TATIANE MARIN

**Análise econômica da pequena mineração aplicando o conceito de reserva
mínima**

São Paulo
2015

TATIANE MARIN

**Análise econômica da pequena mineração aplicando o conceito de reserva
mínima**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Engenharia Mineral

Orientador: Prof. Dr. Giorgio de Tomi.

São Paulo
2015

TATIANE MARIN

**Análise econômica da pequena mineração aplicando o conceito de reserva
mínima**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Engenharia Mineral

Área de Concentração: Lavra

Orientador: Prof. Dr. Giorgio de Tomi.

São Paulo

2015

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 30 de outubro de 2015

Assinatura do autor

Assinatura do orientador

Catálogo-na-publicação

Marin, Tatiane

Análise econômica da pequena mineração aplicando o conceito de reserva mínima / T. Marin -- versão corr. -- São Paulo, 2015.
88 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo.

1.Mineração 2.Pequenas e médias empresas 3.Fluxo de Caixa
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de
Engenharia de Minas e Petróleo II.t.

RESUMO

Estima-se que cerca de 16 milhões de mineradores artesanais produzem entre 380 e 450 t de ouro por ano à escala global. Entretanto esta atividade ainda é negligenciada atores sociais e políticos internacionalmente. A equipe do NAP.Mineração vêm desenvolvendo técnicas e conceitos para transformar a mineração artesanal em uma pequena mineração responsável. Dentro destas iniciativas, foi desenvolvido o conceito de reserva mínima e replicação para adequar a pesquisa mineral à realidade da pequena mineral. A ideia central é minimizar o tempo e os recursos financeiros despendidos em pesquisa mineral, minimizando a reserva à apenas o estritamente necessário para o retorno financeiro do investimento inicial. Neste trabalho foi desenvolvido uma metodologia de análise econômica para a pequena mineração utilizando o conceito de reserva mínima, com diferentes estratégias de replicação da pesquisa mineral. A metodologia foi aplicada em um estudo de caso, uma pequena mina de ouro no Equador. Foi realizado também uma análise estocástica de sensibilidade à variação futuro do ouro. Os resultados mostram que a abordagem de reserva mínima é sempre mais vantajosa do ponto de vista econômico. Ao final é discutido o perfil de investidores para a pequena mineração.

Palavras-Chave: Mineração artesanal. Pequena Mineração. Análise de fluxo de caixa.

ABSTRACT

It is estimated that about 16 million artisanal miners produce on a global scale between 380 and 450 t of gold per year. However, this activity is still neglected social and political actors internationally. The NAP.Mineração team have developed techniques and concepts to transform artisanal mining in a small mining responsibility. Within these initiatives, it developed the concept of minimum reserves and replication to suit mining research to the reality of small mineral. The central idea is to minimize the time and financial resources spent on mineral exploration, minimizing the reservation to only what is necessary to the financial return of the initial investment. This work developed a methodology of economic analysis for small-scale mining using the concept of minimum reserve with different replication strategies for mineral exploration. The methodology was applied in a case study, a small gold mine in Ecuador. It was also made a stochastic analysis future sensitivity variation of gold. The results show that the minimum booking approach is always more advantageous from an economic point of view. At the end it is discussed the profile for investor in the small-scale mining.

KEYWORDS: Artisanal mining. Small scale mining. Cash flow analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mesorregiões Brasileiras criadas pelo Ministério da Integração	16
Figura 2 – Amazônia Legal.....	18
Figura 3 – Dimensões dos níveis de formalidade.....	26
Figura 4 – Legalidade da Mineração no Peru.....	27
Figura 5 - Método de avaliação de projetos minerais.....	30
Figura 6 – VPL utilizando opções reais	31
Figura 7 – Representação gráfica de resultados obtidos em diferentes métodos de avaliação	32
Figura 8 – Esquema do conceito de replicação da reserva.....	34
Figura 9 - Visualização conceitual dos cenários de Pesquisa Mineral	38
Figura 10 – Histórico do preço do ouro dez/1869 a dez/2014	43
Figura 11 – Variação anual do preço do ouro dez/1970 a dez/2014	44
Figura 12 – Histograma da variação anual do preço do ouro de jan/1985 a dez/2014	44
Figura 13 – Distribuição da variação anual do preço do ouro	45
Figura 14- Taxa de desconto versus etapa do projeto	47
Figura 15 – Valor Presente acumulado e estoque de ouro	48
Figura 16 – Histograma da simulação do VPL	51
Figura 17 – Histograma da taxa interna de retorno - TIR	52
Figura 18– O ciclo de vida de uma mina	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características da Mineração Artesanal.....	8
Tabela 2 – Panorama da Mineração Artesanal de ouro na América Latina	11
Tabela 3 - Número de minas no Brasil por porte.....	13
Tabela 4 - Quantidade de minas na Colômbia	19
Tabela 5 – Categorização da mineração na Bolívia	22
Tabela 6 - Classificação do Porte das Mineradoras em Função da Produção no Equador.....	23
Tabela 7 – Restrições da Pequena Mineração e da Mineração Artesanal no Peru ..	24
Tabela 8 – Conceitos financeiros utilizados no trabalho	28
Tabela 9 - Prioridade de decisão para investimento em 20 empresas de mineração	29
Tabela 10 – Relação entre as variáveis de opção financeira e oportunidade de investimento (um projeto)	31
Tabela 11– Mineração artesanal versus porte de operação	35
Tabela 12 - Passos do Cálculo do fluxo de caixa livre do projeto	40
Tabela 13- Parâmetros para cálculo do fluxo de caixa.....	41
Tabela 14– Testes de ajuste às curvas de probabilidade. Classificado por Anderson-Darling	45
Tabela 15 - Resultados das Estratégias de Pesquisa	46
Tabela 16 - Resultados da simulação – TIR dos cenários	49
Tabela 17 – Resultados da simulação – VPL dos cenários	50

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT.....	12
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	13
LISTA DE TABELAS.....	14
SUMÁRIO.....	15
1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 DEFINIÇÃO DE PEQUENA MINERAÇÃO	10
2.1.1 Brasil	11
2.1.2 Colômbia	19
2.1.3 Bolívia	20
2.1.4 Equador.....	22
2.1.5 Peru	24
2.2 FORMALIDADE E LEGALIDADE	25
2.2.1 Colômbia.....	27
2.2.2 Peru	27
2.3 ANÁLISE ECONÔMICA NA MINERAÇÃO	28
2.4 RESERVA MÍNIMA.....	33
2.5 COMENTÁRIOS REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	34
3 METODOLOGIAS DESENVOLVIDAS.....	36
3.1 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA.....	36
3.1.1 Exemplo de Aplicação	39
3.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DO PREÇO	42
4 RESULTADOS.....	46
4.1 AVALIAÇÃO ECONÔMICA	46
4.2 SIMULAÇÃO DO PREÇO.....	49
5 DISCUSSÃO	53
6 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE A – MEMORIAL DE CÁLCULO DA TAXA DA ÁREA	64
APÊNDICE B – FLUXO DE CAIXA ANUAL.....	65
APÊNDICE C– SIMULAÇÃO ANUAL DE PREÇOS	70
ANEXO A – CAPÍTULO SOBRE GARIMPAGEM DO CÓDIGO DE MINAS 1940...83	83
ANEXO B – PORTE DE MINA PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL - BA	85
ANEXO C – PORTE DE MINA PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL - MG.....	87
ANEXO D – LICENCIAMENTO AMBIENTAL SIMPLIFICADO - GO	88

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que cerca de 16 milhões de mineradores artesanais produzem, à escala global, entre 380 e 450 t de ouro por ano. (SECCATORE et al., 2014b). Geralmente as atividades de mineração artesanal são vistas como uma fonte de preocupação devido à ilegalidade e à poluição ambiental (VEIGA, 1997; VEIGA et al, 2006, 2009 e 2014. HINTONA et al, 2003; SHANDRO et al., 2009; SPIEGEL e VEIGA, 2010; VELASQUEZ, 2010). Entretanto, a mineração pode ser realizada em pequena escala de uma forma responsável, fora da dimensão artesanal (SECCATORE et al., 2014a e 2015).

Em Seccatore et al. (2015), a pequena mineração é definida apenas pelos limites de sua escala de produção, enquanto a mineração artesanal é definida como "um subconjunto da pequena mineração, da mesma faixa de produção, mas possuindo, além disso, as características de mecanização rudimentar, recuperação ineficiente, condições de trabalho insalubres e inseguras e exploração do trabalho ". Quando a mineração artesanal é realizada de forma responsável (perdendo seus aspectos negativos) se transforma em pequena mineração, cuja única peculiaridade é a sua escala.

A pequena mineração tem o potencial para ser um *stakeholder*¹ positivo no mercado de recursos minerais. Atua em depósitos que são muitas vezes negligenciados pela mineração industrial, que "permite a lavra de recursos de outra forma não rentáveis, uma vez que é móvel, flexível e requer pouco capital" (ANDREW, 2003, tradução nossa).

O principal desafio para a mineração artesanal é obter o investimento de capital para se transformar em pequena mineração responsável. (HENTSCHEL et al, 2002; HRUSCHKA e ECHAVARRÍA, 2011). O cenário da pequena mineração tem, em geral, pouca atração para os investidores devido ao alto risco do investimento: existência de pouca garantia de retorno e sucesso financeiro. Isso cria uma condição semelhante a um cenário de "jogos de azar" para os mineradores artesanais: com os limitados

¹ Parte interessada. Qualquer pessoa, entidade ou sistema que afeta ou é afetada (o) pelas atividades de uma organização (IBGC, 2009)

recursos econômicos disponíveis, eles investem diretamente nas operações sem exploração geológica anterior, restringindo o seu planejamento operacional com base nas informações disponíveis, a experiência de operações anteriores e muitas vezes, simplesmente por instinto. Esta falta de metodologia cria os mais altos níveis de incerteza; portanto, uma falta de credibilidade e uma imagem negativa para os investidores e para a sociedade. As principais características da mineração artesanal versus mineração responsável são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características da Mineração Artesanal

Mineração Artesanal	Mineração Responsável
Intuição, testes	Geologia, Sondagem
Subsistência	Caracterização da reserva
Curiosidade, intuição	Engenharia
Extração para resultado de curto prazo	Planejamento e análise de viabilidade
Dispositivos rudimentares	Equipamento sofisticado

Fonte: VEIGA e HINTON (2002), tradução nossa

Para ultrapassar este impasse, Seccatore et al. (2014a) concebeu uma nova abordagem para reservas minerais na pequena mineração. De acordo com esta nova abordagem, em vez de criar a necessidade de alto investimento para uma campanha em grande escala de exploração mineral, apenas uma "reserva mínima" é necessária como prova para o início do projeto. O conceito de reserva mínima é: aquela que paga de volta as despesas de capital (CAPEX) e as despesas operacionais (OPEX) do negócio de mineração, acrescido de um lucro desejado e o custo da futura exploração geológica.

Isso requer pouco investimento e reduz o risco de investimento a um mínimo. Uma parte dos lucros da produção deste primeiro lote de reserva mínima, são designados para pagar a exploração da próxima quantidade de reservas mínimas. A exploração futura para confirmar a viabilidade da operação é paga com as receitas que a operação gera. Os resultados por Seccatore et al. (2014a), aplicado a um caso real, mostraram que as reservas necessárias para demonstrar a viabilidade de uma operação de pequena escala são na ordem de grandeza de 1% do exigido para a mineração em grande escala.

No entanto, o trabalho de Seccatore et al. (2014a) foi uma análise preliminar, e, por uma questão de simplicidade na discussão, foi mantido "sem impostos" e "atemporal": a proposição original não considera os custos do dinheiro ao longo do tempo, nem os impostos e os custos financeiros.

O presente trabalho utiliza o conceito da reserva mínima e replicação para realizar uma análise realista da viabilidade econômica da pequena mineração. Isto requer a utilização de um método de avaliação dos projetos minerais. O estado da arte na avaliação de projetos minerais inclui técnicas sofisticadas tais como árvore de decisão, simulação de Monte Carlo e opções reais (SLADE, 2001; TOPAL, 2008). No entanto, o método mais utilizado ainda é a análise de fluxo de caixa. (SAMIS et al., 2012).

2.1 JUSTIFICATIVA

Este trabalho faz parte do NAP.Mineração (Núcleo de Pesquisa para a Mineração Responsável da Universidade de São Paulo) que desenvolve técnicas para garantir o aproveitamento responsável de pequenos depósitos minerais.

O foco deste estudo é desenvolver técnicas de avaliação econômica para atrair investimentos para a pequena mineração, um dos principais gargalos da atividade.

2.2 OBJETIVO

O objetivo deste estudo é analisar a viabilidade econômica de um projeto de mineração com a abordagem da reserva mínima, tendo em conta a influência do valor do dinheiro no tempo, considerando-se diferentes estratégias de exploração mineral para comprovar a replicação da reserva.

As perguntas da pesquisa são:

1. Como é feita a análise financeira na pequena mineração?
2. Como o conceito de reserva mínima impacta a análise financeira da pequena mineração?
3. Porque os grandes grupos de mineração não investem em pequenos depósitos?

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta os seguintes conceitos:

- Definição de Pequena Mineração: conceituação de pequena mineração nos maiores produtores de ouro por mineração artesanal na América Latina. Foram pesquisados os países: Brasil, Colômbia, Peru, Bolívia e Equador;
- Formalidade e Legalidade na pequena mineração;
- Análise econômica na mineração: metodologias utilizadas pelo setor mineral e avaliação de projetos por opções reais;
- Reserva Mínima: apresentação do conceito de Reserva Mínima desenvolvida pela equipe do NAP.Mineração, publicada em Seccatore et al. (2014a).

2.1 DEFINIÇÃO DE PEQUENA MINERAÇÃO

As definições de micro e pequena empresa variam conforme o enfoque da análise. As classificações e porte de empresa podem ter como base:

- Faturamento;
- Investimento inicial;
- Volume de produção;
- Valor da produção;
- Valor dos ativos;
- Área ocupada;
- Número de trabalhadores;
- Critérios tecnológico-econômicos: subsistência; pequena mineração consolidada e formal; alta tecnologia;
- Densidade de capital: indicador calculado pela relação entre o valor dos ativos físicos pelo número de trabalhadores da empresa.

A estimativa de mineradores artesanais e quantidade de ouro produzida pelos mineradores artesanais é apresentada na Tabela 2. Quando tem mais de um valor é porque fontes diferentes, igualmente confiáveis, publicaram valores distintos.

Tabela 2 – Panorama da Mineração Artesanal de ouro na América Latina

País	Mineradores Artesanais (10³)	Ouro (t)
Brasil	861	21 / 64.9
Colômbia	268 / 418	41.4 / 50.8
Bolívia	130	24.8
Equador	128	24.5
Peru	70	40
Guiana	28	7.6
Suriname	28	15
Venezuela	25 / 70	7 / 15.1
Chile	17	5.5
Guiana Francesa	7	3.6

Fonte: estimativa de Seccatore et al. (2014b)

A seguir são apresentados os critérios de classificação de pequena mineração em cinco países da América Latina. Os países foram escolhidos em função do impacto da produção pela mineração artesanal de ouro na América Latina (Tabela 2).

2.1.1 Brasil

O garimpo, termo exclusivamente brasileiro, faz parte da história da mineração no Brasil, o primeiro código de minas considerava livre a garimpagem caracterizada: “pela forma de lavra rudimentar; pela natureza dos depósitos de que são objeto; pelo sistema social e econômico da produção e do seu comércio”. (art. 63, BRASIL, 1940). Os artigos referentes à garimpagem foram reproduzidos no Anexo A.

A Constituição Federal, artigo 174 determina que o Poder Público deve favorecer a "organização da atividade garimpeira em cooperativas, levando em conta a proteção do meio ambiente e a promoção econômico-social" dos operários. (§ 3º, art. 74, BRASIL, 1988). Essa é, portanto, uma das principais bases legais para a extração mineral pelo garimpo. A lei nº 7.805 de 1989 cria o regime de permissão de lavra garimpeira.

O Estatuto do Garimpeiro foi instituído em 2008, por meio da lei nº 11.685, de 2 de junho de 2008. (BRASIL, 2008). Esta lei institui o Estatuto do Garimpeiro e define os seguintes termos:

Garimpeiro: toda pessoa física de nacionalidade brasileira que, individualmente ou em forma associativa, atue diretamente no processo da extração de substâncias minerais garimpáveis;

Garimpo: a localidade onde é desenvolvida a atividade de extração de substâncias minerais garimpáveis, com aproveitamento imediato do jazimento mineral, que, por sua natureza, dimensão, localização e utilização econômica, possam ser lavradas, independentemente de prévios trabalhos de pesquisa, segundo critérios técnicos do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM; e

Minerais Garimpáveis: ouro, diamante, cassiterita, columbita, tantalita, wolframita, nas formas aluvionar, eluvional e coluvial, scheelita, demais gemas, rutilo, quartzo, berilo, muscovita, espodumênio, lepidolita, feldspato, mica e outros, em tipos de ocorrência que vierem a ser indicados, a critério do DNPM.

