, estes cuidados são usualmente menos importantes. É fundamental a realização de um balanço hídrico na área do empreendimento como parte integrante do projeto de disposição de resíduos.

A distância da área de disposição dos resíduos geradores de ácido em relação ao ambiente aquático receptor (corpos hídricos superficiais e subterrâneos) é importante na determinação da vulnerabilidade das águas à contaminação. Águas superficiais localizadas próximas à área de disposição, por exemplo, são mais facilmente alcançadas pelos efluentes, estando, portanto, mais expostas à contaminação. Da mesma forma águas subterrâneas que se

encontram a pequena profundidade (inferior a 3 metros) são mais sujeitas a contaminação, que pode ser evitada com a aplicação de estruturas de retenção de percolados.

Como prática geral é conveniente que em projetos de gestão de resíduos geradores de DAM, as áreas de disposição sejam localizadas distantes de corpos hídricos, reduzindo-se assim a probabilidade de que os efluentes venham a alcançá-los. Além disso, estes projetos devem prever o monitoramento sistemático das águas superficiais e subterrâneas vulneráveis à contaminação através da avaliação de parâmetros relativos à sua qualidade e disponibilidade.

De maneira geral, a fim de identificar os efeitos da instalação de um empreendimento mineral sobre a qualidade das águas da região onde ele se encontra, é recomendável à execução de um programa de monitoramento que anteceda a implantação. Um programa prévio de monitoramento envolvendo a coleta das informações listadas a seguir, entre outras, permite a avaliação da extensão dos efeitos adversos da DAM sobre os recursos hídricos locais e a proposta de medidas preventivas ou corretivas ainda na fase de projeto.

- Para águas superficiais:
 - identificação e quantificação dos usuários das águas potencialmente afetadas pela área de disposição;
 - medidas de fluxo médio e máximo do corpo hídrico para as estações, seca e chuvosa;
 - determinação das variações da qualidade da água ao longo do ano para diferentes fluxos: temperatura, oxigênio dissolvido, sólidos em suspensão, principais ânions, cátions e metais, características biológicas e microbiológicas;
 - determinação da geometria do corpo hídrico (rio, córrego, lago etc.).
- Para águas subterrâneas:
 - medidas de nível d'água e identificação de usuários;
 - medida do volume de água disponível no aquífero e taxa de recarga;
 - determinação do coeficiente de armazenamento e condutividade hidráulica do material granular ou rocha fraturada na qual o aquífero se localiza;
 - determinação das variações de qualidade da água.

A oxidação dos sulfetos que pode dar lugar ao surgimento de DAM é um processo natural acelerado pela movimentação de materiais sólidos, característica dos processos de lavra e beneficiamento. As atividades de escavação e desmonte de rochas alteram as condições de permeabilidade ao ar, facilitando o contato do oxigênio com a superfície do material reativo. O rebaixamento do lençol d'água em minas superficiais e subterrâneas tem

efeito semelhante, uma vez que expõe à penetração de oxigênio áreas que inicialmente encontravam-se inundadas (Ritchie, 1994).

Sendo catalisada por processos microbiológicos que atuam principalmente quando o pH da água atinge valores inferiores a 3,5, a oxidação dos sulfetos e consequente acidificação das águas que percolam as áreas de disposição de resíduos é inicialmente uma reação de cinética lenta e não é a única condição necessária à formação de drenagem ácida.

O ácido produzido durante a oxidação pode ser consumido em reações com outros componentes naturais eventualmente presentes no resíduo tais como os carbonatos e aluminossilicatos (Hutchinson e Ellison, 1992; Mendonça *et al.*, 2001).

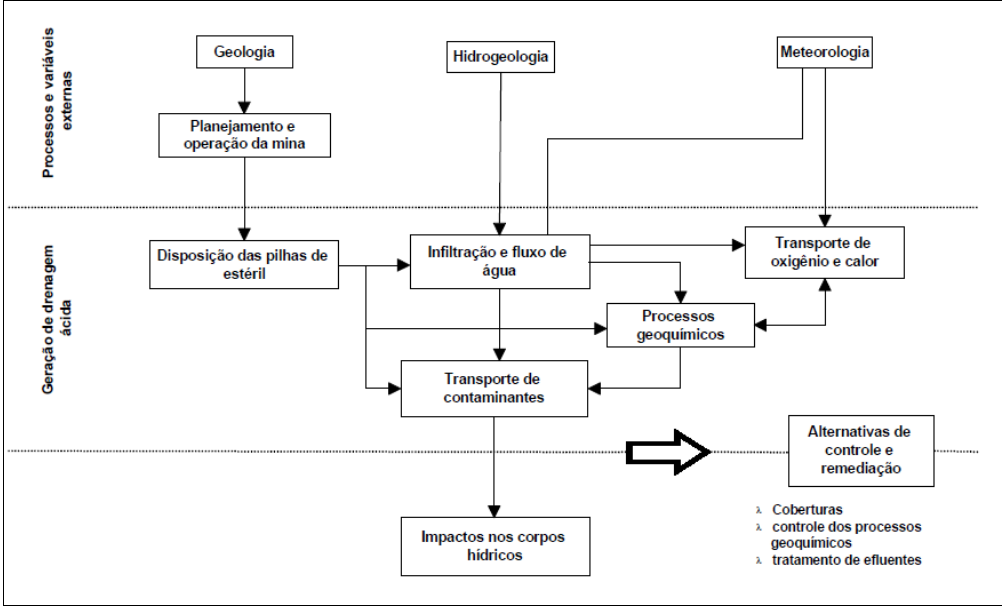
A matéria orgânica eventualmente presente nos estéreis e rejeitos de mineração tem também potencial para retardar a DAM. Além de competir com os sulfetos pelo consumo de oxigênio, a matéria orgânica, ao se oxidar, produz gás carbônico (CO₂), que tende a expulsar o oxigênio dos poros do resíduo. A reduzida precipitação pluviométrica é também um fator inibidor da DAM.

Drenagens ácidas de mina ocorrem significativamente quando são satisfeitas simultaneamente as seguintes condições (Hutchinson e Ellison, 1992):

- O resíduo contém sulfetos em quantidade suficiente para reagir química e biologicamente, gerando ácido em volume e velocidade maior que aquela pela qual pode ser neutralizado pelos álcalis presentes no meio;
- As propriedades físicas dos resíduos são tais que permitem a infiltração de água e oxigênio em quantidade suficiente para promover a ocorrência de reações químicas e biológicas;
- O clima é úmido o bastante para que a água da chuva se infiltre e percole através do resíduo e/ou o resíduo esteja localizado em uma área exposta às águas que o atravessam, transportando a drenagem ácida ao meio ambiente.

A figura 57 apresenta um diagrama dos principais processos associados à geração de DAM.

Figura 57: Principais processos associados à geração de DAM



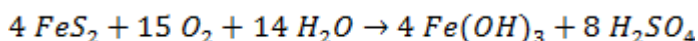
Embora a pirita seja mais amplamente citada nos estudos de DAM, vários outros sulfetos são frequentemente encontrados em rejeitos de mineração. Alguns destes e os produtos resultantes de sua oxidação são apresentados na Tabela 2. Observa-se que esses minerais têm em comum, quando de sua oxidação, a produção de ácido sulfúrico.

Tabela 9: Alguns dos sulfetos mais comuns e seus produtos de oxidação

Mineral	Espécies aquosas após oxidação completa ¹	Possíveis Minerais secundários formados a pH neutro e após completa oxidação ²
Pirita FeS ₂	Fe ³⁺ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de ferro e sulfatos; Gipsita
Marcassita FeS ₂	Fe ³⁺ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de ferro e sulfatos; Gipsita
Pirotita Fe _{1-x} S	Fe ³⁺ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de ferro e sulfatos; Gipsita
Calcopirita CuFeS ₂	Cu ²⁺ , Fe ³⁺ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de ferro e sulfatos, Hidróxidos de cobre e Carbonatos; gipsita
Calcocita Cu ₂ S	Cu ²⁺ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de cobre e Carbonatos; gipsita
Bornita Cu ₃ FeS ₄	Cu ²⁺ , Fe ³⁺ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de ferro e sulfatos, Hidróxidos de cobre e Carbonatos; gipsita
Arsenopirita FeAsS	Fe ³⁺ , AsO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de ferro e sulfatos; Arsenatos de ferro e Cálcio; gipsita
Molibdenita MoS ₂	MoO ₄ ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de Fe, sulfatos, Molibdatos, óxidos de molibdênio; gipsita
Esfalerita ZnS	Zn ²⁺ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de zinco e carbonatos; Gipsita
Galena PbS	Pb ²⁺ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de chumbo, Carbonatos, sulfatos; gipsita
Cobalita CoAsS	Co ²⁺ , AsO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ , H ⁺	Hidróxidos de cobalto, Carbonatos; arsenatos de ferro e Cálcio; gipsita

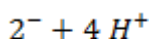
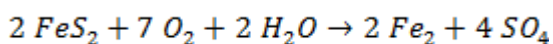
Fonte: Hutchinson e Ellison (1992)

Tomando como exemplo a pirita, o processo de geração de DAM pode ser representado de forma simplificada pela equação:

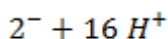
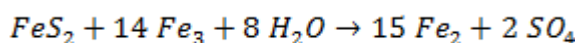


Na realidade, a oxidação da pirita é um processo que ocorre em vários estágios, alguns dos quais simultâneos, em função do tempo de exposição ao oxigênio atmosférico, dos processos microbiológicos e das condições predominantes no interior da pilha ou depósito de resíduos. As reações químicas associadas a estes estágios são comumente representadas pelas seguintes equações:

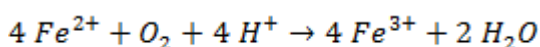
a) oxidação da pirita pelo O_2 atmosférico (oxidação direta):



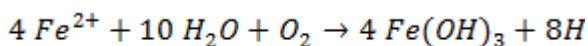
b) oxidação da pirita pelo Fe^{3+} (oxidação indireta):



c) oxidação do Fe^{2+} a Fe^{3+} :



d) precipitação do $\text{Fe}(\text{OH})_3$:



A oxidação direta pela reação com o oxigênio e água ocorre segundo a equação (2). A velocidade dessa reação é dependente da superfície da pirita exposta ao oxigênio, da concentração de oxigênio no meio e da temperatura. Além do oxigênio, a oxidação da pirita pode se dar pela presença do íon férrico (Fe^{3+}) em solução (equação (3)). Esse processo é também denominado oxidação indireta. Segundo Singer; Stumm, 1970, essa é uma reação rápida desde que exista Fe^{3+} em concentração suficiente para que ela ocorra na medida em que o Fe^{3+} presente no sistema é consumido, a velocidade de oxidação decresce e passa a ser dependente da velocidade de produção desse íon, representada pela equação (4).

Segundo Apello e Postma (1994) a cinética da oxidação do íon ferroso (Fe^{2+}) a férrico (Fe^{3+}), representada pela equação (4), além de dependente do pH, é afetada também pela ação de bactérias em especial as do tipo *Thiobacillus Ferrooxidans*. Para valores de pH acima de 4, a velocidade de oxidação do Fe^{2+} aumenta rapidamente com o aumento do pH. Entretanto, nestas condições, o Fe^{3+} não estará disponível para oxidação da pirita, tendendo a precipitar como hidróxido férrico. Para pH inferior a 4,5, a velocidade de oxidação do íon ferroso é mais lenta.

