

PROGRAMA MINERAÇÃO SEGURA E SUSTENTÁVEL

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

**SÉRIE ECONOMIA
MINERAL, Nº01**

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GEOECONÔMICO DA PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS

RIO DE JANEIRO - 2024

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - SGB

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Recursos Minerais

Maisa Bastos Abram

Chefe da Divisão de Geologia Econômica

Guilherme Ferreira da Silva

Chefe da Divisão de Economia Mineral e Geologia Exploratória

Ruben Sardou Filho

Chefe do Departamento de Geologia

Marcelo Esteves Almeida

Chefe da Divisão de Geologia Básica

Patrick Araújo dos Santos

Chefe do Departamento de Informações Institucionais

Edgar Shinzato

Chefe da Divisão de Geoprocessamento

Hiran Silva Dias

Chefe da Divisão de Cartografia

Fábio Silva da Costa

Chefe da Divisão de Documentação Técnica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

Patrícia Düringer Jacques

Chefe do Núcleo de Comunicação

Heber Vieira de Oliveira

Chefe da Divisão de Editoração Geral

Hemilton Moraes Cunha

Responsável Técnico

Gilberto Dias Calaes

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - SGB
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

I PROGRAMA MINERAÇÃO SEGURA E SUSTENTÁVEL I

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GEOECONÔMICO DA PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS

ORGANIZADORES
Gilberto Dias Calaes
Lila Costa Queiroz

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Economia Mineral, nº 01



Rio de Janeiro
2024

REALIZAÇÃO

Escritório do Rio de Janeiro

ORGANIZAÇÃO

Gilberto Dias Calaes
Lila Costa Queiroz

TEXTO EXPLICATIVO

1. Introdução

Lila Costa Queiroz
Gilberto Dias Calaes

2. Metodologia

Gilberto Dias Calaes
Lila Costa Queiroz
Marcos Vinícius Ferreira
Felipe Mattos Tavares

3. Ocorrências, Depósitos e Unidades de Produção Mineral na Província Mineral de Carajás

Lila Costa Queiroz
José Luciano Stroppe
Marcos Vinícius Ferreira
Paulo César Barbosa Júnior
Gilberto Dias Calaes

4. Avaliação do Potencial Geoeconômico

Gilberto Dias Calaes
Gustavo Alexandre Silva

5. Resultados Consolidados

Gilberto Dias Calaes
Gustavo Alexandre Silva
Lila Costa Queiroz

6. Conclusões, Subsídios e Proposições

Gilberto Dias Calaes
Lila Costa Queiroz

Referências

Lila Costa Queiroz
Gilberto Dias Calaes

PROJETO GRÁFICO/EDITORIAÇÃO

Capa (ASSCOM)

Luiz Fernando do Valle Silvestre

Miolo (DIEDIG)

Andréia Amado Continentino
Agmar Alves Lopes

Diagramação (SUREG/PA)

Alessandra Luiza Rahel

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Ana Paula da Silva

REVISÃO DO PROJETO

Revisão do texto

Irinéa Barbosa da Silva

Revisão final

Guilherme Ferreira da Silva
Evandro Luiz Klein

Serviço Geológico do Brasil - SGB

www.sgb.gov.br
seus@sgb.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Serviço Geológico do Brasil - SGB – DIDOTE - Processamento Técnico

C141a Calaes, Gilberto Dias
Avaliação do potencial geoeconômico da Província Mineral de Carajás. / Organizadores: Gilberto Dias Calaes e Lila Costa Queiroz. – Rio de Janeiro: CPRM, 2024.
1 recurso eletrônico : PDF ; il. – (Informe de recursos minerais. Série Economia mineral ; 1)
Programa Mineração Segura e Sustentável. Avaliação de Recursos Minerais do Brasil.
ISBN 978-65-5664-460-8

1. Geologia Econômica. 2. Recursos Minerais – Brasil. 3. Carajás - Pará. I. Queiroz, Lila Costa. II. Título. III. Série.

CDD 553

Ficha Catalográfica elaborada pela bibliotecária Ana Paula da Silva – CRB 3/1441

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil - SGB
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

APRESENTAÇÃO

O programa “Plataforma de Planejamento da Pesquisa e Produção Mineral” (Plataforma P3M) tem por objetivo integrar, sistematizar, analisar e difundir conhecimento e aprendizado requeridos para o planejamento e gestão estratégica da descoberta, da avaliação e do adequado aproveitamento dos recursos minerais do Brasil. A partir dele, foi constituído o subprograma “**Avaliação do Potencial Geoeconômico Regional**” (APGR), cuja iniciativa está inserida no programa do governo federal “**Programa Mineração Segura e Sustentável**” (PPA 2019-2023) e da Ação 2399 “Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil”.

Dentre os objetivos específicos da Plataforma P3M, destaca-se a realização de estudos que contribuam para a solução de conflitos de ordenamento territorial e para a avaliação e a promoção da competitividade dos principais ambientes geomineiros do país. Por sua vez, os estudos de APGR têm por objetivo geral propiciar a obtenção e disponibilização de elementos informativos de suporte ao planejamento estratégico, sustentável e competitivo, de novos programas e projetos de descoberta, avaliação e aproveitamento de depósitos minerais, seja no âmbito da formulação de políticas públicas, ou da tomada de decisões de investimentos empresariais.

Neste primeiro estudo de APGR – relativo à Província Mineral de Carajás (PMC) - ressalta-se também o objetivo específico de consubstanciar uma metodologia consistente e robusta a ser replicada em diferentes províncias geoeconômicas e distritos mineiros já consolidados, assim como em qualquer recorte territorial que apresente potencial para hospedar novas ocorrências e depósitos minerais. A PMC, com uma superfície de 55.069 km² abrange os municípios de Água Azul do Norte, Canaã dos Carajás, Curionópolis, Eldorado do Carajás, Marabá, Ourilândia do Norte, Parauapebas, São Félix do Xingu, Sapucaia, Tucumã e Xinguara, todos no estado do Pará.

Dentre os principais resultados, destacam-se as estimativas de um amplo potencial de expansão da produção de cinco bens minerais (minério de ferro, minério de manganês, cobre, níquel e ouro), num horizonte de 40 anos (2020 a 2060), sob a perspectiva de geração de valor das reservas minerais, do mercado e da capacidade de produção. Consolidando esses cinco bens minerais, estima-se o potencial geoeconômico da PMC em US\$ 50 bilhões (ótica privada), dos quais 76% relativos a minério de ferro, 23% a cobre e 1% a ouro. Na ótica pública, o referido valor potencial é da ordem de US\$ 153 bilhões, dos quais 68% relativos a minério de ferro, 25% a cobre, 4% a níquel e 3% a ouro.

É importante ressaltar que a geração de valor - indicador de caráter socioeconômico, dentre outros analisados no estudo - reflete o potencial de geração de riqueza, expansão de postos de trabalho e aumento da renda regional e, conseqüentemente, de melhoria da qualidade de vida.

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretor-Presidente

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

O presente estudo apresenta uma avaliação do potencial geoeconômico regional da Província Mineral de Carajás, no estado do Pará, Brasil. Utilizando o banco de dados da Plataforma de Planejamento da Pesquisa e Produção Mineral (P3M-SGB), o objetivo principal foi estimar o valor dos recursos minerais dessa região com base em seu potencial para produção futura de forma sustentável e competitiva. Para isso, foram aplicadas técnicas de modelagem econômica e estimativa de recursos não descobertos. Os resultados obtidos revelam um amplo potencial de expansão na produção dos cinco principais bens minerais considerados: minério de ferro, minério de manganês, cobre, níquel e ouro. Essas estimativas indicam uma perspectiva de expressiva geração de valor ao longo de um horizonte de 40 anos (2020 a 2060), levando em consideração parâmetros como reservas minerais, mercado e capacidade de produção. Em relação ao cobre, também foram identificados recursos hipotéticos, ou não convencionais, utilizando a Lei de Zipf, o que aponta um potencial de aproximadamente 11 milhões de toneladas de metal contido ainda não descoberto na região. Os resultados são significativos sob o ponto de vista econômico e social, pois indicam um potencial para geração de riqueza, aumento da renda regional e expansão dos postos de trabalho, contribuindo para o desenvolvimento da região de estudo. Além disso, as informações fornecidas têm aplicabilidade na formulação de políticas públicas por órgãos governamentais e auxiliam os investidores privados na tomada de decisões estratégicas para o planejamento, a gestão sustentável e a competitiva dos recursos minerais na Província Mineral de Carajás.

ABSTRACT

The present study evaluates the regional geoeconomic potential of the Carajás Mineral Province in the state of Pará, Brazil. Using the database from the Mineral Exploration and Production Support Platform (P3M-GSB), the main objective was to estimate the value of the mineral resources in this region based on their potential for sustainable and competitive future production. Economic modeling techniques and estimation of undiscovered resources were applied for this purpose. The obtained results reveal significant potential for expansion in the production of the five main minerals considered: iron ore, manganese, copper, nickel, and gold. These estimates indicate a perspective of substantial value generation over a 40-year horizon (2020 to 2060), considering parameters such as mineral reserves, market conditions, and production capacity. In relation to copper, hypothetical or unconventional resources were also identified using Zipf's law, pointing to a potential of approximately 11 million tons of contained metal yet to be discovered in this region. These results are significant from both an economic and social perspective, as they indicate the potential for wealth generation, increased regional income, and job creation, contributing to the development of the study region. Moreover, the information provided applies to formulating public policies by the governmental sector, and it could assist investors in making strategic decisions for the sustainable and competitive planning and management of mineral resources in the Carajás Mineral Province.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. LOCALIZAÇÃO	10
1.2. CONTEXTO GEOLÓGICO	10
2. METODOLOGIA.....	13
2.1. AVALIAÇÃO ECONÔMICA	13
2.2. ESTIMATIVA DE RECURSOS NÃO DESCOBERTOS	14
3. OCORRÊNCIAS, DEPÓSITOS E UNIDADES DE PRODUÇÃO MINERAL NA PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS	16
3.1. DIREITOS MINERÁRIOS	16
3.2. RECURSOS E RESERVAS	18
3.2.1. Minério de ferro	18
3.2.2. Minério de manganês	19
3.2.3. Cobre	21
3.2.3.1. Depósitos não descobertos	22
3.2.4. Níquel	22
3.2.5. Ouro	22
4. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GEOECONÔMICO	24
4.1. MINÉRIO DE FERRO	26
4.1.1. Projeção da Produção	26
4.1.2. Estimativa de preços de mercado	27
4.1.3. Fluxo de caixa e indicadores de geração de valor	28
4.2. MINÉRIO DE MANGANÊS	29
4.2.1. Projeção da produção	29
4.2.2. Estimativa de preços de mercado	30
4.2.3. Fluxo de caixa e indicadores de geração de valor.....	31
4.3. COBRE	33
4.3.1. Projeção da produção	33
4.3.2. Estimativa de preços de mercado	34
4.3.3. Fluxo de caixa e indicadores de geração de valor	34
4.4. NÍQUEL	37
4.4.1. Projeção da produção	37
4.4.2. Estimativa de preços de mercado	37
4.4.3. Fluxo de caixa e indicadores de geração de valor	38
4.5. OURO	38
4.5.1. Projeção da produção	38
4.5.2. Estimativa de preços de mercado	41
4.5.3. Fluxo de caixa e indicadores de geração de valor	43
5. RESULTADOS CONSOLIDADOS	46
5.1. ANÁLISE CONSOLIDADA	46
5.2. COMPONENTE 1 – EMPREENDIMENTOS EM FASE DE OPERAÇÃO MINEIRA	46

5.3. COMPONENTE 2 – DEPÓSITOS CONHECIDOS/RESERVAS.....	47
5.4. COMPONENTE 3 – DEPÓSITOS CONHECIDOS/RECURSOS DESCOBERTOS	47
5.5. COMPONENTE 4 – DEPÓSITOS NÃO DESCOBERTOS/RECURSOS HIPOTÉTICOS	48
6. CONCLUSÕES, SUBSÍDIOS E PROPOSIÇÕES.....	50
6.1. CONCLUSÕES	50
6.2. SUBSÍDIOS E PROPOSIÇÕES	50
REFERÊNCIAS.....	55
REFERÊNCIAS CONSULTADAS	57
ANEXOS.....	60

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo de avaliação do potencial geoeconômico integra o subprograma Avaliação do Potencial Geoeconômico Regional (APGR), que por sua vez encontra-se compreendido no Programa Plataforma de Planejamento da Pesquisa e Produção Mineral (P3M) do Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

Com base em modelagens especificamente elaboradas, o estudo apresenta a avaliação do potencial geoeconômico para a Província Mineral de Carajás (PMC), mediante estimativas de valor para bens minerais relativos a minério de ferro, minério de manganês, cobre, níquel e ouro, admitindo-se o que o conhecimento e o aproveitamento de correspondentes recursos e reservas venha a ocorrer segundo as melhores práticas de sustentabilidade e de competitividade.

Dentre as razões que conduziram à seleção da PMC, sobressai o fato de se tratar de ambiente geológico amplamente estudado pelo SGB, e pelos integrantes da equipe de implementação além de contar com expressivo volume de dados e informações qualificadas e indispensáveis à boa aplicação das metodologias propostas. A abordagem utilizada contempla não apenas os depósitos minerais já conhecidos, como também os não conhecidos (recursos hipotéticos) que, presumivelmente, poderão ser descobertos e avaliados. Neste caso, é apresentada uma avaliação mais detalhada para o cobre, acompanhada de considerações e indicações de caráter geral para os outros quatro bens minerais considerados.

1.1. LOCALIZAÇÃO

A PMC está localizada na Região Norte do Brasil, no sudeste do estado do Pará (Figura 1.1). O presente estudo utiliza a mesma área do Projeto ARIM Carajás (Costa *et al.*, 2016), que compreende uma superfície de aproximadamente 55 mil km² e abrange os municípios de Água Azul do Norte, Canaã dos Carajás, Curionópolis, Eldorado do Carajás, Marabá, Ourilândia do Norte, Parauapebas, São Félix do Xingu, Sapucaia, Tucumã e Xinguara. O acesso à maior parte da área pode ser feito por vias aéreas ou terrestres partindo de diversos locais do país, incluindo da capital do estado, Belém.

O estado do Pará, particularmente a região de Carajás, dispõe de adequada logística de transporte, com destaque para a ligação ferroviária dos principais empreendimentos da PMC ao sistema portuário de Itaqui, localizado na Baía de São Marcos, município de São Luís, no estado do Maranhão.



Figura 1.1 - Localização da Província Mineral de Carajás (PMC).
Fonte: Próprio Autor

1.2. CONTEXTO GEOLÓGICO

O Cráton Amazônico, localizado ao norte da América do Sul, compreende 4 milhões de km², maior parte em território brasileiro, sendo considerado uma das unidades tectônicas mais relevantes do continente. Durante décadas, diversos autores vêm tentando organizá-lo em modelos tectônico-geológicos. As propostas atualmente mais aceitas têm aplicado o conceito de Províncias Geocronológicas (Tassinari; Macambira, 1999; Santos *et al.*, 2000, 2003). Em ambos modelos, a Província Geológica de Carajás representa um núcleo crustal arqueano, formado entre 2,76 a 2,55 Ga, situado na parte leste do Cráton Amazônico.

A PMC é considerada a maior província mineral do país e uma das áreas de mineração mais importantes do mundo, compreendendo diversos depósitos de classe mundial. Sua evolução é considerada policíclica, com vários períodos de mineralização, produzindo diferentes tipos de depósitos de ferro, manganês, cobre, níquel, ouro e EGP (Figura 1.2). Também, ocorrem minérios de alumínio, prata, ouro, cromo, molibdênio, estanho, urânio, tungstênio e zinco, geralmente como bens minerais associados aos depósitos principais.

Apesar de ser continuamente estudada e prospectada há mais de 50 anos, a geologia e metalogênese da região ainda não estão amplamente compreendidas.

Uma das questões mais debatidas é o cenário tectônico que prevaleceu na época do grande evento vulcânico do Neoarqueano (ca. 2,7 Ga), com interpretações variando de subducção a *rift* (Lacasse *et al.*, 2020). Tavares *et al.* (2018) apresentaram uma análise detalhada dos vários ciclos extensional-compressional para a PMC, que se sobrepueram do Arqueano ao Neoproterozoico-Cambriano. Teixeira (2017) agrupou os depósitos polimetálicos da PMC em dois tipos principais, de acordo com sua respectiva configuração geotectônica. O primeiro corresponde a TTGs arqueanos (tonalito-trondhjemitó granitos) e cinturões de greenstone que hospedam depósitos de ouro orogênico (por exemplo, Província de Rio Maria). O segundo está relacionado a rifts do manto litosférico subcontinental arqueano, polimetálico, e hospeda depósitos de Fe, Cu-Au (IOCG), Ni (IONC e laterita) de classe mundial, Au-PGE (por exemplo, Província Mineral de Carajás).

Teixeira *et al.* (2009) definiu três principais eventos mineralizantes relacionados ao manto no Rift Carajás:

1. Extensão crustal de 2,76 Ga, relacionada à pluma ou descompressão do manto astenosférico,

resultando em fluxos basálticos e riolíticos, e depósitos de ferro hidrobiogênico vulcânico-exalativo de classe mundial (por exemplo, as jazidas N4 e S11D), e também depósitos menores de Cu-Zn vulcanogênico disseminado (e.g. Pojuca), intrusões máfica-ultramáficas acamadadas (Onça-Puma, Jacaré, Jacarezinho) com níveis de Ni e EGP (e.g. Luanga) e depósitos IOCG (SequeirinhoPista; Moreto *et al.*, 2015);

2. Extensão crustal de 2,61-2,55 Ga com descompressão do manto metassomatizado, e formação de rochas alcalinas metassomatizadas e depósitos IOCG (por exemplo, Salobo, Alemão);

3. Intrusão em 1,88 Ga de granitos tipo A, levando à formação de uma imensa pluma mantélica, evento que afetou toda a porção central do Cráton Amazônico, produzindo na PMC depósitos de Cu-(Au-M-W-Sn), greisens (por exemplo, Breves), Cu-Au-Mo-F relacionado à intrusão (por exemplo, Gameleira), jazidas de Mn e o Depósito de Au-PGM de Serra Pelada.