A Lei nº 11.685 também define as modalidades de trabalho que o garimpeiro pode atuar: autônomo; em regime de economia familiar; individual, com formação de relação de emprego; mediante Contrato de Parceria, por Instrumento Particular registrado em cartório; e em Cooperativa ou outra forma de associativismo.

2.1.1.1 Legislação Mineral

O Departamento Nacional de Produção Nacional (DNPM) têm quatro regimes de exploração mineral (DNPM, 2015):

- **Autorização de Pesquisa:** regime de aproveitamento mineral em que são executados os trabalhos voltados à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade de seu aproveitamento econômico;
- **Licenciamento:** regime de aproveitamento de substâncias minerais no qual é registrada, no DNPM, licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais, e que permite a extração de substâncias destinadas ao emprego imediato na construção civil, restrito à área máxima de cinquenta

hectares (50 ha) e é facultado, exclusivamente, ao proprietário do solo ou a quem dele obtiver expressa autorização;

- **Permissão de Lavra Garimpeira:** extração de substâncias minerais com as características definidas pelo Estatuto do Garimpeiro. A permissão de lavra garimpeira é concedida pelo Diretor-Geral do DNPM, pelo **prazo de até cinco anos, sempre renovável por mais cinco, a critério do DNPM**. A área permissionada não poderá exceder 50 (cinquenta) hectares, salvo quando outorgada à cooperativa de garimpeiros.
- **Registro de Extração:** declaração fornecida pelo DNPM exclusivamente aos órgãos da administração direta ou autárquica da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, e que permite a extração de substâncias de uso imediato na construção civil, para que sejam utilizados somente em obras públicas, sendo proibida sua venda, lavra por terceiros ou transferência para empresas privadas.

Para análises estatísticas das minas brasileiras o DNPM utiliza a produção bruta para classificar o porte da operação (Tabela 3). As micros e pequenas empresas correspondem a 82,9% das minas ativas no Brasil. Neste levantamento estão incluídas as minas com concessão de lavra. A extração mineral nos regimes de licenciamento, lavra garimpeira e registro de extração não estão incluídas nesta estatística.

Tabela 3 - Número de minas no Brasil por porte

Porte	Minas	%	% Acumulada	Produção Bruta (ROM)
Micro	3.521	48,9%	48,9%	≤ 10 mil t/ano
Pequena	2.411	33,5%	82,9%	> 10 mil t/ano ≤ 100 mil t/ano
Média	1.061	14,7%	97,1%	> 100 mil t/ano ≤ 1 milhão t/ano
Grande	207	2,9%	100%	> 1 milhão t/ano
Total	7.200	100%		

Fonte: Guerra (2015)

2.1.1.2 Licenciamento Ambiental

Alguns estados criam outras classificações de porte de mina para fins de licenciamento ambiental simplificado, por exemplo:

- Bahia: critério adotado segundo faixa de produção apresentada no Anexo B. (BAHIA, 2006);
- Minas Gerais: critério adotado segundo faixa de produção apresentada no Anexo C. (MINAS GERAIS, 2004);
- Goiás: para a indústria mineral a empresa é enquadrada no licenciamento ambiental simplificado se possuir o cadastro de microempresa, a lista completa é apresentada no Anexo D (GOIAS, 2001).

Segundo a lei brasileira, microempresa deve auferir em cada ano-calendário receita bruta igual ou inferior a R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais). (BRASIL, 2006).

Na classificação estatual pode ser observada a priorização de alguns setores da economia:

- Bahia: para uma mineração de manganês ser micro, o limite da produção bruta de minério é 2,5 vezes maior que outros minerais metálicos. O limite para uma empresa de minério de ferro ser classificada de pequeno porte é seis vezes maior que outros minerais metálicos
- Minas Gerais: o limite para uma empresa de minério de ferro ser classificada de pequeno porte é seis vezes maior que outros minerais metálicos;
- Goiás: para a indústria de criação de animais e a de produtos alimentares foram estabelecidos limites específicos. Para os demais segmentos a classificação é ser microempresa.

2.1.1.3 Classificação Federal

Segundo o Ministério de Minas e Energia, a pequena mineração “pode ser classificada em função do número de trabalhadores de 20 a 100 por empresa, do faturamento de R\$ 45,24 bilhões (ano base 2008) ou da produção anual que é de até 1.000 toneladas,

dependendo do tipo de lavra e do bem mineral que está sendo considerado”. (BRASIL, 2014).

O valor de faturamento não é coerente com a fonte utilizada. De acordo com o Ministério de Minas e Energia a definição foi obtida conjugando definições da Lei Complementar 123/2006 e do IBGE, entretanto o limite de faturamento da empresa de pequeno porte de acordo com a lei 123/2006 é R\$ 3.600.000,00 (três milhões e seiscentos mil reais). (BRASIL, 2006)

2.1.1.4 Outras Políticas

A seguir são apresentadas outras políticas de apoio à mineração, não necessariamente relacionadas à pequena mineração, mas que podem ajudar no desenvolvimento do setor.

Mesorregião do Seridó

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 1987, classificou o Brasil regionalmente em mesorregiões e microrregiões, agregando municípios de uma área geográfica similares socioeconomicamente para análises estatísticas (IBGE, 1990).

Novas mesorregiões foram criadas como parte da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) do Ministério da Integração Nacional (MI), que tem como objetivo a redução das desigualdades de nível de vida entre as regiões brasileiras e a promoção da equidade no acesso a oportunidades de desenvolvimento.

O governo brasileiro definiu quatorze mesorregiões por meio do decreto Nº 6.047 de 2007. De acordo com este decreto, Mesorregião Diferenciada é “o espaço subnacional contínuo menor que o das macrorregiões, existentes ou em proposição, com identidade comum, que compreenda áreas de um ou mais Estados da Federação, definido para fins de identificação de potencialidades e vulnerabilidades que norteiem a formulação de objetivos socioeconômicos, culturais, político-institucionais e ambientais” (BRASIL, 2007). As mesorregiões, incluindo a mesorregião do Xingu, adicionada em 2010, são localizadas no mapa do Brasil da Figura 1.

Figura 1 - Mesorregiões Brasileiras criadas pelo Ministério da Integração

Fonte: adaptado de BRASIL, 2008

A Mesorregião do Seridó, reconhecida em 2006, abrange um total de 54 municípios, sendo 28 no Estado do Rio Grande do Norte e 26 na Paraíba. Em 2010, a população era de 552.974 habitantes em uma área de aproximadamente 21 mil km². As principais fontes de recursos são: Agricultura Familiar, Pecuária, Pequena Agroindústria, Mineração, Indústria, Comércio e Serviços.

A mineração está presente em 29 municípios da região. Oficialmente trabalham 750 pessoas na mineração, com o faturamento de cerca de R\$ 16 milhões. Entretanto a estimativa do Programa de Desenvolvimento do Arranjo Produtivo Local da Mineração é de 7.869 pontos de exploração da mesorregião (BRASIL, 2012).

Os desafios levantados nas oficinas participativas da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) são: reduzir a informalidade do setor (Cooperativismo/Associativismo); facilitar a captação de recursos para o pequeno e médio minerador, aumento da eficiência produtiva; elevação da produtividade e competitividade; desenvolvimento da atividade mineral em consonância com a

legislação ambiental; e aproveitamento dos resíduos finos e aparas (BRASIL, 2012). Em função da PNDR a região tem recebido uma série de benefícios governamentais. Os esforços do governo da Paraíba, por meio da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais (CDRM), estão focados nas sete cooperativas legalizadas do Seridó Paraibano, que envolvem cerca de 450 pessoas diretamente (CDRM, 2013):

- Cooperativa dos Mineradores de Várzea – COOPEVÁRZEA;
- Cooperativa dos Mineradores das regiões do Seridó;
- Cariri e Curimataú Paraibano – COOPERJUNCO;
- Cooperativa dos Mineradores de Pedra Lavrada – COOMIPEL;
- Cooperativa dos Mineradores de Nova Palmeira – COOGARIMPO;
- Cooperativa dos Mineradores de Picuí – COOPICUÍ;
- Cooperativa dos Mineradores de Frei Martinho – COOPERMINERAL;
- Cooperativa dos Mineradores de Assunção – COOMAR.

O governo da Paraíba já investiu R\$ 5,5 milhões no setor mineral do Seridó Paraibano (PARAÍBA, 2013). No Rio Grande do Norte já foi investido R\$ 1 milhão em dois projetos nos municípios de Ouro Branco (quartzito) e Currais Novos (pegmatito) (BRASIL, 2008). Apesar dos investimentos realizados, os benefícios ainda não chegaram aos mineradores, como foi observado na visita de campo do NAP.Mineração na Paraíba, nos municípios de Picuí; Nova Palmeira; e Pedra Lavrada. (NUCCI, 2013). Os principais pontos que demonstram a precariedade das operações são:

- Informalidade da atividade, com presença de mineradores em tempo “parcial”. Os trabalhadores são agricultores, aposentados e comerciantes e exercem a função de garimpeiro para complementar a renda;
- Aquisição de equipamentos sem estudo de engenharia: Moinho à úmido com baixo aproveitamento (região sem água) e Escavadeira parada por falta de operador;
- Riscos ocupacionais: manipulação de explosivos por pessoas não capacitadas/autorizadas, não utilização de Equipamentos de Proteção Individual para evitar silicose, içamento de carga acima dos trabalhadores;

- Falta de organização da produção: algumas áreas produzem mica ou feldspato em função do preço do mercado no momento, mas o material considerado rejeito é descartado sem cuidado para a reexploração futura;
- Presença de atravessadores que definem os preços dos produtos.

SUDAM

SUDAM é a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, de natureza autárquica especial, administrativa e financeiramente autônoma, integrante do Sistema de Planejamento e de Orçamento Federal, com sede na cidade de Belém, Estado do Pará, e vinculada ao Ministério da Integração Nacional.

A área de atuação da Sudam abrange os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Rondônia, Roraima, Tocantins, Pará e do Maranhão na sua porção a oeste do Meridiano 44°, apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Amazônia Legal

Elaborado pela autora

O setor mineral é um setor priorizado na “Política de Desenvolvimento Industrial da Amazônia Legal” (PDIAL). Com isso, empreendimentos do setor poderão obter benefícios como redução de 90% no imposto de renda com fruição de 10 (dez) anos, Depreciação Acelerada incentivada, financiamentos com juros entre 5,5%-6,5% ao ano entre outros. (VASCONCELOS, 2014).

2.1.2 Colômbia

O atual código de mineração eliminou a estratificação de produção (COLÔMBIA, 2001). A pequena mineração está sujeita às mesmas permissões ambientais e mineiras que as grandes empresas. (GÜIZA, 2013).

O glossário de mineração colombiano define lavra pequena como “aquela cuja lavra se realize com ferramentas e utensílios simples e manuais, alimentados por força humana e volume de extração até 250 **toneladas por ano** de material”. (COLÔMBIA, 2003, p. 66, tradução e grifo nosso).

No censo mineral realizado em 2010-2011 o critério para classificar o porte das minerações foi o número de funcionários, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Quantidade de minas na Colômbia

	Total		Com título Minerário		Sem título Minerário	
	Minas	%	Minas	%	Minas	%
Total	14 357	100%	5 316	37.0%	9 041	63.0%
Menos de 6 empregados	10 384	72.3%	3 572	34.4%	6 812	65.6%
6 - 7 empregados	1 013	7.1%	398	39.3%	615	60.7%
8 – 21 empregados	2 201	15.3%	893	40.6%	1 308	59.4%
22 – 28 empregados	271	1.9%	132	48.7%	139	51.3%
29 – 100 empregados	373	2.6%	236	63.3%	137	36.7%
Mais de 100 empregados	98	7%	81	82.7%	17	17.3%
Não informa	17	1%	4	23.5%	13	76.5%

Fonte: COLÔMBIA (2012)

O governo colombiano vem tentando, sem muito sucesso, formalizar a mineração. Nos últimos 20 anos já foram três tentativas de formalização lei 141 de 1994, lei 685 de 2001 e lei 1382 de 2010. Entretanto das 9.041 minas ilegais, apenas 382 possuem um programa de legalização, o que equivale a 4% do total. (GÜIZA, 2013).

As minerações aptas à formalização são aquelas realizadas por pessoas, grupo ou comunidade que lavrem minas de propriedade estatal, sem título inscrito no registro mineiro formal, e que os trabalhos venham ocorrendo de forma contínua durante cinco anos, comprovados através de documentação comercial e técnica e com existência mínima de dez anos anteriores à vigência da lei 1382 de 2010. (COLÔMBIA, 2010).

Um agravante era a quantidade de 19.629 solicitações em aberto na criação da nova Agência de Mineração em meados de 2002, destas foram resolvidas 13.627 (70%). Das solicitações resolvidas apenas 1.515 (11%) tiveram um resultado positivo. Em relação aos 3.870 pedidos de legalização (COLÔMBIA, 2014):

- 3.133 (81%) foram recusados
- 154 (4%) títulos foram aprovados
- 583 (15%) solicitações a resolver

2.1.3 Bolívia

O artigo 31 da lei de mineração e metalurgia da Bolívia determina três atores produtivos (BOLÍVIA, 2014):

- Indústria mineral estatal: COMIBOL (Corporación Minera de Bolivia) e empresas estatais do setor mineral independentes da COMIBOL, para que atuem em toda ou em parte da cadeia de produção mineral;
- Indústria mineral privada: inclui pequena mineração, empresas nacionais e/ou estrangeiras estabelecidas sobre qualquer forma empresarial ou societária estabelecida no Código de Comércio;
- Cooperativa de mineração: instituições sociais e econômicas autogestionárias, de interesse social sem fim lucrativo. Sua constituição é fundamentada na “*Ley General de Cooperativas*” e seus estatutos.

As empresas também podem ser mistas (privada e estatal).

De acordo com o artigo 33 da lei de mineração, a pequena mineração (*minería chica*) é constituída por mineradores titulares de direitos em uma área que trabalham em **pequena escala**, utilizando métodos manuais, semi-mecanizados e mecanizados em forma individual, familiar ou em sociedade. (BOLÍVIA, 2014).

O artigo 9ª, da lei de mineração rege o fundo de apoio à reativação da pequena mineração (FONDO DE APOYO A LA REACTIVACIÓN DE LA MINERÍA CHICA - FAREMIN). Podem se beneficiar do FAREMIN os produtores mineiros privados que tenham investido até USD 600.000 (seiscentos mil dólares estadunidenses) e extração ou tratamento de até **300 toneladas/mês** bruta de minério. (BOLÍVIA, 2014).

Os artigos 92, 93 e 94 do regulamento ambiental para atividades de mineração, definem atividade com impacto ambiental conhecido não significativo (*impactos ambientales conocidos no significativos* - AMIAC) com capacidade total de extração igual ou menor à 300 toneladas por mês; e/ou concentração de minerais em uma escala igual ou menor à 300 toneladas por mês. Atividades que incluam processos de flotação e/ou cianetação não são AMIAC. (BOLÍVIA, 1997).

Em 2001 a mineração já era classificada em: estatal, média, pequena e cooperativa. O limite de produção da pequena mineração era de 500 t/dia. A classificação “mineração artesanal” não foi utilizada podendo ser pequena mineração ou cooperativa com escassa ou nenhuma mecanização, baixo nível de produção e alto índice de informalidade. (JEREZ, 2001).

Um estudo mais recente utilizou 200 t/dia como teto de produção da pequena mineração, como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Categorização da mineração na Bolívia

Designação	Propriedade e lavra	Principais Representantes
Mineração Estatal	Estatal	Huanuni, Colquiri Metalúrgica Vinto, Complejo Karachipampa, Mutún
Mineração Média	Capital privado a partir de 200 t/dia	Várias empresas nacionais e estrangeiras
Pequena Mineração	Capital privado até 200 t/dia Localizada nos núcleos mineradores menos concentrados, dispersos e pobres	Pequena mineração privada associada à “ <i>Cámara de Minería</i> ”
Mineração Cooperativa	Capital privado associado até 300 t/dia	Cooperativas auríferas Cooperativas tradicionais Cooperativas que lavram não metálicos Sociedades mineiras locais

Fonte: MATURANA, SORUCO, ROBLES 2014, p.28, tradução nossa

2.1.4 Equador

As informações desta seção foram extraídas da lei de mineração do Equador de 29 de janeiro de 2009, revisada em 16 de julho de 2013 e vigente na época deste levantamento em setembro de 2014 (EQUADOR, 2013a).