As bactérias *Thiobacillus Ferrooxidans* podem acelerar a produção de Fe^{3+} em mais de cinco vezes em relação aos sistemas puramente abióticos. Entretanto, em função do exposto acima, este efeito só é observado para baixos valores de pH (Nordstrom, 1982). A tabela 10 apresenta de forma resumida, as características gerais dos três principais estágios de oxidação da pirita, segundo Kleinmann *et al.* (1981).

Tabela 10: Estágios sequenciais da oxidação da pirita

Estágios de oxidação da pirita	
Estágio 1	Reação (2): desenvolve-se em meio abiótico e por ação de bactérias; Reação (5) desenvolve-se em meio abiótico e é mais lenta à medida em que o pH decresce. Observações: pH acima de ~4,5; alto teor de sulfato e baixa concentração de ferro total; pouca ou nenhuma acidez.
Estágio 2	Reação (2): desenvolve-se em meio abiótico e por ação direta de bactérias; Reação (5) desenvolve-se a uma velocidade determinada primeiramente pela atividade da bactéria <i>T. ferrooxidans</i>. Observações: pH entre 2,5 e 4,5; elevado teor de sulfato e elevada acidez; cresce concentração de ferro total; reduzida relação $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.
Estágio 3	Reação (4) desenvolve – se a uma velocidade determinada pela ação da bactéria <i>T. ferrooxidans</i>; Reação (3) desenvolve – se a uma velocidade determinada principalmente pela velocidade da reação (4). Observações: pH inferior a ~2,5; alta concentração de sulfato, elevada acidez e relação $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.

A cinética dos processos geoquímicos envolvidos na geração da drenagem ácida pode ser afetada por fatores tais como concentração de oxigênio na superfície da partícula de sulfeto, granulometria das partículas, superfície específica do mineral sujeito à oxidação,

presença de bactérias, temperatura, concentração do íon férrico, pH do meio, etc (Robertson, 1994).

Para que estes fatores atuem plenamente, no entanto, é necessário que haja oxigênio disponível no interior da pilha de resíduos ao longo de todo o processo de oxidação. A quantidade deste reagente, por sua vez, depende da porosidade e da presença de água nos poros da pilha.

Na prática, o oxigênio pode ser transportado para o interior dos depósitos de resíduos segundo os seguintes mecanismos: a) dissolvido na água da chuva; b) por advecção ou difusão através dos poros preenchidos com ar e c) pela ação do vento sobre as pilhas. A difusão do oxigênio através dos poros preenchidos com ar é o mais significativo desses mecanismos e vêm sendo sistematicamente estudado ao longo dos últimos anos (Ritchie, 1994).

Uma vez que a concentração máxima de oxigênio dissolvido na água à temperatura ambiente é reduzida (8,26 mg/L a 25° C), a manutenção de água dentro dos poros das pilhas de resíduos limita a quantidade de oxigênio disponível para a oxidação dos sulfetos. Conforme exposto adiante, esta é uma das estratégias empregadas para impedir a geração de DAM, conforme exposto mais adiante.

Diversas metodologias foram desenvolvidas, sobretudo por especialistas norte-americanos e australianos, com o objetivo de prever a ocorrência de DAM em áreas de disposição de resíduos e estabelecer antecipadamente uma estratégia de controle e minimização de impactos. Estas metodologias compreendem a realização de caracterização física, química e mineralógica do resíduo, complementada por procedimentos específicos para determinação do potencial de geração e neutralização de ácido. Tais procedimentos, em geral, envolvem a realização de balanços ácido-base e de ensaios cinéticos.

O denominado balanço ácido-base (BAB) consiste na contabilização da quantidade de substâncias geradoras e neutralizadoras de ácido presentes no resíduo. Para efeito de cálculo, considera-se que todo o enxofre presente no resíduo se encontra na forma de pirita sendo esta a única substância geradora de acidez. Calcula-se, a seguir o potencial de geração de acidez (PA), que é definido como a quantidade estequiométrica de carbonato de cálcio (CaCO_3) necessária para neutralização de todo o ácido produzido pela oxidação da pirita. Analogamente a quantidade de substâncias neutralizadoras presentes no resíduo é contabilizada como massa equivalente de carbonato de cálcio e denominada *potencial de neutralização* (PN). A relação entre os valores de PN e PA expressos em quilogramas de carbonato de cálcio equivalente por tonelada de resíduo é usado para classificação do resíduo

em potencialmente gerador ou não gerador de ácido. O critério segundo o qual o resíduo é classificado, no entanto, pode variar de acordo com o órgão classificador.

A tabela 11 apresenta critérios de classificação baseados na razão PN:PA utilizados pelos órgãos licenciadores de atividades de mineração nos EUA e Canadá. Detalhes sobre a metodologia de determinação do BAB são discutidos em Sobeck *et al.* (1978), Environment Australia (1997), Miller e Jeffery (1995), MEND/CANMET (1991).

Tabela 11: Alguns critérios para classificação de resíduos como não geradores de ácido no EUA e Canadá

Local	PN:PA
British Columbia (Canada)	3
California (EUA)	3
Idaho (EUA)	2
Montana (EUA)	3
Nevada (EUA)	1,2

Embora não leve em conta as reações de neutralização de cinética lenta tais como a dissolução dos argilominerais e aluminossilicatos eventualmente presentes nos resíduos, o BAB é simples e de execução rápida e é recomendável que seja extensivamente usado em projetos onde a drenagem ácida apresenta-se como um aspecto relevante.

Os ensaios cinéticos demandam usualmente mais tempo de execução e são utilizados em complemento ao BAB. Podem ser realizados em reatores com o formato de colunas nas quais o resíduo é carregado e submetido a ciclos de molhamento e secagem, uma vez que estes deverão ocorrer nas condições de campo às quais o resíduo estará submetido. A avaliação sobre o potencial de geração de ácido do resíduo é realizada a partir da análise dos efluentes aquosos resultantes do ensaio. Detalhes sobre a metodologia de ensaios cinéticos podem ser encontrados em Borma (1998), Elberling *et al.* (1994), Bennett *et al.* (1993), Nicholson *et al.* (1988; 1990 e 1994) e Yanful *et al.* (1993).

Considerando que a água, o oxigênio e os sulfetos são os principais reagentes que devem estar simultaneamente em contato para a geração de drenagens ácidas de mina a partir de resíduos, uma estratégia eficiente para minimização da geração consiste em limitar este contato. Os métodos usuais empregados para este fim são:

- cobertura das áreas de disposição de resíduos com uma lâmina d'água através do alagamento das áreas de disposição. O método é conhecido como cobertura úmida (“wet cover”) ou disposição subaquática;
- cobertura dos resíduos reduzindo a penetração do oxigênio e da água em seu interior através do uso de materiais sólidos. O método é conhecido como cobertura seca (“dry cover”), cobertura de solo ou disposição subaérea.

A estratégia de uso de coberturas úmidas para a minimização da geração de DAM consiste na inundação controlada de áreas de disposição de resíduos ou na elevação do nível d'água dentro delas.

Uma vez que o coeficiente de difusão do oxigênio na água é cerca de 4 ordens de grandeza menor que seu coeficiente de difusão no ar, a disposição subaquática de materiais geradores de acidez pode evitar a oxidação por meio do bloqueio da entrada de oxigênio no sistema.

Para o emprego deste tipo de disposição são fundamentais os estudos sobre a geoquímica dos resíduos, atividade biológica e o transporte dos contaminantes (MEND/CANMET, 1994). O uso de coberturas úmidas é atraente, sobretudo em locais onde o nível do lençol freático pode ser restabelecido ou elevado de forma a submergir os rejeitos geradores de acidez.

A utilização de lagos naturais para disposição subaquática não é recomendável, uma vez que além de acarretar assoreamento, pode aumentar a acidez das águas de cobertura comprometendo o ecossistema lacustre. O aumento de acidez ocorre como consequência das reações de oxidação dos resíduos de disposição recente sob água. Estas reações podem continuar ocorrendo por um algum tempo, antes que finalmente cessem por deficiência de oxigênio.

O uso de cavas e antigas bacias de rejeito reduz o investimento necessário para a disposição subaquática segura dos resíduos, uma vez que podem ser aproveitadas as estruturas de contenção construídas anteriormente para retenção de sólidos e água. Considerando que receberão nova destinação, tais estruturas necessitam de avaliação prévia quanto à capacidade de reter água e contaminantes a curto e longo prazos. Quando a disposição subaquática exige a construção ou alteamento de barragens, por outro lado, pode tornar se economicamente inviável.

As coberturas secas, ou coberturas de solo, são uma alternativa quando os aspectos climáticos, topográficos, hidrológicos, ambientais ou econômicos não indicam a inundação da área de disposição de resíduos como solução para mitigação da geração de drenagens ácidas.

Coberturas secas têm sido aplicadas em larga escala na América do Norte e Austrália. Estes tipos de coberturas podem ser classificados quanto à sua finalidade, em:

a) Coberturas para controle da infiltração de oxigênio

Para que uma cobertura de solo seja eficiente na redução do fluxo de oxigênio, ela deve ser mantida saturada ou próxima à saturação com água ($S > 90\%$). Isso ocorre pelo fato de que a difusão do oxigênio na água é significativamente menor que no ar. A condição de saturação implica que os vazios do solo estão unicamente preenchidos com água, retardando a difusão do oxigênio. As características ideais para esse tipo de cobertura são:

- baixa permeabilidade e boa capacidade de retenção de água – solos de granulometria fina são os mais indicados para esse fim;
- escoamento superficial pequeno e lento – a ausência de declive aumenta a infiltração e diminui o escoamento superficial;
- minimização da transpiração – ausência de vegetação.

b) Coberturas para minimização do fluxo de água

O principal objetivo dessa cobertura é limitar a infiltração, reduzindo assim o volume percolado que atravessa a zona oxidada do interior da pilha de resíduo podendo alcançar as águas subterrâneas. Projetada com este objetivo, a cobertura deve otimizar a evapotranspiração, o escoamento superficial e a capacidade de armazenamento de água. As características ideais desse tipo de cobertura são:

- baixa permeabilidade à água ($K = 10^{-4}$ a 10^{-6} cm/s);
- elevada capacidade de armazenamento de água: obtida com o uso de solo com grau de saturação residual elevado (solos siltsos são melhores que solos argilosos ou compactados);
- uso de camadas espessas (1 metro no mínimo);
- escoamento máximo – construção de declive;
- transpiração elevada.

Esse tipo de cobertura é muito similar àquelas utilizadas em aterros de resíduos sólidos urbanos. Ela pode consistir de uma camada de argila compactada, coberta com material granular e uma camada para suporte da vegetação. Uma camada arenosa sob a camada de argila pode ser usada como uma barreira capilar ou filtro. Alternativamente à camada de argila compactada pode ser utilizada uma geomembrana ou “liner” geossintético.