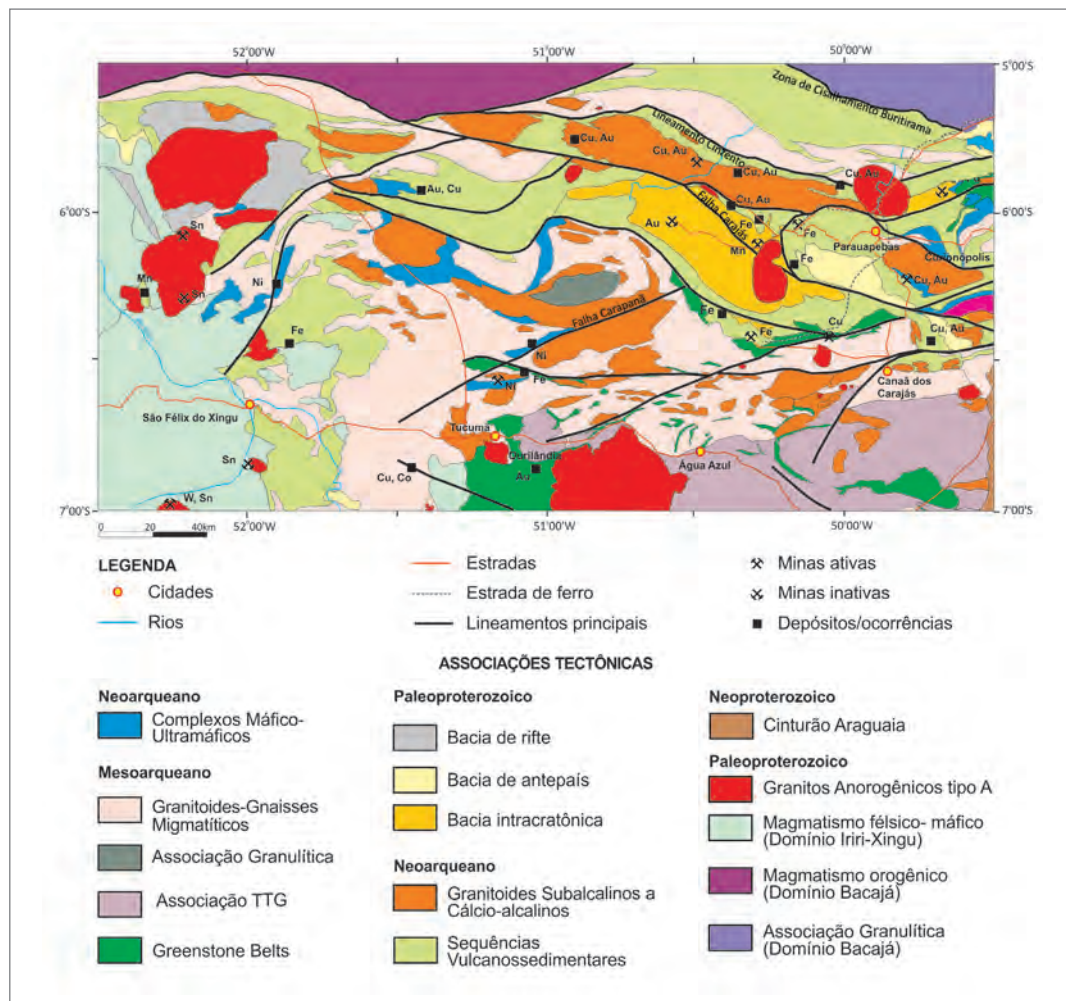


Figura 1.2 - Mapa de associações tectonoestratigráficas e principais depósitos minerais da PMC e seu Entorno. Fonte: Projeto ARIM-CARAJÁS, modificado de Costa *et al.* (2016).

Grainger *et al.* (2008) considera que a metalogenia da PMC está petrologicamente relacionada à dinâmica do manto litosférico subcontinental em um cenário ativo. Eventos metamórficos, hidrotermais e magmáticos conjugados, datados entre 2,70-2,55 Ga, são contemporâneos com a reativação de extensas zonas de cisalhamento regionais e importantes fatores para a evolução metalogenética de Carajás.

Sob ponto de vista prospectivo, alguns dos depósitos mais importantes da PMC foram descobertos a partir de anomalias em levantamentos geoquímicos e magnéticos. Para a área de estudo, grande quantidade de dados geológicos e geoquímicos já estão publicados

para dar suporte a novos programas de prospecção e de pesquisa mineral, juntamente com dados radio-métricos e magnéticos aerotransportados (Figura 1.3). Todos acessíveis on-line gratuitamente a partir do GeoSGB, repositório do SGB (<http://geosgb.cprm.gov.br/>). Dados gravimétricos, eletromagnéticos e de sensores remotos, também, são recomendados, especialmente nas etapas mais avançadas da pesquisa mineral.

O Anexo 1 apresenta mapa gerado a partir das bases de dados da Plataforma P3M, contendo a litoestratigrafia da PMC sobreposta à distribuição de ocorrências, depósitos e unidades de produção mineral.

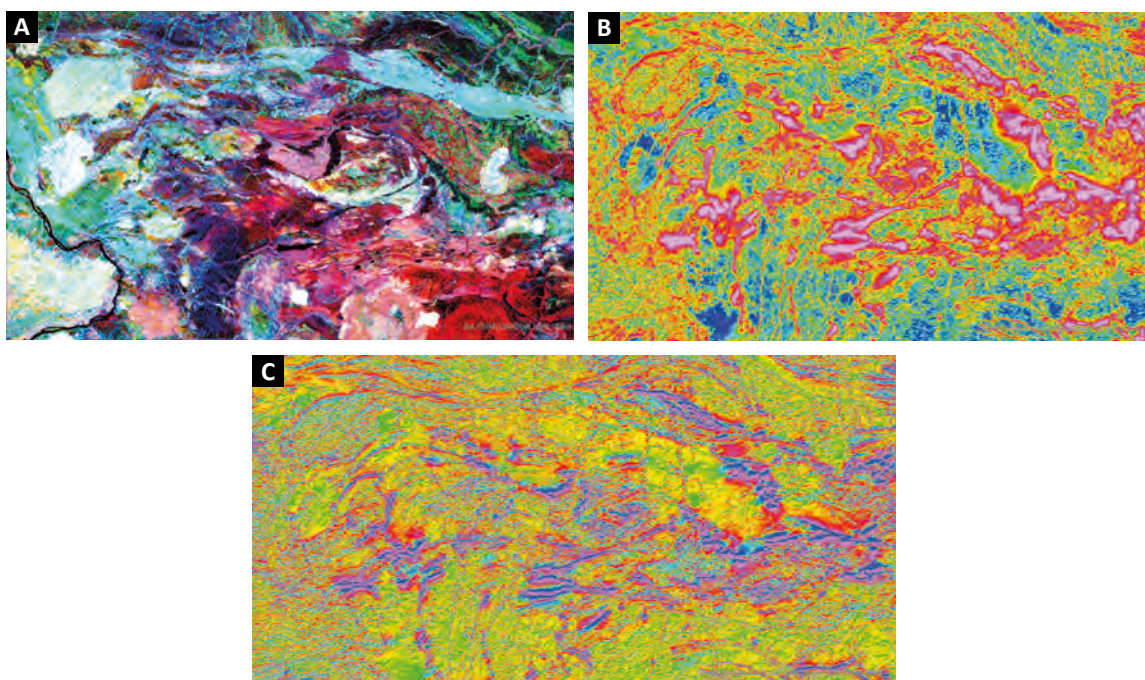


Figura 1.3 - Mapas aerogeofísicos da área de estudo. (A) Composição ternária dos radioelementos U, K, Th, expressos em equivalentes em ppm para U e Th (Eu, eTh) e porcentagem para o K; (B) Gradiente total do campo magnético anômalo; (C) Primeira derivada vertical (Dx) do campo magnético anômalo. Fonte: Próprio autor.

2. METODOLOGIA

O item 4.5 do Plano Diretor do Programa Plataforma P3M (Disponível em: https://www.sgb.gov.br/p3m/media/estudos_pesquisas_pt/planodiretor.pdf) indica “as bases metodológicas a serem preliminarmente consideradas na elaboração de estudos de potencial econômico de recortes territoriais específicos” e assinala que “tais estudos contarão sempre com a integração e cooperação de áreas específicas do SGB”. Os Anexos 6 (Bases Metodológicas para Estudos de Potencial Geoeconômico Regional) e 7 (Bases Metodológicas para Mapas de Prospectividade), do referido Plano Diretor, apresentam o alinhamento conceitual da metodologia a ser adotada nos estudos de APGR. Em sintonia com o conteúdo dos mencionados anexos do Plano Diretor, foi elaborado um Plano de Trabalho específico para a elaboração do APGR de Carajás. Os itens 2.1 (Avaliação Econômica) e 2.2 (Estimativa de Recursos Não Descobertos) sintetizam a metodologia adotada no presente estudo, a qual foi preconizada no referido Plano de Trabalho.

2.1. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

No desenvolvimento do modelo de avaliação econômica, foram adotados os seguintes conceitos e critérios de trabalho:

Base conceitual - O valor do potencial mineral da PMC foi estimado mediante a abordagem de valor atual da geração de resultados econômicos presumidos, resultante da produção futura de bens minerais, em bases sustentáveis e competitivas. Tal abordagem encontra-se fundamentada no conhecimento e percepção de recursos e reservas existentes e admitidos existir no momento presente, ou seja, na ocasião de realização do presente estudo de avaliação.

Bens minerais - O estudo realizado considera os bens minerais atualmente produzidos na PMC, bem como aqueles que embora não produzidos apresentem potencial de futura produção, com base: i) em depósitos já conhecidos; ou ii) em perspectivas geológicas fundamentadas em ocorrências cadastradas e outras hipóteses de futuras descobertas, conforme indicações balizadas pelo conhecimento geológico regional.

Produção Presumida - Primeiramente, foi efetuada a projeção estimada de produção dos referidos bens minerais, levando-se em consideração os seguintes componentes:

- **Componente 1:** empreendimentos já implantados e que se encontram em operação;

- **Componente 2:** Empreendimentos relacionados a depósitos descobertos e já considerados economicamente viabilizados (reservas), e que se referem a projetos em fase de desenvolvimento mineiro e implantação;

- **Componente 3:** empreendimentos relacionados a depósitos já conhecidos e ainda não considerados economicamente viabilizados (recursos) e que se referem a projetos em fase de pesquisa mineral, ou de avaliação econômica ou, ainda, que, embora com trabalhos de pesquisa mineral concluídos, estejam com a viabilidade condicionada a restrições de mercado, de ordenamento territorial e/ou de licenciamento ambiental;

- **Componente 4:** empreendimentos que presumivelmente poderão vir a ser implementados, com base em depósitos minerais ainda não descobertos (recursos hipotéticos), mas que podem ser admitidos com base em acurada avaliação dos indicadores de prospectividade fornecidos pelo atual conhecimento geocientífico relativo ao correspondente recorte territorial.

Base de Estimativa da Produção - Em relação a qualquer um dos quatro componentes, a estimativa de produção futura foi efetuada a partir de informações e conhecimentos providos pela Plataforma P3M, com base nas seguintes principais fontes:

- **Componente 1:** Agência Nacional de Mineração (ANM) - Cadastro Mineiro, Relatórios de Pesquisa, Relatórios Anuais de Lavra e Sumário Mineral; Serviço Geológico do Brasil (CPRM) - GeoSGB/Cadastro de ocorrências, depósitos e unidades de produção mineral; e Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) estatísticas de investimento e outros parâmetros econômico-minerais, além de outras informações e conhecimentos disponíveis.

- **Componentes 1, 2, 3 e 4:** Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa Mineral e Mineração (ABPM), Agência para o Desenvolvimento e Inovação do Setor Mineral Brasileiro (ADIMB), ANM (Cadastro Mineiro) e SGB/CPRM (GeoSGB), além de outras informações e conhecimentos relativos à caracterização de projetos de pesquisa mineral, provenientes de várias fontes, e que se encontram convenientemente sistematizadas em Banco de Dados de Projetos de Pesquisa e Produção Mineral, integrado ao Programa Plataforma P3M.

- **Componente 4:** Divisão de Geologia Econômica/ SGB-CPRM - conhecimento geocientífico e geoeconômico e avaliação das condições de prospectividade da PMC, com base em avaliação quantitativa e modelamento do potencial mineral regional, com a indicação de perspectivas de descoberta de novos depósitos minerais.

Horizonte de projeção: Em cada um dos quatro componentes, a projeção da produção dos bens minerais considerados foi realizada segundo o horizonte de 40 anos. As referidas projeções de produção foram efetuadas com base em análise de cenários, sendo alicerçadas em tendências e perspectivas identificadas e analisadas estrategicamente, em sintonia com a escola da prospectiva estratégica. É importante ressaltar que a previsão do futuro, a partir de modelos determinísticos de correlação sustentados pelo conhecimento do passado, cada vez mais se revelam insuficientes para lidar com as crescentes incertezas relacionadas ao comportamento das variáveis envolvidas.

Modelagem e parametrização dos empreendimentos:

- **Componente 1** - Em relação aos empreendimentos já implantados e que se encontram em produção regular, a modelagem econômica foi efetuada levando-se em consideração os parâmetros efetivos, relacionados às características da jazida, ao sistema de produção vigente (lavra e beneficiamento), ao mercado (evolução, situação atual e projeção de demanda, base competitiva, e preços) e, ainda, aos aspectos institucionais relacionados à regulação minerária e ambiental, inclusive no que se refere à tributação e às áreas de = restrição.

- **Componentes 2 a 4** - Em relação aos empreendimentos presumidos (com base em depósitos já conhecidos) e aos hipotéticos (depósitos ainda não descobertos), a modelagem econômica foi efetuada a partir de parâmetros de referência relativos a depósitos considerados similares e localizados na mesma PMC, ou em ambientes geoeconômicos análogos ou comparáveis. Dentre os referidos parâmetros, sobressaem os relativos a investimentos (pesquisa mineral e desenvolvimento mineiro), características de depósitos e processos produtivos (lavra e beneficiamento), além de custos de produção.

Projeção de Fluxos de Caixa - Mediante modelagens convenientemente elaboradas, foram efetuadas, para cada um dos componentes referidos e para cada um dos bens minerais/empreendimentos considerados, as correspondentes simulações de fluxos de caixa. Além dos períodos de investimentos em prospecção e em pesquisa e de implantação de capacidade produtiva, cada empreendimento considerado foi projetado no horizonte de 40 anos, contados a partir do ano de início de produção. Ao final do referido período, foi adicionado o valor

contínuo (“valor de perpetuidade”) de forma a capturar a estimativa de valor a ser gerado após o período de projeção explícita.

Indicadores de Geração de Valor - Foram determinados, para cada simulação realizada, os indicadores de Valor Presente Líquido (VPL), Relação do Valor Presente Líquido (RVPL) e Valor Presente da Perpetuidade. Na determinação dos indicadores de geração de valor, foram adotadas as seguintes taxas de desconto (custo de capital):

Ótica Privada: 9% a.a., 12% a.a. (caso base) e 15% a.a.

Ótica Pública: 6% a.a., 8% a.a. (caso base) e 10% a.a.

Outros indicadores de decisão - Foram também determinados, para cada simulação realizada, a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Prazo de Retorno (PDR) e o Ponto de Equilíbrio (PDE).

Indicadores de Eficiência e Produtividade - Foram ainda determinados, para cada simulação realizada, os seguintes indicadores de eficiência e produtividade:

- Geração de valor por unidade de superfície;
- Geração de valor por posto de trabalho;
- Geração de valor por tonelada produzida.

Análise de Sensibilidade - Para cada simulação realizada, a modelagem adotada encontra-se preparada para a realização de análises de sensibilidade da geração de valor, levando-se em consideração variações simultâneas de custo de capital, escala de produção, preços, Investimentos (CAPEX) e custos operacionais (OPEX).

Riscos e Incertezas - Para cada um dos quatro componentes, foram considerados os correspondentes riscos e incertezas, expressos em probabilidades estimadas de insucesso, ou seja, de que o empreendimento simulado não venha a ser implantado (componentes 2 a 4), ou que embora implantado venha a ser descontinuado (componentes 1 a 4).

Consolidação - Os resultados obtidos nas simulações efetuadas - para empreendimentos relacionados as cinco substâncias consideradas (minério de ferro, minério de manganês, cobre, níquel e ouro) e, em cada um destes, para os quatro componentes considerados - foram convenientemente analisados e consolidados de forma a se obter a estimativa de valor para o potencial geoeconômico da PMC.

2.2. ESTIMATIVA DE RECURSOS NÃO DESCOBERTOS

Na estimativa de recursos não descobertos, foram adotados os conceitos e critérios de trabalho matematicamente relacionados às leis de potência e comportamentos complexos, que são regularmente observados na natureza. Essa complexidade, geralmente, se relaciona a sistemas governados por muitos componentes. Em alguns casos, um sistema existe em um estado desequilibrado, antes que a energia se auto-organize espontaneamente, de uma maneira aparentemente imprevisível, com foco na maximização da entropia.