A Tabela 6 sumariza a classificação das minas em função da produção. O artigo 138 da Lei de Mineração do Equador (EQUADOR, 2013a) define pequena mineração como aquela que, em razão das características e condições geológicas e de seus parâmetros técnicos e econômicos, seja viável à lavra racional em forma direta, sem que sejam necessários trabalhos prévios de exploração ou que as fases de exploração e lavra possam ser realizadas simultaneamente.

A mineração artesanal pode ser: unidades econômicas populares, empreendimentos unipessoais, familiares e domésticos realizados em áreas livres. A produção é caracterizada por utilização de equipamentos com capacidade de carga e produção limitada. (EQUADOR, 2013a).

A lei (EQUADOR, 2013a) institui alguns direitos e obrigações da mineração artesanal e da pequena mineração, por exemplo:

- Proíbe o trabalho infantil e de adolescentes (art. 69);
- Obriga o tratamento de água (art. 79);
- Facilita o licenciamento ambiental (art. 78);
- Cria um regime especial de impostos e taxas (art. 34, art. 67, art. 93, art. 134).

Tabela 6 - Classificação do Porte das Mineradoras em Função da Produção no Equador

Tipo de Mineração	Mineração Artesanal²	Pequena Mineração³	Média Mineração	Grande Mineração
Minerais metálicos lavra subterrânea	até 10 t/dia	até 300 t/dia	301 a 1.000 t/dia	Aquele que supera os limites da média mineração
Minerais metálicos lavra a céu aberto		até 1.000 t/dia	1.001 a 2.000 t/dia	
Minerais metálicos lavra aluvionar	até 120 m ³ /dia	até 1500 m ³ /dia	1.501 a 3.000 m ³ /dia	
Minerais não metálicos	até 50 t/dia	até 1.000 t/dia	1.001 a 3.000 t/dia	
Material de construção lavra aluvionar	até 100 m ³ /dia	até 800 m ³ /dia	801 a 2.000 m ³ /dia	
Material de construção lavra a céu aberto	até 50 t/dia	até 500 t/dia	501 a 1.000 t/dia	

Fonte: Elaborada pela autora com base no capítulo I pág. 43 e 44 da Lei de Mineração do Equador (EQUADOR, 2013a)

² No caso da mineração artesanal além dos limites de produção, existam as seguintes restrições: 1. Limite da área do decreto: lavra subterrânea não pode exceder 4 hectares mineiros e lavra a céu aberto no máximo 6 hectares mineiros; 2. Apenas um decreto por pessoa.

³ Para cada operador. Neste regime, em cada área mineral poderá ser realizada uma ou mais operações minerais, por parte de seu titular ou de seus operadores legalmente autorizados, desde de que as características e condições técnicas da exploração do jazimento assim se justifiquem.

2.1.5 Peru

A mineração artesanal e a pequena mineração foram reconhecidas no Peru oficialmente em 2002 com a Lei 27651, “Lei de Formalização e Promoção da Pequena Mineração e da Mineração Artesanal” (Peru,2002). As restrições para as operações são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Restrições da Pequena Mineração e da Mineração Artesanal no Peru

Limite de capacidade instalada de produção e/ou beneficiamento por qualquer título⁴		
Tipo	Mineração Artesanal	Pequena Mineração
Caso Geral	25 t/dia	350 t/dia
Não metálicos e material de construção	100 t/dia	1.200 t/dia
Jazimentos metálicos tipo placer	200 m ³ /dia	3.000 m ³ /dia
Área do título (hectares; ha)		
Dimensão	Até 1.000	Até 2.000

Fonte: Elaborada pela autora com base na lei 27651 (PERU, 2002)

⁴ O Decreto Legislativo N° 1100 determina requisitos adicionais para a pequena mineração e mineração artesanal relacionados à equipamentos, insumos e instalações que podem ser utilizados. Por exemplo, **não** podem ser utilizadas dragas e outros artefatos similares em todos os cursos d’água; equipamentos e insumos utilizados na mineração ilegal, como caminhões e retroescavadeira entre outras restrições (PERU, 2012)

2.2 FORMALIDADE E LEGALIDADE

Foram levantadas também os programas de apoio à formalização e a definição de mineração formal e legal.

As principais preocupações em relação à mineração ilegal segundo Moncada (2012) são:

- Ambiental: desconhecimento dos sistemas de controle e proteção dos recursos naturais e atividade em áreas protegidas;
- Fiscal: evasão dos impostos das atividades minerais;
- Política pública: geração de dificuldades para que o governo elabore políticas públicas de impacto positivo na mineração;
- Segurança ocupacional: falta de conhecimento das melhores práticas de segurança ocupacional;
- Trabalho Infantil: estímulo do trabalho infantil;
- Segurança Nacional: fonte de recursos para grupos armados ilegais. Na América Latina a Colômbia e o Peru já correlacionaram atividades de mineração ilegal com grupos de narcotráfico. Estima-se que 20% da renda das Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia – FARC vem da narcomineração. (MONTERO, 2012).

Para empreendimentos em geral na América Andina, Goñi Pacchioni (2013) define três dimensões de formalidade: Registro, Cumprimento e Sustentável detalhados na Figura 3.

Figura 3 – Dimensões dos níveis de formalidade

Fonte: GOÑI PACCHIONI, E. A., 2013, p. 29, tradução nossa

Dentre os países pesquisados a Colômbia e o Peru apresentam definições que distinguem os conceitos formal e legal na mineração.

2.2.1 Colômbia

O programa Bioredd+, determina a situação, não exclusiva, das minas (BIOREDD+, 2013):

- **Ilegal:** mineradores que não têm direitos legais, permissões e licenças outorgadas pelas autoridades minerais e ambientais, requeridas para explorar e lavrar recursos minerais;
- **Informal:** mineradores que não cumprem os padrões ambientais e sociais (incluindo os de segurança ocupacional, trabalhistas, tributários, etc.) estabelecidos por lei e por outros regulamentos.

2.2.2 Peru

O governo do Peru tenta separar os pequenos mineradores dos grupos associados ao narcotráfico, dessa forma foi criada a diferenciação entre “Informal” e “Ilegal”, a Figura 4 esquematiza a classificação de legalidade no Peru.

Figura 4 – Legalidade da Mineração no Peru

Fonte: VARGAS (2013), p. 2, tradução nossa

2.3 ANÁLISE ECONÔMICA NA MINERAÇÃO

A definição dos principais conceitos financeiros utilizados neste trabalho é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Conceitos financeiros utilizados no trabalho

<p>Fluxo de caixa: aspecto mais importante de uma decisão de investimento. Representa a movimentações de todas as entradas e saídas do fundo da entrada distribuídas ao longo do tempo do projeto</p> <p>Taxa de desconto (taxa mínima de atratividade): taxa utilizada para deslocar um valor no tempo, por exemplo, trazer uma receita futura para o presente. Representa a rentabilidade mínima requerida, obtida de forma a remunerar adequadamente a expectativa de retorno definida pelos diversos proprietários de capital</p> <p>Fluxo de caixa descontado: atualização por meio de uma taxa de desconto que leve em consideração o valor do dinheiro no tempo, dos vários fluxos de caixa para o momento inicial.</p> <p>Valor Presente Líquido (VPL): a medida de valor VPL é obtida pela diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previstos para cada período do horizonte de duração do projeto, e o valor presente do investimento (desembolso de caixa)</p> <p>Taxa interna de retorno (TIR): taxa de desconto que iguala, em determinado momento (geralmente usa-se a data de início do investimento – momento zero), as entradas com as saídas previstas de caixa.</p> <p>Payback: tempo necessário para que o dispêndio de capital (valor de investimento) seja recuperado por meio dos benefícios incrementais líquidos de caixa (fluxo de caixa) promovidos pelo investimento</p> <p>CAPEX (<i>Capital Expenditures</i> / Dispêndios de capital): são gastos realizados com máquinas, equipamentos, edificações (capital ativos fixos), refere-se ao volume comprometido de capital (saída de caixa) direcionados à geração de resultados operacionais futuros.</p> <p>OPEX (<i>Operational Expenditure</i> / Dispêndios operacional): dispêndios operacionais, todos os custos e as despesas operacionais, determinados pela decisão de implantação de um investimento.</p>
--

Fonte: elaborado com base em ASSAF NETO, A. (2014)

O estado da arte na avaliação de projetos minerais inclui técnicas sofisticadas tais como árvore de decisão, simulação de Monte Carlo e opções reais (SLADE, 2001; TOPAL, 2008). Entretanto o setor mineral ainda prefere utilizar fluxo de caixa.

Em 1995, Bhappu e Guzman entrevistaram 20 empresas localizadas nos Estados Unidos, Canadá, Austrália e Inglaterra e obtiveram o resultado da Tabela 9 (BHAPPU e GUZMAN, 1995). Quase todas as empresas utilizam pelo menos um parâmetro do fluxo de caixa descontado.

Tabela 9 - Prioridade de decisão para investimento em 20 empresas de mineração

Prioridade	VPL	TIR	<i>Payback</i>	Outros métodos
Primária	8	11	3	3
Secundária	5	3	6	0
Terciária	0	1	2	0

Fonte: BHAPPU e GUZMAN, 1995

Uma pesquisa sobre as práticas de avaliação utilizadas em projetos minerais foi realizada pelo Canadian Institute of Mining Management & Economic Society em 2005. Os resultados da pesquisa são apresentados na Figura 5. Apesar da lista conter indicadores de projeto e de performance operacional, fica claro que o fluxo de caixa descontado é o método de avaliação preferido com VPL e TIR no topo da lista de métodos de avaliação.

A recomendação do código JORC (JORC, 2012) para análise econômica é realizar análise de sensibilidade e deixar claro os parâmetros do modelo financeiro:

- Entradas da análise econômica para cálculo do VPL, com a fonte e a confiabilidade dos parâmetros econômicos
- Intervalos do VPL e sensibilidade a variações nas premissas e entradas significativas do modelo.

O instrumento NI 43-101 (CSA, 2011) exige a declaração clara dos parâmetros do fluxo de caixa e análise de sensibilidade em relação à preço, teor, custo de capital e operacional e outros parâmetros importantes no modelo.

Figura 5 - Método de avaliação de projetos minerais

Fonte: CIM MES, 2005, tradução nossa

A referência mais recente sobre avaliação econômica de projetos minerais continua recomendando análise do VPL (antes e depois de impostos) e TIR do fluxo de caixa com análise de sensibilidade das variáveis chave do projeto. (RUNGEPINCOCKMINARCO, 2015).

O conceito de opção é muito utilizado em finanças. A opção financeira é um acordo que dá o direito, e não obrigação, de comprar o ativo (na opção de compra) ou de vender o ativo (na opção de venda) a um determinado preço e dentro de um determinado período de tempo no futuro. O portador paga pelo direito de exercer a opção. (HULL, 2009).

A oportunidade de investimento é similar à opção financeira, porque a empresa e/ou investidor têm o direito e não a obrigação de adquirir um ativo, investir em um novo projeto. (LUEHRMAN, 1998). A Tabela 10 relaciona as variáveis da opção financeira com as de oportunidade de investimento.

Tabela 10 – Relação entre as variáveis de opção financeira e oportunidade de investimento (um projeto)

Oportunidade de Investimento	Opção Financeira
VPL (valor presente do projeto)	Preço do ativo
Investimento Inicial	Preço de exercício
Vida do projeto	Tempo até vencimento
Taxa de desconto	Taxa de retorno livre de risco
Incerteza sobre o fluxo de caixa	Volatilidade

Fonte: LUEHRMAN, 1998, tradução nossa

O objetivo da aplicação de opção real é aumentar o valor do presente, considerando o valor das opções gerenciais ao decorrer do empreendimento (Figura 6).

Figura 6 – VPL utilizando opções reais

VPL estratégico = estático VPL esperado do fluxo de caixa + valor opções da gestão ativa

Fonte: TRIGEORGIS (1995), tradução nossa

Trigeorgis (1995), apresenta algumas opções de flexibilidade gerencial que podem ser analisadas na avaliação de projeto:

- Adiar o investimento;
- Expandir a produção;
- Produção em escala piloto para avaliar a aceitação do produto;
- Fechar temporariamente;
- Abandonar ou mudar o uso;
- Instalação em estágios, abandonar o projeto durante a instalação.

As metodologias de avaliação econômica são representadas na Figura 7, como uma evolução do método de fluxo de caixa descontado. Os gráficos são apenas ilustrativos, os valores não representam relação com um caso real. Em resumo, o resultado que é obtido com aplicação de cada método é:

- Fluxo de caixa estático (tradicional): é obtido apenas um resultado;
- Análise de sensibilidade: são gerados alguns valores com base em cenários críticos, pelo menos três: otimista, caso base e pessimista;
- Simulação: se obtém a probabilidade de ocorrer alguns valores com base na variabilidade do modelo, neste exemplo a probabilidade de o valor ser igual ou maior ao calculado pelo fluxo de caixa estático é 38%;
- Opções reais: é considerado o ganho gerado pela flexibilidade gerencial, no exemplo a probabilidade de o valor ser igual ou maior ao calculado pelo fluxo de caixa estático sobe para 80%.

Figura 7 – Representação gráfica de resultados obtidos em diferentes métodos de avaliação

Método	Esquema Gráfico
Fluxo de caixa descontado estático Um valor com base em modelo econômico (entradas e saídas de capital)
Análise sensibilidade Geração de alguns cenários, variando condições do modelo (p.ex. preço)
Simulação Associa a probabilidade de ocorrer valores de VPL em função da variabilidade de parâmetro(s) de entrada (p. ex. distribuição do preço)
Opção real Insere ações gerenciais que visam aumentar o valor do negócio (p. ex. expansão em caso de alta de preço), tende a um valor de NPV mais alto

Elaboração própria, os gráficos são ilustrativos

As três abordagens geralmente aceitas e aplicadas em bens imóveis em geral e em bens minerais em particular são (SME, 2015):

- Abordagem de Mercado: fornece uma indicação de valor por meio de comparação com ativos semelhantes ou idênticos para os quais informações estão disponíveis. A abordagem de mercado é também conhecida como “abordagem de comparação de vendas”
- Abordagem do Lucro: fornece uma indicação de valor por meio da conversão de caixa futuros para um único valor atual de capital. Para a estimativa do valor de mercado de um bem mineral, o valor presente deve ser gerado utilizando uma ou mais taxas de retorno derivadas de condições do mercado;
- Abordagem do Custo: fornece uma indicação de valor utilizando o princípio econômico que um comprador não vai pagar mais por um ativo do que o custo para obter um ativo de igual utilidade, seja por compra ou por construção, inclui métodos baseados em despesas.

2.4 RESERVA MÍNIMA

O conceito de reserva mínima foi criado para minimizar o tempo e o custo de pesquisa mineral na pequena mineração. A proposta é investir apenas o absolutamente necessário na fase da pesquisa mineral e então ciclicamente replicar a pesquisa com recursos obtidos com a venda de produto para comprovar a viabilidade da continuidade da operação.

A primeira reserva mínima é aquela necessária para: retornar o investimento inicial (equipamentos, desenvolvimento, pesquisa mineral); custos produtivos; lucro esperado do dono da mina e investidores; a pesquisa mineral da segunda reserva mínima; desenvolvimento da segunda fase e custos de investimento em melhoria.

Para cada replicação é necessário o retorno financeiro para financiar: custos produtivos; lucro esperado do dono da mina e investidores com esta fase; a pesquisa mineral da próxima reserva mínima; desenvolvimento da próxima fase e custos de investimento em melhoria.

O conceito de replicação é apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Esquema do conceito de replicação da reserva

Fonte: Seccatore et al. (2014a), tradução nossa

2.5 COMENTÁRIOS REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- Em geral a legislação sobre pequena mineração é confusa, cada órgão regulador utiliza uma regra que varia ao longo de curto período de tempo (menos de 10 anos);
- Peru e Equador possuem definições mais claras na legislação mineral;
- O parâmetro de classificação nos órgãos de mineração é a escala de produção;
- Na questão de formalidade e legalidade o melhor modelo é do Peru para diferenciar legal e formal, mais o conceito de níveis de formalidade de Goñi Pacchioni (2013);

- É importante diferenciar mineração artesanal de pequena mineração, conforme representado na Tabela 11, pequena mineração pode ser artesanal ou responsável e uma grande mineração pode ser artesanal (rudimentar). Um exemplo de grande mineração artesanal é a dragagem nos rios da Amazônia.
- O porte “micro” não aparece na categoria responsável para representar que é necessária uma escala de produção mínima para viabilizar econômica as técnicas e equipamentos da mineração responsável. Ou seja, um garimpeiro com uma bateia nunca será responsável.