O uso de coberturas para controle do fluxo de água seria mais adequado em depósitos de resíduos de disposição antiga e já extensivamente oxidados, onde usualmente é encontrada

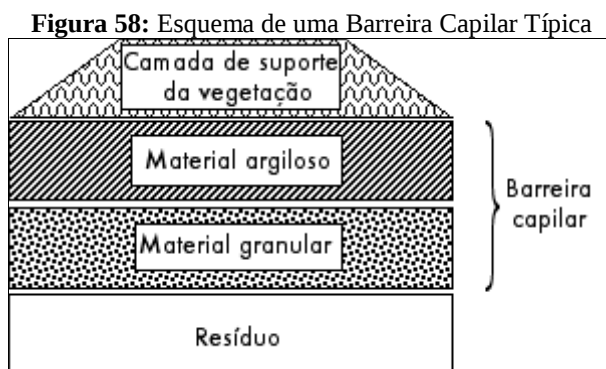
grande quantidade dos produtos de reações de oxidação e ácidos. Neste caso, o objetivo é diminuir ou interromper o transporte do material solúvel já oxidado.

Uma barreira para minimização do fluxo de oxigênio, por sua vez, seria mais adequada para aplicação em depósitos de resíduos de disposição recente, pouco oxidados, e em áreas de reduzida precipitação de chuvas, onde o controle da disponibilidade de oxigênio para reação de oxidação seria mais importante na redução da geração de drenagem ácida do que a redução do fluxo de água através do resíduo.

c) Coberturas para minimização do fluxo de oxigênio e água

Quando não se conhece em detalhe as características de geração de drenagem ácida do depósito ou quando tais depósitos contêm, sabidamente, material de disposição recente e antiga, é indicado o uso de uma cobertura que tenha por objetivo reduzir simultaneamente o acesso da água e do oxigênio ao resíduo.

Sistemas de cobertura com estas características, projetados para uso em regiões úmidas com elevados índices pluviométricos consistem, tipicamente, de uma camada de material argiloso compactado coberta por uma camada adicional, projetada para prevenir a erosão e oferecer suporte à vegetação. Estes sistemas usualmente incorporam, abaixo da camada argilosa, uma camada de material permeável, em geral arenoso, formando uma barreira capilar que auxilia na retenção de água no interior da camada argilosa, reduzindo as perdas por evaporação (figura 58). A manutenção do grau de saturação da camada argilosa garante a eficiência desse sistema de cobertura como barreira à difusão do oxigênio (Yanful, 1993; Yanful *et al.*, 1993 e Nicholson *et al.*, 1989).



Fonte: Yanful (1993)

Segundo Schackelford e Nelson (1996), o efeito de barreira capilar resulta da ocorrência de fluxo não saturado através de uma camada de solo de granulometria fina sobrejacente a uma camada de solo de granulometria mais grosseira (p.e argila sobre areia,

areia sobre pedregulho etc.). O funcionamento de uma barreira capilar baseia-se nas propriedades hidráulicas de meios porosos não saturados e na capacidade de armazenamento de água do material utilizado na cobertura (Fredlund e Rahardjo, 1993).

Conforme discutido anteriormente, as condições climáticas predominantes na região onde se localiza a área de disposição devem ser levadas em conta para efeito do projeto das estruturas de retenção de contaminantes. Este cuidado deve ser estendido também aos projetos da cobertura úmida ou seca. É importante ter em mente que um projeto de cobertura desenvolvido para uma determinada área não pode ser transposto com sucesso para outro local de condições climáticas diferentes.

O uso de coberturas (úmidas ou secas), embora reduza substancialmente o volume de DAM gerado e conseqüentemente, os custos de sistemas de tratamento de efluentes, não elimina por completo a necessidade destes sistemas. Na prática, uma solução integrada de prevenção e controle da geração de DAM envolve, em geral, o uso de coberturas, sistemas de drenagem (canais, diques, poços etc.) e uma unidade de tratamento de efluentes.

Por outro lado, há casos em que os problemas causados pela DAM podem ser resolvidos satisfatoriamente com soluções simples, sem a aplicação de coberturas e envolvendo apenas a coleta e tratamento dos efluentes ácidos. É recomendável que, ao se escolher uma estratégia para mitigação da DAM, sejam comparados os custos e eficiência das alternativas envolvendo soluções com e sem o uso de coberturas.

As alternativas mais comuns para o tratamento dos efluentes ácidos característicos de uma DAM envolvem a neutralização da acidez e conseqüente precipitação e imobilização das espécies dissolvidas.

Nestes sistemas, os agentes neutralizantes mais largamente utilizados são o calcário (CaCO_3), a cal virgem (CaO) ou a hidratada (Ca(OH)_2) e a soda cáustica (hidróxido de sódio - NaOH) às vezes de forma combinada. A principal desvantagem do método reside no fato de que a lama resultante da precipitação tem alto teor de metais e, em caso de redissolução, os metais anteriormente imobilizados podem ser transportados contaminando o meio ambiente. Reações bioquímicas naturais conduzidas de forma controlada são também empregadas como uma das etapas do tratamento da DAM (Patiño, 2001; Kalin e Chaves, 2001; Kilty *et al.*, 2001).

Os sistemas de tratamento com o emprego de agentes neutralizantes ou por meio de reações bioquímicas naturais podem ser classificados em *ativos* e *passivos*.

Denominam-se sistemas *ativos* àqueles que fazem uso de energia mecânica para promover a mistura dos agentes neutralizantes com os efluentes da DAM. Nesta categoria

encontram - se, por exemplo, as estações de tratamento de efluentes dotadas de tanques agitados.

Nos sistemas *passivos*, por outro lado, o tratamento é promovido por meio da passagem dos efluentes líquidos através de dispositivos estacionários (áreas inundadas, poços, canais, drenos) onde são colocados os agentes neutralizantes (sistemas passivos abióticos) ou onde é realizado o tratamento bioquímico (sistemas passivos bióticos).

Os tratamentos passivos bióticos podem ser realizados em áreas inundadas classificadas em *aeróbias* ou *anaeróbias*.

- Áreas inundadas aeróbias – são caracterizadas por grandes superfícies e pequena lâmina d'água onde atuam predominantemente bactérias aeróbias. A pequena profundidade favorece a oxidação e os metais são precipitados na forma de hidróxidos. São recomendadas quando o pH do efluente a ser tratado é fracamente ácido;
- Áreas inundadas anaeróbias – são caracterizadas por grandes superfícies com substrato orgânico recoberto com uma lâmina d'água de espessura superior à das áreas aeróbias. O substrato redutor favorece os processos químicos e microbiológicos que geram alcalinidade e elevam o pH, ao mesmo tempo em que consomem oxigênio e reduzem a quantidade de sulfato. A presença de vegetação auxilia a estabilização do substrato e fornece matéria orgânica adicional, favorecendo as reações de neutralização.

Alternativamente, tratamentos passivos bióticos podem também ser realizados por meio de dispositivos estacionários (leitos de areia ou diques de bacias de decantação) inoculados com bactérias através dos quais é percolado o efluente. As reações bioquímicas que se desenvolvem no interior destes dispositivos promovem a precipitação e imobilização das espécies solúveis (Diels *et al.*, 2001).

Como estratégia complementar ao uso de coberturas e ao tratamento de efluentes para a mitigação da geração e dos efeitos da DAM, é também empregada o *desvio de águas*. Sob esta denominação podem ser reunidas as estratégias adotadas com o propósito de evitar o contato das águas com o resíduo, desviando-as e minimizando a geração de ácido.

Algumas das alternativas comumente adotadas para o *desvio de águas* são:

- Perfuração e instalação de poços de bombeamento nos rejeitos/estéreis;
- Execução de drenos verticais e horizontais com materiais permeáveis para captação da água ácida e posterior tratamento;
- Instalação de drenos de fundo e laterais para escoamento da água para fora do material gerador – associado a um sistema de coleta e tratamento
- Canais e diques periféricos

- Canais e diques de coleta
- Bacias de captação

Medidas mitigadoras/corretivas/preventivas a serem implantadas durante as diferentes fases do empreendimento, em decorrência dos impactos identificados. Dando ênfase nas seguintes medidas:

- Medidas e/ou dispositivos para garantir proteção à qualidade das águas;
- Medidas de controle da erosão e estabilização do solo;
- Medidas ou procedimentos a serem adotados para recuperação das áreas degradadas: acessos, pátios de manobra e estocagem, área de beneficiamento, etc.
- Medida de redução das interferências e transtornos à população, especialmente no que se refere às emissões atmosféricas, aos ruídos e ao tráfego;
- Medidas para controle dos resíduos gerados por todas as atividades executadas na área do empreendimento;
- Medidas e/ou dispositivos para prevenção de acidentes;
- Medidas para evitar acesso de animais às áreas de beneficiamento, etc. e pessoas não autorizadas;
- Medidas para garantir a saúde e segurança dos trabalhadores.

3.8 ANÁLISE DE RISCOS

RISCO DE ACIDENTE DE TRABALHO				
DESCRIÇÃO DO RISCO		MEDIDAS PROPOSTAS		FASE DO EMPREENDIMENTO
LAVRA	BENEFICIAMENTO	LAVRA	BENEFICIAMENTO	
Possíveis acidentes de trabalho Na execução de ações pertinentes ao trabalho, os riscos de acidentes são iminentes. Leva-se em conta que, mesmo orientados, os operários nem sempre conseguem manter a atenção constante no desempenho de suas funções.		Ações fundamentais Implantar, orientar, exigir e supervisionar a aplicação das normas de segurança em todas as fases do empreendimento.		Implantação, operação e desativação.

3.9 PROGRAMAS DE MITIGAÇÃO/COMPENSAÇÃO E PROGRAMAS DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DE IMPACTOS

A educação ambiental deve ser incentivada através de projetos que também eduquem inspetores de minas e ambientais, para que esses, em contato mais frequente com garimpeiros, possam apresentar soluções práticas adequadas à realidade do garimpo. Para mudar o atual modelo de exploração de ouro, é necessário a introdução de conceitos de desenvolvimento sustentável, vendo o garimpo como uma oportunidade de colonização e diversificação econômica, não como uma atividade oportunista, repleta de vícios e consequências desastrosas.

Medidas Mitigadoras/Compensatórias consubstanciadas em Programas específicos e também os Programas de Monitoramento, estes últimos com a finalidade de permitir o acompanhamento da evolução dos impactos ambientais do empreendimento, avaliando se as medidas mitigadoras são eficazes e desencadeando processos objetivando a sua adequação, quando necessário.

PLANO DE EMERGÊNCIA

Estabelecer sistemática para atendimento a Emergências Ambientais que possam vir a ocorrer durante a execução dos serviços de Montagem e operação do Projeto de construção para beneficiamento do rejeito e aproveitamento mineral do Empreendimento da Brandão & Simas Mineração.

A conscientização ambiental da força de trabalho é baseada na difusão de boas práticas ordenadas em temas específicos de influência global, porém com ênfase nos aspectos ambientais relativos às atividades de apoio à gestão, principalmente quanto à redução da geração de resíduos e efluentes, bem como a redução do consumo de recursos naturais.

Para difusão destas boas práticas são utilizadas as seguintes mídias: palestras, Diálogos de Segurança, *briefings*, distribuição de materiais informativos, *banners*, quadro de avisos, vídeos etc., estimulando assim, o aumento do nível de aproveitamento/reciclagem/tratamento dos resíduos sólidos gerados nas atividades da mineração.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Cuidados específicos na armazenagem de produtos perigosos, adequações nas instalações, dentre outras medidas, deverão ser providenciadas a fim de prevenir emergências ambientais, conforme descrito no procedimento para armazenamento de produtos perigosos.