Nesses sistemas, eventos de liberação de energia podem eventualmente ocorrer em um comportamento de lei de potência invariável em escala, quando um limite é excedido. Esse tipo específico de sistema complexo é definido como Sistema Crítico Auto Organizado (SCA). Muitos sistemas naturais e fatores socioeconômicos, como o tamanho dos terremotos (Gutenberg; Richter, 1944; Newman, 2004), diâmetro de crateras lunares (Neukum; Ivanov, 1994), frequência de uso de palavras (Estoup, 1916), citações científicas (Price, 1965) e populações das cidades (Newman, 2004), atuam como SCA. Os sistemas de formação de depósitos minerais também atuam essencialmente como SCA.

Em geologia econômica esses processos são entendidos dentro do contexto conceitual de sistemas minerais, que inclui fatores geológicos como fonte, transporte e acumulação de recursos minerais. Conjuntos de dados robustos em todo o mundo mostram que a distribuição de frequência de tamanho dos depósitos minerais dentro de uma província tende a seguir uma lei de potência específica, a Lei de Zipf, com constante de decaimento (k) próxima a 1 (Paliwal; Bhatnagar; Haldar, 1986; Guj *et al.*, 2011; Mamuse; Guj, 2011; Yigit, 2011; Lisitsin, 2016; Davies *et al.*, 2018; Costa; Silva; Ferreira, 2019).

Portanto, a Lei de Zipf - uma forma de distribuição das leis de potência – pode ser empregada para expressar e simular os processos de formação de depósitos minerais, assumindo que os mesmos atuam como um SCA. Consequentemente, a Lei de Zipf pode ser empregada para estimar a quantidade de determinado recurso mineral ainda não descoberto em uma certa região. Essa distribuição é aplicável quando eventos maiores são raros, enquanto eventos menores são frequentes (Yigit, 2011). Matematicamente, a quantidade “ x ” segue a lei da potência, se sua densidade de probabilidade $p(x)$ puder ser descrita como:

$p(x)=[\alpha x]^{-k}$; em que “ α ” é um parâmetro de escala.

A equação resulta em uma distribuição de cauda pesada, onde a probabilidade tende a zero lentamente para a direita. Apesar dos valores baixos, a cauda contém uma probabilidade significativa para ocorrências (Alstott; Bullmore; Plenz, 2014).

O item 3.2.3.1 apresenta a aplicação dos conceitos aqui assinalados e da Lei de Zipf, na estimativa de recursos não descobertos para cobre, na PMC.

3. OCORRÊNCIAS, DEPÓSITOS E UNIDADES DE PRODUÇÃO MINERAL NA PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS

Encontram-se abordados, neste capítulo, a distribuição dos direitos minerários existentes na PMC, em junho/2022, assim como a caracterização dos depósitos minerais e de correspondentes estimativas de recursos e reservas.

3.1. DIREITOS MINERÁRIOS

Levantamentos realizados pela Plataforma P3M, a partir do Sistema de Informações Geográficas da

Mineração (SigMine), disponibilizado pela ANM em junho de 2022, evidenciam a existência de 2.992 direitos minerários na PMC, sendo 1.883 em fase de pesquisa mineral (requerimentos e autorizações de pesquisa mineral), 670 habilitados a requerer e a receber a outorga de lavra, 180 com outorga de lavra e 259 em processo de disponibilidade. O Quadro 3.1 apresenta a composição dos direitos minerários existentes, segundo o município de localização, fase (situação legal) e substâncias minerais de interesse.

Quadro 3.1 - Direitos minerários na PMC, segundo municípios, fases e substâncias minerais - junho/2022;
(A) Minério de ferro; (B) Minério de manganês; (C) Cobre; (D) Níquel; (E) Ouro, Prata e MGP; (F) Areia e rocha para brita; (G) Diamantes e gemas; (H) Estanho; (I) Fósforo; (J) Outros.

MUNICÍPIO/FASES	SUBSTÂNCIAS MINERAIS										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL
Água Azul do Norte	11	5	99	12	98	5	2	6	3	2	243
Pesquisa	9	5	85	6	62	2	2	1	2	2	176
RFP aprovado/Pedido de lavra	1	0	4	3	19	1	0	3	0	0	31
Outorga de lavra	1	0	2	0	5	0	0	0	0	0	8
Disponibilidade	0	0	8	3	12	2	0	2	1	0	28
Canaã dos Carajás	15	3	96	7	93	19	1	3	9	1	247
Pesquisa	13	2	66	3	50	12	1	2	9	0	158
RFP aprovado/Pedido de lavra	1	0	17	3	31	1	0	1	0	0	54
Outorga de lavra	1	0	5	0	8	5	0	0	0	1	20
Disponibilidade	0	1	8	1	4	1	0	0	0	0	15
Curianópolis	19	18	105	7	143	8	6	1	6	5	318
Pesquisa	13	17	80	5	77	5	2	1	6	3	209
RFP aprovado/Pedido de lavra	3	0	10	2	41	1	4	0	0	2	63
Outorga de lavra	2	0	3	0	18	2	0	0	0	0	25
Disponibilidade	1	1	12	0	7	0	0	0	0	0	21
Eldorado do Carajás	3	5	21	0	20	0	1	0	4	0	54
Pesquisa	2	5	19	0	16	0	1	0	4	0	47
RFP aprovado/Pedido de lavra	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
Outorga de lavra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibilidade	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3

(Continua)

Quadro 3.1 - Direitos minerários na PMC, segundo municípios, fases e substâncias minerais - junho/2022;
 (A) Minério de ferro; (B) Minério de manganês; (C) Cobre; (D) Níquel; (E) Ouro, Prata e MGP; (F) Areia e rocha para brita;
 (G) Diamantes e gemas; (H) Estanho; (I) Fosfato; (J) Outros (continuação).

MUNICÍPIO/FASES	SUBSTÂNCIAS MINERAIS										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL
Marabá	23	120	160	6	222	1	15	3	9	26	585
Pesquisa	23	103	125	4	97	0	5	1	9	14	381
RFP aprovado/Pedido de lavra	0	9	20	2	95	0	8	2	0	7	143
Outorga de lavra	0	1	2	0	0	1	1	0	0	0	5
Disponibilidade	0	7	13	0	30	0	1	0	0	5	56
Ourilândia do Norte	3	0	29	8	47	4	3	11	0	2	107
Pesquisa	3	0	24	7	24	0	0	1	0	1	60
RFP aprovado/Pedido de lavra	0	0	2	0	14	0	3	5	0	0	24
Outorga de lavra	0	0	0	1	3	4	0	2	0	1	11
Disponibilidade	0	0	3	0	6	0	0	3	0	0	12
Parauapebas	32	17	125	12	131	22	2	5	17	24	387
Pesquisa	24	11	103	7	79	6	1	3	16	12	262
RFP aprovado/Pedido de lavra	6	4	13	3	41	6	1	2	0	6	82
Outorga de lavra	2	1	2	1	5	10	0	0	0	1	22
Disponibilidade	0	1	7	1	6	0	0	0	1	5	21
São Felix do Xingú	29	7	160	27	289	32	7	166	6	79	802
Pesquisa	25	7	125	18	150	5	6	54	6	46	442
RFP aprovado/Pedido de lavra	3	0	12	6	97	9	1	67	0	19	214
Outorga de lavra	1	0	1	2	7	16	0	39	0	7	73
Disponibilidade	0	0	22	1	35	2	0	6	0	7	73
Sapucaia	0	0	11	1	16	0	0	0	0	0	28
Pesquisa	0	0	11	0	14	0	0	0	0	0	25
RFP aprovado/Pedido de lavra	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Outorga de lavra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibilidade	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Tucumã	2	1	38	9	88	6	4	22	1	1	172
Pesquisa	2	1	25	6	44	0	0	6	1	0	85
RFP aprovado/Pedido de lavra	0	0	2	2	30	0	4	13	0	1	52
Outorga de lavra	0	0	2	1	5	6	0	2	0	0	16
Disponibilidade	0	0	9	0	9	0	0	1	0	0	19
Xinguara	0	0	22	1	26	0	0	0	0	0	49
Pesquisa	0	0	19	0	19	0	0	0	0	0	38
RFP aprovado/Pedido de lavra	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Outorga de lavra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Continua)

Quadro 3.1 - Direitos minerários na PMC, segundo municípios, fases e substâncias minerais - junho/2022;
(A) Minério de ferro; (B) Minério de manganês; (C) Cobre; (D) Níquel; (E) Ouro, Prata e MGP; (F) Areia e rocha para brita;
(G) Diamantes e gemas; (H) Estanho; (I) Fósforo; (J) Outros (continuação).

MUNICÍPIO/FASES	SUBSTÂNCIAS MINERAIS										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL
Disponibilidade	0	0	3	1	5	0	0	0	0	0	9
Total	137	176	866	90	1173	97	41	217	55	140	2.992
Pesquisa	114	151	682	56	632	30	18	69	53	78	1.883
RFP aprovado/Pedido de lavra	14	13	80	21	375	18	21	93	0	35	670
Outorga de lavra	7	2	17	5	51	44	1	43	0	10	180
Disponibilidade	2	10	87	8	115	5	1	12	2	17	259

Fonte: ANM/SigMine/Dados Processados por SGB/P3M.

Observa-se que do total de 2.992 direitos minerários, 1.173 (39%) se referem a ouro (inclusive prata e MGP); 866 (29%) a cobre; 217 (7%) a estanho; 176 (6%) a minério de manganês; e 137 (5%) a minério de ferro.

Verifica-se, também, que 180 direitos minerários já dispõem de outorga de lavra, dos quais, 7 para minério de ferro, 2 para minério de manganês, 17 para cobre, 5 para níquel e 51 para ouro.

Ainda, é ratificado que São Felix do Xingú é o município com maior número de direitos minerários (802), seguido por Marabá (585) e Parauapebas (387).

Os Anexos 2, 3 e 4 apresentam mapas gerados a partir das bases de dados da Plataforma P3M, contendo a distribuição dos direitos minerários existentes na PMC sobrepostos às correspondentes: i) Litoestratigrafia (Anexo 2); ii) Ocorrências, Depósitos e Unidades de Produção Mineral (Anexo 3); e iii) Áreas Especiais (Anexo 4).

Por sua vez, os Anexos 5, 6 e 7 apresentam mapas gerados a partir das bases de dados da Plataforma P3M, contendo a malha de infraestruturas de transporte e energia sobrepostas à distribuição dos direitos minerários existentes na PMC relativas ao: i) Componente 1 (Anexo 5); ii) Componente 2 (Anexo 6) e iii) Componente 3 (Anexo 7).

3.2. RECURSOS E RESERVAS

O Quadro 3.2 sintetiza as principais informações, relativas a recursos e reservas de depósitos minerais localizados na PMC, de minério de ferro, minério de manganês, cobre, níquel e ouro, caracterizando os respectivos teores e tipo de mineralização. A Figura 3.1 apresenta a localização na PMC dos empreendimentos apresentados no Quadro 3.2.

As informações a seguir apresentadas encontram-se baseadas exclusivamente em valores declarados e relatados publicamente. Projetos de prospecção e pesquisa mineral que ainda não foram declarados oficialmente ou

que ainda estejam em estágios iniciais de investigação não foram considerados. Como resultado, os valores e estimativas apresentados estão sujeitos a mudanças significativas, conforme novas descobertas venham a ser relatadas. As informações contidas neste trabalho devem ser vistas como uma representação dos dados disponíveis publicamente até o ano de 2022.

3.2.1. Minério de ferro

Os depósitos de ferro da PMC distribuem-se ao longo da dobra de Carajás, contendo jaspilíticos e hematita friável e compacta, contornados por rochas máficas vulcânicas (Silva, 2009). Podem alcançar até 350 m de espessura e apresentar contaminação por alumínio, manganês e fósforo. Ocorrem, preferencialmente, em contato com a rocha máfica da base.

Os depósitos de formação ferrífera em Carajás são intercalados com metabasaltos do Grupo Grão-Pará, expostos ao longo dos flancos norte e sul de uma estrutura sinclinal (Sinclinal de Carajás), que inclui uma zona de cisalhamento maior (Zona de Cisalhamento de Carajás) ao longo de seu eixo (Lobato *et al.*, 2005). O processo de mineralização é considerado como vulcanogênico, com a porção de alto grau refletindo a proximidade dos centros exalativos (Teixeira *et al.*, 2009).

Possuem os maiores teores do mundo (>65% Fe), e podem ser do tipo hematita mole macia (HM) e do tipo duro e compacto (HD). Os depósitos de alto teor HM são comumente bandados, exibindo localmente planos de laminação primária. Os depósitos HD têm forma tabular e lenticular com espessura de até 50 m, em contatos abruptos e gradacionais. A Vale – empresa detentora das minas de maior porte na PMC – recentemente iniciou a operação do empreendimento denominado S11D (maior mina de minério de ferro do mundo), com capacidade de produção de 90 milhões t/ano.

Em 2022, aproximadamente, 6,122 bilhões de toneladas de reservas totais de minério de ferro foram declaradas pela empresa em Carajás (Vale, 2022).

É importante assinalar que, de acordo com a literatura os recursos e reservas atualmente existentes, para minério de ferro na PMC, são estimados em 20 bilhões de toneladas (Teixeira, 2017), suficientes portanto, para sustentar a produção acumulada no período 2021 a 2060, de aproximadamente 10,7 bilhões de toneladas, conforme programação da produção apresentada no item 4.1.1 deste relatório, para o horizonte de 2060, em bases compatibilizadas com as perspectivas de mercado. Considerando os valores apresentados no Quadro 3.2, existem 6,12 bilhões de toneladas registrada na base de dados estabelecida para este trabalho.

3.2.2. Minério de manganês

O manganês de origem primária ocorre associado à formação ferro-manganesífera bandada (Neoarqueano) e a pelito manganesífero laminado depositado (Paleoproterozoico). Processos secundários ligados a eventos tectônico-hidrotermais e lateríticos concentraram o manganês em níveis específicos e foram fundamentais para o enriquecimento e viabilidade econômica do minério (Araújo; Sousa, 2018).

As sucessões sedimentares ricas em manganês de Igarapé Azul e Serra do Sereno foram depositadas no mesmo contexto geológico, representadas por rochas siliciclásticas da Formação Águas Claras (lamitos, siltitos vermelhos, pelitos manganesíferos, arenitos e conglomerados). A fácies sedimentar que hospeda os depósitos primários de manganês estão restritos a uma zona

offshore próxima à linha de praia e sobrepõem-se a espessos depósitos turbidíticos ricos em matéria orgânica (Dardenne; Schobbenhaus, 2001).

Duas minas de classe mundial estão atualmente em operação na PMC: Igarapé Azul em produção desde 1985 (Vale), e Buritirama (Mineração Buritirama), desde 2002. Além disso, existem outros dois depósitos de manganês notáveis em Carajás, ambos com direitos minerários assegurados à Vale: Serra do Sereno e Antônio Vicente.

Em Igarapé Azul e Serra do Sereno, o protominério manganesífero é mineralogicamente constituído, sobretudo, por rodocrosita, quartzo, filossilicatos, feldspato e matéria orgânica (Dardenne; Schobbenhaus, 2001). O minério supergênico, por sua vez, ocorre associado a arenitos finos, siltitos e folhelhos, sendo o principal mineral-minério a criptomelana e, encontrados em menor quantidade, observam-se todorokita e hollandita (Costa; Fernandez; Requelme, 2005). Na mina de manganês do Azul afloram rochas metassedimentares finas com aproximadamente 150 m de espessura, dobradas e falhadas tectonicamente (Araújo; Sousa, 2018). O depósito de Buritirama é composto por uma complexa associação de diversos minerais de manganês, como braunita, hausmanita, Mn-calcita, Mn-kutnahorita, piroxanguita, rodonita, tefroita, espersartita, anfibólio manganesífero e pirofanita (Dardenne; Schobbenhaus, 2001). O minério secundário, supergênico, é constituído de laterita composta predominantemente por criptomelana, insutita e litioforita (Dardenne; Schobbenhaus, 2001). A sucessão descrita na região da Serra da Buritirama é constituída por quartzito, metarenito, xistos, andesito e formação ferro-manganesífera bandada. Os protominérios de manganês, na região da Serra da Buritirama constituem xistos manganesíferos e formação ferro manganesífera bandada.