Tabela 11– Mineração artesanal versus porte de operação

Tipo	Tamanho	Situação	Mecanização
Artesanal (rudimentar)	Micro		
	Pequena	Illegal	Manual
	Média	Informal	Semi-mecanizada
	Grande	Legal	Mecanizada
Responsável	Pequena		
	Média	Legal	Mecanizada
	Grande		

Fonte: VEIGA e HINTON (2002), tradução nossa

- O método de avaliação econômica mais utilizado na mineração é fluxo de caixa (NPV e TIR), portanto estes serão os parâmetros utilizados neste trabalho

3 METODOLOGIAS DESENVOLVIDAS

Este capítulo foi dividido em duas seções:

- Metodologia de Avaliação Econômica: metodologia desenvolvida para a avaliação econômica, com as regras do Equador, local do estudo de caso;
- Metodologia de Avaliação do Risco do Preço: simulações para prever o valor do bem mineral lavrado, neste caso o ouro. Foi escolhido o preço, pois é a variável mais impactante do fluxo de caixa.

3.1 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Este trabalho é baseado nos conceitos de reserva mínima e replicação descritos em Seccatore et al. (2014a). A reserva mínima é o volume mineral cuja lavra permite pagar o investimento inicial de CAPEX, os custos operacionais mais um lucro desejado. A replicação é a lavra em ciclos de vários volumes de reserva mínima.

O valor de reserva mínima no trabalho de Seccatore et al. (2014a), para simplicidade de discussão, não considera impostos, custos financeiros, depreciação e inflação. Além disso a discussão foi desenvolvida em termos de volumes de reservas e produção dos mesmos, e não considera a evolução do tempo no projeto.

Para incluir estes itens foi selecionado o método de análise denominado fluxo de caixa descontado. Fluxo de caixa é o fluxo de fundos em um negócio e fluxo de caixa descontado é “o método utilizado para avaliar [em um negócio] fluxo futuro de dinheiro em termos do que ele vale hoje”. (REIDER e HEYLER, 2003).

Um negócio deve ser lucrativo para existir. O lucro é determinado por uma taxa de desconto do investimento inicial que seja atrativa para quem investe no negócio. Os valores de lucro futuro possuem um valor determinável no presente. Este valor é o valor presente líquido (VPL). Este valor é a somatória dos valores de caixa dos vários períodos do projeto descontados de uma taxa de desconto. O valor presente (VPL) é determinado pela equação 1, onde T = número total de períodos; t = intervalo de análise do fluxo de caixa (geralmente considerado um ano); C_t : fluxo de caixa no período t ; r : taxa de desconto.

$$VPL(T, r) = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1-r)^t} \quad (1)$$

A reserva mínima para um ciclo de produção pode ser definida como aquela que gera um VPL igual a zero ao longo da sua produção. Este conceito é expresso na equação 2, onde n = interação/ciclo produtivo; PRO = lucro obtido com a produção do bem mineral, valor positivo; EXP = investimento em exploração mineral com estudo de viabilidade para determinar a reserva mineral, valor negativo; DEV = investimento em desenvolvimento, valor negativo; CAP = investimento em equipamentos e melhorias na operação, valor negativo; In = início da pesquisa da primeira reserva mínima; In+1 = início da pesquisa do próximo ciclo.

$$\begin{aligned} \sum_{t=I_n}^{T_{exp_n}} \frac{EXP_{n_t}}{(1-r)^t} + \sum_{t=T_{exp_n}}^{T_{dev_n}} \frac{DEV_{n_t}}{(1-r)^t} + \sum_{t=T_{exp_n}}^{T_{cap_n}} \frac{CAP_{n_t}}{(1-r)^t} \\ + \sum_{t=T_{dev_n}}^{T_{pro_n}} \frac{PRO_{n_t}}{(1-r)^t} + \sum_{t=I_{n+1}}^{T_{exp_{n+1}}} \frac{EXP_{n+1_t}}{(1-r)^t} + \sum_{t=T_{exp_{n+1}}}^{T_{dev_{n+1}}} \frac{DEV_{n+1_t}}{(1-r)^t} = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

O resultado desta equação é zero, pois considera-se que o lucro líquido gerado pela produção de um ciclo de reserva mínima deve custear o investimento inicial, a exploração e desenvolvimento deste ciclo e a exploração e desenvolvimento do próximo ciclo. O único valor positivo é o PRO.

Nesta visão o volume de reserva mínima não é fixo, pois depende da estratégia da pesquisa mineral. O início da pesquisa do próximo ciclo (In+1) é um fator fundamental desta proposta, pois define o fluxo de caixa. O início e a duração da pesquisa podem variar de acordo a estratégia do investidor, a única restrição é $T_{devn} < T_{pro}(n-1)$ para garantir a continuidade da produção.

Neste trabalho foram analisados diferentes cenários de pesquisa mineral para simular diferentes estratégias dos investidores. Foi escolhido um período de análise de 10 anos, pois é um intervalo adequado para análise de fluxo de caixa. E tal tempo foi aplicado para os quatro cenários analisados. Os cenários visualizados conceitualmente na Figura 9 são resumidos a seguir.

Figura 9 - Visualização conceitual dos cenários de Pesquisa Mineral

Elaborada pela autora

- A. Modelo Tradicional: este cenário é o mais próximo da abordagem das empresas de mineração tradicionais. Neste caso é previsto a pesquisa para comprovar a reserva necessária para todo o horizonte de produção analisado. Este cenário não considera o conceito de reserva mínima. O desenvolvimento é feito acompanhando a evolução da produção.
- B. Pré-payback: este cenário considera o conceito de reserva mínima. Nesta estratégia o segundo ciclo de exploração mineral é iniciado antes do *payback* do investimento inicial. O intervalo entre o início da pesquisa e o *payback* deve ser suficiente para permitir a determinação da segunda reserva mínima e o desenvolvimento necessário de forma que a produção do segundo ciclo inicie imediatamente após o *payback*.
- C. Pós-payback: este cenário considera o conceito de reserva mínima. Nesta estratégia o segundo ciclo de exploração mineral é iniciado após o *payback* do investimento inicial, mas antes do término da produção da reserva mínima, de forma a garantir a continuidade da produção.
- D. Pesquisa contínua: este cenário considera o conceito de reserva mínima. Nesta estratégia a pesquisa mineral é realizada de forma contínua ao longo da vida da mina.

3.1.1 Exemplo de Aplicação

O exemplo de aplicação da análise de fluxo de caixa foi desenvolvido para a mesma mina descrita em Seccatore et al. (2014a). Trata-se de uma pequena operação subterrânea de ouro localizada na cidade de Portolevo no sul do Equador, uma região com alta incidência de mineração artesanal. (CORTAZAR, 2005, CORTAZAR e LAVANDA, 2008). No Equador existe um modelo fiscal específico para pequena mineração. (EQUADOR, 2013a). A classificação é por escala de produção, baseada no ROM (*Run of Mine*, Hartman and Mutmanský, 2002).

A mina do exemplo de aplicação cai na categoria “Minerais metálicos / lavra subterrânea”. Portanto, a produção diária é mantida abaixo de 300 toneladas por dia para se beneficiar do regime fiscal especial. As características do regime fiscal para a pequena mineração estão descritas abaixo (EQUADOR, 2013a e EQUADOR, 2013b):

- Royalties: 3%; aplica-se a venda dos produtos finais;
- Passivos Trabalhistas: 15% da porcentagem dos lucros (10% para os trabalhadores e 5% do Estado); aplica-se no lucro líquido;
- Imposto de Renda: 22%; aplica-se ao lucro líquido após desconto dos impostos e depreciação;
- Imposto sobre valor agregado (IVA): 0% (especificamente para o ouro);
- Conservação do direito mineral: 2% da remuneração base unificada por hectare mineral (120.000 m²), o memorial de cálculo está no apêndice A.

A receita bruta de um período é igual à produção do minério no período de tempo t multiplicado pelo preço, representada pela equação [3], onde: $Produto_t$ = quantidade de produto produzido no período t ; p = preço do produto.

$$Receita\ Bruta_t = Produto_t \times p \quad (3)$$

Onde: V_{pt} = volume efetivamente processado pela usina no período de tempo t ; η_R = Recuperação do Processo ($\eta_R < 1$); g_N = teor natural do minério in situ; e η_D = diluição de lavra ($\eta_D \geq 1$).

$$Produto_t = Vp_t * g_N * \eta_R / \eta_D \quad (4)$$

O volume de minério processado depende da capacidade instalada da usina e dos fatores de utilização e disponibilidade.

onde: $V_{instalada}$ = Capacidade instalada da usina; k_W = fator referente às horas trabalhadas no período (≤ 1); k_D = fator referente à disponibilidade da usina (< 1); k_U = fator referente à utilização da usina (< 1);

$$Vp_{n,t} = V_{instalada,t} \times k_W \times k_D \times k_U \quad \quad (5)$$

O procedimento de cálculo do fluxo de caixa livre do projeto no caso do regime fiscal equatoriano está descrito na Tabela 12.

Tabela 12 - Passos do Cálculo do fluxo de caixa livre do projeto

Passo	Descrição	Equação	Símbolos
1	A receita operacional líquida é a receita bruta descontada de todas as taxas incidentes sobre a venda, neste caso apenas os Royalties.	$NER = GI * (1 - Roy)$ (6)	NER= receita operacional líquida GI = Receita Bruta Roy = Royalties/100
2	O lucro operacional líquido é calculado descontando os custos operacionais e a taxa de conservação da área mineral da receita operacional líquida.	$EBTIDA = NER - t_m - C_f - C_v$ (7)	EBTIDA = lucro antes de juros, impostos, depreciação e amortização t_m = taxa de conservação da área mineral C_f = custos operacionais fixos C_v = custos operacionais variáveis
3	O lucro antes do imposto de renda é o EBTIDA descontado do passivo trabalhista e da depreciação	$LAIR = EBTIDA * (1 - WT) - D$ (8)	LAIR = lucro antes do imposto de renda WT = passivo trabalhista/100 D = depreciação
4	Lucro operacional após imposto de renda é o LAIR com aplicação do imposto de renda	$NOPAT = LAIR * (1 - IR)$ (9)	NOPAT = lucro operacional após imposto de renda IR = Imposto de renda/100
5	O fluxo de caixa livre do projeto inclui todos os investimentos e o capital de giro	$FCF = NOPAT + I_{DEV} - I_{EXP} - D - CAPEX - WC$. (10)	FCP= fluxo de caixa livre do projeto I_{DEV} = investimento em desenvolvimento; I_{EXP} = investimento em exploração mineral; CAPEX= investimento em bens de capital; WC = capital de giro.

Elaborada pela autora

Os parâmetros do fluxo de caixa são apresentados na Tabela 13, abaixo.

Tabela 13- Parâmetros para cálculo do fluxo de caixa

Parâmetro	Referências
Alimentação da Usina (t)	Fórmula [5] Premissas: $V_{\text{installed}} = 200 \text{ tpd} = 73,000 \text{ t/ano}$ $k_W = 1$ (fator horas trabalhadas) $k_D = 0.8$ (fator disponibilidade usina) $k_U = 0.95$ (fator utilização usina) A produção do primeiro ano é escalonada: Mês 1 a Mês 6: não produz Mês 7: 25%; Mês 8: 50%; Mês 9: 50% Mês 10: 75%; Mês 11: 75%; Mês 12: 100% Produção Experimental do primeiro ano: 31%
Produto (Au g)	Fórmula [4] Premissas: $\eta_R = 0.8$ (Recuperação do Processo) $g_N = 6 \text{ g/t}$ (teor natural do minério in situ) $\eta_D = 1.2$ (diluição de lavra)
Produto (oz)	1 oz = 31,104 g
Preço (USD/oz)	Premissa: USD 1.200/oz
Receita Bruta	Fórmula [3]
(-) Encargos (Royalty)	3% da receita bruta (Equador, 2013a)
(=) Receita Oper. Líquida (NER)	Fórmula [6]
(-) Taxa área mineral	Apêndice A
(-) Custos Produção Fixos	Premissa: USD 730,000.00 /ano
(-) Custos Produção Variáveis	Premissa: USD 53.00/t (alimentação da usina)
(=) Lucro Oper Líq (EBTIDA)	Fórmula [7]
(-) Taxas lucro	15% sobre EBTIDA (Equador, 2013a)
(-) Depreciação	Depreciação do CAPEX em 10 anos
(=) Lucro Antes do IR (LAIR)	Fórmula [8]
(-) IR (Imposto de renda)	22%; aplica-se ao lucro líquido após desconto dos impostos e depreciação (Equador, 2013b)
(=) Lucro Operacional após IR (NOPAT)	Fórmula [9]
(+) Depreciação	Mesmo valor anterior
(-) Investimento Exploração	$P_{\text{EXPLORATION}} = C_E \cdot OF \cdot V_R$ (Seccatore el al. 2014b) $C_E = \text{USD } 0.23 / \text{m}^3$ (custo unitário de exploração) $OF = 30$ (fator de forma do corpo) V_R = volume da reserva. Para o estoque inicial o cálculo é iterativo a reserva é a quantidade necessária para retorno do investimento, os resultados foram apresentados na Tabela 15. Nas replicações foi considerado o volume de um ano de produção (6 meses de desenvolvimento + 6 meses de exploração)
(-) Invest.Desenvolvimento	Premissa: USD 200.000/ano após a primeira reserva mínima
(-) Investimento CAPEX	Premissa (Seccatore el al. 2014b): - USD 4,874,827.65 no primeiro ano de implantação - USD 1,624,942.55 no segundo ano de implantação - Reinvestimento de USD 2,000.00 no sétimo ano de produção.
(=) Fluxo Caixa Livre Proj. (FCP)	Fórmula [10]

Elaborada pela autora

O procedimento descrito na Tabela 12 é realizado a cada período de análise. Para fazer coincidir os períodos de análise com a tributação que é feita anualmente, o período de análise escolhido neste trabalho foi de 12 meses. Os fluxos de caixa são apresentados no Apêndice B.

O fluxo de caixa do projeto foi calculado para um período produtivo de 10 anos. O período de análise é maior do que o período produtivo porque inclui as fases de exploração e desenvolvimento iniciais ao longo das quais não é realizada produção.

3.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DO PREÇO

Existem diversas metodologias para previsibilidade do preço futuro de bens minerais, como esta seção não é o ponto central do estudo foi aplicada a metodologia a seguir, inspirada em Marubayashi (2014).

Para gerar os preços futuros do ouro foi utilizada a variação anual de preço de janeiro de 1980 a agosto de 2014 para gerar o histograma de preço futuro do ouro em um ano.

- A. Levantamento dos dados históricos do preço mensal: foi levantado o preço nominal mensal de ouro de dezembro de 1889 a dezembro de 2014 (WGS⁵, 2015), os dados são representados na Figura 10;
- B. Cálculo da variação anual: foi calculada a variação anual do preço, o resultado é apresentado na Figura 11;
- C. Definição do período dos dados históricos que serão utilizados: foi escolhido o período de janeiro de 1985 a dezembro de 2014 para eliminar o pico de 1979;
- D. Escolha do preço inicial: para o ano 1 foi utilizado USD 1260,25/oz, preço do ouro em janeiro de 2015 (WGC, 2015);
- E. Seleção da distribuição: a melhor distribuição que representa os dados é a distribuição Gama com os parâmetros: local: -0.44; escala: 0.05 e forma: 9.81 (Figura 13). Os testes de ajustes às curvas de probabilidades são apresentados na Tabela 14;

⁵ *World Gold Council* é uma organização de desenvolvimento de mercado para a indústria do ouro, composta pelas principais mineradoras de ouro no mundo. No site da WGS é disponibilidade diversas informações relacionados ao ouro, por exemplo, demanda, oferta, usos, dados históricos etc.