Como medida de controle no armazenamento de produtos químicos no Canteiro Central e nas frentes de serviços, é feito o Inventário de Produtos Químicos mensalmente com

o quantitativo de produtos químicos armazenados. O Profissional de Meio Ambiente está constantemente inspecionando a obra e verificando o cumprimento das normas de meio ambiente, legislação, procedimentos e diretriz contratual.

AÇÕES EM CASO DE SITUAÇÃO ANORMAL DE OPERAÇÃO

Determinados eventos não planejados não são cobertos pelo procedimento específico.

Para caracterizar e tratar esses eventos o empreendimento Brandão & Simas Mineração os denomina “Situação Anormal de Operação”. Uma vez identificada uma situação anormal de operação (p.ex.: vazamento de óleo em uma máquina) que não comprometa a segurança e cujo impacto ambiental possa ser controlado, o Profissional de Meio Ambiente deverá tomar as ações mitigadoras necessárias de imediato.

- Derrame/vazamento de produtos químicos ou óleo (10l-500 l)
 - Os colaboradores da frente de serviço envolvidos deverão conter o derrame com bandejas ou barreiras físicas, no caso do produto líquido, e promover a absorção do material (com absorvente específico para cada produto químico). Quando ocorrer o derrame de produto sólido, este deverá ser recolhido pelos colaboradores envolvidos e acondicionados em um tambor devidamente identificado;
 - O encarregado do empreendimento deverá acionar o Profissional de Meio Ambiente para comunicar o evento;
 - Deve ser providenciada a limpeza do local;
 - O encarregado deverá avaliar se as ações tomadas foram eficazes;
 - O evento deverá ser comunicado imediatamente a Fiscalização;
 - A Coordenação deverá investigar e emitir relatório.
- Derrame / vazamento de grande porte de produto químico (acima 500 l)
 - Qualquer colaborador poderá acionar os responsáveis do Empreendimento para comunicar o evento;
 - Os responsáveis pelo Empreendimento poderão pedir reforço dos bombeiros para o isolamento da área;
 - Para conter o vazamento fazer uso do kit de mitigação, isolando a área com barreiras de contenção;
 - Deverá ser avaliado o risco de incêndio/explosão em função das características físico-químicas do produto vazado e verificar se há a possibilidade de sanar o vazamento;
 - Se for necessário, a área deverá ser evacuada;

- Remover o produto com uma pá limpa, colocando em recipiente seco com tampa e remover do local do incidente, levando a Central de Armazenamento Temporário de Resíduos;
 - O evento deverá ser investigado e após emitir relatório para esclarecimento.
- Extravasamento de efluentes sanitários
- Qualquer colaborador poderá acionar os responsáveis do Empreendimento para comunicar o evento;
 - Os colaboradores envolvidos devem promover contenção do efluente;
 - Deverá ser providenciada a sucção do efluente para posterior tratamento;
 - Deverá ser efetuada a remoção da camada de solo atingido pelo vazamento e descartado em tambor de sólidos contaminados;
 - O Profissional de Meio Ambiente deverá avaliar se as ações tomadas foram eficazes.
- Evento não planejado durante transporte externo (resíduo líquido e sólido)
- O motorista da transportadora deverá comunicar a empresa transportadora e está deverá avisar aos responsáveis do Empreendimento;
 - O motorista deverá colocar em prática o Plano de Atendimento a Emergência da transportadora;
 - A Coordenação deverá se dirigir ao local do evento e garantir que todas as ações mitigadoras sejam tomadas;
 - Deverá ser emitido relatório e enviado a fiscalização.
- Resgate a Fauna
- Esta situação se aplica para casos de abelhas, marimbondos, animais contaminados com óleo, animais presos nas canaletas e tubovias entre outras situações em que estejam envolvidos qualquer tipo de animal, inseto entre outros com as atividades do Empreendimento. Neste caso, deverá ser acionado o órgão ambiental para a remoção ou resgate do animal.
- Combate a incêndio
- Em toda área do Empreendimento devem ser instalados extintores portáteis de incêndio, adequados à classe de risco, cuja inspeção deve ser realizada por pessoal treinado. Os equipamentos de combate a incêndios devem estar permanentemente identificados e dispostos em locais apropriados e visíveis. Os equipamentos do sistema de combate a incêndio devem ser inspecionados periodicamente. Todos os trabalhadores devem estar

instruídos sobre prevenção e combate a princípios de incêndios, através do uso de extintores portáteis, e sobre noções de primeiros socorros.

Havendo a constatação de incêndio, toda a área de risco deve ser interditada e as pessoas não diretamente envolvidas no seu combate devem ser evacuadas para áreas seguras. Caso não seja possível combater o fogo ou dominá-lo, o responsável deve dar o alarme através de algum meio disponível aos responsáveis pela administração do prédio, a segurança e/ou telefone para o Corpo de Bombeiros através do telefone 193.

RECURSOS

Os Kits de Emergência Ambiental deverão estar presentes em todas as frentes de serviços que houver necessidade, em local de fácil acesso e deverão estar identificados.

Para sucção de efluentes líquidos, em caso de extravasamento, deverá ser acionado o caminhão-vácuo da empresa contratada para este fim, através de rádio ou telefone. Os resíduos provenientes de emergências deverão ser armazenados em tambores ou caçambas. Os tambores deverão estar disponíveis no Canteiro Central, e as caçambas serão solicitadas para a empresa contratada através de telefone.

Próximo às máquinas e/ou equipamentos com motores movidos e/ou lubrificados a derivados de petróleo deverá ter um kit de mitigação para atendimento a possíveis vazamentos/derramamentos.

TREINAMENTOS E SIMULADOS

O Treinamento deverá ser ministrado pelo SEMA (Serviço Especializado de Meio Ambiente). Serão realizados mensalmente simulados de emergência ambiental. As simulações deverão ser realizadas com os objetivos principais de:

- Testar a eficácia das ações emergenciais;
- Testar os recursos emergenciais;
- Identificar as possíveis falhas e corrigi-las;
- Identificar as oportunidades de melhoria das ações definidas no Plano de Emergência Ambiental. Após cada simulação deverá ser elaborado um relatório, contendo a análise crítica do evento. Deverá ser avaliada a necessidade de revisão do Plano, após a ocorrência de emergência ambiental, sendo este simulado ou real.

Medidas de Conscientização no âmbito do Empreendimento

O Empreendimento, através de seu Programa de Conscientização Ambiental, busca estimular:

- O desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente e suas múltiplas e complexas relações;
- O estímulo e fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;
- O incentivo à participação comunitária, ativa, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
- Para difusão destas boas práticas poderão ser utilizadas as seguintes mídias: palestras, diálogos de segurança, *briefings*, distribuição de materiais informativos, Intranet, correio eletrônico, *banners*, quadro de avisos, vídeos etc.

A conscientização ambiental da força de trabalho é baseada na difusão de boas práticas ordenadas em temas específicos de influência global, porém com ênfase nos aspectos ambientais relativos às atividades de apoio à gestão, principalmente quanto à redução da geração de resíduos e efluentes, bem como a redução do consumo de recursos naturais.

ESTRATÉGIAS DE DESATIVAÇÃO

ANÁLISE DA SITUAÇÃO PÓS LAVRA

Após encerrados os trabalhos de lavra serão avaliadas as condições da área. Nesse sentido, deverão ser analisadas mudanças na cobertura vegetal (reco da flora), afastamento da fauna na região, alteração na topografia, formação de taludes acima de uma altura estável e alteração ou assoreamento das drenagens naturais, possíveis pontos de poluição pelos equipamentos utilizados na fase de extração e beneficiamento considerando o impacto local.

Sendo assim, propõe-se:

- Caracterização da área com problemas potenciais e verificação no entorno minerado detectando potenciais fontes externas de poluição;
- Caracterização objetiva dos tipos, quantidades de resíduos e contaminações presentes. Inventariar instalações, equipamentos e resíduos. Investigar solos e águas e estabelecer quantitativos dos custos de recuperação ambiental;

- Desmontar sistemas elétricos e hidráulicos; instalar sistemas mecânicos; remover resíduos sólidos, desmontar ou demolir edificações, preencher escavações, aterrar, nivelar, terraplanar e triar resíduos;
- Fazer consulta pública abordando os impactos negativos às comunidades circunvizinhas;
- Executar, acompanhar e fiscalizar: manter estrito controle das atividades durante as fases de desmontagem e recuperação ambiental;
- Fazer ensaios comprobatórios: análises de água e solos para a comprovação de descontaminação com manutenção e adequado monitoramento;
- Emitir relatório final e documentação: apresentação dos trabalhos executados e histórico do uso da área.

3.10 PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – PRAD

As medidas de recuperação visam corrigir os impactos ambientais negativos verificados anteriormente. Sendo assim, essas soluções respaldam-se em observações de campo e conhecimento técnico envolvendo aspectos do meio físico, biótico e socioeconômico. As principais áreas do empreendimento da Brandão & Simas onde as medidas de recuperação podem ser aplicadas são:

- Áreas lavradas: serão empregados, retaludamento, revegetação (com espécies arbóreas nas bermas e herbáceas nos taludes) e instalação de sistema de drenagem (com canaletas de pé de talude, além de murundus – morotorres manualmente). A camada de solo superficial pode ser retirada, estocada e reutilizada para superfícies lavradas ou de depósitos de estéreis e ou rejeitos. A camada do solo de alteração pode ser retirada, estocada e reutilizada na construção de diques ou leiras de isolamento e barragens de terra, remodelamento de superfícies topográficas e paisagens, contenção ou retenção de blocos rochosos instáveis, redimensionamento de cargas de detonação em rochas.
- Áreas de disposição de resíduos sólidos: revegetação dos taludes com herbáceas e depósitos de estéreis ou rejeitos, redimensionamento do rejeito com a compactação e sistemas de drenagem no topo; instalação, à jusante de drenagem da área de caixas de sedimentação e novas bacias de decantação; tratamento de efluentes (líquidos ou sólidos em suspensão) das bacias de decantação de rejeito; tratamento de águas residuais (rejeitos ou estéreis); tratamento de águas subterrâneas no caso de contaminação.

- Área de infraestrutura e circunvizinha: captação e desvio de áreas pluviais; captação e reutilização de águas utilizadas no processo de captação com sistemas adicionais de proteção dos cursos de água por meio de caneletas, valetas ou leiras de isolamento; coleta (filtros e caixas de britas) e tratamento de resíduos (esgotos, óleos e graxas); drenagem de sedimentos em depósitos de assoreamento; implantação de barreiras vegetais, execução de reparos em áreas circunvizinhas afetadas pelas atividades do empreendimento.

SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO

- Geração de Efluentes de Origem Operacional

Quanto ao processo de amalgamação, as substâncias contidas no rejeito original serão convertidas na etapa de adsorção e na etapa seguinte, a de dessorção, as mesmas são depositadas no fundo da cuba eletrolítica, onde no final deste processo são retiradas da cuba, lavadas e colocadas à disposição para a sua destinação adequada, fazendo com que as substâncias existentes na área deixe de existir e proporcionando assim a recuperação das áreas contaminadas e outros metais. Ainda assim, será utilizado o método Espessamentos através da decantação com a finalidade de reutilizar a água de volta no processo. Neste método, ocorre à separação sólido-líquido pela ação da gravidade, assim o efluente pode ser tratado e volta ao processo, no processo de instalação já foi construído o tanque de sedimento

- Estabilização dos Depósitos de Rejeitos e Estéril

Com o término do beneficiamento, a bacia de decantação será recomposta topograficamente. Como parte deste processo, haverá a disposição da camada húmica a qual receberá a cobertura vegetal adequada às características da flora regional. Da mesma forma, haverá a recuperação das áreas de bota-fora que serão terraplanadas e revegetadas para adquirirem suas feições originais.