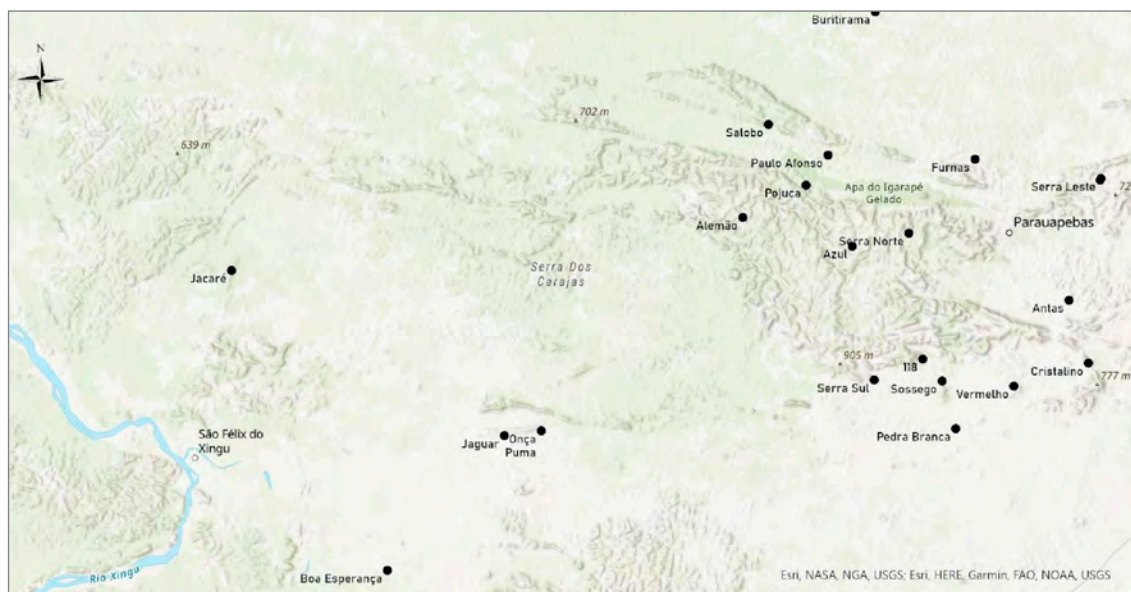


Figura 3.1 - Localização na PMC dos empreendimentos apresentados no trabalho. Fonte: Próprio Autor.

Quadro 3.2 - Recursos e reservas de depósitos minerais da PMC.

EMPREENDIMENTO	SUBSTÂNCIA MINERAL		RECURSO OU RESERVA				TEOR	
	SUBSTÂNCIA	PRINC. OU SECUND.	RECURSO	RESERVA	VALOR	UNIDADE	VALOR	UNIDADE
Serra Norte	Ferro	Principal		Provada	464,3	Mt	66,1	%
Serra Norte	Ferro	Principal		Provável	1126,9	Mt	65,7	%
Serra Leste	Ferro	Principal		Provável	253,6	Mt	64,7	%
Serra Sul	Ferro	Principal		Provada	1825,8	Mt	66	%
Serra Sul	Ferro	Principal		Provável	2447,2	Mt	65,6	%
Azul	Manganês	Principal		Provada	9	Mt	26,5	%
Azul	Manganês	Principal		Provável	4,1	Mt	27,5	%
Buritirama	Manganês	Principal	Total		100	Mt	25-47	%
Salobo	Cobre	Principal		Provada	231	Mt	0,69	%
Salobo	Cobre	Principal		Provável	902,4	Mt	0,6	%
Sossego	Cobre	Principal		Provada	1,5	Mt	0,83	%
Sossego	Cobre	Principal		Provável	83,9	Mt	0,61	%
Boa Esperança	Cobre	Principal		Provada	30,67	Mt	0,89	%
Boa Esperança	Cobre	Principal		Provável	12,38	Mt	0,67	%
Antas	Cobre	Principal		Provada	0,2	Mt	1	%
Antas	Cobre	Principal		Provável	0,4	Mt	0,9	%
Pedra Branca	Cobre	Principal		Provada	1,1	Mt	1,9	%
Pedra Branca	Cobre	Principal		Provável	3,9	Mt	2,1	%
118	Cobre	Principal	Total		225	Mt	1	%
Jaguar	Cobre	Secundária	Total		71,7	Mt	0,81	%
Alemão	Cobre	Principal	Total		161	Mt	1,3	%
Pojuca	Cobre	Principal	Total		58	Mt	0,87	%
Cristalino	Cobre	Principal	Total		379	Mt	0,66	%
Paulo Afonso	Cobre	Principal	Total		330	Mt	0,95	%
Furnas	Cobre	Principal	Total		550	Mt	0,71	%
Onça Puma	Níquel	Principal		Provada	53,9	Mt	1,6	%
Onça Puma	Níquel	Principal		Provável	57,1	Mt	1,28	%
Jaguar	Níquel	Principal	Total		14	Mt	1,06	%
Jacaré	Níquel	Principal	Total		305,7	Mt	1,28	%
Vermelho	Níquel	Principal	Total		145,8	Mt	1,04	%
Salobo	Ouro	Secundária		Provada	231	Mt	0,4	g/t
Salobo	Ouro	Secundária		Provável	902,4	Mt	0,34	g/t
Sossego	Ouro	Secundária		Provada	59,2	Mt	0,24	g/t
Sossego	Ouro	Secundária		Provável	39,1	Mt	0,1	g/t
Antas	Ouro	Secundária		Provada	0,2	Mt	0,4	g/t

(Continua)

Quadro 3.2 - Recursos e reservas de depósitos minerais da PMC (continuação).

EMPREENDIMENTO	SUBSTÂNCIA MINERAL		RECURSO OU RESERVA				TEOR	
	SUBSTÂNCIA	PRINC. OU SECUND.	RECURSO	RESERVA	VALOR	UNIDADE	VALOR	UNIDADE
Antas	Ouro	Secundária		Provável	0,4	Mt	0,4	g/t
Pedra Branca	Ouro	Secundária		Provada	1,1	Mt	0,6	g/t
Pedra Branca	Ouro	Secundária		Provável	3,9	Mt	0,5	g/t
118	Ouro	Secundária	Total		226	Mt	0,3	g/t
Serra Pelada	Ouro	Principal	Total		3,49	Mt	5,12	g/t
Alemão	Ouro	Principal	Total		161	Mt	0,86	g/t
Cristalino	Ouro	Secundária	Total		379	Mt	0,3	g/t
Paulo Afonso	Ouro	Secundária	Total		330	Mt	0,04	g/t
Furnas	Ouro	Secundária	Total		550	Mt	0,3	g/t

O manganês ocorre precipitado nos interstícios de meta-reinitos, precipitado em planos de falhas, fraturas e bandas de cisalhamento, em crosta laterítica manganesífera e como fragmento de crosta manganesífera em depósitos coluvionares (Araújo; Sousa, 2018).

É importante assinalar que os recursos e reservas atualmente existentes na PMC, para minério de manganês, são estimados em 113,3 milhões de toneladas, suficientes, portanto, para sustentar a produção acumulada no período 2021 a 2060, de aproximadamente 85,4 milhões de toneladas, conforme programação da produção apresentada no item 4.2.1 deste relatório, para o horizonte de 2060, em bases compatibilizadas com as perspectivas de mercado.

3.2.3. Cobre

A PMC possui a maior reserva de cobre do Brasil, correspondendo à segunda maior província de IOCG (Cu-Au) do mundo (Dardenne; Schobbenhaus, 2001; Vasquez *et al.*, 2008).

Os depósitos do tipo IOCG (Co-Ni-U-REE) estão dispostos, em sua maioria, ao longo de duas zonas principais denominadas de Cinturões Cupríferos Norte (Falha Cinzento) e Sul (Falha Canaã) (Moreto *et al.* 2015; Melo *et al.*, 2019). As idades das mineralizações situam-se em torno de 2,57 Ga e 2,72-2,68 Ga, respectivamente. Um terceiro episódio metalogenético, representado pelos depósitos de Breves (Botelho *et al.*, 2005) e Santa Lúcia (Hunger, 2015), está associado ao magmatismo granítico paleoproterozoico no Domínio Carajás (1,90-1,88 Ga) e foi recentemente referido na literatura como representante do tipo Cu-Au polimetálico (W, Sn, Mo, Bi, Li, Be; Xavier *et al.* 2017).

Atualmente, existem quatro minas de cobre, com ouro associado, em operação em Carajás, incluindo Salobo (capacidade instalada de 200.000 t/ano de cobre contido em concentrado, Vale), Sossego e Sequeirinho (100.000 t/ano de cobre contido em concentrado, Vale) e Antas Norte (OZ Mineração, 152 mil t/ano de concentrado). Os corredores de mineralização Cu-Au estendem até a área da Bacia de Carajás, principalmente ao sul, no Domínio do Rio Maria. Os recursos do Projeto Maravaia representam um importante passo de desenvolvimento para a PMC.

É importante assinalar que os recursos e reservas atualmente existentes para cobre, na PMC, são estimados em 23,0 milhões de toneladas de metal contido – não suficientes, portanto, para sustentar a presumida produção acumulada no período 2021 a 2060, de aproximadamente 39,5 milhões de toneladas de cobre contido em concentrado, conforme programação da produção apresentada no item 4.3.1 deste relatório, para o horizonte de 2060, em bases compatibilizadas com as perspectivas de mercado.

A cobertura do déficit da ordem de 13,5 milhões de toneladas, em termos de cobre contido em recursos e reservas, deverá advir de novos programas de prospecção e pesquisa mineral, seja com base em complementação de projetos de pesquisa em depósitos já conhecidos, ou mediante a descoberta de novos depósitos.

A propósito, com o suporte em conceitos e instrumental de análise da Lei de Zipf, o item subsequente apresenta a estimativa de potencial de 11 milhões de toneladas de cobre contido em depósitos ainda não descobertos.

3.2.3.1. Depósitos não descobertos

No presente estudo considerou-se o sistema mineral para cobre como parte de um SCA, em que o maior depósito já foi descoberto. A Mina de Salobo, contendo aproximadamente 6,8 milhões de toneladas de metal contido, para fins de estimativa de recursos não descobertos, foi considerada a maior reserva de cobre da PMC. A tonelagem de cobre contido na PMC foi estimada a partir do somatório de recursos e reservas, conforme apresentado no Quadro 3.2. Essa definição ocorreu porque Salobo é a maior mina de cobre do Brasil e um dos maiores sistemas IOCG do mundo, tornando improvável a existência, na mesma província, de uma reserva maior em condições economicamente viáveis.

Ao classificar os valores de cobre contido na PMC e ajustar a uma função de potência obtêm-se o valor $k=0.841$, com $R^2=0.92$ (Figura 3.2), denotando tratar-se de uma província com maturidade elevada. No entanto, assumindo que o cobre da PMC é um sistema crítico auto-organizado, a diferença entre a curva teórica de Zipf e a função de potência encontrada pode ser preenchida com depósitos não descobertos (Costa *et al.*, 2019). Na Figura 3.2, são apresentados os ajustes dos depósitos não descobertos na série, considerando-se o valor de corte igual a 0,14 milhões de toneladas, calculado utilizando a distância mínima Kolmogorov Smirnov.

Assim, é esperado que a região ainda possua um total de 34 depósitos de cobre a serem descobertos, tal que 1 tenha o metal contido maior que 1 milhão de toneladas e 33 valores superiores a 0,1 milhão de toneladas, totalizando um recurso potencial a ser descoberto da ordem de 11 milhões de toneladas.

3.2.4. Níquel

Na PMC, ocorrem diversos corpos de rochas intrusivos máficas e ultramáficas acamadadas (Suíte Intrusiva Cateté e Suíte Magmática Serra Leste) que têm associação a ocorrências de níquel. Mansur e Ferreira-Filho (2017) descreve características do magma máfico-ultramáfico da PMC que favorece a formação de mineralização de Ni e EGP. Diferentes estilos de mineralização ocorrem ao longo do Complexo Luanga, com o destaque para ocorrências associadas a sulfetos disseminados e ocorrências sem associação clara com sulfetos e/ou cromititos. O primeiro caso é ilustrado por um horizonte de 10-50 metros de espessura, localizado na passagem entre as zonas ultramáfica e de transição, com uma disseminação de sulfetos (i.e. 3% vol.) denominado *Sulfide Zone* (Mansur; Ferreira-Filho, 2017). Na porção sul sudoeste da PMC, coberturas lateríticas relativamente espessas possuem concentrações supergênicas de níquel e cobalto (Klein; Carvalho, 2008). Na porção ocidental da

PMC, as intrusões são mineralizadas a EGP+Ni+Au+Rh (Depósito Luanga). Entre os principais depósitos lateríticos, destacam-se os depósitos Onça-Puma, Vermelho e Jacaré, que somados envolvem recursos totais superiores a 562,5 milhões de toneladas de minério, com teores de Ni entre 1,0 e 1,6% e teores de cobalto entre 0,05 e 0,15%. Recursos adicionais são conhecidos nos depósitos Jacarezinho, Itapitanga e Mundial/Carapanã. Recursos de minérios sulfetados são conhecidos no Depósito Luanga (em reavaliação).

É importante assinalar que os recursos e reservas atualmente existentes, para níquel na PMC, são estimados em 7,17 milhões de toneladas de metal contido, suficientes, portanto, para sustentar a presumida produção acumulada no período 2021 a 2060, de aproximadamente 3,6 milhões de toneladas de Ni contido, em concentrado, *matte* e liga Fe-Ni, conforme programação da produção apresentada no item 4.4.1 deste relatório, para o horizonte de 2060, em bases compatibilizadas com as perspectivas de mercado.

3.2.5. Ouro

O ouro na PMC ocorre em diversos tipos de depósitos e contextos geológicos. O depósito de Au-Pd-Pt de Serra Pelada merece destaque como o maior garimpo a céu aberto do mundo, com produção intensiva durante a década de 1980. Localizado na porção nordeste da PMC, a mineralização está hospedada numa sequência metassedimentar arqueana, discordante e tectonicamente sobreposta pelas rochas metavulcanos-sedimentares do Grupo Rio Novo (Rosière *et al.*, 2006). Estima-se que tenham sido lavradas 32,6 toneladas de ouro e quantidades desconhecidas de platina e paládio (Meirelles *et al.*, 1984). Porém, tais estimativas são incertas devido à fiscalização deficiente, além da precariedade e irregularidade dos métodos de lavra. Diversas tentativas de retomada da produção em Serra Pelada ocorreram ao longo das últimas décadas. Como exemplo, recentemente, a mineradora Colossus realizou diversas investigações geológicas.

No período 1991 a 2002, a Vale operou a Mina Igarapé Bahia, a céu aberto, com produção acumulada da ordem de 3 milhões oz de ouro.

Atualmente, na PMC, o ouro é produzido apenas como subproduto. Na Mina de Salobo, em que o cobre é a substância principal, a produção de ouro é uma das maiores do país. Outros depósitos em que o ouro é produzido como substância associada são: Igarapé-Bahia, com ouro laterítico (Zang; Fyfe, 1995), Sequeirinho, e Sossego.

O ouro também ocorre em depósitos polimetálicos paleoproterozoicos associados, principalmente, ao cobre (depósitos de Águas Claras, Breves, Estrela), podendo conter tungstênio, bismuto, molibdênio e estanho associados.

É importante assinalar que os recursos e reservas atualmente existentes para ouro, na PMC, são estimados em 30 milhões oz de metal contido – valor muito próximo ao da produção presumida acumulada no período 2021 a 2060, de 30,2 milhões oz de ouro, conforme programação

da produção apresentada no item 4.5.1 deste relatório, para o horizonte de 2060, em bases compatibilizadas com as perspectivas de mercado. Desta forma, foi considerado que as reservas de ouro para a PMC são suficientes para sustentar a presumida produção acumulada.

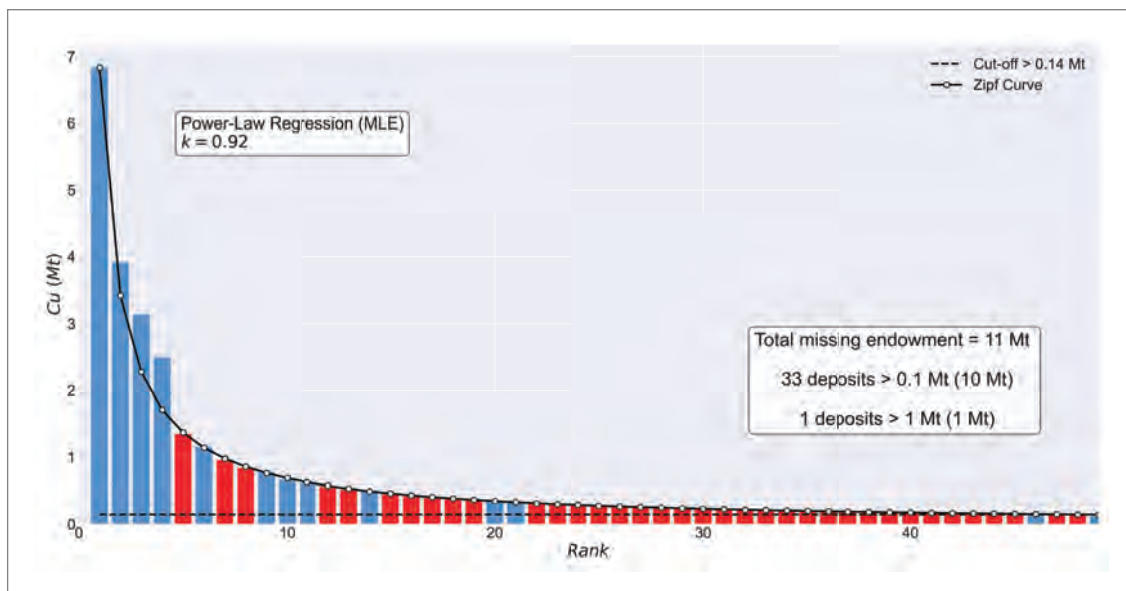


Figura 3.2 - Gráfico dos depósitos de cobre conhecidos (barras azuis) ajustados à curva de Zipf. As lacunas de classificação foram preenchidas com depósitos não descobertos (barras vermelhas).

4. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GEOECONÔMICO

Neste capítulo, encontra-se apresentada a caracterização dos parâmetros adotados na modelagem econômica de empreendimentos-tipo da PMC, com ênfase nos fatores que mais diretamente condicionam a posição competitiva de seus depósitos minerais (atuais e previsíveis). Segundo os quatro componentes considerados, o Quadro 4.1 apresenta os parâmetros adotados, comuns aos empreendimentos-tipo relativos às cinco substâncias minerais contempladas neste estudo: minério de ferro, minério de manganês, cobre, níquel e ouro.