F. Simulação do preço do ouro anual: o preço de cada ano é função do preço do ano anterior, como representado na formula [11], onde p_n é o preço do ouro no ano n e $GAMA$ é a função probabilística Gama. Os resultados são apresentados no Apêndice C;

$$p_{n+1} = p_n * (1 + (-0.44 GAMA(0.55, 9.81))) \quad (11)$$

G. Cálculo do VPL e TIR utilizando a previsão dos preços: os resultados estão no próximo capítulo deste trabalho.

Na simulação dos preços anuais (Apêndice C) foi adotado a premissa que as taxas são independentes, ou seja, é sorteado um novo coeficiente de variação seguindo a função da Figura 13 independentemente do valor do coeficiente do ano anterior. Este método não representa as tendências de queda ou alta do preço.

Figura 10 – Histórico do preço do ouro dez/1869 a dez/2014

Elaborada pela autora com base nos dados do WGC (2015)

Figura 11 – Variação anual do preço do ouro dez/1970 a dez/2014

Elaborada pela autora com base nos dados do WGC (2015)

Figura 12 – Histograma da variação anual do preço do ouro de jan/1985 a dez/2014

Elaborada pela autora com base nos dados do WGC (2015)

Figura 13 – Distribuição da variação anual do preço do ouro

Elaboração própria

Distribuição Gama, parâmetros:

- Local: -0.44
- Escala: 0.05
- Forma: 9.81

Tabela 14– Testes de ajuste às curvas de probabilidade. Classificado por Anderson-Darling

Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado
Gama	0.451	0.173	0.0471	0.027	25.911	0.039
Lognormal	0.455	0.149	0.0469	0.021	25.594	0.043
Extremo Máx	0.566	0.148	0.0283	0.709	26.122	0.052
Beta	0.665	-----	0.4200	-----	20.739	0.109
Weibull	0.972	0.140	0.0605	0.067	24.856	0.052
Logística	2.249	0.000	0.0688	0.000	48.078	0.000
Normal	2.610	0.000	0.0864	0.000	39.211	0.001
BetaPERT	8.239	-----	0.1137	-----	45.017	0.000
Triangular	8.643	-----	0.1155	-----	60.850	0.000
T de student	8.975	-----	0.1420	-----	172.844	0.000
Extremo Mín	10.718	0.000	0.1160	0.000	121.017	0.000
Uniforme	46.917	0.000	0.2674	0.000	219.500	0.000
Pareto	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Exponencial	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Elaboração própria

4 RESULTADOS

4.1 AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Os resultados dos fluxos de caixa estão apresentados na Tabela 15 e na Figura 15. A análise é anual, entretanto a representação gráfica do fluxo de caixa descontado e o estoque de minério é mensal para visualização do mês em que o fluxo de caixa passa a ser positivo. A Tabela 15 apresenta as características gerais das estratégias e os resultados do fluxo de caixa.

Tabela 15 - Resultados das Estratégias de Pesquisa

Estratégia	VPL ⁶	TIR	Estoque Inicial (oz)	Investimento Inicial em Pesquisa	Payback	Início do segundo ciclo pesquisa	Início da Produção
Tradicional 2 anos pesquisa	\$1,477,757	26.7%	91,974	\$1,827,661	Mês 101	Realizada totalmente no início	Ano 4
Pré-payback	\$3,272,308	34.2%	34,002	\$675,681	Mês 67	Ano 5	Ano 2
Pós-payback	\$3,172,127	33.4%	43,664	\$867,678	Mês 68	Ano 6	Ano 2
Pesquisa continua	\$3,120,535	33.3%	36,232	\$719,988	Mês 69	Ano 3	Ano 2

Elaborada pela autora

É evidente como, aplicando a abordagem de reserva mínima e replicação, em comparação com a abordagem clássica de empresa de mineração:

- O VPL é sempre maior;
- A Taxa interna de retorno também sempre maior;
- O payback é sempre mais rápido;
- O investimento inicial de maior risco, que é em pesquisa é sempre menor.

Nota-se também que, entre os modelos que adotam a estratégia de reserva mínima e replicação, os parâmetros econômicos (*VPL*, *TIR* e *Payback*) não apresentam diferença significativa.

Deve se destacar que a comparação das estratégias não depende do regime fiscal aplicado. Simulando a aplicação de diferentes regimes fiscais (aplicação em outros países) se obtém simplesmente um deslocamento uniforme das curvas de fluxo de caixa, não variando a diferença relativa entre os resultados.

⁶ Taxa de desconto de 20%

A taxa de desconto utilizada na avaliação é de 20%, coerente com o praticado no mercado para a fase inicial do projeto (Figura 14) mais a inflação que não foi considerada no modelo econômico.

Figura 14- Taxa de desconto versus etapa do projeto

Fonte: CIM MES (2005), tradução nossa

Figura 15 – Valor Presente acumulado e estoque de ouro

4.2 SIMULAÇÃO DO PREÇO

As tabelas e figuras a seguir apresentam os resultados do VPL e TIR obtidos a partir de cinco mil avaliações, variando o preço do ouro. O comportamento estocástico dos modelos foi similar, uma vez que a variação de preços foi sistemática.

Tabela 16 - Resultados da simulação – TIR dos cenários

Estatística	Tradicional	Pré Payback	Pós Payback	Pesquisa Contínua
Avaliações	5,000	5,000	5,000	5,000
Caso Base	28.6%	33.8%	33.1%	33.0%
Média	41.2%	47.9%	46.9%	47.0%
Mediana	40.8%	47.6%	46.6%	46.6%
Moda	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Desvio Padrão	15.8%	16.1%	15.8%	16.0%
Variância	2.5%	2.6%	2.5%	2.6%
Obliquidade	0.0604	-0.1059	-0.1064	-0.0933
Curtose	3.24	4.18	4.18	4.10
Coeficiente de Variação	0.3848	0.3363	0.3372	0.3413
Mínimo	-16.5%	-60.7%	-60.2%	-55.7%
Máximo	104.3%	113.8%	111.3%	112.5%
Largura do Intervalo	120.8%	174.4%	171.6%	168.1%
Erro Padrão Média	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
Percentis	Tradicional	Pré Payback	Pós Payback	Pesquisa Contínua
0%	-16.5%	-60.7%	-60.2%	-55.7%
10%	21.6%	28.0%	27.4%	27.1%
20%	28.1%	34.8%	34.1%	33.9%
30%	32.8%	39.6%	38.7%	38.6%
40%	36.8%	43.8%	42.8%	42.8%
50%	40.8%	47.6%	46.6%	46.6%
60%	45.0%	51.9%	50.8%	50.9%
70%	49.5%	56.2%	55.0%	55.1%
80%	54.5%	61.4%	60.1%	60.4%
90%	61.1%	68.1%	66.7%	67.0%
100%	104.3%	113.8%	111.3%	112.5%

Elaborada pela autora

Tabela 17 – Resultados da simulação – VPL dos cenários

Estatística	Tradicional	Pré Payback	Pós Payback	Pesquisa Contínua
Avaliações	5,000	5,000	5,000	5,000
Caso Base	\$ 2,101,309	\$ 3,673,748	\$ 3,573,567	\$ 3,521,975
Média	\$ 7,276,634	\$ 9,182,916	\$ 9,082,735	\$ 9,031,143
Mediana	\$ 5,984,614	\$ 7,976,269	\$ 7,876,087	\$ 7,824,496
Moda	---	---	---	---
Desvio Padrão	\$ 6,502,819	\$ 6,682,322	\$ 6,682,322	\$ 6,682,322
Obliquidade	\$ 1	\$ 1	\$ 1	\$ 1
Curtose	\$ 6	\$ 5	\$ 5	\$ 5
Coeficiente de Variação	\$ 1	\$ 1	\$ 1	\$ 1
Mínimo	\$ -5,242,745	\$ -4,791,728	\$ -4,891,910	\$ -4,943,501
Máximo	\$ 51,086,435	\$ 50,500,743	\$ 50,400,562	\$ 50,348,970
Largura do Intervalo	\$ 56,329,180	\$ 55,292,471	\$ 55,292,471	\$ 55,292,471
Erro Padrão Média	\$ 91,964	\$ 94,502	\$ 94,502	\$ 94,502
Percentis	Tradicional	Pré Payback	Pós Payback	Pesquisa Contínua
0%	\$ -5,242,745	\$ -4,791,728	\$ -4,891,910	\$ -4,943,501
10%	\$ 354,854	\$ 1,762,226	\$ 1,662,044	\$ 1,610,453
20%	\$ 1,931,128	\$ 3,620,317	\$ 3,520,135	\$ 3,468,543
30%	\$ 3,269,196	\$ 5,077,062	\$ 4,976,880	\$ 4,925,289
40%	\$ 4,556,958	\$ 6,534,336	\$ 6,434,154	\$ 6,382,562
50%	\$ 5,983,608	\$ 7,976,123	\$ 7,875,941	\$ 7,824,349
60%	\$ 7,629,288	\$ 9,711,727	\$ 9,611,545	\$ 9,559,954
70%	\$ 9,567,219	\$ 11,736,370	\$ 11,636,188	\$ 11,584,596
80%	\$ 12,046,763	\$ 14,230,377	\$ 14,130,196	\$ 14,078,604
90%	\$ 15,860,673	\$ 17,816,321	\$ 17,716,140	\$ 17,664,548
100%	\$ 51,086,435	\$ 50,500,743	\$ 50,400,562	\$ 50,348,970

Elaborada pela autora

Figura 16 – Histograma da simulação do VPL

Elaborada pela autora

Figura 17 – Histograma da taxa interna de retorno - TIR

Elaborada pela autora

5 DISCUSSÃO

Este trabalho foi desenvolvido no contexto da pequena mineração responsável. Nessa visão, o objetivo é transformar as operações artesanais em pequenas minas responsáveis, o que é realizado em colaboração com os mineiros que já operam nas áreas. Portanto, para esses projetos, o risco de descoberta do depósito é minimizado pelo fato de a mineradora já estar explorando a área (a primeira fase de exploração, a mais arriscada, já foi iniciada).

Mostra-se que a abordagem de reservas mínimas e replicação é sempre mais atraente, do ponto de vista econômico, do que a abordagem tradicional de mineração. O VPL e TIR são parâmetros recomendados e mais utilizados para a avaliação de projetos de mineração. Ambos os parâmetros são mais vantajosos nos cenários em que a estratégia de reservas mínimas é adotado. Isto torna mais atraente para os investidores a participação em projetos de pequena mineração.

Em particular, o parâmetro mais impressionante é o VPL do projeto, maior nas estratégias com reserva mínima. Isto se deve ao fato de que as receitas, na abordagem tradicional iniciam-se mais tarde: a produção começa no quarto ano, enquanto que para as estratégias que adotam a reserva mínima as receitas começam no segundo ano.

Entre as três estratégias que adotam a reserva mínima, a estratégia ideal é aquela com a exploração contínua, porque se a replicação da reserva não é confirmada para o próximo ciclo há mais tempo para planejar o fechamento da mina.

A variabilidade do preço do ouro impactou da mesma forma os quatro modelos de pesquisa geológica. Recomenda-se que durante a exploração mineral, com um pouco mais de informação sobre a geologia, seja realizada a avaliação do impacto da variabilidade geológica do depósito.

Uma característica da abordagem de reserva mínima é que o ciclo de planejamento de lavra é diferente: não têm otimização e desenho final de mina. Além disso a fase de especulação representada na Figura 18 também não existe.

Fonte: U.S. Global Research, tradução nossa

São três pontos principais para transformar as minerações artesanais em pequena mineração responsável:

- Apoio de engenharia: engloba todo o apoio técnico e social necessário para a operação responsável da pequena mineração, como projeto de engenharia; apoio na obtenção de licença ambiental, mineral e social.
- Recurso financeiro: atrair recurso financeiro público ou privado, comprovando que uma pequena mineração pode gerar lucro.
- Aspecto legal: regras legais definidas e claras de legislação, de preferência simplificadas, para o setor de pequena mineração. Que ofereça segurança para os mineradores e investidores.

Sugestões de continuidade da linha de pesquisa:

- Validação do custo e tempo de exploração considerado no modelo inicial.
- Análise do risco da reserva não ser confirmada durante a lavra nos quatro cenários de pesquisa mineral.
- Avaliar opções para reduzir CAPEX: contrato de aluguel, terceirização, usina centralizada.
- Avaliar como implantar esta metodologia no Brasil.
- Estudar um caso de minerais industriais.
- Levantar as questões tecnológicas que podem melhorar os resultados da avaliação econômica da pequena mineração.
- Durante a pesquisa mineral, com um pouco mais de informação sobre a geologia, realizar a avaliação do impacto da variabilidade geológica do depósito (risco de fechar a mina).

6 CONCLUSÃO

Este estudo destina-se a analisar de forma realista a viabilidade econômica de um projeto de mineração responsável, que considera a abordagem da reserva mínima.

A análise de fluxo de caixa foi realizada, comparando um cenário de abordagem tradicional aos recursos minerais e reservas, tal como aplicado pelos grupos tradicionais de mineração, e três cenários adaptando a abordagem de replicação da reserva mínima com estratégias de pesquisa diferentes.

Em relação às questões de pesquisa temos as seguintes considerações

Questão 1: Como é feita a análise financeira na pequena mineração?

- Método: Levantamento dos métodos mais utilizados na mineração. Avaliação de quais destes métodos são utilizados na pequena mineração.
- Resultado: os métodos mais aceitos pela indústria mineral e recomendados pelos códigos é a análise de VPL e TIR, com análise de sensibilidade dos parâmetros chave. Não foi encontrada informação/evidência que na pequena mineração deva ser diferente. Na mineração artesanal não é realizada análise financeira, o investimento é realizado na “aposta” como nos jogos de azar.
- Conclusão: podemos utilizar VPL e TIR para avaliar financeiramente projetos de pequena mineração.

Questão 2: Como o conceito de reserva mínima impacta a análise financeira da pequena mineração?

- Método: comparação de VPL, TIR e sensibilidade à variação de preço em quatro cenários de pesquisa mineral: um tradicional e três utilizando o conceito de reserva mínima. Foi feito um modelo econômico de uma mina de ouro em operação no Equador.
- Resultado: a abordagem de reservas mínimas e replicação é sempre mais atraente, do ponto de vista econômico. O retorno sobre o investimento inicial é mais alto, mais rápido e o projeto tem um valor presente mais do que o dobro da mesma reserva extraída usando a abordagem tradicional. Entre os três

cenários com reserva mínima, as diferenças de VPL e TIR não são significativas. A análise de sensibilidade de preço teve o mesmo impacto na variabilidade dos quatro cenários.

- Conclusão: a melhor estratégia para a pequena mineração é utilizar a reserva mínima com pesquisa contínua, pois ela permite gerenciar o risco geológico em tempo hábil.

Questão 3: Porque os grandes grupos de mineração não investem em pequenos depósitos?

- Método: análise das abordagens padrão para avaliação de bens minerais. Análise de como aplicar estas abordagens em pequenos depósitos.
- Resultado: O cenário tradicional é o único que se encaixaria nas abordagens de avaliação de bens minerais, entretanto o cenário tradicional é limitado a uma escala pequena de produção. A abordagem de reserva mínima é diferente da utilizada no setor mineral, pois se baseia no conceito de que a geração de receita é conseguida através da produção e não sobre a especulação sobre os ativos da empresa.
- Conclusão: os métodos e abordagens atuais de avaliação de bens minerais não são adequadas para avaliar pequenos depósitos. O perfil de investidor para a pequena mineração é diferente dos investidores do setor mineral tradicional.

REFERÊNCIAS

ANDREW, J.S. **Potential application of mediation to land use conflicts in small-scale mining**. Journal of Cleaner Production, 2003. 11(2) 117–130.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo, Atlas, 2014. 7. ed. 790 p. ISBN: 9788522490905.

BAHIA (Estado). Anexo III da lei nº 10.431/06 de 20 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia e dá outras providências. **Diário de Justiça do Estado da Bahia**. 2006.

BHAPPU, R. R., GUZMAN J. **Mineral investment decision making**. Engineerind and Mining Journal, 1995. p 36-38.

BIOREDD +. **Componente de Apoyo a la Formalización de la Minería**. BIOREDD +: Programa ambiental por excelencia de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) en Colombia, set. 2013. Não publicado.

BOLIVIA (País). Decreto supremo nº 24782. Reglamento Ambiental para Actividades Mineras. Bolívia, 31 jul. 1997.

BOLIVIA (País). **Ley de Minería y Metalurgia**. Bolívia, 28 mai. 2014.

BRASIL (País) Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. **Código de Minas**.

BRASIL (País). **Atlas das Mesorregiões. Ministério da Integração Nacional**. Disponível em <<http://200.198.213.88/spr/index.php>> acesso em 15 de setembro de 2013. 2008

BRASIL (País). Decreto nº 6.047, de 22 de fevereiro de 2007. **Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Regional - PNDR e dá outras providências**, 2007.