- Regularização Topográfica

Será realizada a regularização topográfica das cavas e bacias de contenção e rejeito que forem formadas durante a atividade. Para se desenvolver o preenchimento destas bacias serão utilizados materiais estéreis e/ou cominuídos que forem gerados na atividade.

A bacia que permanecer aberta deverá sofrer em seu entorno e nas rampas de acesso, um direcionamento do fluxo das águas superficiais, para se evitar o desenvolvimento de processos erosivos e o carregamento de materiais particulados para o interior das mesmas.

- Correção de irregularidade do terreno:

Com o auxílio dos tratores de esteiras, as áreas com grandes irregularidades das áreas lavradas deverão ser suavizadas. Ao final das atividades se forem observados taludes com grandes inclinações ou alturas, haverá deslocamento de material com a utilização de tratores para a diminuição das inclinações.

- Controle de Óleos e Graxas

O empreendimento contará com uma pequena estrutura com uma oficina para conserto e manutenção de máquinas, veículos e equipamentos onde são realizadas atividades mecânicas e elétricas. Os resíduos gerados, principalmente óleos e graxas, serão armazenados em tanques apropriados para, quando da obtenção do volume adequado, serem encaminhados a empresas especializadas em tratamento destes resíduos na cidade mais próxima. Da mesma forma, os resíduos sólidos – fios e sucatas – estão dispostos em local apropriado para posterior comercialização.

- Controle de Poluição das Águas

Será feito o controle de erosão (compactação, drenagem, replantio), assim como infiltrações recuperando as áreas de beneficiamento. Considerando que a água será recirculada dentro do sistema de beneficiamento proposto, ainda assim os efluentes serão neutralizados, e filtrados com a utilização de diques de contenção.

- Correção das drenagens naturais:

A drenagem da região pode sofrer algumas modificações de curso ou até mesmo assoreamento, portanto a regularização dos terrenos deve restaurar as drenagens locais.

REVEGETAÇÃO E MANEJO ECOLÓGICO DO SOLO

Além da área objeto da lavra e do beneficiamento, outras serão impactadas tais como: o entorno da planta, as áreas de bota-fora, antiga bacia de contenção de rejeitos, locais de estoque de minério e da infraestrutura básica de apoio que futuramente, ao final da vida útil do empreendimento também serão reconstituídas topograficamente e revegetadas.

No local podem-se verificar remanescentes de vegetação natural que apresentem condições favoráveis ao fornecimento de propágulos para as áreas de seu entorno, e poderão servir, no futuro, como fonte dispersora.

Nesse caso, em se contando com fontes dispersoras, poderá se adotar o sistema de regeneração natural, devendo para tanto, proceder ao completo isolamento da área, através da construção de cercas, e sua remoção só poderá ser realizada, quando o local em processo de revegetação atinja um grau de maturidade e composição florística, à feição dos próprios remanescentes naturais de seu entorno.

Este plano tem objetivado a rapidez da recomposição das áreas já exploradas e degradadas, utilizando-se de espécies nativas. A recuperação ocorrerá de maneira que as variedades utilizadas se transformem em elementos modificadores da paisagem degradada para uma homogeneidade florestal.

- Correção do Solo

Após a realização de análises a respeito das características físico-química do solo, através de coletas sistemáticas, será realizada a sua correção e a definição de incorporação de nutrientes necessários para que no local ocorra o desenvolvimento adequado das espécies escolhidas.

- Espalhamento do Solo vegetal

Após a estabilização das cavas, correção dos solos é realizado o espalhamento do solo vegetal sobre os taludes e aterros para facilitar a fixação da vegetação. O solo é levemente escarificado ou gradeado antes da colocação da terra vegetal para facilitar a ligação necessária. A espessura da terra vegetal utilizada depende do tipo de vegetação a ser fixado.

Em áreas onde se é cultivado gramíneas, o solo orgânico é distribuído em camadas mínimas de 10 a 15 cm, nos locais onde é realizado o plantio de árvores e arbustos, a espessura das camadas é superior a 30 cm. Vale ressaltar que a o plantio é intercalado entre gramíneas, árvores e arbustos.

Após o espalhamento da terra todos os torrões e pedras serão retirados, raízes e tocos serão mantidos, pois contêm parte da microfauna, a qual faz parte do conjunto a ser reabilitado. Além disso, será realizada uma cobertura morta composta por cascas desfibradas de árvores, folhas secas, cavacos de madeiras, serragem, palha ou outro material orgânico, os quais são utilizados como cama e adubo para as mudas que forem plantadas.

- Correção da Acidez

A acidez do solo inibe o estabelecimento da vegetação no processo de recuperação. Quase nenhuma espécie sobrevive em solo com pH inferior a 3,5 e poucas sobrevivem em solo de pH de 3,5 a 4,0.

Para se corrigir esta acidez é utilizado o calcário com frequência, em caso de se constatar acidez elevada nas áreas em recuperação, será realizada uma aplicação deste corretivo em quantidade média de 5,0 a 6,5 t/ha. O calcário dolomítico utilizado deverá ter um PRNT de 80%.

- Fertilizantes

A quantidade de fertilizantes utilizada depende da caracterização físico-química da composição final do solo das áreas que estão em fase de recuperação, estas áreas prontas para a recuperação se dá após o preenchimento e recomposição da área do projeto já minerada. Para a correção da fertilizado do solo e utilizado fósforo, a 120 Kg/ha (P205), e calcário, a 3,0 t/ha.

Quando a camada de solo orgânico estocado é suficiente para recobrir a área com 15 a 20 cm de espessura é utilizado à metade da dosagem de fósforo e calcário, incorporando-os ao material estéril.

Após a deposição e o espalhamento do solo orgânico, é aplicado o restante dos fertilizantes, incorporando-os ao solo. Somente 30 (trinta) dias após a realização desta operação é iniciado o plantio.

- Seleção das Espécies Vegetais

Para a primeira fase da revegetação solo das áreas já mineradas será utiliza das gramíneas e leguminosas. Estas espécies necessitam de limites de solo menos espesso, ajustando-se facilmente às atividades do local, além de no caso de as leguminosas serem fontes de fixação de nitrogênio no solo.

As gramíneas são excelentes recuperadoras da bioestrutura do solo, propiciando condições para o início da sucessão vegetal. Suas raízes produzem grande quantidade de matéria orgânica devido ao constante processo de expansão.

Este revestimento vegetal protege o solo da erosão quanto ao impacto e rolamento de águas pluviais. As gramíneas agirão de maneira a propiciar as primeiras condições para a recuperação da vida.

Experimentos demonstraram que a melhor alternativa para a região é a consorciação de espécies nas fases iniciais de revegetação. A metodologia aplicada neste plano foi:

Dando segmento ao processo de recuperação, espécies arbóreas serão utilizadas a fim de promover a quebra da monotonia da paisagem e futuramente fornecer abrigo e alimentação para a fauna local.

- Técnicas do Plantio

Para a implantação das gramíneas e leguminosas, a semeadura será realizada com a técnica da hidrossemeadura. Esta técnica se caracteriza pela preparação de uma emulsão composta por quantidades apropriadas de sementes, fertilizantes, matéria orgânica e elementos de fixação.

A emulsão é preparada em um tanque especial, dentro deste tanque existe um parafuso homogeneizador para garantir os valores corretos das dosagens. Esta polpa é jateada à grande distância, no qual se utiliza um conjunto de motor bomba. Em épocas de estiagem será utilizada a irrigação.

Para locais com declividade superior a 45 graus foram escolhidas gramíneas com sistema de raiz mais profundas, consorciadas com outras, com capacidade de alastramento, complementando-as com leguminosas.

Para as áreas caracterizadas com a presença de pedras, entulhos e outros são utilizadas espécies mais rústicas.

Para aterros com a superfície do solo em condições satisfatórias, camada superior em boas condições será utilizada espécies como: *PaspalumNotatum*, *TrifoliumRepens*, entre outros.

MONITORAMENTO

Visando controlar a manutenção dos objetivos traçados neste PRAD, deverão ser monitorados inícios de processos erosivos, estabilidade de inclinações e áreas revegetadas para evitar retrocesso no processo. Os fatores mais importantes a serem monitorados são os seguintes:

- Condições dos terrenos: monitorar processos erosivos nas áreas recuperadas ou revegetadas buscando corrigir essas situações no início do processo observado até que seja estabilizado o processo erosivo.
- Germinação das sementes: se ocorrerem falhas na germinação, providenciar ressemeadura da área dentro do menor período possível.
- Cobertura: nos pontos onde houver falha de cobertura, identificar a causa e refazer a semeadura.
- Estado nutricional da vegetação: detectar qualquer carência nutricional junto às espécies selecionadas e corrigir o problema com adubação adequada se necessário.
- Controle de pragas e doenças: o controle evitará o prejuízo para toda área.

CONTROLE DA ÁREA

Um dos problemas previstos com a execução das atividades da Brandão & Simas é a poluição visual e a descompactação do solo, ainda que o fluxo da atividade seja pequeno, está proposto o maior controle na entrada da mina a fim de evitar movimentações incidentais e contaminação do solo. Cabe ressaltar que a falta de controle sobre essa disposição pode

acarretar problemas para a comunidade local, assim como para o empreendimento em questão.

Ainda com relação ao controle da área, propõe-se um sistema de sinalização das áreas já recuperadas e em fase de recuperação. Também deverão ser melhor sinalizadas as áreas de extração e vias de acesso. Essas últimas medidas objetivam maior segurança nas áreas supracitadas, ainda assim a Brandão & Simas poderá optar por cursos de educação ambiental para seus funcionários, com o objetivo de conscientizá-los para os problemas ambientais a serem causados pela atividade.

AVALIAÇÃO DE CUSTOS DO PRAD

PLANO ECONÔMICO FINANCEIRO		
ITEM	PRAD:	CUSTO
1	Revegetação e manejo ecológico do solo	R\$ 350,00 por hectare.
2	Correção do Solo	R\$ 130,00 por hectare.
3	Espalhamento do Solo vegetal	R\$ 250,00 por hectare.
4	Correção da Acidez	R\$ 350,00 por hectare.
5	Fertilizantes	R\$ 340,00 por hectare.
6	Seleção das Espécies Vegetais	R\$ 150,00 por hectare.
7	Manutenção	R\$ 850,00 por hectare/ano.
		Total
		R\$ 2.420,00 por hectare.
Responsável: Larissa Emanuelle Rios da Silva, CREA BA 92120		

Serão descritos no Relatório de Detalhamento de Programas Ambientais (RDPA), programas de mitigação, compensação e sensibilização ambiental a fim de mobilizar e orientar todo o pessoal envolvido.