Uma vez evidenciados no Quadro 4.1, os parâmetros gerais, comuns aos empreendimentos tipo relativos às cinco substâncias minerais contempladas no estudo, encontram-se a seguir ressaltados os critérios adotados na estimação dos parâmetros específicos apresentados nos itens 4.1 a 4.5:

Metais associados: a avaliação econômica dos empreendimentos relativos ao cobre e ao níquel considera, no primeiro caso, ouro e prata associados e, no segundo, o cobalto.

Produção:

- Ferro e manganês: tonelada métrica de minério produzido, base seca;
- Cobre: tonelada métrica de metal contido em concentrado, base seca;
- Níquel: tonelada métrica de Ni contido em concentrado, *matte* ou liga Fe-Ni;
- Ouro: oz (*onça troy*) de metal (*bullion*), sendo 1oz = 31,103 g.

Preços de venda:

- Ferro e manganês: US\$/t métrica de minério, base seca;
- Cobre: US\$/t métrica de concentrado, base seca;
- Níquel: US\$/t métrica de concentrado, *matte* ou liga Fe-Ni, base seca;
- Ouro: US\$/oz (*onça troy*), de metal (*bullion*), sendo 1oz = 31,103 g.

Despesas com a Pesquisa Mineral:

- Ferro e manganês: US\$/t métrica de minério (base seca), em reserva avaliada;
- Cobre: US\$/t métrica de concentrado equivalente (base seca), em reserva avaliada;
- Níquel: US\$/t métrica de produto intermediário equivalente (base seca), em reserva avaliada;
- Ouro: US\$/oz (*onça troy*) de metal (*bullion*) contido, em reserva avaliada.

Despesas com o Desenvolvimento (CAPEX):

- Ferro e manganês: US\$/t métrica de capacidade instalada de produção (CAI) de minério (base seca);
- Cobre: US\$/t métrica (CAI) de concentrado equivalente (base seca);
- Níquel: US\$/t métrica (CAI) de Ni contido em concentrado, *matte* ou liga Fe-Ni (base seca);
- Ouro: US\$/oz (*onça troy*) de capacidade instalada de produção (CAI) de metal (*bullion*).

Despesas com a Operação Mineira (OPEX - base cash costs):

- Ferro e manganês: US\$/t métrica de minério produzido (base seca);
- Cobre: US\$/t métrica de concentrado produzido (base seca);
- Níquel: US\$/t métrica de Ni contido em concentrado, *matte* ou liga Fe-Ni (base seca);
- Ouro: US\$/oz (*onça troy*) de metal (*bullion*).

Relação Custo Operacional/Preço de venda (%):

- Parâmetro determinado pela divisão do OPEX pelo preço de venda

Estimação de parâmetros: Os custos unitários relativos à pesquisa mineral, ao desenvolvimento (CAPEX) e à operação mineira (OPEX) foram estimados com base em consultas a correspondentes valores de empreendimentos comparáveis - similares ao concebido como depósitos/empreendimentos-tipo relativos a cada um dos cinco bens minerais considerados.

Risco do empreendimento (%):

- Probabilidade de insucesso do empreendimento estimada, em bases subjetivas, pela equipe responsável pela elaboração do estudo.

Cabe, ainda, assinalar o seguinte tratamento adotado na projeção de capacidade instalada de produção, dos cinco bens minerais considerados, na PMC, no período 2021 a 2060:

Ferro, manganês, cobre e níquel: expansão de capacidade instalada de acordo com o potencial de recursos e reservas e com as perspectivas de crescimento do mercado doméstico e de exportação, com o suporte de bases de dados especialmente construídas, e de estimativas, projeções e análises de cenários elaboradas com o auxílio de diversas fontes consultadas, sobressaindo a Agência Nacional de Mineração (ANM) e o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

Ouro: expansão de capacidade instalada somente em função do potencial de recursos e reservas.

Tendo por referência os critérios assinalados, os itens subsequentes apresentam, para cada um dos bens

minerais considerados, os correspondentes parâmetros específicos, assim como as estimativas de geração de valor, determinadas com fundamento em modelagem de fluxos de caixa dos respectivos empreendimentos-tipo.

Quadro 4.1 - Parâmetros Comuns aos Empreendimentos-tipo dos Bens Minerais Considerados.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4
Despesa de Prospecção e Pesquisa Mineral					
Ano 1	% s/Despesa			20%	10%
Ano 2	% s/Despesa			30%	15%
Ano 3	% s/Despesa			50%	15%
Ano 4	% s/ Despesa				23%
Ano 5	% s/Despesa				37%
Composição de CAPEX					
Inversões Fixas	% s/CAPEX	80%	80%	80%	80%
Despesas Pré-Operacionais	% s/CAPEX	8%	8%	8%	8%
Capital de Giro	% s/CAPEX	12%	12%	12%	12%
Compensação Ambiental	% s/Investimentos	2%	2%	2%	2%
Valor Residual	% s/Re-investimentos	10%	10%	10%	10%
Cronograma de Implantação	% s/Investimentos				
Ano 1	% s/Investimentos		30%	30%	30%
Ano 2	% s/Investimentos		50%	50%	50%
Ano 3	% s/Investimentos		20%	20%	20%
Produção					
Ramp up - Ano 1	% de ocupação da CAI	100%	50%	50%	50%
Ramp up - Ano 2	% de ocupação da CAI	100%	75%	75%	75%
Ramp up - Anos 3 a 40	% de ocupação da CAI	100%	100%	100%	100%
Destinação de Vendas					
Mercado Externo (%)	% sobre Receita Bruta	80%	80%	80%	80%
Mercado Interno Interestadual (%)	% sobre Receita Bruta	5%	5%	5%	5%
Mercado Interno - Intraestadual (%)	% sobre Receita Bruta	15%	15%	15%	15%
Despesas de Venda	% sobre Receita Bruta	2%	2%	2%	2%
Impostos sobre vendas					
ICMS - Exportação	%	0	0	0	0
ICMS - M. Interno Inter-estadual	%	12%	12%	12%	12%
ICMS - M. Interno Intra-estadual	%	18%	18%	18%	18%
Relação Crédito/débito de ICMS	%	15%	15%	15%	15%

(Continua)

Quadro 4.1- Parâmetros Comuns aos Empreendimentos-tipo dos Bens Minerais Considerados (continuação).

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4
COFINS - Incidência acumulativa	%	3%	3%	3%	3%
COFINS - Incidência não acumulativa	%	7,60%	7,60%	7,60%	7,60%
PIS - Incidência acumulativa	%	0,65%	0,65%	0,65%	0,65%
PIS - Incidência não acumulativa	%	1,65%	1,65%	1,65%	1,65%
Produção - OPEX					
Custos diretos	% sobre receita bruta	70%	70%	70%	70%
Custos indiretos	% sobre receita bruta	30%	30%	30%	30%
Proteção e Recuperação	% sobre receita bruta	2%	2%	2%	2%
DGA - Despesas Gerais e Administrativa	% sobre Receita Bruta	3%	2%	2%	2%
Depreciação					
Com 40 anos de vida	% das Inversões Fixas	20%	20%	20%	20%
Com 20 anos de vida	% das Inversões Fixas	50%	50%	50%	50%
Com 10 anos de vida	% das Inversões Fixas	20%	20%	20%	20%
Com 5 anos de vida	% das Inversões Fixas	10%	10%	10%	10%
Amortização de Despesas Pré-operacionais	anos		5	5	5
Impostos sobre o Lucro Líquido					
IRPJ s/LL < R\$ 240 mil (%)	%	15%	15%	15%	15%
IRPJ s/LL > R\$ 240 mil (%)	%	25%	25%	25%	25%
CSLL - Contribuição Social (%)	%	9%	9%	9%	9%
Taxa de Câmbio (R\$/ US\$)	R\$/US\$	5,50	5,50	5,50	5,50

4.1. MINÉRIO DE FERRO

Os parâmetros específicos relacionados ao empreendimento-tipo de minério de ferro encontram-se apresentados no Quadro 4.2.

Considerações específicas sobre a projeção de produção e estimativas de preços, relativos ao empreendimento-tipo de minério de ferro, na PMC, encontram-se apresentadas nos subseqüentes itens 4.1.1 e 4.1.2.

4.1.1. Projeção da Produção

A Figura 4.1 apresenta a evolução, no período de 1950 a 2020, da produção mundial e brasileira de minério de ferro. Verifica-se que, ao longo do referido período, a participação da produção brasileira sobre a produção mundial oscilou de 0,8%, em 1950, a 16%, em 2020, tendo apresentado o máximo de 19,7%, em 2000.

Com base no comportamento das últimas décadas e na análise de tendências e perspectivas de mercado,

admite-se que nos próximos 40 anos o mercado mundial de minério de ferro deverá se expandir a uma taxa de 1% a.a. e que a participação do Brasil no total da produção mundial evoluirá de 16%, em 2020, para 24%, em 2060, conforme indicado na Figura 4.2.

Neste contexto, partindo dos 192 milhões de toneladas produzidas em 2020, admite-se que a produção de minério de ferro na PMC se expandirá a uma taxa média de 1,54% a.a., devendo alcançar 232 milhões de toneladas, em 2030, 269 milhões de toneladas, em 2040, 309 milhões de toneladas, em 2050 e 354 milhões de toneladas, em 2060. Portanto, torna-se possível admitir uma expansão de capacidade instalada, na PMC como um todo, da ordem de 162 milhões de toneladas, no horizonte 2020 a 2060. Admite-se que tal expansão de capacidade ocorrerá mediante a implantação de quatro novos empreendimentos mineiros, cada um com capacidade de 40 milhões t/ano, vinculados a cada um dos quatro componentes considerados no item 2.1 presente estudo.

4.1.2. Estimativa de preços de mercado

A Figura 4.3 apresenta a evolução, no período de 1990 a 2020, dos preços médios anuais de venda do minério de ferro no mercado internacional (expressos em valor constante de 2020), tendo por referência as estatísticas publicadas pelo FMI, relativas às cotações em base CIF – Porto de Tianjin, na China. Verifica-se que ao longo do referido período tais cotações evoluíram à taxa média de 4,7% a.a.

O Quadro 4.3 evidencia que, em valores constantes de 2020, os preços internacionais do minério de ferro apresentaram comportamento nitidamente crescente no período 1990 a 2020. Tomando-se os preços CIF, sendo o porto de destino na China, verifica-se uma evolução, a preços constantes, de US\$ 27,35/t, em 1990, para US\$ 108,07, em 2020, com crescimentos médios anuais de 2,1% a.a., 4,7% a.a. e de 7,4% a.a., respectivamente, nos períodos 1990 a 2005, 1990 a 2020 e 2005 a 2020.

Quadro 4.2 - Minério de ferro - Parâmetros específicos dos empreendimentos-tipo.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4
Escala de produção considerada	milhões t/ano	40	40	40	40
Número de novo empreendimentos	Nº	1	1	1	1
Preço de venda (minério com 62% Fe)	US\$/t - CIF Tianjin	115	115	115	115
Preço de venda (minério com 62% Fe)	US\$/t - FOB - Mina	55	55	55	55
Despesa com Pesquisa Mineral	US\$/t de minério			0,01	0,012
Despesa com o Desenvolvimento - CAPEX	US\$/t CAI de minério	150	150	150	150
Despesa com a Operação Mineira - OPEX	US\$/t de minério	12	12	12	12
Relação Custo Operacional/ Preço de Venda	%	22%	22%	22%	22%
CFEM	%	3,5	3,5	3,5	2,5
Risco do Empreendimento	%	10%	20%	35%	50%

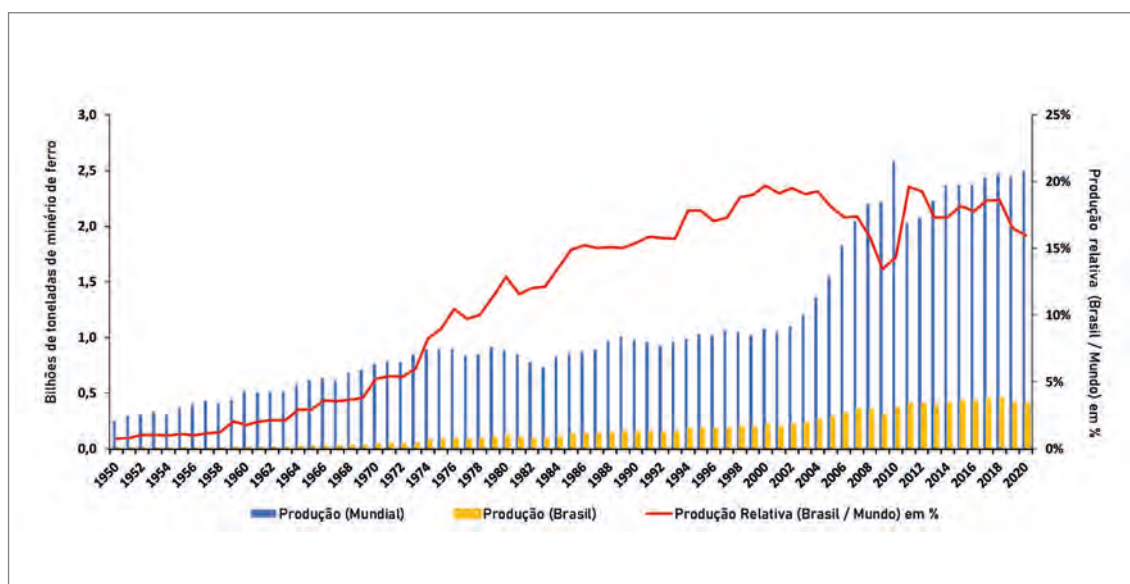


Figura 4.1 - Minério de ferro - Evolução da produção mundial e brasileira (1950 a 2020).

Fonte: USGS; dados processados pela equipe P3M.

Com base no comportamento verificado no período 1990 a 2020 e com fundamento nas visões de futuro que se descortinam para o mercado de minério de ferro nas próximas décadas, admite-se que nos próximos 40 anos o preço médio anual de venda do minério de ferro no mercado mundial deverá se expandir a uma taxa média de 0,4% a.a. (em termos constantes), devendo alcançar valores de US\$ 111,47/t, em 2030, US\$ 116,05/t, em 2040, US\$ 120,82/t, em 2050, e US\$ 125,78/t, em 2060, sendo tais cotações referentes ao minério com 62% de teor em base CIF - Porto de Tianjin. Tomando-se o preço médio de US\$ 115/t (CIF - China), o Quadro 4.4 demonstra a correspondente estimativa de equivalente preço médio de venda, FOB-Empreendimento, no embarque ferroviário, na Estrada de Ferro Carajás (EFC).

4.1.3. Fluxo de caixa e indicadores de geração de valor

Os Anexos 8, 9 e 10 apresentam as planilhas contendo a evolução, respectivamente, i) da produção mundial do minério de ferro, do minério de manganês, do cobre, do níquel e do ouro; ii) da produção nacional dos referidos bens minerais; e iii) dos correspondentes preços médios anuais de mercado. O Anexo 11, por sua vez, apresenta os fluxos de caixa do empreendimento-tipo de minério de ferro, submetido às modelagens correspondentes aos quatro componentes considerados.

Por sua vez, o Quadro 4.5 apresenta o demonstrativo de geração de valor, com o aproveitamento do minério de ferro da PMC, segundo os quatro componentes, sendo considerada a taxa de desconto (custo de capital) de 8% a.a., na estimativa de geração de valor na ótica pública, e 12% a.a., na ótica privada.

Conforme se verifica, a perspectiva de geração de valor na PMC com a produção de minério de ferro nos próximos 40 anos é estimada em US\$ 38 bilhões, sob a ótica privada, e em US\$ 105 bilhões, sob a ótica pública.

No primeiro caso, cabe destacar que cerca de 99% do potencial de geração de valor relativo a minério de ferro, na PMC, encontra-se associado a empreendimentos que já se encontram em produção (componente 1) e apenas 0,06%, a depósitos ainda não descobertos (componente 4); sob a ótica pública, tais percentuais são de 87% e 2,6%, respectivamente.

Por outro lado, considerando-se as superfícies envolvidas - da PMC como um todo (55.069 km²), dos direitos minerários para minério de ferro (4.991km²) ou ainda dos correspondentes empreendimentos em produção (219 km²) - verifica-se os seguintes respectivos indicadores de geração de valor (GV) por unidade de superfície: US\$ 0,7 milhões/km² US\$ 7,6 milhões/km² e US\$ 172 milhões/km² sob a ótica privada; e US\$ 2 milhões/km² US\$ 21 milhões/km² e US\$ 477 milhões/km² sob a ótica pública.

O Quadro 4.5 evidencia ainda os seguintes valores para o indicador de geração de valor por posto de trabalho: i) ótica privada: US\$ 3,2 milhões; e ii) ótica pública: US\$ 8,9 milhões.

A significativa diferença entre os indicadores públicos e privados, e a crescente proporção observada entre ambos, sugere a conveniência de se analisar quais seriam os estímulos capazes de tornar mais atrativos os investimentos em pesquisa e em produção de minério de ferro na PMC, notadamente no contexto dos componentes 2 a 4 (Quadro 4.5), de forma a melhorar a geração de valor na ótica privada, ainda que ao custo de uma planejada e justificada redução da geração de valor na ótica pública.