BRASIL (País). Lei complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. **Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/leicom/2006/leicomplementar-123-14-dezembro-2006-548099-republicacao-135015-pl.html>> Acesso em: 01 abr. 2015.

BRASIL (País). Lei nº 11.685, de 2 de junho de 2008. **Institui o Estatuto do Garimpeiro e dá outras providências**. Congresso nacional, Brasília, 2008.

BRASIL (País). Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Desenvolvimento Regional. **Plano de Ação Integrada e Sustentável da Mesorregião do Seridó**. Brasília, 2012.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Termo de Referência nº 30. **Contratação de Consultoria para Realizar o Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil**. Projeto de Assistência Técnica dos Setores de Energia e Mineral (META), do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD, vinculado ao Banco Mundial. Ministério de Minas e Energia – MME Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM, ago 2014. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1252223/TDR_30_atualizado_09-2014.pdf/2056879d-5c4d-4055-96c9-eb592ffea19e>. Acesso em: 01 jul. 2015.

CDRM. **Programas da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba**. Disponível em: <<http://www.cdrm.pb.gov.br/programas/>> Acesso em 17 de setembro de 2013.

CIM MES. **Survey of evaluation practices in the mineral industry**. Canadian Institute of Mining Management & Economic Society, 2005.

Colômbia (País). **Código de Minas**, lei 685, de 15 de agosto de 2001. Congresso da Colômbia.

COLOMBIA (País). **Memorias al Congreso de la República 2013 - 2014**. Ministerio de Minas e Energia. Bogotá D.C., Colombia 2014. Disponível em: <<http://www.minminas.gov.co/memorias-al-congreso>> Acesso em: 10 mar. 2015.

COLÔMBIA. **Censo Minero Departamental Ministerio de Minas y Energia 2010-2011**. Bogotá, D. C. Colombia, jul 2012.

COLÔMBIA. Decreto Nacional 2715 de 2010. Reglamenta parcialmente la ley 1382 de 2010 "Por el cual se modifica la ley 685 de 2001 codigo de minas" **Ministerio de Minas y Energia**. Bogotá D.C , 28 jul 2010.

COLÔMBIA. **Glosario Técnico Minero**. Ministerio de Minas y Energia Bogotá D.C, ago. 2003.

CORTAZAR, M. **El Oro de Portovelo**. MC Editor, Quito, Equador, 2005, 152 p

CORTAZAR, M., LAVANDA, J.. **Portovelo Cuenta su Historia**. MC Editor, Quito, Equador, 2008. 244 p

CSA (Canadian Securities Administrators). **NI 43-101 Standards of Disclosure for Mineral Projects, Form 43-101F1 Technical Report and Related Consequential Amendments, 2011** Disponível em: <https://www.osc.gov.on.ca/documents/en/Securities-Category4/ni_20110624_43-101_mineral-projects.pdf> Acesso em: 20 mai. 2014..

DNPM. **Portal da Outorga**. DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, DF. Disponível em: <<http://outorga.dnpm.gov.br/SitePages/inicial.aspx>> Acesso em: 15 jun. 2015.

EQUADOR (País). Ley de Minería. Ley 45. Asamblea Nacional. Comisión legislativa y de fiscalización. Quito. **Registro Oficial Suplemento 517**, 27 jan 2009, modificada em 16 jul 2013a.

EQUADOR (País). **Ley de Régimen Tributario Interno**. Codificación No. 2004-026, Congreso Nacional, atualizada em nov 2013b.

GOÍAS (Estado). Portaria N. 006/2001-N. Licenciamento Ambiental Simplificado – LAS. Agência Goiana de Meio Ambiente. **Diário Oficial do Estado de Goiás. Goiânia**. 2001.

GOÑI PACCHIONI, E. A. Framing Informality: Some General Concepts In:_____ **Andemic Informality. Assessing labor informality, employment, and income risk in the Andes**. Inter-American Development Bank. Felipe Herrera Library. ISBN 978-1-59782-168-1, cap. 1, p.25-74.7. Felipe Herrera Library, 2013

Guerra, E. A, 2015. **A pequena e média mineração e os Arranjos Produtivos Locais**. 6º Encontro Nacional da Pequena e Média Mineração-ENAMMIN (Brasil Mineral). São Paulo, 2015. Não publicado.

GÜIZA, L. **La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña**. Dyna, año 80, Nro. 181, pp. 109-117. Medellín, octubre, 2013. ISSN 0012-7353

HARTMAN, H.L., MUTMANSKY, J.M. **Introductory Mining Engineering**. John Wiley & Sons Ed, 2002. 570 p. ISBN: 9780471348511.

HENTSCHEL, T., HRUSCHKA, F., PRIESTER, M. **Global Report on Artisanal and Small-Scale Mining**. International Institute for Environment and Development, 2002 Disponível em: <<http://pubs.iied.org/pdfs/G00723.pdf>> Acesso em: 10 fev. 2014.

HINTONA, J.J., VEIGA, M.M., VEIGA, A.T. **Clean artisanal gold mining: A utopian approach?** Journal of Cleaner Production, 2003 11(2) 99–115.

HRUSCHKA, F., ECHAVARRÍA, C. **Rock Solid Chances for Responsible Artisanal Mining**. ARM Series on Responsible ASM, 2011. No. 3. ARM. ISBN 978-958-99798-0-8.

HULL, J. C. **Fundamentos de mercados futuros e de opções**. Editora: BM&F (. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros), Edição: 4, 2009, p. 600

IBGC. **Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa**. Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. São Paulo, SP : IBGC, 2009. 73 p. ISBN: 978-85-99645-14-7.

IBGE. **Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro 1990.

JEREZ, D. B. **Bolivia Estudio Regional/Nacional sobre Pequeña Minería y Artesanal**. Proyecto MMSD. Institute for Environment and Development (IIED) e e World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). La Paz-Bolívia, 2001. 41 p.

JORC. **The Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves** ('the JORC Code'). Joint Ore Reserves Committee of the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia, 2012 Edition. Disponível em: <http://www.jorc.org/docs/jorc_code2012.pdf> Acesso em: 20 mai. 2014.

LUEHRMAN, T. A. **Investment opportunities as real options: getting started on the numbers**. Harvard Business Review, July-August 1998. President and Fellows of Harvard College. Disponível em: <http://www.silicon-flatirons.org/documents/initiatives/IRLEdayfour/Luehrman_Investment_Opportunities.pdf> Acesso em: 05 fev. 2015.

MARUBAYASHI, L. **Uso da derivativos em operação de proteção para mineradores de ouro**. Trabalho de formatura do curso de graduação do Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: EPUSP/PMI, 2014. 29 p.

MATURANA, C. M.; SORUCO, A. T.; ROBLES, J. Bolivia p. 25-73. In: HECK, C. (Org.) **La realidad de la minería ilegal en países amazónicos**. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, ISBN: 978-9972-792-89-2, Lima 2014, p. 25-73.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa n.º 74, de 27 de setembro de 2004. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. **Diário do Executivo de Minas Gerais**, 02 out. 2004.

MONCADA, L. A. M. **Minería Ilegal en Colombia: un frente de guerra que se abre**. Parte da série "Análisis Político" del Instituto de Estudios Geoestratégicos y Asuntos Políticos de la Universidad Militar Nueva Granada .UMNG – IEGAP # 002, 08 mar 2012. Disponível em: <http://www.iegap-unimilitar.edu.co/images/docs/analpolit_mineriailegal.pdf> Acesso em: 01 mar. 2015.

MONTERO, D. **De lo que viven las Farc sin el secuestro**. La Silla Vacía. 28 fev. 2012. Disponível em: <<http://lasillavacia.com/historia/de-lo-que-viven-las-farc-sin-el-secuestro-31683>> Acesso em: 01 mar. 2015.

NUCCI, C. A. **Situação do pequeno minerador do país frente à proposta do novo marco regulatório da mineração: panorama atual**. Trabalho de formatura do curso de graduação do Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: EPUSP/PMI, 2013. 33 p.

PARAÍBA (Estado). **Governo investe R\$ 4 milhões na sustentabilidade do setor mineral**, 16 de maio de 2013. Disponível em < <http://www.paraiba.pb.gov.br>> Acesso em 15 de setembro de 2013.

PERU (País). Ley N° 27651 – **Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal**. El Congreso de La República, 22 jan 2002.

PERU (País). Decreto Supremo n° 005-2009-EM. Aprova regulamento da lei N° 27651 – Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal. **El Peruano**, 23 jan. 2009.

PERU (País) Decreto Legislativo N° 1100 2012. Regula la Interdicción de La Minería Ilegal em Toda La República y Establece Medidas Complementares. Lima, 18 fev. 2012

REIDER, R., HEYLER, P. B. **Managing cash flow: an operational focus**. John Wiley & Sons. 2003. 352 pp. ISBN 9780471454700

RungePincocKMinarco. **Minimum engineering study requiments update**. RPM Perspectives, Issue No.128 – June 2015. Disponível em: <<http://www.rpmglobal.com/newsletter>> Acesso em: 25 jun. 2015.

SAMIS, M., MARTINEZ, L., DAVIS, G.A., WHYTE, J.B. **Using dynamic discounted cash flow and real option methods for economic analysis in NI43-101 technical Reports**. In, The Valmin Seminar Series 2011–12 Proceedings, The Australian Institute of Mining and Metallurgy, 2012. Publication Series No 3/2012, 149-160.

SECCATORE, J., MARIN, T., DE TOMI, G., VEIGA, M. **A practical approach for the management of resources and reserves in small-scale mining**. Journal of Cleaner Production, 2014a. 84, 803–808.

SECCATORE, J., VEIGA, M.M., ORIGLIASSO, C., MARIN, T., DE TOMI, G. **An estimation of the artisanal small-scale production of gold in the world**. Sci. Total Environ, 2014b. 496, 662–667.

SECCATORE, J., DE TOMI, G., VEIGA, M. **Efficiency as a Road to Sustainability in Small Scale Mining**. Materials Science Forum Vol. 805, 2015, pp 395-402.

SHANDRO, J.A., VEIGA, M.M., CHOUINARD, R. **Reducing mercury pollution from artisanal gold mining in Munhena, Mozambique**. Journal of Cleaner Production, 2009. Volume 17, Issue 5, March 2009, Pages 525–532

SLADE, M.E. **Valuing managerial flexibility: An application of real-option theory to mining investments**. Journal of Environmental Economics and Management, 2001. 41 193–233.

SME (Society for mining, metallurgy and exploration) **The SME Valuation Standards Exposure Draft May 2015**. SME valuation standards committee, 2015.

SPIEGEL, S.J., VEIGA, M.M. **International guidelines on mercury management in small-scale gold mining**. Journal of Cleaner Production, 2010. Volume 18, Issue 4, March 2010, Pages 375–385

TOPAL, E. **Evaluation of a mining project using discounted cash flow analysis, decision tree analysis, Monte Carlo simulation and real options using an example**. Int. J. Mining and Mineral Engineering, 2008. Vol.1, No.1, pp.62 - 76. doi: 10.1504/IJMME.2008.020457

TRIGEORGIS, L. **Real options in capital investment: models, strategies and applications**. Westport : Praeger, 1995. 361 p.

U.S. Global Investors. **Valuation Gap Makes Gold Miners Attractive, but All Miners Aren't Created Equal**. Ago, 2011.

VASCONCELOS, M. **Estudo sobre desenvolvimento industrial da Amazônia é apresentado na Sudam**, 2014. Disponível: < <http://www.sudam.gov.br/comunicacao-social/1040-estudo-sobre-desenvolvimento-industrial-da-amazonia-e-apresentado-na-sudam> >.

VARGAS, V. Actividad minera en El Perú. In: **Second Global Forum on Artisanal and Small-Scale Gold Mining**. Unite Nations Environmental Programme. Lima, Peru, 2013. Disponível em: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/GF2/PERU%20-%20PNUMA_ONUDI_FORO_PPA_PMA.pdf> Acesso em: 10 nov. 2013.

VEIGA, M. **Introducing New Technologies for Abatement of Global Mercury Pollution in Latin America**. UNIDO/UBC/CETEM/CNPq, 1997. Disponível em: <http://www.globalmercuryproject.org/documents/non_country%20specific/HginLA-book.PDF> Acesso em: 01 fev. 2013.

VEIGA, M., HINTON, J. **Abandoned artisanal gold mines in the Brazilian Amazon: A legacy of mercury pollution**. Natural Resources Forum, vol. 26, issue 1, p. 15–26, fev 2002. DOI: 10.1111/1477-8947.00003.

VEIGA, M.M. NUNES, D., KLEIN, B. SHANDRO, J.A., VELASQUEZ, P.C., SOUSA, R.N. **Mill leaching: a viable substitute for mercury amalgamation in the artisanal gold mining sector?** Journal of Cleaner Productio, 2009. Volume 17, Issue 15, October 2009, Pages 1373–1381

VEIGA, M.M., ANGELOCI, G., HITCH, M., VELASQUEZ-LOPEZ, P.C. **Processing centres in artisanal gold mining**. Journal of Cleaner Production, 2014. 64 535–544.

VEIGA, M.M., MAXSON, P. A., HYLANDER L.D. **Origin and consumption of mercury in small-scale gold mining**. Journal of Cleaner Production, 2006. Volume 14, Issues 3–4, 2006, Pages 436–447

VELASQUEZ-LOPEZ P.C., VEIGA, M.M., HALL K. **Mercury balance in amalgamation in artisanal and small-scale gold mining: identifying strategies for reducing environmental pollution in Portovelo-Zaruma, Ecuador**. Journal of Cleaner Production, 2010. Volume 18, Issue 3, p 226–232

WGC (WORLD GOLD COUNCIL). **Gold price in a range of currencies since December 1978**. Formato em excel atualizado semanalmente. 25 fev. 2015. Disponível em: <<http://www.gold.org/research/download-the-gold-price-since-1978>> Acesso em: 25 fev. 2015.

APÊNDICE A – MEMORIAL DE CÁLCULO DA TAXA DA ÁREA

Segundo o artigo 34 da lei de mineração no regime especial de pequena mineração a taxa de conservação anual da área (“patente de conservación”) é 2% da remuneração mensal unificada por hectare mineiro (Equador, 2013)

Para o estudo de caso a taxa de conservação área mineral é

Área do decreto mineral = 120.000 m² = 12 hectárea minera

Remuneração básica: \$ 318

Taxa de conservação = \$ 76,32 por ano ($2\% \times 318 \times 12$)

APÊNDICE B – FLUXO DE CAIXA ANUAL

As tabelas a seguir apresentam o fluxo de caixa livre do projeto para os quatro cenários de pesquisa mineral.