3.10.1 RELATÓRIO DE DETALHAMENTO DE PROGRAMAS AMBIENTAIS-RDPA

Admite-se que o pessoal envolvido na operação da Brandão & Simas não dispõe de conhecimentos técnicos necessários à conservação e proteção ambientais. Por este motivo, a adoção de medidas de monitoramento e controle ambiental na implantação deve ser acompanhada por um processo de aproximação e esclarecimento. Desta forma, a sensibilização dessas pessoas para que reconheçam a importância de determinadas ações de

proteção socioambiental favorecerá a redução de interferências nos processos naturais e na prevenção dos impactos, levando também a correta aplicação das medidas ambientais preconizadas. O programa de Sensibilização Ambiental desenvolve ações educativas que visem à efetividade do controle ambiental durante as atividades, a partir da capacitação de técnicos e trabalhadores para que, durante o período de operação do empreendimento, possam agir de forma ambientalmente correta e socialmente aceitável. O trabalho voltado aos funcionários da obra orienta quanto aos procedimentos corretos no exercício de suas funções, fazendo com que eles se tornem responsáveis pelas práticas conservacionistas em seu ambiente de trabalho, chegando ao seu lar e à sua família.

Objetivos

Mobiliza e orienta os trabalhadores envolvidos na construção do empreendimento, sobre as medidas de proteção ambiental, como, também, sobre condutas adequadas de relacionamento com a comunidade. Como objetivos específicos, destacam-se:

- Instrui trabalhadores a respeito dos procedimentos ambientalmente adequados às atividades, contribuindo para a preservação e minimização dos impactos ambientais decorrentes do empreendimento.
- Estabelece um canal de comunicação com os funcionários alocados às operações, difundindo novos hábitos e valores ambientalmente corretos, identificando possíveis problemas e dirimindo eventuais dúvidas.
- Apresenta as medidas a serem adotadas para minimizar as interferências do empreendimento com o meio ambiente;
- Esclarece os funcionários de modo a garantir um convívio saudável e socialmente adequado entre a população residente nas imediações do empreendimento e a mão de obra, direta ou indiretamente, envolvida na construção;
- Produz e edita material informativo, destinado aos funcionários, acerca da importância de se conservar e/ou recuperar o meio ambiente.

Metodologia

Os temas a serem abordados tratam da sensibilização para a preservação ambiental, fauna, flora, recursos hídricos, resíduos sólidos, educação para o trânsito, respeito à comunidade local, entre outras questões ambientais ligadas a região e ao empreendimento,

enfocando os impactos positivos e negativos identificados suas respectivas medidas de mitigação e controle.

Os trabalhos são desenvolvidos através de palestras educativas. A carga horária para as palestras é de 8 horas. A entrega de material educativo é semestral, ou quando ocorre algum evento de caráter ambiental no empreendimento. Os conteúdos trabalhados são:

- Localização e caracterização do empreendimento;
- Percepção ambiental;
- Uso de EPI e relações interpessoais;
- Questões ambientais da região, conforme estudo realizado na fase de licenciamento prévio; a caracterização ambiental (meios físicos, biótico e antrópico), os impactos ambientais e as medidas e programas propostos;
- Crimes ambientais e as penalidades previstas na Lei de Crimes Ambientais;
- Orientações para a correta destinação dos resíduos gerados na obra, de acordo com o previsto no Programa de Limpeza;
- Acondicionamento e Destino Final de Resíduos;
- Orientação aos trabalhadores da possível mitigação do impacto gerado pelo incremento da presença humana nas áreas diretamente afetadas pelo empreendimento, através de palestras abordando os seguintes tópicos: conservação da natureza, relevância da preservação da fauna, noções dos ambientes e fauna regional, animais peçonhentos, noções de primeiros socorros em caso de acidentes com animais peçonhentos, noções de primeiros socorros em caso de acidentes com animais peçonhentos e metodologia para captura e soltura de animais encontrados ao longo das obras;
- Desenvolver material educativo para distribuição aos operários da obra.

Descrição do programa

Os educadores são habilitados quanto aos procedimentos de política e gestão ambiental da empresa, quanto às condições de implantação do empreendimento, quanto ao meio físico em que estão envolvidos os funcionários durante a fase de obras e quanto aos diversos níveis hierárquicos e suas funções e atribuições, no que se refere à interação ao meio ambiente e de trabalho.

Com base no conhecimento adquirido acerca de todas as variantes, previamente mencionadas, que envolvem a instalação da LT, os educadores elaboraram sistema de abordagem e comunicação que contemplem os seguintes fatores:

- Conhecimento dos componentes do ambiente;
- Manutenção da qualidade do ar;
- Manutenção da qualidade dos corpos hídricos;
- Manejo e preservação de solos;
- A preservação de fauna e flora;
- Reciclagem;
- Manuseio e disposição de resíduos sólidos;
- Técnicas de manuseio e descarte de substâncias perigosas;
- Interação e convivência respeitosa e saudável com a comunidade envolvida;
- Proteção do patrimônio local;
- Práticas de higiene e prevenção de doenças;
- Práticas ilegais de pesca e caça e as penas previstas na lei de crimes ambientais (Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998).

Os educadores responsáveis adotaram técnicas de abordagem que incitam a participação no processo de aprendizagem, como: discussões em grupo, que desenvolvam a autoconfiança e a expressão oral e que ajudem a compreender as questões; debates e reflexões; atividades de expressão física e exploração do ambiente local.

Foi estabelecida uma carga horária previamente ao início das atividades e pertinente à disponibilidade dos funcionários, podendo ser agendadas no início e/ou no final do dia de trabalho, com reuniões programadas. Manter um registro de frequências com assinatura do funcionário, para termos técnicos e legais da licença ambiental.

Para reforçar o aprendizado e o impacto das informações nos funcionários, foi executado a realização de um material didático impresso. O material salienta os pontos mais importantes vistos em reuniões e possibilitar a memorização de conceitos e ideias, bem como reforçar continuamente os preceitos de proteção à natureza. Intencionalmente, o material pode ser alvo de discussões até mesmo dentro do lar destes funcionários.

Intervenientes e parceiros institucionais

A implantação do programa de Sensibilização Ambiental ficará a cargo da INOVARE CONSULTORIA AMBIENTAL E PROJETOS CNPJ 17.526.194/0001-66, sediada na Rua

Castro Alves, 1511, Edifício Meritum Center, Sala 1, CEP: 44001-184, TEL 75-3221-6863, demandando envolvimento dos funcionários com o programa.

Previsão de custos

A previsão de custo total para implantação e acompanhamento deste programa é de R\$ 10.000,00 (dez mil reais).

Cronograma

PROJETO BÁSICO AMBIENTAL – PBA														
PROGRAMA 1 - SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL														
ATIVIDADES	Início													
	Construção													Fim
	2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017
01 – Montar equipe														
03 – Definir meios de divulgação														
04 – Implantar o Programa														
06 – Elaborar relatórios de monitoramento														

3.10.2 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)

O conforto e desenvolvimento trazidos pela industrialização produziram também um aumento considerável no número de acidentes, ou ainda das anormalidades durante um processo devido à obsolescência de equipamentos, máquinas cada vez mais sofisticadas etc. Portanto, é de extrema importância a abordagem do ciclo de operações na mina, atuação da segurança do trabalho, higiene ocupacional e medicina do trabalho, assim como todos os tipos de acidentes que existem na NR 22 a qual se aplica dentro das mineradoras.

A NR 22 tem como objetivo julgar os conceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento da atividade mineira com a busca permanente da segurança e saúde dos trabalhadores.

Um dos maiores riscos de acidentes em uma mina ocorre por problemas com a eletricidade e para prestar socorro todos devem estar cientes de que o circuito esteja desligado antes de tocar na vítima para não ocorrer novos acidentes. Portanto o cuidado no manuseio da parte elétrica é essencial e deverá sempre ser feito por profissionais. A partir do momento que o departamento de SESMT (Segurança do Trabalho) estabelecer as normas de segurança interna, o mesmo deve levar em conta as seguintes condições ambientais de trabalho:

iluminação, agentes químicos, ruídos, umidade, ventilação, partículas e substâncias dispersas, radiações eletromagnéticas e ionizantes, vibrações e calor.

O empreendimento possui a responsabilidade de manter os funcionários treinados no que se refere à segurança, de acordo com os riscos que estão expostos. É necessário um orientador altamente motivado para transmitir aos trabalhadores que segurança é responsabilidade de todos. Surge também a necessidade de conscientizar tecnicamente os funcionários menos acostumados com os problemas de segurança.

De acordo com a NR 4, ficam definidas as seguintes obrigações:

- Verificar condições de trabalho;
- Inspecionar equipamentos, veículos e áreas de trabalho;
- Especificar EPI;
- Prestar acessória técnica às diversas áreas de trabalho;
- Assessorar na elaboração da análise preliminar de tarefa;
- Acompanhar a execução de obras e reformas;
- Treinar empregados/ contratados;
- Elaborar procedimento de segurança;
- Acompanhar visitas;
- Realizar auditorias nas áreas de trabalho;
- Elaborar relatórios gerenciais e estatísticos.
- Comunicação, Investigação e Análise de Acidente e Quase Acidente
- Tem como objetivo, analisar as causas que provocaram os acidentes e propor melhorias para a não repetição dessas causas, evitando a ocorrência de novos acidentes.
- Todo acidente ou quase acidente deve ser comunicado imediatamente ao supervisor/chefia imediata, gestor do contrato e segurança/medicina do trabalho.

Fatores como qualidade e utilização são essenciais para a seleção de um EPI. Para o quesito qualidade duas exigências devem ser atendidas, a primeira requer que o equipamento forneça proteção adequada contra o risco para o qual foi fabricado, a segunda requer durabilidade, considerando a agressividade das condições ambientais em que estará presente. No quesito utilização, o equipamento deve ser confortável e ajustável de acordo com a anatomia do usuário apresentando características de comodidade.

O treinamento para o uso dos EPI's é extremamente importante, pois equipamentos que exigem treinamentos específicos como é o caso dos aparelhos respiratórios, podem ocasionar acidentes fatais, devido ao mau uso, falta de manutenção e treinamento inadequado.

Os EPI's a serem utilizados são classificados em função da parte do corpo a que oferecem proteção:

- Proteção para a cabeça;
- Proteção facial e visual;
- Proteção para o tronco;
- Proteção respiratória;
- Proteção auricular;
- Proteção para os membros;
- Cinturões de segurança;
- Roupas especiais para: temperaturas externas, proteção para radiações, proteção para riscos noturnos;
- Cremes protetores.

PRINCIPAIS CAUSAS DE ACIDENTES DE TRABALHO EM UMA MINA

- Falta/falha de procedimento;
- Falta de treinamento;
- Treinamento ineficaz;
- Falha/falta de equipamento;
- Negligência do empregado;
- Negligência de terceiros;
- Falta de atenção ao executar a tarefa;
- Brincadeiras;
- Agente nocivo;
- Falha na comunicação;
- Falta de sinalização;
- Condição do ambiente;
- Não utilização de EPI;
- Falha de projeto;
- Não seguir procedimentos de segurança;
- Stress/Fadiga.

RISCOS FÍSICOS

Ruído, Temperaturas extremas, Vibração.

RISCOS QUÍMICOS

Poeira, Gases, Fumos metálicos, Névoas, Vapores.

RISCOS BIOLÓGICOS

Vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas e bacilos.

Consequências: Doenças infecciosas

RISCOS ERGONÔMICOS

Os riscos ergonômicos estão relacionados a fatores fisiológicos e psicológicos do exercício das atividades profissionais, tais como: trabalho pesado, postura incorreta, tensões emocionais, trabalhos repetitivos, monotonia.

Os efeitos podem ser: artrite, artrose, bursite, hérnia de disco, lombalgia, tenossinovite etc.