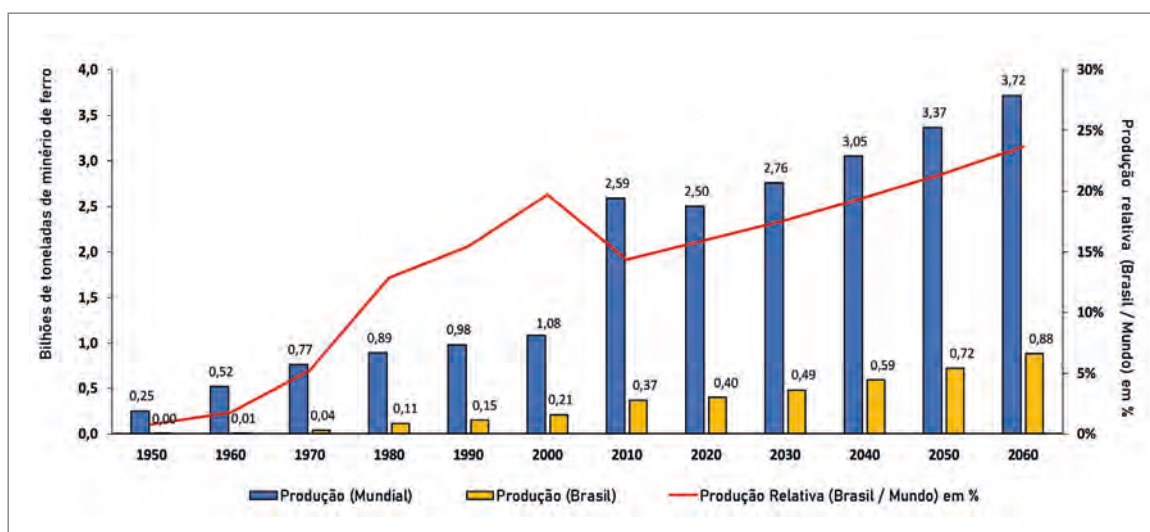


Figura 4.2 - Minério de Ferro - Evolução e projeção da produção mundial e brasileira (1950 a 2060).

Fonte: USGS; dados processados pela equipe P3M.

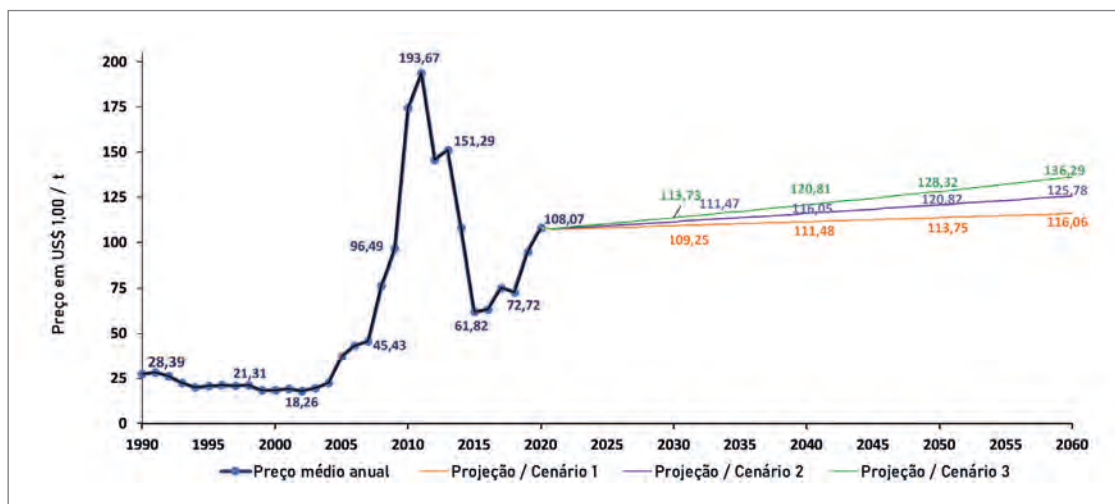


Figura 4.3 - Minério de Ferro - Evolução e projeção dos preços médios anuais de venda (1990 a 2020).
Fonte: USGS; dados processados pela equipe P3M.

Quadro 4.3 - Minério de Ferro- Estimativa de preço médio de venda. FOB-Mina na Província Mineral de Carajás.

MINÉRIO DE FERRO PREÇOS DE REFERÊNCIA	EVOLUÇÃO (US\$/T)			CRESCIMENTO (% a.a.)		
	1990a	2005b	2020c	(b)/(a)	(c)/(a)	(c)/(b)
Valores Correntes ¹	14,05	28,11	108,07	4,7	7	9,4
Índice de Preço ²	51,37	75,55	100,00	2,6	2,2	1,9
Valores Constantes ³	27,35	37,20	108,07	2,1	4,7	7,4

¹Preço médio anual em base CIF-Tianjin, em valores correntes;

²Consumer Price Index – EUA;

³Preço médio anual em base CIF-Tianjin, em valores constantes

Quadro 4.4 - Minério de Ferro - Estimativa de preço médio de venda. FOB-Mina na Província Mineral de Carajás.

FORMAÇÃO DO PREÇO FOB CARAJÁS	PREÇO (US\$/T)
Preço CIF – Porto de destino na China	115,00
Frete Marítimo	30,00
Despesas portuárias	15,00
Frete ferroviário	15,00
Preço FOB - Embarque ferroviário (EFC)	55,00

4.2. MINÉRIO DE MANGANÊS

Os parâmetros específicos relacionados ao empreendimento-tipo de minério de manganês encontram-se apresentados no Quadro 4.6.

Considerações específicas sobre a projeção de produção e estimativas de preços, relativos ao empreendimento-tipo de minério de manganês, encontram-se apresentadas nos subseqüentes itens 4.2.1 e 4.2.2.

4.2.1. Projeção da produção

A Figura 4.4 apresenta a evolução, no período de 1950 a 2020, da produção mundial e brasileira de minério de manganês. Verifica-se que, ao longo do referido período, a participação da produção brasileira sobre a produção mundial oscilou de 2,1%, em 1950, a 3,9%, em 2020, tendo apresentado o mínimo de 1,6%, em 1954, e o máximo de 12,5%, em 1972.

Com base no comportamento das últimas décadas e na análise de tendências e perspectivas de mercado, admite-se que nos próximos 40 anos, o mercado mundial de minério de manganês deverá se expandir a uma taxa de 2,3% a.a. e que a participação do Brasil, no total da produção mundial, evoluirá de 3,9% em 2020, para 4,2% em 2060, conforme indicado na Figura 4.5.

Nesse contexto, partindo dos cerca de 1,1 milhões de toneladas produzidas em 2020, admite-se que a produção de minério de manganês na PMC se expandirá a uma taxa média de 3,0% a.a., devendo alcançar 1,5 milhões de toneladas, em 2030, 2,0 milhões de toneladas, em 2040, 2,6 milhões de toneladas, em 2050 e 3,5 milhões de toneladas, em 2060.

Portanto, torna-se possível admitir, na PMC, uma expansão de capacidade instalada da ordem de 2,4 milhões de toneladas, no horizonte 2020 a 2060.

Para efeito das estimativas do presente estudo, admite-se que tal expansão de capacidade produtiva ocorrerá mediante a implantação de quatro novos empreendimentos mineiros, cada um com capacidade produtiva de 0,6 milhões t/ano, vinculados a cada um dos quatro componentes considerados no presente estudo.

4.2.2. Estimativa de preços de mercado

A Figura 4.6 apresenta a evolução, no período 1990 a 2020, dos preços médios anuais de venda do minério de manganês no mercado internacional (expressos em valor constante de 2020).

O Quadro 4.7 evidencia que, em valores constantes de 2020, os preços internacionais do minério de manganês apresentaram comportamento

decrecente no período 1990 a 2004, e vem seguindo, a partir de então, uma trajetória de volatilidade. Tomando-se os preços FOB de exportação, em valores constantes de 2020, verifica-se uma queda de US\$ 173,26/t, em 1990 para US\$ 105,11/t, em 2020, ou o equivalente a uma taxa regular de redução da ordem de 1,7% a.a. Com base no comportamento verificado no período 1990 a 2020 e com fundamento nas visões de futuro que se descortinam para o mercado de minério de manganês nas próximas décadas, admite-se que, nos próximos 40 anos, o preço médio anual de venda do minério de manganês no mercado mundial deverá se expandir a uma taxa média de 1,49% a.a. (em termos constantes), devendo alcançar valores de US\$ 120,86/t, em 2030, US\$ 140,29/t, em 2040, US\$ 162,81/t, em 2050 e US\$ 188,92/t, em 2060. Tomando-se o preço médio de US\$ 145/t (CIF - mercado de destino), o Quadro 4.8 demonstra a correspondente estimativa de preço médio de venda FOB mina localizada na PMC.

Quadro 4.5 - Minério de Ferro - Geração de valor em empreendimentos-tipo na Província Mineral de Carajás.

INDICADORES	COMPONENTE 1		COMPONENTE 2		COMPONENTE 3		COMPONENTE 4		TOTAL	
	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA
Geração de Valor (GV)										
GV/t de Capacidade Anual Instalada (US\$/t)	180,49	437,94	1,45	200,46	0,87	158,93	0,65	136,22		
Capacidade Instalada de Produção (milhões t)	232		40		40		40		532	
Perspectiva de Risco (%)	10%		20%		35%		50%			
Geração de Valor (US\$ milhões)	37.686	91.442	46	6.415	23	4.132	13	2.724	37.768	104.713
Superfície compreendida pela Prov. Carajás (km ²)	55.069		55.069		55.069		55.069		55.069	
Superfície envolvida por direitos minerários (km ²)	1.588		319		3.084				4.991	
Superfície ocupada pelos empreendimentos (km ²)	219									
Postos de Trabalho	7.731		1.333		1.333		1.333		11.730	
GV/km ² da Província Carajás (US\$ mil/km ²)	684,35	1.660,50	0,84	116,48	0,41	75,04	0,24	49,47	685,84	1.901,50
GV/km ² de direitos minerários (US\$ M/km ²)	23,73	57,58	0,15	20,13	0,01	1,34			7,57	20,98
GV/km ² de empreendimento (US\$ M/km ²)	171,76	416,76							172,13	477,24
GV/Posto de trabalho (US\$ mil/posto de trabalho)	4.875	11.828	35	4.812	17	3.100	10	2.044	3.220	8.927

4.2.3. Fluxo de caixa e indicadores de geração de valor

Os Anexos 8, 9 e 10 apresentam as estatísticas referentes à produção mundial e nacional do minério de manganês, e dos correspondentes preços médios anuais de mercado. Por sua vez, o Anexo 12 apresenta os fluxos de caixa do empreendimento-tipo de minério de manganês, submetido às modelagens correspondentes aos quatro componentes considerados. O Quadro 4.9 apresenta o demonstrativo de geração de valor, com o aproveitamento do minério de manganês da PMC, segundo os quatro componentes, sendo considerada a

taxa de desconto (custo de capital) de 8% a.a., na estimativa de geração de valor na ótica pública, e 12% a.a., na ótica privada.

Conforme se verifica, as estimativas efetuadas na PMC conduzem à perspectiva de resultados negativos para a geração de valor com a produção de minério de manganês, nos próximos 40 anos: US\$ 106 milhões, na ótica privada; e -US\$ 85 milhões, sob a ótica pública.

Observa-se, também, que somente o componente 1 (empreendimentos já em operação) apresenta resultados positivos para a geração de valor com o aproveitamento de minério de manganês na PMC. Nos demais componentes (2, 3 e 4), a geração de valor apresenta-se sempre negativa.

Quadro 4.6 - Minério de Ferro - Parâmetros específicos dos empreendimentos-tipo.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4
Escala de produção considerada	milhões t/ano	600	600	600	600
Número de novo empreendimentos	Nº	1	1	1	1
Preço de venda (minério com 41% Mn)	US\$/t - CIF destino	145	145	145	145
Preço de venda (minério com 41% Mn)	US\$/t - FOB - Mina	100	100	100	100
Despesa com Pesquisa Mineral	US\$/t			0,48	0,58
Despesa com o Desenvolvimento - CAPEX	US\$/t CAI	1.100	1.100	1.100	1.100
Despesa com a Operação Mineira - OPEX	US\$/t produzida	20	20	20	20
Relação Custo Operacional/Preço de Venda	%	20%	20%	20%	20%
CFEM	%	3,0	3,0	3,0	3,0
Risco do Empreendimento	%	10%	20%	35%	50%

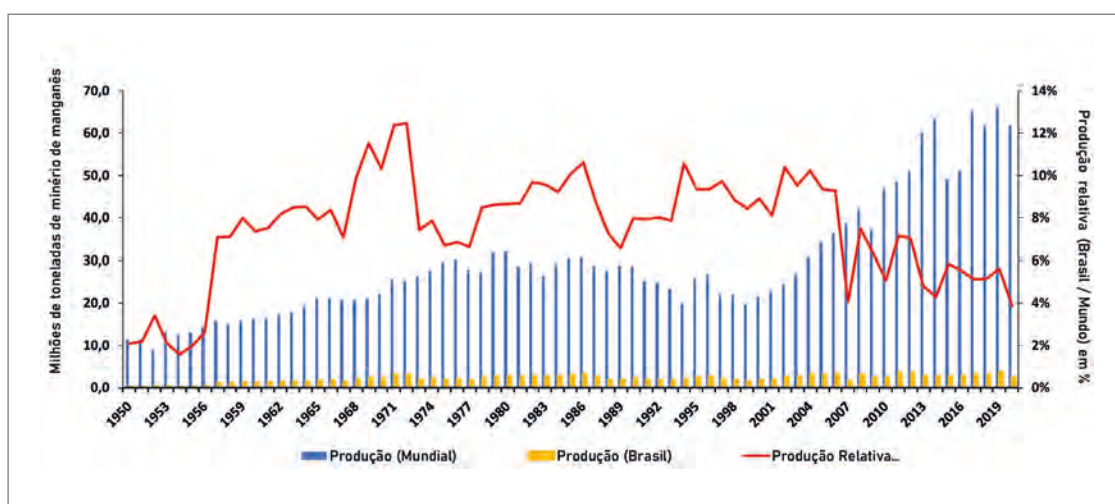


Figura 4.4 - Minério de Manganês - Evolução da produção mundial e brasileira (1950 a 2020).
Fonte: USGS; dados processados pela equipe P3M.

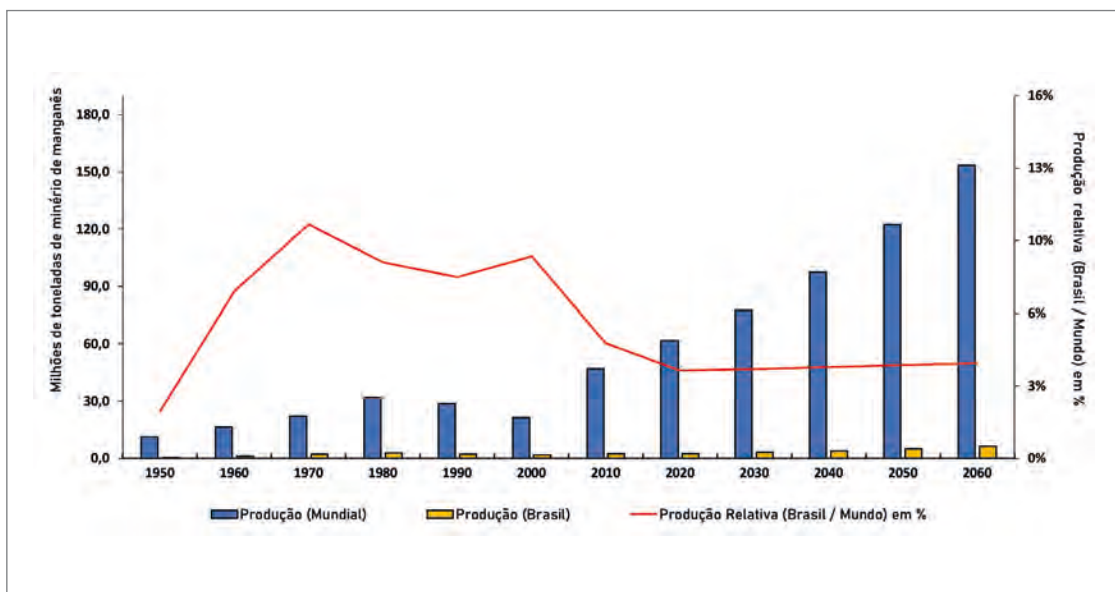


Figura 4.5 - Minério de Manganês - Evolução e projeção da produção mundial e brasileira (1950 a 2060).
Fonte: USGS; dados processados pela equipe P3M.