Cenário Tradicional

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14
Alimentação da Usina (t)				17,337.50	55,480.00	55,480.00	55,480.00	55,480.00	55,480.00	55,480.00	55,480.00	55,480.00	55,480.00	55,480.00
Produto (Au g)				69,350.00	221,920.00	221,920.00	221,920.00	221,920.00	221,920.00	221,920.00	221,920.00	221,920.00	221,920.00	221,920.00
Produto (oz)				2,229.67	7,134.95	7,134.95	7,134.95	7,134.95	7,134.95	7,134.95	7,134.95	7,134.95	7,134.95	7,134.95
Preço (USD/oz)				\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
Receita Bruta				\$ 2,675,606.22	\$ 8,561,939.90	\$ 8,561,939.90	\$ 8,561,939.90	\$ 8,561,939.90	\$ 8,561,939.90	\$ 8,561,939.90	\$ 8,561,939.90	\$ 8,561,939.90	\$ 8,561,939.90	\$ 8,561,939.90
(-) Encargos (Royalty)				\$ -80,268.19	\$ -256,858.20	\$ -256,858.20	\$ -256,858.20	\$ -256,858.20	\$ -256,858.20	\$ -256,858.20	\$ -256,858.20	\$ -256,858.20	\$ -256,858.20	\$ -256,858.20
(=) Receita Operacional Líquida				\$ 2,595,338.03	\$ 8,305,081.71	\$ 8,305,081.71	\$ 8,305,081.71	\$ 8,305,081.71	\$ 8,305,081.71	\$ 8,305,081.71	\$ 8,305,081.71	\$ 8,305,081.71	\$ 8,305,081.71	\$ 8,305,081.71
(-) Taxa conservação área mineral				\$ -76.32	\$ -76.32	\$ -76.32	\$ -76.32	\$ -76.32	\$ -76.32	\$ -76.32	\$ -76.32	\$ -76.32	\$ -76.32	\$ -76.32
(-) Custos Produção Fixos				\$ -365,000.00	\$ -730,000.00	\$ -730,000.00	\$ -730,000.00	\$ -730,000.00	\$ -730,000.00	\$ -730,000.00	\$ -730,000.00	\$ -730,000.00	\$ -730,000.00	\$ -730,000.00
(-) Custos Produção Variáveis				\$ -918,887.50	\$ -2,940,440.00	\$ -2,940,440.00	\$ -2,940,440.00	\$ -2,940,440.00	\$ -2,940,440.00	\$ -2,940,440.00	\$ -2,940,440.00	\$ -2,940,440.00	\$ -2,940,440.00	\$ -2,940,440.00
(=) Lucro Oper Líq (EBITDA)				\$ 1,311,374.21	\$ 4,634,565.39	\$ 4,634,565.39	\$ 4,634,565.39	\$ 4,634,565.39	\$ 4,634,565.39	\$ 4,634,565.39	\$ 4,634,565.39	\$ 4,634,565.39	\$ 4,634,565.39	\$ 4,634,565.39
(-) Taxas lucro (funcionários/governo)				\$ -196,706.13	\$ -695,184.81	\$ -695,184.81	\$ -695,184.81	\$ -695,184.81	\$ -695,184.81	\$ -695,184.81	\$ -695,184.81	\$ -695,184.81	\$ -695,184.81	\$ -695,184.81
(-) Depreciação				\$ -	\$ -649,977.02	\$ -649,977.02	\$ -649,977.02	\$ -649,977.02	\$ -649,977.02	\$ -649,977.02	\$ -649,977.02	\$ -849,977.02	\$ -849,977.02	\$ -849,977.02
(=) Lucro Antes do IR (LAIR)				\$ 1,114,668.08	\$ 3,289,403.56	\$ 3,289,403.56	\$ 3,289,403.56	\$ 3,289,403.56	\$ 3,289,403.56	\$ 3,289,403.56	\$ 3,289,403.56	\$ 3,089,403.56	\$ 3,089,403.56	\$ 3,089,403.56
(-) IR				\$ -245,226.98	\$ -723,668.78	\$ -723,668.78	\$ -723,668.78	\$ -723,668.78	\$ -723,668.78	\$ -723,668.78	\$ -723,668.78	\$ -679,668.78	\$ -679,668.78	\$ -679,668.78
(=) Lucro Operacional após IR (NOPAT)				\$ 869,441.10	\$ 2,565,734.78	\$ 2,565,734.78	\$ 2,565,734.78	\$ 2,565,734.78	\$ 2,565,734.78	\$ 2,565,734.78	\$ 2,565,734.78	\$ 2,409,734.78	\$ 2,409,734.78	\$ 2,409,734.78
(+) Depreciação				\$ -	\$ 649,977.02	\$ 649,977.02	\$ 649,977.02	\$ 649,977.02	\$ 649,977.02	\$ 649,977.02	\$ 649,977.02	\$ 849,977.02	\$ 849,977.02	\$ 849,977.02
(-) Investimento Exploração	\$ -913,830.73	\$ -913,830.73												
(-) Investimento Desenvolvimento								\$ -200,000.00	\$ -200,000.00	\$ -200,000.00	\$ -200,000.00	\$ -200,000.00	\$ -200,000.00	
(-) Investimento CAPEX				\$ -4,874,827.65							\$ -2,000,000.00			
(=) Fluxo de Caixa Livre Projeto (FCP)	\$ -913,830.73	\$ -913,830.73	\$ -4,874,827.65	\$ -755,501.45	\$ 3,215,711.80	\$ 3,215,711.80	\$ 3,215,711.80	\$ 3,015,711.80	\$ 3,015,711.80	\$ 3,015,711.80	\$ 1,015,711.80	\$ 3,059,711.80	\$ 3,059,711.80	\$ 3,259,711.80

Cenário Pré-Payback

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
Alimentação da Usina (t)		17.337,50	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00
Produto (Au g)		69.350,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00
Produto (oz)		2.229,67	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95
Preço (USD/oz)		\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Receita Bruta		\$ 2.675.606,22	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90
(-) Encargos (Royalty)		\$ -80.268,19	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20
(=) Receita Operacional Líquida		\$ 2.595.338,03	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71
(-) Taxa conservação área mineral		\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32
(-) Custos Produção Fixos		\$ -365.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00
(-) Custos Produção Variáveis		\$ -918.887,50	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00
(=) Lucro Oper Liq (EBITDA)		\$ 1.311.374,21	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39
(-) Taxas lucro (funcionarios/governo)		\$ -196.706,13	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81
(-) Depreciação			\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -849.977,02	\$ -849.977,02	\$ -849.977,02
(=) Lucro Antes do IR (LAIR)		\$ 1.114.668,08	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.089.403,56	\$ 3.089.403,56	\$ 3.089.403,56
(-) IR		\$ -245.226,98	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -679.668,78	\$ -679.668,78	\$ -679.668,78
(=) Lucro Operacional após IR (NOPAT)		\$ 869.441,10	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.409.734,78	\$ 2.409.734,78	\$ 2.409.734,78
(+) Depreciação			\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 849.977,02	\$ 849.977,02	\$ 849.977,02
(-) Investimento Exploração	\$ -675.680,99				\$ -177.227,78	\$ -177.227,78	\$ -177.227,78	\$ -354.455,56		\$ -177.227,78	\$ -88.613,80	
(-) Investimento Desenvolvimento					\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	
(-) Investimento CAPEX	\$ -4.874.827,65	\$ -1.624.942,55							\$ -2.000.000,00			
(=) Fluxo de Caixa Livre Projeto (FCP)	\$ -5.550.508,64	\$ -755.501,45	\$ 3.215.711,80	\$ 3.215.711,80	\$ 3.038.484,02	\$ 2.838.484,02	\$ 2.838.484,02	\$ 2.661.256,24	\$ 1.015.711,80	\$ 2.882.484,02	\$ 2.971.097,99	\$ 3.259.711,80

Cenário Pós-Payback

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
Alimentação da Usina (t)		17.337,50	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00
Produto (Au g)		69.350,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00
Produto (oz)		2.229,67	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95
Preço (USD/oz)		\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Receita Bruta		\$ 2.675.606,22	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90
(-) Encargos (Royalty)		\$ -80.268,19	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20
(=) Receita Operacional Líquida		\$ 2.595.338,03	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71
(-) Taxa conservação área mineral		\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32
(-) Custos Produção Fixos		\$ -365.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00
(-) Custos Produção Variáveis		\$ -918.887,50	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00
(=) Lucro Oper Liq (EBITDA)		\$ 1.311.374,21	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39
(-) Taxas lucro (funcionarios/governo)		\$ -196.706,13	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81
(-) Depreciação			\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -849.977,02	\$ -849.977,02	\$ -849.977,02
(=) Lucro Antes do IR (LAIR)		\$ 1.114.668,08	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.089.403,56	\$ 3.089.403,56	\$ 3.089.403,56
(-) IR		\$ -245.226,98	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -679.668,78	\$ -679.668,78	\$ -679.668,78
(=) Lucro Operacional após IR (NOPAT)		\$ 869.441,10	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.409.734,78	\$ 2.409.734,78	\$ 2.409.734,78
(+) Depreciação			\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 849.977,02	\$ 849.977,02	\$ 849.977,02
(-) Investimento Exploração	\$ -867.677,72					\$ -177.227,78	\$ -177.227,78	\$ -354.455,56		\$ -177.227,78	\$ -73.844,85	
(-) Investimento Desenvolvimento							\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	
(-) Investimento CAPEX	\$ -4.874.827,65	\$ -1.624.942,55							\$ -2.000.000,00			
(=) Fluxo de Caixa Livre Projeto (FCP)	\$ -5.742.505,37	\$ -755.501,45	\$ 3.215.711,80	\$ 3.215.711,80	\$ 3.015.711,80	\$ 3.038.484,02	\$ 2.838.484,02	\$ 2.661.256,24	\$ 1.015.711,80	\$ 2.882.484,02	\$ 2.985.866,95	\$ 3.259.711,80

Cenário Pesquisa Contínua

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
Alimentação da Usina (t)		17.337,50	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00	55.480,00
Produto (Au g)		69.350,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00	221.920,00
Produto (oz)		2.229,67	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95	7.134,95
Preço (USD/oz)		\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Receita Bruta		\$ 2.675.606,22	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90	\$ 8.561.939,90
(-) Encargos (Royalty)		\$ -80.268,19	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20	\$ -256.858,20
(=) Receita Operacional Líquida		\$ 2.595.338,03	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71	\$ 8.305.081,71
(-) Taxa conservação área mineral		\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32	\$ -76,32
(-) Custos Produção Fixos		\$ -365.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00	\$ -730.000,00
(-) Custos Produção Variáveis		\$ -918.887,50	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00	\$ -2.940.440,00
(=) Lucro Oper Líq (EBTIDA)		\$ 1.311.374,21	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39	\$ 4.634.565,39
(-) Taxas lucro (funcionários/governo)		\$ -196.706,13	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81	\$ -695.184,81
(-) Depreciação			\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -649.977,02	\$ -849.977,02	\$ -849.977,02	\$ -849.977,02
(=) Lucro Antes do IR (LAIR)		\$ 1.114.668,08	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.289.403,56	\$ 3.089.403,56	\$ 3.089.403,56	\$ 3.089.403,56
(-) IR		\$ -245.226,98	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -723.668,78	\$ -679.668,78	\$ -679.668,78	\$ -679.668,78
(=) Lucro Operacional após IR (NOPAT)		\$ 869.441,10	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.565.734,78	\$ 2.409.734,78	\$ 2.409.734,78	\$ 2.409.734,78
(+) Depreciação			\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 649.977,02	\$ 849.977,02	\$ 849.977,02	\$ 849.977,02
(-) Investimento Exploração	\$ -719.987,90		\$ -177.227,78	\$ -177.227,78	\$ -177.227,78	\$ -177.227,78	\$ -177.227,78	\$ -177.227,78	\$ -44.306,90			
(-) Investimento Desenvolvimento												
(-) Investimento CAPEX	\$ -4.874.827,65	\$ -1.624.942,55								\$ -200.000,00	\$ -200.000,00	
(=) Fluxo de Caixa Livre Projeto (FCP)	\$ -5.594.815,54	\$ -755.501,45	\$ 3.038.484,02	\$ 3.038.484,02	\$ 3.038.484,02	\$ 2.838.484,02	\$ 2.838.484,02	\$ 2.838.484,02	\$ 971.404,90	\$ 3.059.711,80	\$ 3.059.711,80	\$ 3.259.711,80

APÊNDICE C– SIMULAÇÃO ANUAL DE PREÇOS

ANO 2

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,264
Média	USD 1,324
Mediana	USD 1,303
Moda	---
Desvio Padrão	USD 198
Variância	USD 39,179
Obliquidade	0.6677
Curtose	3.73
Coefficiente de Variação	0.1495
Mínimo	USD 833
Máximo	USD 2,243
Largura do Intervalo	USD 1,409
Erro Padrão Média	USD 3

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 833
10%	USD 1,088
20%	USD 1,154
30%	USD 1,207
40%	USD 1,255
50%	USD 1,303
60%	USD 1,357
70%	USD 1,410
80%	USD 1,479
90%	USD 1,581
100%	USD 2,243

ANO 3

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,112
Média	USD 1,384
Mediana	USD 1,345
Moda	---
Desvio Padrão	USD 294
Variância	USD 86,450
Obliquidade	0.8596
Curtose	4.55
Coefficiente de Variação	0.2124
Mínimo	USD 664
Máximo	USD 3,395
Largura do Intervalo	USD 2,731
Erro Padrão Média	USD 4

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 664
10%	USD 1,045
20%	USD 1,139
30%	USD 1,212
40%	USD 1,279
50%	USD 1,345
60%	USD 1,421
70%	USD 1,503
80%	USD 1,616
90%	USD 1,765
100%	USD 3,395

ANO 4

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,084
Média	USD 1,455
Mediana	USD 1,404
Moda	---
Desvio Padrão	USD 383
Variância	USD 146,623
Obliquidade	1.01
Curtose	5.06
Coefficiente de Variação	0.2631
Mínimo	USD 610
Máximo	USD 3,878
Largura do Intervalo	USD 3,268
Erro Padrão Média	USD 5

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 610
10%	USD 1,026
20%	USD 1,135
30%	USD 1,223
40%	USD 1,315
50%	USD 1,403
60%	USD 1,494
70%	USD 1,603
80%	USD 1,743
90%	USD 1,959
100%	USD 3,878

ANO 5

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,142
Média	USD 1,529
Mediana	USD 1,457
Moda	---
Desvio Padrão	USD 468
Variância	USD 219,147
Obliquidade	1.25
Curtose	7.19
Coefficiente de Variação	0.3062
Mínimo	USD 502
Máximo	USD 6,360
Largura do Intervalo	USD 5,858
Erro Padrão Média	USD 7

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 502
10%	USD 1,016
20%	USD 1,140
30%	USD 1,247
40%	USD 1,345
50%	USD 1,457
60%	USD 1,566
70%	USD 1,703
80%	USD 1,870
90%	USD 2,138
100%	USD 6,360

ANO 6

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,075
Média	USD 1,607
Mediana	USD 1,504
Moda	---
Desvio Padrão	USD 559
Variância	USD 312,042
Obliquidade	1.46
Curtose	8.89
Coefficiente de Variação	0.3476
Mínimo	USD 525
Máximo	USD 8,196
Largura do Intervalo	USD 7,672
Erro Padrão Média	USD 8

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 525
10%	USD 1,015
20%	USD 1,154
30%	USD 1,266
40%	USD 1,378
50%	USD 1,503
60%	USD 1,638
70%	USD 1,804
80%	USD 2,010
90%	USD 2,324
100%	USD 8,196

ANO 7

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,272
Média	USD 1,689
Mediana	USD 1,568
Moda	---
Desvio Padrão	USD 638
Variância	USD 407,428
Obliquidade	1.38
Curtose	7.10
Coefficiente de Variação	0.3780
Mínimo	USD 473
Máximo	USD 7,885
Largura do Intervalo	USD 7,411
Erro Padrão Média	USD 9

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 473
10%	USD 1,013
20%	USD 1,177
30%	USD 1,299
40%	USD 1,426
50%	USD 1,568
60%	USD 1,724
70%	USD 1,897
80%	USD 2,132
90%	USD 2,513
100%	USD 7,885

ANO 8

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,263
Média	USD 1,772
Mediana	USD 1,627
Moda	---
Desvio Padrão	USD 723
Variância	USD 523,240
Obliquidade	1.44
Curtose	7.48
Coefficiente de Variação	0.4083
Mínimo	USD 426
Máximo	USD 9,064
Largura do Intervalo	USD 8,638
Erro Padrão Média	USD 10

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 426
10%	USD 999
20%	USD 1,184
30%	USD 1,343
40%	USD 1,480
50%	USD 1,627
60%	USD 1,797
70%	USD 1,988
80%	USD 2,277
90%	USD 2,741
100%	USD 9,064

ANO 9

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,616
Média	USD 1,867
Mediana	USD 1,695
Moda	---
Desvio Padrão	USD 822
Variância	USD 675,026
Obliquidade	1.49
Curtose	6.78
Coefficiente de Variação	0.4402
Mínimo	USD 458
Máximo	USD 7,698
Largura do Intervalo	USD 7,239
Erro Padrão Média	USD 12

	Valores de previsão
0%	USD 458
10%	USD 1,012
20%	USD 1,209
30%	USD 1,375
40%	USD 1,529
50%	USD 1,694
60%	USD 1,884
70%	USD 2,100
80%	USD 2,419
90%	USD 2,916
100%	USD 7,698

ANO 10

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,540
Média	USD 1,969
Mediana	USD 1,761
Moda	---
Desvio Padrão	USD 934
Variância	USD 872,841
Obliquidade	1.73
Curtose	8.71
Coefficiente de Variação	0.4744
Mínimo	USD 394
Máximo	USD 10,541
Largura do Intervalo	USD 10,147
Erro Padrão Média	USD 13

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 394
10%	USD 1,033
20%	USD 1,232
30%	USD 1,414
40%	USD 1,585
50%	USD 1,760
60%	USD 1,973
70%	USD 2,228
80%	USD 2,574
90%	USD 3,145
100%	USD 10,541

ANO 11

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,508
Média	USD 2,064
Mediana	USD 1,848
Moda	---
Desvio Padrão	USD 1,025
Variância	USD 1,050,999
Obliquidade	1.64
Curtose	7.34
Coefficiente de Variação	0.4968
Mínimo	USD 420
Máximo	USD 9,355
Largura do Intervalo	USD 8,935
Erro Padrão Média	USD 14