RISCOS DE ACIDENTES

Arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inadequadas ou defeituosas.

Exemplo de consequência: Quedas, choques, queimaduras e lesões em geral.

ANÁLISE PREVENCIÓNISTA DA TAREFA (APT)

Eliminar atos e condições inseguras nos locais de trabalho, levantando as causas e efeitos de cada risco, adotando medidas de prevenção ou correção. É realizada antes do início da execução da tarefa e utilizando formulário apropriado.

COMO ELABORAR A APT

- Fazer no local da atividade e mantê-la em local visível;
- Envolver toda equipe responsável pela execução da atividade, considerar a qualificação e habilitação do executante da tarefa;

- Incentivar a participação ativa de todos os empregados.

REFAZER A APT:

- Quando houver mudanças nas condições ambientais;
- Substituição/inclusão de executante;
- Substituição de equipe.

A APR (Análise Preliminar de Risco) identifica perigos e analisa riscos com o objetivo de identificar eventos perigosos, causas e consequências e estabelecer medidas de controle. É utilizada como primeira abordagem do objeto de estudo, e suficiente para estabelecer medidas de controle de riscos. Procedimento, área, atividade, sistema ou projeto, pode ser o objeto da APR. Seu foco são todos os perigos sendo evento perigoso ou indesejável.

Assim podemos descrever os seguintes métodos para a APR:

- Proteção contra poeira mineral

Em toda mina deve estar disponível água (pipa e sistema de aspersão) em condições de uso, com o propósito de controle da geração de poeiras, onde rocha ou minério estiver sendo perfurado, cortado, detonado, carregado, descarregado ou transportado.

As superfícies de máquinas, instalações e pisos dos locais de trânsito de pessoas e equipamentos, devem ser periodicamente umidificados ou limpos, de forma a impedir a dispersão de poeira no ambiente de trabalho.

Quando ultrapassados os níveis de ação para exposição a poeiras minerais, devem ser adotadas medidas técnicas e administrativas que, reduzam, eliminem seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores e considerados os níveis de ação estabelecidos nesta Norma.

PREVENÇÃO E COMBATE AO INCÊNDIO

- Incêndio da Classe "A"

É o incêndio em corpos combustíveis comuns, como: Madeira, Tecido, Borracha, ou seja, incêndios em materiais sólidos de natureza orgânica.

Método de Extinção - Resfriamento

Agente Extintor - Água

Espuma - Soluções contendo grandes porcentagens de água

- Incêndio da Classe "B"

É o incêndio envolvendo líquidos inflamáveis tais como:

Gasolina, Óleos, Tintas, etc.

Métodos de Extinção - Por abafamento

Agentes Extintores - Pó químico Seco e CO₂

Espuma - Água em forma de neblina

- Incêndios da Classe "C"

É o incêndio em equipamentos eletroeletrônicos energizados.

Método de Extinção - Abafamento

Agente Extintor - Co₂ Pó químico

MÉTODO DE UTILIZAÇÃO DE EXTINTORES:

- Extintor de Água Pressurizada:

- O operador leva o extintor ao local do fogo;
- Retira a trava ou o pino de segurança;
- Empunha a mangueira;
- Ataca o fogo (classe A), dirigindo o jato d'água para a sua base.
- Extintor de Gás Carbônico - CO₂
- O CO₂ é encerrado num cilindro com uma pressão de 61 atmosferas.

- Extintor de Gás Carbônico (CO₂):

- O CO₂ é encerrado num cilindro com uma pressão de 61 atmosferas.

- Extintor de Pó Químico Seco:

- Utiliza bicarbonato de sódio não higroscópico e um agente propulsor que fornece a pressão (CO₂ ou N₂). É fornecido para uso manual ou em carretas e pode ser de pressão permanente ou com pressão injetada.

- Extintor de PQS a Pressurizar:

- Operador leva o extintor ao local do fogo;
- Abre o cilindro de gás;
- Empunha a mangueira;
- Ataca o fogo procurando formar uma nuvem de pó, cobrindo toda área atingida.

REGRAS DE CIRCULAÇÃO

- Circulação e Transporte de Pessoas e Equipamentos
- A mina possui norma de tráfego.
- É obrigatório o uso de cinto de segurança para todos os ocupantes de veículos.

- Os veículos de pequeno porte que transitam nas áreas deverão possuir bandeirolas, sinal sonoro de ré, giroflex e faróis ligados.
- Não transitar a pé na mina, exceto topografia e manutenção de sinalização.
- Fique atento aos sinais sonoros de ré dos equipamentos e saia o mais rápido possível do local.
- Autorização de Tráfego
- Para as pessoas que irão dirigir em área de lavra é necessário ser treinado e aprovado no Treinamento de Norma de Tráfego em Mina a Céu Aberto, onde o mesmo receberá uma autorização.

INSTRUÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS LEVES

- Responsabilidades do Usuário
- Zelar pelo veículo que lhe foi entregue, verificando se todos os documentos estão em ordem e se o cartão com o telefone da Companhia de Seguros está junto à documentação do veículo;
- Registrar todas as anomalias verificadas durante o uso;
- Disponibilizar o veículo para manutenção de acordo com o plano de manutenção do veículo, relacionando os problemas detectados;
- Responsabilizar-se pela Notificação de Infração de Trânsito que porventura vier a dar causa, arcando com o ônus financeiro e de pontuação da CNH.

CONCLUSÃO

Para identificar os riscos existentes na Brandão & Simas, em diferentes setores e desenvolver um mapa de risco, foram realizadas visitas “*in loco*” juntamente com a aplicação de um questionário abordando cinco grupos de riscos: físico, químico, biológico, ergonômico e acidente.

Para evitar a ocorrência de eventos indesejáveis, previsíveis ou não, minimizando seus impactos danosos sobre o homem, sobre os meios materiais e o meio ambiente, é necessário que o gestor acrescente ao cotidiano da organização várias práticas. De início deverá investigar todas as possibilidades de incidentes, acidentes e perdas, conhecendo desta forma suas causas e efeito, posteriormente estabelecer instrumentos de prevenção e controle.

O gerenciamento de riscos está relacionado ao processo de avaliação, identificação e controle de riscos. Portanto, define-se gerenciamento de riscos a formulação e a implantação de

medidas e procedimentos, técnicos e administrativos, como o objetivo de prevenir, controlar e reduzir os riscos.

3.10.3 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SOLÍDOS

- Público alvo

- Trabalhadores da Brandão & Simas envolvidos diretamente com a obra.
- Trabalhadores das empresas responsáveis pela implantação das obras.
- Os serviços públicos de saneamento, as concessionárias de coleta e destinação de resíduos sólidos em geral.
- As empresas de reciclagem que venham a ter participação no processo de gerenciamento dos resíduos gerados na operação.

- Atividades previstas

- Principais resíduos e procedimentos para estocagem

Os resíduos podem ser pilhas de rejeitos sólidos, rejeitos finos e ultrafinos não aproveitados no beneficiamento e minérios sulfetados. Além dos resíduos resultantes da atividade de mineração, que devem ser adequadamente dispostos, inclusive considerando a previsão de aumento futuro da geração, existe também um passivo não totalmente conhecido, e que deve ser também considerado.

- Inventários e minimização de resíduos

O inventário de resíduos é realizado conforme dispõe a Resolução CONAMA 313/02 e é atualizado periodicamente indicando as alternativas de minimização implementadas no período por meio de relatório específico.

Foi procedida à identificação de alternativas de reutilização interna e externa dos resíduos, considerando-se a viabilidade técnica e econômica do seu transporte e reuso. Não sendo possível sua reutilização é verificada todas as possibilidades de reciclagem interna e externa dos resíduos gerados. Não cabendo nenhuma das alternativas citadas para os resíduos gerados, devem ser então verificadas o correto tratamento e destinação final por empresas licenciadas para tal.

- Sistemas de Disposição de Rejeitos

A disposição de rejeitos em reservatórios criados por diques é o método mais comumente na mineração. Estes diques podem ser de solo natural ou podem ser construídos com os próprios rejeitos, sendo classificadas nesse caso como barragens de contenção alteadas com rejeitos e naqueles como barragens convencionais.

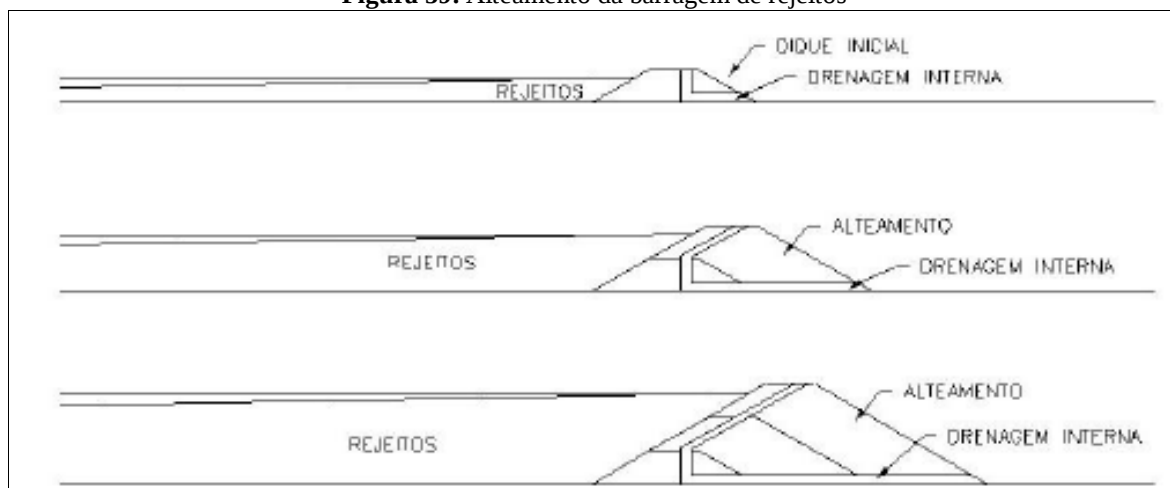
A engenharia de diques alteadas com rejeitos otimiza as pilhas de rejeitos para que sejam armazenadas em áreas particulares, controla as condições piezométricas de forma a obter resistência adequada e estabilidade, e controlar os impactos ambientais.

A construção por alteamentos sucessivos torna-se atraente e viável, uma vez que, além de diluir os custos envolvidos, dá maior flexibilidade de operação, pois possibilita adaptar a construção do dique às necessidades de alterar taxas de produção devido às flutuações do mercado de minérios, o que resulta em maiores ou menores volumes de rejeitos a serem armazenados.

O sistema utilizado é o método de montante que se busca principalmente reduzir o custo de barramento, aproveitando-se os rejeitos depositados como parte da estrutura de contenção. A estrutura do barramento é iniciada a partir de uma barragem piloto ou dique de partida. O dique de partida é essencialmente um aterro e um suporte para a linha de rejeitos descartados. O dique de partida é mais bem construído com materiais permeáveis para assegurar a drenagem do fluxo de água e controlar a erosão. Contudo, pode ser construído com materiais impermeáveis.

Quando o nível dos rejeitos no reservatório estiver próximo ao máximo, um novo dique é executado (sobre os rejeitos) a montante do dique do alteamento anterior. Este processo é repetido com alteamentos sucessivos até a elevação final prevista, sendo que o eixo da crista sempre se desloca para montante, como mostra a figura abaixo:

Figura 59: Alteamento da barragem de rejeitos



As vantagens deste método são a possibilidade de controle do nível de água interno e a possibilidade de armazenar grandes volumes de água. Assim, as condições de segurança são boas, e o fato de o material do dique, nas proximidades do talude, não estar saturado, diminui os riscos de liquefação.