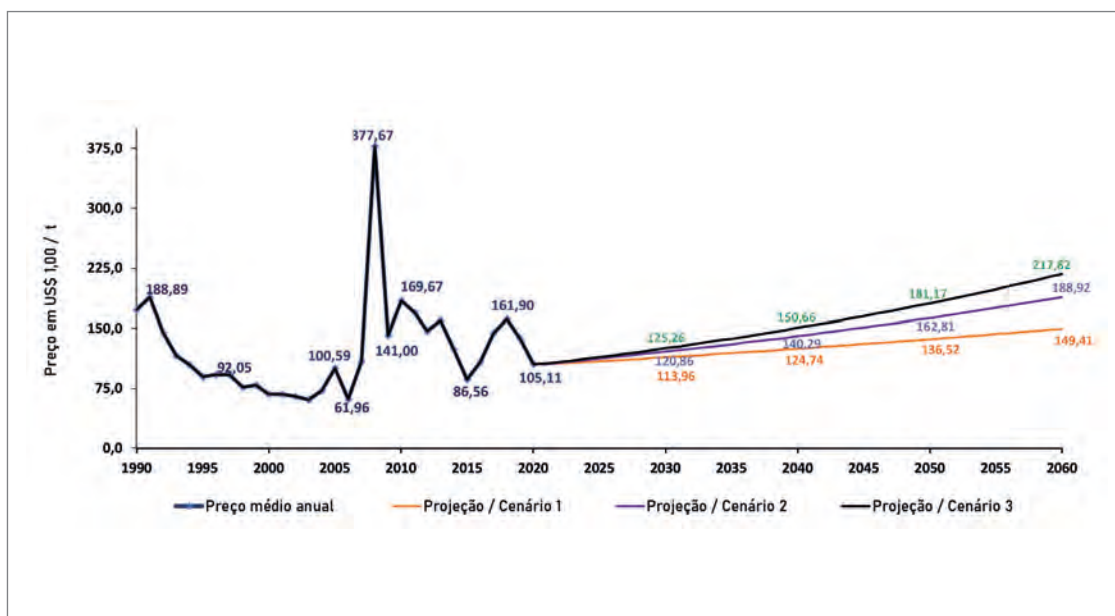


Figura 4.6 - Minério de Manganês - Evolução e projeção dos preços médios anuais de venda (1990 a 2060).
Fonte: ANM; dados processados pela equipe P3M.

Quadro 4.7 - Minério de Manganês - Evolução dos preços internacionais (1980 a 2020)

MINÉRIO DE MANGANÊS PREÇOS DE REFERÊNCIA	EVOLUÇÃO (US\$/T)			CRESCIMENTO (% a.a.)		
	1990a	2005b	2020c	(b)/(a)	(c)/(a)	(c)/(b)
Valores Correntes ¹	89,00	76,00	105,11	-1,1	0,6	2,2
Índice de Preço ²	51,37	75,55	100,00	2,6	2,2	1,9
Valores Constantes ³	173,26	100,59	105,59	-3,6	-1,7	0,3

¹Preço médio anual de exportação em base FOB, em valores correntes;

²Consumer Price Index – EUA;

³Preço médio anual de exportação em base FOB, em valores constantes

Nesse contexto, o revigoramento da atratividade a investimentos em pesquisa e produção de manganês na PMC somente deverá ocorrer na medida em que a intensificação da geração de conhecimento geocientífico e geoeconômico venha a indicar a perspectiva de depósitos de maior porte, além de outras características que tornem mais competitivos os correspondentes empreendimentos.

O Quadro 4.9 evidencia ainda, para os empreendimentos de minério de manganês já em operação (componente 1), indicadores positivos de geração de valor: i) por unidade de superfície (US\$ 8,5 mil/km² na ótica privada, e US\$ 8,6 mil/km² na ótica pública); e ii) por posto de trabalho: US\$ 821 mil/km² na ótica privada, e US\$ 837 mil/km² na ótica pública.

4.3. COBRE

Os parâmetros específicos relacionados ao empreendimento-tipo de cobre na PMC encontram-se apresentados no Quadro 4.10.

Quadro 4.8 - Minério de Manganês- Estimativa de Preço de Venda – FOB Província Carajás.

FORMAÇÃO DO PREÇO FOB CARAJÁS	PREÇO (US\$/T)
Preço CIF – Porto de destino na China	145,00
Frete Marítimo	15,00
Despesas portuárias	15,00
Frete ferroviário	15,00
Preço FOB - Embarque ferroviário (EFC)	100,00

Considerações específicas sobre a projeção de produção e estimativas de preços, relativos ao empreendimento-tipo de cobre, na PMC, encontram-se apresentadas nos subseqüentes itens 4.3.1 e 4.3.2.

4.3.1. Projeção da produção

A Figura 4.7 apresenta a evolução, no período de 1950 a 2020, da produção mundial e brasileira de cobre fino. Verifica-se que, ao longo do referido período, a participação da produção brasileira sobre a produção mundial oscilou de 0,03%, em 1950, a 1,71%, em 2020, tendo apresentado o máximo de 1,92%, em 2017.

Com base no comportamento das últimas décadas e na análise de tendências e perspectivas de mercado, admite-se que, nos próximos 40 anos, o mercado mundial de cobre deverá se expandir a uma taxa de 3,3% a.a. e que a participação do Brasil no total da produção mundial evoluirá de 1,7%, em 2020, para 5,3%, em 2060, conforme indicado na Figura 4.8.

Neste contexto, partindo da produção de 260 mil toneladas em 2020, admite-se que a produção na PMC se expandirá à uma taxa média de 5,7% a.a., devendo alcançar 505 mil toneladas, em 2030, 848 mil toneladas, em 2040, 1.418 mil toneladas, em 2050 e 2.358 mil toneladas, em 2060, de cobre contido em concentrado. Portanto, torna-se possível admitir uma expansão de capacidade instalada, na PMC como um todo, da ordem de 2 milhões toneladas de cobre contido em concentrado, no horizonte 2020 a 2060.

Para efeito das estimativas do presente estudo, admite-se que tal acréscimo de capacidade produtiva ocorrerá mediante a expansão de um dos empreendimentos existentes e, principalmente, com a implantação de sete novos empreendimentos, cada um dos quais com capacidade da ordem de 250 mil t/ano de produção, em termos de cobre contido em concentrado.

Quadro 4.9 - Geração de Valor em Empreendimentos-tipo de Produção de Minério de Manganês na Província Carajás.

INDICADORES	COMPONENTE 1		COMPONENTE 2		COMPONENTE 3		COMPONENTE 4		TOTAL	
	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA
Geração de Valor (GV)										
GV/t de Capacidade Anual Instalada (US\$/t)	304,18	310,32	-610,24	-556,85	-442,36	-451,43	-354,66	-389,27		
Capacidade Instalada de Produção (milhões t)	1,7		0,6		0,6		0,6		3,5	
Perspectiva de Risco (%)	10%		20%		35%		50%			
Geração de Valor (US\$ milhões)	465	475	-293	-267	-173	-176	-106	-117	-106	-85
Superfície compreendida pela Prov. Carajás (km ²)	55.069		55.069		55.069		55.069		55.069	

(Continua)

Quadro 4.9 - Geração de Valor em Empreendimentos-tipo de Produção de Minério de Manganês na Província Carajás (continuação).

INDICADORES	COMPONENTE 1		COMPONENTE 2		COMPONENTE 3		COMPONENTE 4		TOTAL	
	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA
Superfície envolvida por direitos minerários (km ²)		146		342		3408				3.896
Superfície ocupada pelos empreendimentos (km ²)		219								
Postos de Trabalho										
Postos de Trabalho		567		200		200		200		1.167
GV/km ² da Província Carajás (US\$ mil/km ²)	8,45	8,62	-5,32	-4,85	-3,13	-3,20	-1,93	-2,12	-1,93	-1,55
GV/km ² de direitos minerários (US\$ M/km ²)	3,19	3,26	-0,86	-0,78	-0,05	-0,05			-0,03	-0,02
GV/km ² de empreendimento (US\$ M/km ²)	14,47	14,76							-3,31	-2,65
GV/Postos de trabalho (US\$ M/PT)										
GV/ Posto de trabalho (US\$ mil/posto de trabalho)	821	837	-1.465	-1.336	-863	-880	-532	-584	-91	-73

Admite-se ainda que um dos novos empreendimentos se posicione no componente 1, dentre os quatro considerados no item 2.1 do presente estudo; três, no componente 2; dois no componente 3 e dois no componente 4.

4.3.2. Estimativa de preços de mercado

A Figura 4.9 apresenta a evolução, no período 1990 a 2020, das cotações médias anuais do catodo de cobre, conforme estatísticas da LME (*London Metal Exchange*), expressas em valor constante de 2020. Verifica-se que ao longo do referido período tais cotações evoluíram à taxa média de 0,59% a.a.

O Quadro 4.11 evidencia que, em valores constantes de 2020, os preços internacionais do cobre apresentaram comportamento crescente no período 1990 a 2020. Tomando-se as cotações da LME, verifica-se uma evolução, a preços constantes, de US\$ 5.181/t, em 1990, para US\$ 6.174/t, em 2020, com oscilações médias anuais de -0,4% a.a., 0,6% a.a. e de 1,6% a.a., respectivamente, nos períodos 1990 a 2005, 1990 a 2020 e 2005 a 2020.

Com base no comportamento verificado no período 1990 a 2020 e com fundamento nas visões de futuro que se descortinam para o mercado do cobre nas próximas décadas, admite-se que, nos próximos 40 anos, as cotações médias anuais do cobre metálico, no mercado mundial, deverão se expandir a uma taxa média

de 1,42% a.a. (em termos constantes), devendo alcançar valores de US\$ 6.081/t, em 2030, US\$ 7.154/t, em 2040, US\$ 8.388/t, em 2050 e US\$ 9.810/t, em 2060, sendo tais cotações referentes a projeções de preços do cobre metálico – base LME.

Tomando-se o preço de US\$ 7.280/t (projeção de preços médios para o período 2020 a 2060 – base LME), o Quadro 4.12 demonstra a correspondente estimativa de preço médio de venda FOB-empreendimento localizado na PMC, do concentrado de cobre e associados.

4.3.3. Fluxo de caixa e indicadores de geração de valor

Os Anexos 8, 9 e 10 apresentam as estatísticas referentes à produção mundial e nacional do cobre, e dos correspondentes preços médios anuais de mercado. Por sua vez, o Anexo 13 apresenta os fluxos de caixa do empreendimento-tipo de cobre, submetido às modelagens correspondentes aos quatro componentes considerados.

O Quadro 4.13 apresenta o demonstrativo de geração de valor, com a produção de concentrado de cobre na PMC, segundo os quatro componentes, sendo considerada a taxa de desconto (custo de capital) de 8% a.a., na estimativa de geração de valor na ótica pública, e 12% a.a., na ótica privada.

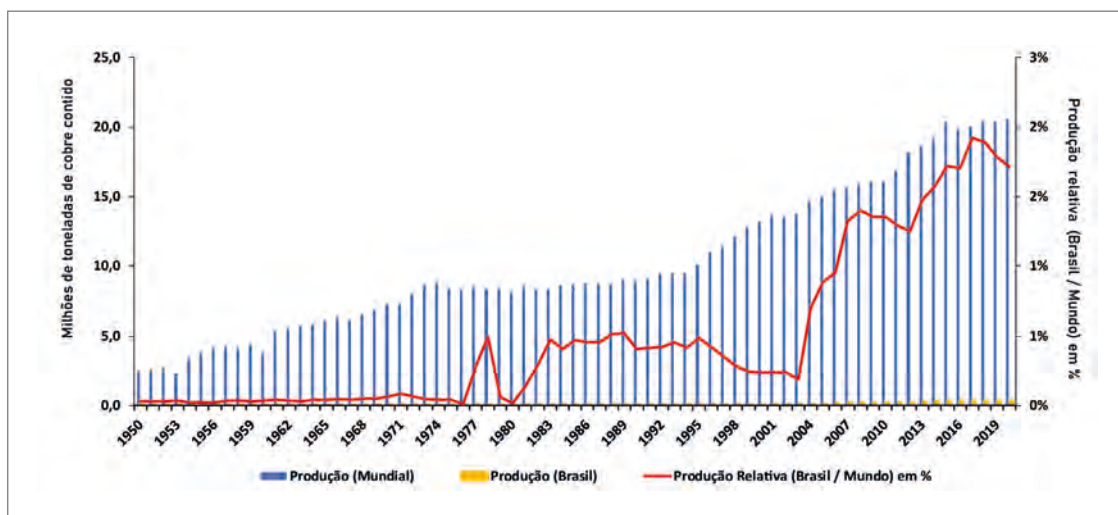


Figura 4.7 - Cobre Fino - Evolução da produção mundial e brasileira (1950 a 2020).
Fonte: USGS; dados processados pela equipe P3M.

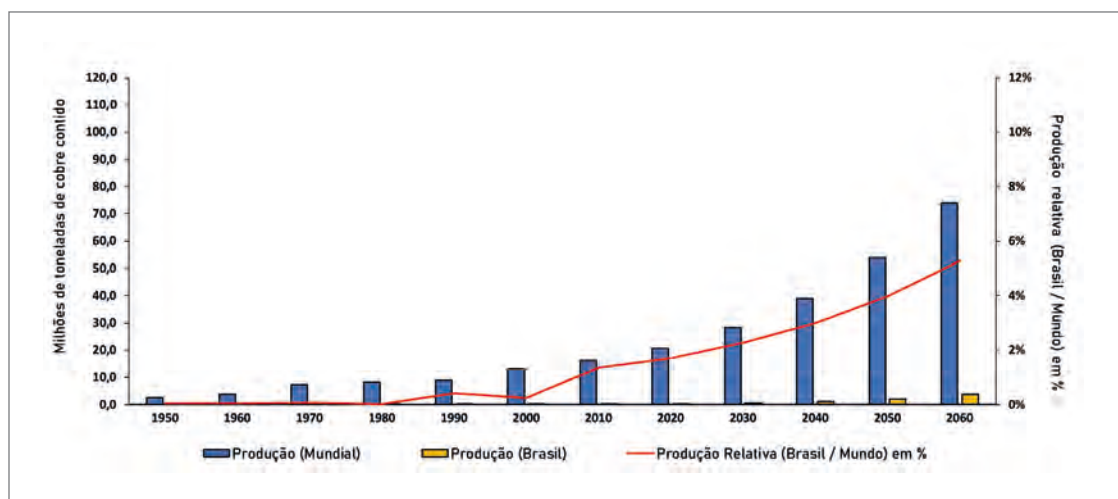


Figura 4.8 - Cobre Fino - Evolução e projeção da produção mundial e brasileira (1950 a 2060).
Fonte: USGS; dados processados pela equipe P3M.

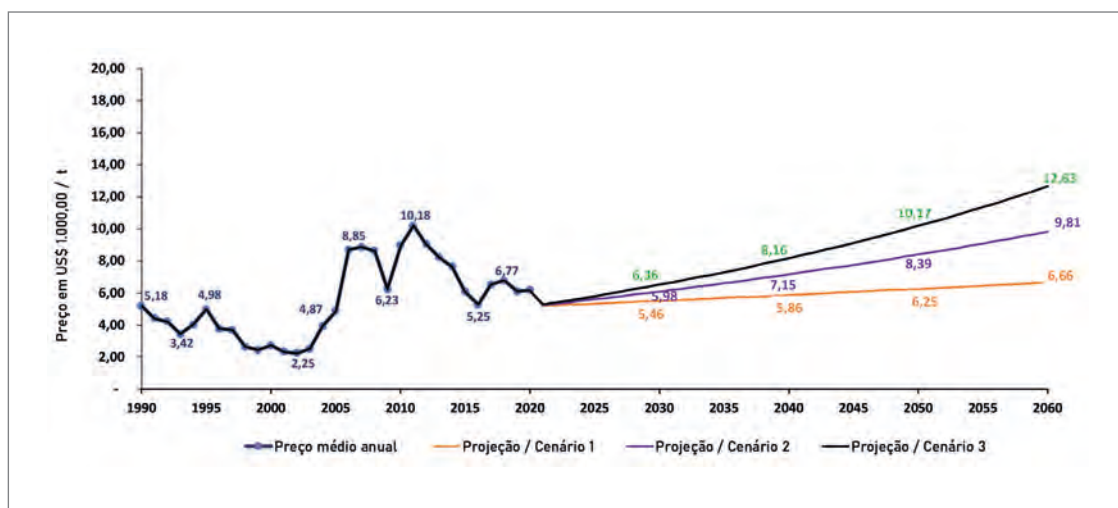


Figura 4.9 - Cobre Metálico - Evolução e projeção dos preços médios anuais de venda (1990 a 2060).
Fonte: FMI *apud* LME.

Conforme se verifica, a perspectiva de geração de valor com a produção de concentrado de cobre na PMC nos próximos 40 anos é estimada em US\$ 12 bilhões, sob a ótica privada, e em US\$ 39 bilhões, sob a ótica pública.

Sob a ótica privada, cabe destacar que cerca de 57% do potencial de geração de valor relativo a cobre na PMC encontra-se associado a empreendimentos que já se encontram em produção (componente 1) e, apenas 6%, a depósitos ainda não descobertos (componente 4). Sob a ótica pública, tais percentuais são de 42% e 9%, respectivamente.

Por outro lado, considerando-se as superfícies envolvidas – da PMC como um todo (55.069 km²), dos direitos minerários para minério de cobre (3.284 km²) ou ainda

dos empreendimentos específicos que se encontram em produção de minério de cobre (107 km²) – torna-se possível determinar os seguintes indicadores de geração de valor por unidade de superfície:

Geração de valor na PMC:

- US\$ 211 mil/km² na ótica privada;
- US\$ 703 mil/km² na ótica pública.

Geração de valor na superfície coberta por direitos minerários:

- US\$ 3,5 milhões/km² na ótica privada;
- US\$ 11,8 milhões/km² na ótica pública.

Geração de valor na superfície coberta pelos empreendimentos em fase de produção:

- US\$ 108,7/milhões km² na ótica privada;
- US\$ 362,3 milhões/km² na ótica pública.