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 420
10%	USD 1,032
20%	USD 1,255
30%	USD 1,451
40%	USD 1,638
50%	USD 1,848
60%	USD 2,057
70%	USD 2,338
80%	USD 2,726
90%	USD 3,372
100%	USD 9,355

ANO 12

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,501
Média	USD 2,161
Mediana	USD 1,900
Moda	---
Desvio Padrão	USD 1,146
Variância	USD 1,312,305
Obliquidade	1.82
Curtose	8.58
Coefficiente de Variação	0.5301
Mínimo	USD 335
Máximo	USD 11,237
Largura do Intervalo	USD 10,902
Erro Padrão Média	USD 16

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 335
10%	USD 1,040
20%	USD 1,275
30%	USD 1,483
40%	USD 1,693
50%	USD 1,900
60%	USD 2,138
70%	USD 2,441
80%	USD 2,870
90%	USD 3,582
100%	USD 11,237

ANO 13

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 1,156
Média	USD 2,273
Mediana	USD 1,968
Moda	---
Desvio Padrão	USD 1,272
Variância	USD 1,617,378
Obliquidade	2.07
Curtose	11.53
Coefficiente de Variação	0.5595
Mínimo	USD 326
Máximo	USD 16,734
Largura do Intervalo	USD 16,407
Erro Padrão Média	USD 18

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 326
10%	USD 1,044
20%	USD 1,309
30%	USD 1,530
40%	USD 1,747
50%	USD 1,968
60%	USD 2,253
70%	USD 2,579
80%	USD 3,028
90%	USD 3,821
100%	USD 16,734

ANO 14

Estatística:	Valores de previsão
Avaliações	5,000
Caso Base	USD 908
Média	USD 2,385
Mediana	USD 2,053
Moda	---
Desvio Padrão	USD 1,389
Variância	USD 1,930,324
Obliquidade	2.03
Curtose	10.26
Coefficiente de Variação	0.5825
Mínimo	USD 328
Máximo	USD 15,366
Largura do Intervalo	USD 15,038
Erro Padrão Média	USD 20

Percentis:	Valores de previsão
0%	USD 328
10%	USD 1,061
20%	USD 1,342
30%	USD 1,571
40%	USD 1,799
50%	USD 2,053
60%	USD 2,335
70%	USD 2,691
80%	USD 3,202
90%	USD 4,077
100%	USD 15,366

ANEXO A – CAPÍTULO SOBRE GARIMPAGEM DO CÓDIGO DE MINAS 1940

CAPÍTULO VIII

DA FAISCAÇÃO E GARIMPAGEM

Art. 62. São livres os trabalhos do gênero da faiscação do ouro aluvionar e garimpagem de diamantes em terras e águas de domínio público.

§ 1º Em terras e águas do domínio privado, tais trabalhos dependem de entendimento com os proprietários. Não poderá, neste caso, exceder de dez por cento do valor da produção efetiva de um garimpeiro, ou faiscador, a contribuição por ele devida ao proprietário, a título de indenização por servidões e danos, com recurso para as repartições competentes do Ministério da Fazenda ou, na falta destas, para as autoridades locais.

§ 2º Sendo o garimpeiro ou faiscador forçado a habitar em terreno de domínio privado, vizinho a terras e águas públicas, pagará ao proprietário indenização nunca superior a cinco por cento do valor da produção efetiva.

Art. 63. Caracterizam-se a faiscação e a garimpagem:

- a) pela forma de lavra rudimentar;
- b) pela natureza dos depósitos de que são objeto;
- c) pelo sistema social e econômico da produção e do seu comércio.

§ 1º Considera-se trabalho de faiscação a extração de metais nobres nativos, em depósitos de eluvião ou aluvião, fluviais ou marinhos, com aparelhos ou máquinas simples e portáteis.

§ 2º Considera-se trabalho de garimpagem a extração de pedras preciosas e de minérios metálicos e não metálicos de alto valor, em depósitos de eluvião ou aluvião, com aparelhos ou máquinas simples e portáteis.

§ 3º Equiparam-se aos trabalhos de fiscoação e garimpagem as catas exploráveis sem emprego de explosivos, na parte decomposta dos filões, para extração das substâncias cujo tratamento se efetue por processos rudimentares.

Art. 64. A autorização de pesquisa ou lavra prefere aos trabalhos de fiscoação e garimpagem.

Art. 65. O D. N. P. M. mandará visitar periodicamente as zonas de concentração de fiscoadores e garimpeiros por técnicos incumbidos de observar o seu trabalho e sugerir medidas de estímulo e fiscalização.

Art. 66. A taxa de que trata o art. 31, § 3º, será paga pelos compradores de substâncias minerais produzidas na forma deste Capítulo, de acordo com regulamentação do Ministério da Fazenda.

Art. 67. A fiscalização do comércio de ouro e de outras substâncias exploradas pelo regime deste Capítulo continua a cargo do Ministério da Fazenda, por intermédio da Diretoria de Rendas Internas do Tesouro Nacional e do Banco do Brasil, com a colaboração da D. N. P. M.

ANEXO B – PORTE DE MINA PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL - BA

Código Estado	Tipologia	Unidade Medida	Porte
DIVISÃO B: MINERAÇÃO			
Grupo B1 Minerais metálicos e não metálicos			
B1.1	Minerais Metálicos		
B1.1.1	Ferro	Produção bruta de minério (t/ano)	Pequeno < 300.000 Médio ≥ 300.000 < 1.500.000 Grande ≥ 1.500.000 < 5.000.000 Excepcional ≥ 5.000.000
B1.1.2	Manganês	Produção bruta de minério (t/ano)	Micro < 50.000 Pequeno ≥ 50.000 < 100.000 Médio ≥ 100.000 < 500.000 Grande ≥ 500.000 < 1.000.000 Excepcional ≥ 1.000.000
B1.1.2	Alumínio, Antimônio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Escândio, Estanho, Estrôncio, Frâncio, Gálio, Germânio, Háfnio, Índio, Irídio, Ítrio, Lítio, Molibdênio, Nióbio, Níquel, Osmio, Ouro, Paládio, Platina, Prata, Rodio, Rubídio, Selênio, Tálcio, Tântalo, Tecnécio, Telúrio, Titânio, Tungstênio, Vanádio, Xenotímio, Zinco e Zircônio	Produção bruta de minério (t/ano)	Micro < 20.000 Pequeno ≥ 20.000 < 50.000 Médio ≥ 50.000 < 500.000 Grande ≥ 500.000 < 1.000.000 Excepcional ≥ 1.000.000
B1.2	Minerais não Metálicos		
B1.2.1	Criolita, Enxofre, Fluorita, Selênio, Sílica, Silictos e Telúrio	Produção bruta de minério (t/ano)	Micro < 10.000 Pequeno ≥ 10.000 < 100.000 Médio ≥ 100.000 < 1.000.000 Grande ≥ 1.000.000 < 5.000.000 Excepcional ≥ 5.000.000
Grupo B2 Gemas ou pedras preciosas e semi-preciosas			
B2.1	Ágata, Água Marinha, Alexandrita, Ametista, Ametrino, Benitoite, Berílio, Calcedônia, Cianita, Citrino, Crisoberilo, Cristal de Rocha, Diamante, Esmeralda, Granada, Heliótrópio, Jacinto, Jade, Lapis-Lazuli, Larvikita, Lazurita, Nefrita, Olho de Tigre, Opala, Rubi, Safira, Topázio, Turmalina e Turquesa	Produção bruta de minério (t/ano)	Micro < 1.500 Pequeno ≥ 1.500 < 3.500 Médio ≥ 3.500 < 35.000 Grande ≥ 35.000 < 80.000 Excepcional ≥ 80.000
Grupo B3 Minerais utilizados na construção civil, ornamentos e outros			
B3.1	Areias, Arenoso, Basalto, Caulim, Cascalhos, Brita, Filitos, Gesso, Gnaisses, Metarenitos, Saibros e Xistos	Produção bruta de minério (t/ano)	Micro < 20.000 Pequeno ≥ 20.000 < 75.000 Médio ≥ 75.000 < 250.000 Grande ≥ 250.000 < 500.000 Excepcional ≥ 500.000

Código Estado	Tipologia	Unidade Medida	Porte
B3.2	Granito, granulitos, mármore, quartzito, sienitos, ardósia, dentre outras	Produção bruta de minério (t/ano)	Pequeno < 10.000 Médio ≥ 10.000 < 30.000 Grande ≥ 30.000 < 60.000 Excepcional ≥ 60.000
Grupo B4 Minerais utilizados na indústria			
B4.1	Materiais cerâmicos (argilas, caulinita, diatomita, ilita e montmorilonita, dentre outros)	Produção bruta de minério (t/ano)	Micro < 10.000 Pequeno > 10.000 < 30.000 Médio > 30.000 < 50.000 Grande > 50.000 < 100.000 Excepcional > 100.000
B4.2	Manufatura de vidro/vitrificação, esmaltação e indústria óptica (cianita, feldspato, fluorita, gipso, leucita, moscovita, nefelina, quartzo e turmalina, dentre outros).	Produção bruta de minério (t/ano)	Micro < 5.000 Pequeno ≥ 5.000 < 12.000 Médio ≥ 12.000 < 50.000 Grande ≥ 50.000 < 100.000 Excepcional ≥ 100.000
B4.3	Fertilizantes e Defensivos Agrícolas (apatita, calcário, calcita, fosfatos, guano, minerais de borato, potássio, salgema, salitre, silvita e sódio, dentre outros)	Produção bruta de minério (t/ano)	Micro < 20.000 Pequeno ≥ 20.000 < 50.000 Médio ≥ 50.000 < 500.000 Grande ≥ 500.000 < 1.000.000 Excepcional ≥ 1.000.000
B4.4	Uso industrial não especificado anteriormente (amianto, anidrita, andalusita, anfibólios, barita, bauxita, bentonitas, calcário, calcita, caulinita, cianita, coríndon, dolomita, feldspato, gipsita, grafita, magnesita, moscovita, pegmatito, quartzo, serpentinito, sílex, talco, vermiculita, wollastonita e zirconita, dentre outros)	Produção bruta de minério (t/ano)	Micro < 20.000 Pequeno ≥ 20.000 < 50.000 Médio ≥ 50.000 < 500.000 Grande ≥ 500.000 < 1.000.000 Excepcional ≥ 1.000.000
Grupo B5: Minerais radioativos e/ou físseis			
B5.1	Astato, Césio, Cobalto, Monazita, Rádio, Rênio, Ródio, Rutênio, Tório e Urânio	Produção bruta de minério (t/ano)	Micro < 20.000 Pequeno ≥ 20.000 < 50.000 Médio ≥ 50.000 < 200.000 Grande ≥ 200.000 < 500.000 Excepcional ≥ 500.000
Grupo B6: Combustíveis			
B6.1	Combustíveis Fósseis Sólidos (carvão, linhito, turfa e sapropelitos, dentre outros)	Produção bruta (t/ano)	Micro < 10.000 Pequeno ≥ 10.000 < 35.000 Médio ≥ 35.000 < 250.000 Grande ≥ 250.000 < 400.000 Excepcional ≥ 400.000
B6.2	Rochas betuminosas e pirobetuminosas (xisto betuminoso e xisto pirobetuminoso)	Produção bruta (m³/ano)	Micro < 500 Pequeno ≥ 500 < 1.000 Médio ≥ 1.000 < 4.000 Grande ≥ 4.000 < 8.000 Excepcional ≥ 8.000

Fonte: BAHIA, 2006

ANEXO C – PORTE DE MINA PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL - MG

Lavra subterrânea		
Bem Mineral	Unidade	Porte
Pegmatitos e gemas	Produção Bruta m³/ano	Pequeno ≤ 1.200 Médio > 1.200 ≤ 12.000 Grande > 12.000
Exceto pegmatitos e gemas	Produção Bruta t/ano	Pequeno ≤ 100.000 Médio > 100.000 ≤ 500.000 Grande > 500.000
Lavra a céu aberto		
Bem Mineral	Unidade	Porte
Minerais metálicos, exceto minério de ferro	Produção Bruta t/ano	Pequeno ≤ 50.000 Médio > 50.000 ≤ 500.000 Grande > 500.000
Minério de ferro	Produção Bruta t/ano	Pequeno ≤ 300.000 Médio > 300.000 ≤ 1.500.000 Grande > 1.500.000
Lavra a céu aberto ou subterrânea em áreas cársticas	Produção Bruta t/ano	Pequeno ≤ 100.000 Médio > 100.000 ≤ 500.000 Grande > 500.000
Rochas ornamentais e de revestimento (granitos, mármore, ardósias, quartzitos e outras)	Produção Bruta m³/ano	Pequeno ≤ 1.000 Médio > 1.000 ≤ 4.000 Grande > 4.000
Minerais não metálicos, exceto em áreas cársticas ou rochas ornamentais e de revestimento	sem ou com trat. a seco Produção Bruta t/ano	Pequeno ≤ 50.000 Médio > 50.000 ≤ 500.000 Grande > 500.000
	trat. a úmido Produção Bruta t/ano	Pequeno ≤ 100.000 Médio > 100.000 ≤ 500.000 Grande > 500.000
Extração de rocha para produção de britas	Produção Bruta t/ano	Pequeno ≤ 30.000 Médio > 30.000 ≤ 200.000 Grande > 200.000
	ou Produção Bruta m³/ano	Pequeno ≤ 12.000 Médio > 12.000 ≤ 80.000 Grande > 80.000
Lavra em aluvião, exceto areia e cascalho	Produção Bruta m³/ano	Pequeno ≤ 12.000 Médio > 12.000 ≤ 100.000 Grande > 100.000
Extração de areia e cascalho para utilização imediata na construção civil	Produção Bruta m³/ano	Pequeno ≤ 30.000 Médio > 30.000 ≤ 100.000 Grande > 100.000
Extração de argila usada no fabrico de cerâmica vermelha	Produção Bruta t/ano	Pequeno ≤ 12.000 Médio > 12.000 ≤ 50.000 Grande > 50.000
Extração de água mineral ou potável de mesa	Vazão captada l/ano	Pequeno ≤ 1.200.000 Médio > 1.200.000 ≤ 10.000.000 Grande > 10.000.000

Fonte: Elaborado pela autora com dados do decreto (MINAS GERAIS, 2004)

ANEXO D – LICENCIAMENTO AMBIENTAL SIMPLIFICADO - GO

Classificação da atividade	LAS
01 – Criação de Animais	
- Pecuária	Até 100 bovinos
- Avicultura	Até 5.000 aves
- Suinocultura: * criação	Até 10 matrizes
- Suinocultura: * terminação	Até 100 suínos
- Aquicultura	Até 3.000 m ² de lâmina d'água
10 – IND. DE MINERAIS NÃO METALICO	Cadastro de Microempresa
11 – IND. METALURGICA	Cadastro de Microempresa
12 – IND. MECANICA	Cadastro de Microempresa
13 – IND. MATERIAL ELÉTRICO	Cadastro de Microempresa
14 – IND. MATERIAL DE TRANSPORTE	Cadastro de Microempresa
15 – IND. DA MADEIRA	Cadastro de Microempresa
16 – IND. MOBILIARIO	Cadastro de Microempresa
17 – IND. PAPEL E PAPELÃO	Cadastro de Microempresa
18 – IND BORRACHA	Cadastro de Microempresa
19 – IND. COUROS E PELES	Cadastro de Microempresa
20 – IND. QUIMICA	Cadastro de Microempresa
21 – IND. PROD. FARMACÊUTICOS	
22 – IND. PERFURARIA, SABÕES E VELAS	
23 – IND. PROD. DE MATERIAIS PLASTICAS	
24 – IND. TEXTIL	
25 – IND VESTUÁRIO, CALÇADOS	
26 – IND. PRODUTOS ALIMENTARES	
	500 aves/dia
	10 suínos/dia
	10 bovinos/dia
	500 l/dia
28 – IND. FUMO	Cadastro de microempresa
29 – IND. EDITORIAL E GRÁFICA	Cadastro de microempresa
30 – IND. DIVERSAS	Cadastro de microempresa
31 – BARRAGENS	Cadastro de microempresa
32 – SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	Cadastro de microempresa
33 – EXTRAÇÃO MANUAL DE AREIA E ARGILA	Cadastro de microempresa
34 - EXTRAÇÃO DE CASCALHO COM TEMPO	Cadastro de microempresa
35 – OUTRAS FONTES	Análise Individual

Fonte: GOIÁS, 2001