Para resíduos da classe I (óleo diesel, óleo lubrificante e outros) estocados em tanques aéreos devem ser observadas as seguintes diretrizes específicas:

- O local deve ser provido de bacia de contenção impermeabilizada, sem rachaduras, com volume suficiente para reter eventuais vazamentos e/ou derramamentos, e com caixa separadora de água e óleo se for o caso;
- A bacia deve ser estanque e provida de dreno com registro para retirada de água de chuva. O registro deverá ser mantido fechado;
- Na eventualidade da ocorrência de vazamento do resíduo na bacia de contenção deverá ser calculada a quantidade vazada ou derramada, bem como as características de periculosidade do resíduo, procedendo-se às ações de correção adequadas, conforme procedimentos específicos;
- Os tanques aéreos devem ser objeto de inspeção e manutenção sistemática e periódica, com base em plano de inspeção específico.

O armazenamento de resíduos a granel atenderá os seguintes requisitos:

- Deverão ser adotadas medidas para conter o arraste eólico (pela ação dos ventos), do material armazenado, sempre que necessário;
- A área de armazenamento a granel deverá possuir base impermeabilizada, sistema de drenagem e contenção de líquidos percolados e sistema de contenção de sólidos - sempre que necessário;
- Os resíduos perigosos deverão ser armazenados em edificações cobertas, estanques e devidamente impermeabilizadas e adequadamente sinalizadas;
- A área de armazenamento deverá ser inspecionada sistemática e periodicamente e, caso não haja cobertura, após a ocorrência de chuvas significativas.

O recebimento, manuseio e estocagem de resíduos Classe IIA e IIB na área de estocagem temporária devem atender aos procedimentos operacionais específicos, observando-se os requisitos básicos apresentados a seguir:

Os resíduos Classe IIB podem ser estocados a céu aberto ou em locais cobertos, sem necessidade de piso impermeabilizado. Em se tratando de resíduos classe IIB em pó ou em

grãos e/ou em flocos, deve-se evitar o arraste eólico (pelo vento) e/ou o arraste de sólidos pela ação de chuva.

Os resíduos de classe IIA e, especialmente os de classe I - Perigosos, devem ser estocados, preferencialmente, em local coberto e com piso impermeabilizado. A opção pela estocagem a céu aberto ou em local fechado deverá levar em conta os fatores mencionados para os resíduos da classe IIB, bem como, a manutenção da qualidade do resíduo para não comprometer sua disposição final.

Em se tratando de resíduos em tambores, bombonas, contêineres e big bags devem ser evitados o empilhamento superior a três unidades para não comprometer seu manuseio. A estocagem de resíduos nesses recipientes deve ser feita preferencialmente em local coberto, mas na impossibilidade, os mesmos devem ser cobertos com plásticos resistentes de forma a evitar empoçamentos, que propiciam a deterioração destes contenedores e a proliferação de vetores.

Pneus e outros resíduos que possuem cavidades em suas superfícies deverão ser estocados em local fechado ou receber cobertura com lonas ou plásticos resistentes de forma a evitar a retenção de água e consequente proliferação de vetores.

É necessário respeitar incondicionalmente a incompatibilidade entre os resíduos a serem estocados.

Resíduos de embalagens de agroquímicos / agrotóxicos ou similares devem ser gerenciados conforme Lei 9.974/00, Decreto Nº 4.074/2002, resoluções do CONAMA e legislações posteriores que vierem a ser criadas.

- Requisitos para armazenamento

Os contenedores e/ou tambores e bombonas para acondicionamento de resíduos devem atender aos seguintes requisitos:

- Não devem apresentar defeitos estruturais, ferrugem acentuada ou furos; devem sempre ser mantidos fechados, exceto por ocasião da manipulação dos resíduos;
- Devem ser manuseados com cuidado de forma a preservar sua estanqueidade, impedindo seu rompimento e consequente vazamento do material acondicionado;
- Devem ser manuseados por pessoal treinado e dotado de EPI, especialmente quando estiver acondicionando resíduos corrosivos, tóxicos ou, sob qualquer outro modo nocivo ao homem;

- Devem estar rotulados adequadamente. O rótulo deve ser de material resistente ao manuseio e deve conter no mínimo: nome do resíduo, volume contido, estado físico, característica de periculosidade, segundo classificação ONU (quando necessário);
- Devem ser dispostos na área respeitando-se as características de compatibilidade dos resíduos e armazenados de forma a facilitar inspeções visuais;
- Devem ser inspecionados, periodicamente, a fim de detectar possíveis pontos de deterioração e vazamentos causados por corrosão ou outros fatores;
- Devem sempre ser estocados cobertos com lona ou plástico resistente ou em área coberta;
- Resíduos líquidos e pastosos devem ser estocados em área segregada e provida de bacia de contenção.

O armazenamento de resíduos em tanques deverá atender os seguintes requisitos básicos:

- Os tanques devem estar isentos de rachaduras, buracos, ferrugens, vazamentos ou outras deteriorações;
- Resíduos incompatíveis não devem ser armazenados no mesmo local;
- Na operação de acondicionamento em tanques, devem ser utilizados controles apropriados e práticas que previnam o transbordamento;
- As áreas que contenham tanques aéreos devem ser munidas de bacias de contenção adequadas e, quando for o caso, de separadores de água e óleo (SAO);
- Os tanques devem estar rotulados adequadamente: o rótulo deve ser de material resistente ao manuseio e deve conter no mínimo: nome do resíduo, volume contido, estado físico, característica de periculosidade, segundo classificação ONU (quando necessário);
- Os tanques de armazenamento de inflamáveis / combustíveis devem ser aterrados e instalados em área com isolamento, provida de iluminação adequada, sinalização de segurança, comunicação dos riscos, bacia de contenção e separadores de água e óleo (SAO);
- Devem ser realizadas inspeções sistemáticas e periódicas: nos equipamentos de controle de transbordamento; durante a operação do tanque, através da análise das leituras efetuadas nos equipamentos de controle (medidores de pressão, de temperatura, e outros); no nível do resíduo, no caso de tanques descobertos; nas partes externas do tanque, nas conexões e na bacia de contenção para detectar pontos de

corrosão e/ou de vazamentos; na área que circunda o tanque, na bacia de contenção e nos SAOs para detectar sinais de vazamentos (ex: piso/solo úmido, vegetação morta etc.).

- Coleta seletiva

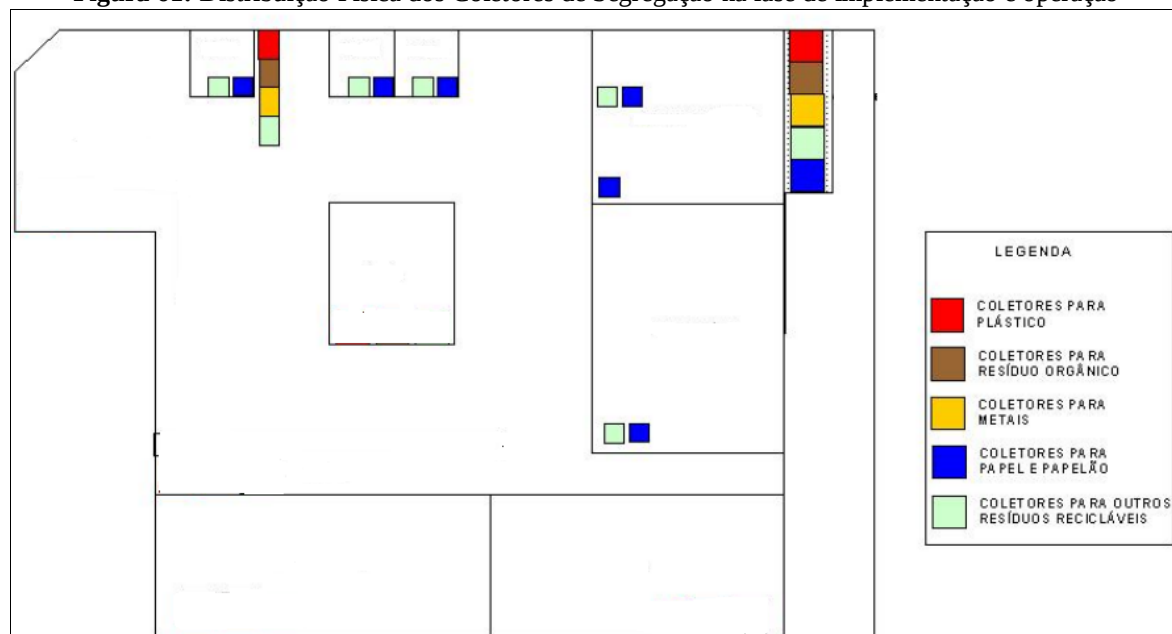
A obra deve dispor de um sistema de coleta seletiva que atenda a demanda de geração dos resíduos, oferecendo comodidade ao trabalhador, permitindo agilidade nas operações e sendo facilmente removidos. Na impossibilidade da utilização de coletores que sigam o código de cores, os sacos plásticos utilizados dentro dos coletores devem seguir o código de cores adotado para garantir a separação dos materiais até o destino final do resíduo. Os coletores seguem o padrão de cores adotado pela Resolução CONAMA 275/01, conforme descrito a seguir:

Figura 60: Padrão de cores para tipos de resíduos

COLETOR (COR)	RESÍDUO	COLETOR (COR)	RESÍDUO
AZUL	Papel / papelão	LARANJA	Perigosos
VERMELHO	Plástico	BRANCO	Serviços de saúde
VERDE	Vidro	MARROM	Orgânicos
AMARELO	Metal	CINZA	Não reciclável
PRETO	Madeira	BEGE	Classe A *

* O padrão de cor para resíduo de construção civil – classe A não é estabelecido pela Resolução CONAMA 275/01

Figura 61: Distribuição Física dos Coletores de Segregação na fase de implementação e operação



- Disposição final de resíduos

O transporte dos resíduos é feito de forma adequada e segura para não comprometer a segregação, não danificar os recipientes contenedores, não propiciar vazamentos e/ou derramamentos e, no caso de resíduos a granel, não propiciar a geração de poeira e de novos resíduos no solo e/ou nas vias de tráfego.

O resíduo deverá ser identificado/caracterizado com base no que estabelece a Resolução CONAMA 313/02 e as normas da ABNT, e a contratação do transporte deverá levar em conta seu estado físico, a sua periodicidade e o volume de geração mensal e anual, sua forma de acondicionamento e destino final.

A transferência do resíduo do veículo transportador para o local da destinação final deve ser feita observando-se procedimentos específicos das unidades receptoras devendo os mesmos ser estabelecidos em cláusulas contratuais entre expedidor e receptor, com anuência do transportador.

Resíduos domésticos, incluindo os oriundos de cozinhas/restaurantes/refeitórios, demandam procedimentos específicos quanto à logística de acondicionamento, transporte e disposição final, devido à geração em diversos pontos. Estes resíduos são destinados à compostagem ou a aterros sanitários controlados de municípios próximos à geração, preferencialmente aqueles devidamente licenciados pelos órgãos estaduais de meio ambiente.