Quadro 4.10 - Cobre - Parâmetros específicos dos empreendimentos-tipo.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4
Escala de produção por empreendimento	milhões t/ano	250	600	600	600
Número de novo empreendimentos	Nº	1	3	2	2
Preço de venda (US\$/t do catodo de Cu)	US\$/t - CIF destino	7.280	7.280	7.280	7.280
Preço de venda (US\$/t de concentrado 39% Cu)	US\$/t - FOB - Mina	3.710	3.710	3.710	3.710
Despesa com Pesquisa Mineral	US\$/t de concentrado equivalente			21,50	25,81
Despesa com o Desenvolvimento - CAPEX	US\$/t CAI de metal contido	5.529	5.529	5.529	5.529
Despesa com a Operação Mineira - OPEX	US\$/t de minério	11,25	11,25	11,25	11,25
Despesa com a Operação Mineira - OPEX	US\$/t de concentrado	461	461	461	461
Relação Custo Operacional/Preço de Venda	%	12%	12%	12%	12%
CFEM	%	2,0	2,0	2,0	2,0
Risco do Empreendimento	%	10%	20%	35%	50%

Quadro 4.11 - Cobre Metálico - Evolução dos preços internacionais (1990 a 2020).

COBRE METÁLICO PREÇOS DE REFERÊNCIA	EVOLUÇÃO (US\$/T)			CRESCIMENTO (% a.a.)		
	1990a	2005b	2020c	(b)/(a)	(c)/(a)	(c)/(b)
Valores Correntes ¹	2.661,34	3.676,49	6.174,56	2,2	2,9	3,5
Índice de Preço ²	51,37	75,55	100,00	2,6	2,2	1,9
Valores Constantes ³	5.180,95	4.866,01	6.174,56	-0,4	0,6	1,6

¹Preço médio anual - Base LME, em valores correntes;

²Consumer Price Index – EUA;

³Preço médio anual - Base LME, em valores constantes

O Quadro 4.13 evidencia ainda os seguintes valores para o indicador de geração de valor por posto de trabalho: i) ótica privada: US\$ 1,0 milhão; e ii) ótica pública: US\$ 3,4 milhões.

A significativa diferença e a crescente proporção observada entre os indicadores de ótica pública e privada, sugerem a conveniência de se analisar quais seriam os estímulos capazes de tornar mais atrativos os investimentos, notadamente no contexto dos componentes 2 a 4, de forma a melhorar a geração de valor na ótica privada, ainda que ao custo de uma moderada redução da geração de valor na ótica pública.

4.4. NÍQUEL

Os parâmetros específicos na PMC, relacionados a empreendimento-tipo de níquel, encontram-se apresentados no Quadro 4.14. Considerações específicas sobre a projeção de produção e estimativas de preços, relativas ao empreendimento-tipo de níquel, na PMC, encontram-se apresentadas nos subseqüentes itens 4.4.1 e 4.4.2.

4.4.1. Projeção da produção

A Figura 4.10 apresenta a evolução, no período de 1950 a 2020, da produção mundial e brasileira de níquel. Verifica-se que, ao longo do referido período, a participação da produção brasileira sobre a produção mundial oscilou de 0,01%, em 1950, a 2,9%, em 2020, tendo apresentado o máximo de 6,4%, em 2010. Com base no comportamento das últimas décadas e na análise de tendências e perspectivas de mercado, admite-se que, nos próximos 40 anos, o mercado mundial de níquel deverá se expandir a uma taxa de 3,5% a.a. e que a participação do Brasil no total da produção mundial evoluirá de 2,9%, em 2020, para 6,5%, em 2060, conforme indicado na Figura 4.11.

Nesse contexto, partindo da produção de 16,5 mil toneladas, em 2020, admite-se que a produção de níquel contido (em concentrado, *matte* e liga Fe-Ni), na PMC, expandir-se-a uma taxa média de 7,1% a.a., devendo alcançar 31,5 mil toneladas, em 2030, 65,1 mil toneladas, em 2040, 131,0 mil toneladas, em 2050 e 258,2 mil toneladas, em 2060. Portanto, torna-se possível admitir uma expansão de capacidade instalada da ordem de 242 mil toneladas, na PMC como um todo, no horizonte 2020 a 2060. Para efeito das estimativas do presente estudo, admite-se que tal acréscimo de capacidade ocorrerá mediante a expansão de um empreendimento existente e principalmente com a implantação de sete novos empreendimentos, cada um dos quais com capacidade da ordem de 30 mil t/ano de produção, em termos de níquel contido. Admite-se ainda que um

dos novos empreendimentos, se posicione no componente 1, dentre os quatro considerados no item 2.1 do presente estudo; dois, no componente 2; três no componente 3 e dois no componente 4.

4.4.2. Estimativa de preços de mercado

A Figura 4.12 apresenta a evolução, no período de 1990 a 2020, das cotações médias anuais do níquel metálico, conforme estatísticas da LME (*London Metal Exchange*), expressas em valor constante de 2020. Verifica-se que, ao longo do referido período, tais cotações apresentaram queda, à taxa média de 0,7% a.a.

Quadro 4.12 - Demonstrativo do preço médio de venda do concentrado de cobre e associados.

PARÂMETROS	VALORES
Cobre	
Teor no concentrado (%)	39
Dedução (%)	1,3
Metal Pagável (%)	37,7
Preço LME (US\$/t)	7.280
Valor Pagável do Cobre (US\$/t)	2.988
Ouro	
Teor no concentrado (g/t)	18
Dedução (g/t)	1
Metal Pagável (g/t)	17
Preço LME (US\$/oz)	1.955
Valor Pagável do Ouro (US\$/t)	1.069
Prata	
Teor no concentrado (g/t)	60
Dedução (g/t)	20
Metal Pagável (g/t)	40
Preço LME (US\$/oz)	25
Valor Pagável da Prata (US\$/t)	32
Valor Pagável Total (US\$/t)	3.845
Valor Pagável Total/ Valor Pagável do Cobre	1,32
Treatment Charge	70
Refining Charge	50
Valor do Concentrado no Porto de Exportação (US\$/ t)	3.725
(-) Frete ferroviário – Carajás/Itaqui (US\$/t)	15
Valor do Concentrado - Posto Carajás (US\$/t)	3.725

O Quadro 4.15 evidencia que, em valores constantes de 2020, os preços internacionais do níquel apresentaram comportamento decrescente no período 1990 a 2020. De fato, as cotações da LME, tomadas a preços constantes, demonstram uma oscilação, de US\$ 17.256/t, em 1990, para US\$ 13.790/t, em 2020, com variações médias anuais de +0,8% a.a., -0,7% a.a. e de -2,3% a.a., respectivamente, nos períodos 1990 a 2005, 1990 a 2020 e 2005 a 2020.

Com base no comportamento verificado no período 1990 a 2020 e com fundamento nas visões de futuro que se descortinam para o mercado do níquel nas próximas décadas, admite-se que, nos próximos 40 anos, as cotações médias anuais do níquel metálico, no mercado mundial, deverão se expandir a uma taxa média de 1,17% a.a. (em termos constantes), devendo alcançar valores de US\$ 14.492/t, em 2030, US\$ 16.403/t, em 2040, US\$ 18.549/t, em 2050 e US\$ 20.961/t, em 2060, sendo tais cotações referentes a projeções de preços do níquel metálico – base LME.

Tomando-se o preço médio anual de US\$ 16.300/t (projeção para o período 2020 a 2060 – base LME), o Quadro 4.16 demonstra a correspondente estimativa de preço médio de venda por tonelada de Ni contido, em base FOB - empreendimento localizado na PMC.

4.4.3. Fluxo de caixa e indicadores de geração de valor

O Quadro 4.17 apresenta o demonstrativo de geração de valor com a produção de níquel na PMC, segundo os quatro componentes, sendo considerada à taxa de desconto (custo de capital) de 8% a.a., na estimativa de geração de valor na ótica pública, e 12% a.a., na ótica privada.

Conforme se verifica, a perspectiva de geração de valor, na PMC com a produção de níquel nos próximos 40 anos, é estimada em -US\$ 71 milhões (sob a ótica privada) e em US\$ 6 bilhões (sob ótica pública). Sob a ótica privada, cabe assinalar que somente o componente 1 (empreendimentos em produção) apresenta potencial de geração de valor com a extração e processamento de minério de níquel na PMC. Sob a ótica pública, o referido potencial se evidencia nos quatro componentes, cabendo assinalar que cerca de 58% desse valor encontra-se associado a empreendimentos que já se encontram em produção (componente 1) e, apenas 6%, a depósitos ainda não descobertos (componente 4). Nos componentes 2, 3 e 4, em que o potencial sob a ótica pública apresenta-se assimétrico e substancialmente superior ao da ótica privada, evidencia-se a

perspectiva de introduzir estímulos capazes de promover a reversão do potencial geoeconômico regional, mediante a melhoria de atratividade a investimentos em pesquisa e produção de níquel na PMC, de forma a ampliar a geração de valor na ótica privada, ainda que ao custo de uma planejada e justificada redução da geração de valor na ótica pública.

Por outro lado, considerando-se as superfícies envolvidas – da PMC como um todo (55.069 km²); dos direitos minerários para minério de níquel (2.679 km²) ou ainda dos empreendimentos específicos que se encontram em produção (24 km²) – torna-se possível determinar, para o componente 1, os seguintes indicadores de geração de valor por unidade de superfície:

Geração de valor na PMC:

- US\$ 25 mil/ km² na ótica privada;
- US\$ 62 mil/ km² na ótica pública.

Geração de valor na superfície coberta por direitos minerários:

- US\$ 9 milhões/km² na ótica privada;
- US\$ 23 milhões/km² na ótica pública.

Geração de valor na superfície coberta pelos empreendimentos em fase de produção:

- US\$ 59 milhões/km² na ótica privada;
- US\$ 145 milhões/km² na ótica pública.

O Quadro 4.17 evidencia, ainda, para o componente 1, os seguintes valores para o indicador de geração de valor por posto de trabalho: i) ótica privada: US\$ 2,5 milhões; e ii) ótica pública: US\$ 6,1 milhões.

4.5. OURO

Os parâmetros específicos na PMC, relacionados ao empreendimento-tipo de ouro, encontram-se apresentados no Quadro 4.18.

Considerações específicas sobre a projeção de produção e estimativas de preços, relativas ao empreendimento-tipo de ouro, na PMC, encontram-se apresentadas nos subseqüentes itens 4.5.1 e 4.5.2.

4.5.1. Projeção da produção

A Figura 4.13 apresenta a evolução, no período de 1950 a 2020, da produção mundial e brasileira de ouro. Verifica-se que, ao longo do referido período, a participação da produção brasileira sobre a produção mundial oscilou de 0,6%, em 1950, a 2,6%, em 2020, tendo apresentado o máximo de 5,5%, em 1988, e o mínimo de 0,4%, em 1970.

Quadro 4.13 - Cobre - Geração de valor em empreendimentos-tipo na Província Mineral de Carajás.

INDICADORES	COMPONENTE 1		COMPONENTE 2		COMPONENTE 3		COMPONENTE 4		TOTAL	
	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA
Geração de Valor (GV)										
GV/t de Capacidade Anual Instalada (US\$/t)	14542,02	35470,41	5292,76	22055,57	3408,41	17086,79	2629,83	14553,09		
Capacidade Instalada de Produção (milhões t)	0,51		0,75		0,5		0,50		2,26	
Perspectiva de Risco (%)	10%		20%		35%		50%			
Geração de Valor (US\$ milhões)	6.675	16.281	3.176	13.233	1.108	5.553	657	3.638	11.616	38.706
Superfície compreendida pela Prov. Carajás (km ²)	55.069		55.069		55.069		55.069		55.069	
Superfície envolvida por direitos minerários (km ²)	107		1.391		1.786				3.284	
Superfície ocupada pelos empreendimentos (km ²)	107								107	
Postos de Trabalho										
Postos de Trabalho	2.550		3.750		2.500		2.500		11.300	
GV/km ² da Província Carajás (US\$ mil/ km ²)	121,21	295,65	57,67	240,30	20,12	100,84	11,94	66,07	210,93	702,86
GV/km ² de direitos minerários (US\$ M/km ²)	62,49	152,41	2,28	9,51	0,62	3,11			3,54	11,79
GV/km ² de empreendimento (US\$ M/km ²)	62,49	152,41							108,74	362,34
GV/Postos de trabalho (US\$ M/PT)										
GV/Posto de trabalho (US\$ mil/posto de trabalho)	2.618	6.385	847	3.529	443	2.221	263	1.455	1.028	3.425

Quadro 4.14 - Níquel - Parâmetros específicos dos empreendimentos-tipo.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4
Escala de produção por empreendimento	milhões t/ano	30	30	30	30
Número de novo empreendimentos	Nº	1	2	3	2
Preço de venda (US\$/t de Ni metálico)	US\$/t - CIF destino	16.300	16.300	16.300	16.300
Preço de venda (US\$/t de Ni metálico)	US\$/t - FOB empreendimento	16.200	16.200	16.200	16.200
Despesa com pesquisa mineral	US\$/t Ni contido em minério			300	300
Despesa com o desenvolvimento - CAPEX	US\$/t CAI Ni contido	40.298	40.298	40.298	40.298

(Continua)

Quadro 4.14 - Níquel-Parâmetros específicos dos empreendimentos-tipo (continuação).

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4
Despesa com a operação mineira - OPEX	US\$/t Ni contido	7.444	7.444	7.444	7.444
Relação custo operacional/preço de venda	%	46%	46%	46%	46%
CFEM	%	2,0	2,0	2,0	2,0
Risco do empreendimento	%	10%	20%	35%	50%

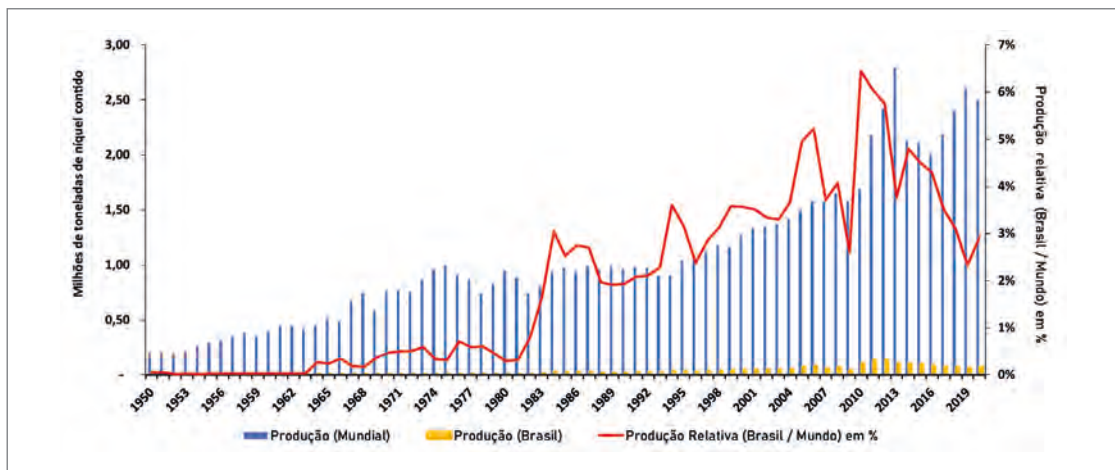


Figura 4.10 - Níquel - Evolução da produção mundial e brasileira (1950 a 2020).
Fonte: USGS; dados processados pela equipe P3M.

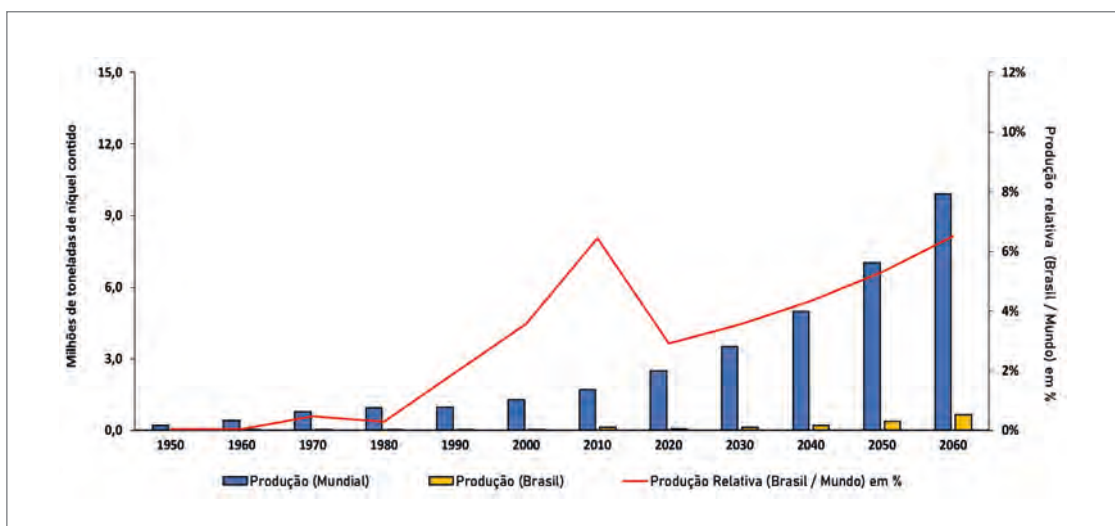


Figura 4.11 - Níquel - Evolução e projeção da produção mundial e brasileira (1950 a 2060).
Fonte: USGS; dados processados pela equipe P3M.

Com base no comportamento das últimas décadas e na análise de tendências e perspectivas de mercado, admite-se que, nos próximos 40 anos, o mercado mundial de ouro deverá se expandir a uma taxa de 1,2% a.a. e que a participação do Brasil no total da produção mundial evoluirá de 2,6%, em 2020, para 3,5%, em 2060, conforme indicado na Figura 4.14.

Nesse contexto, admite-se que a produção de ouro na PMC poderá evoluir para 150 mil oz, em 2030, 300 mil oz, em 2040, 600 mil oz, em 2050 e 900 mil oz, em 2060. Portanto, torna-se possível admitir, na PMC como um todo, uma expansão de capacidade instalada da ordem de 900 mil oz, no horizonte 2020 a 2060.

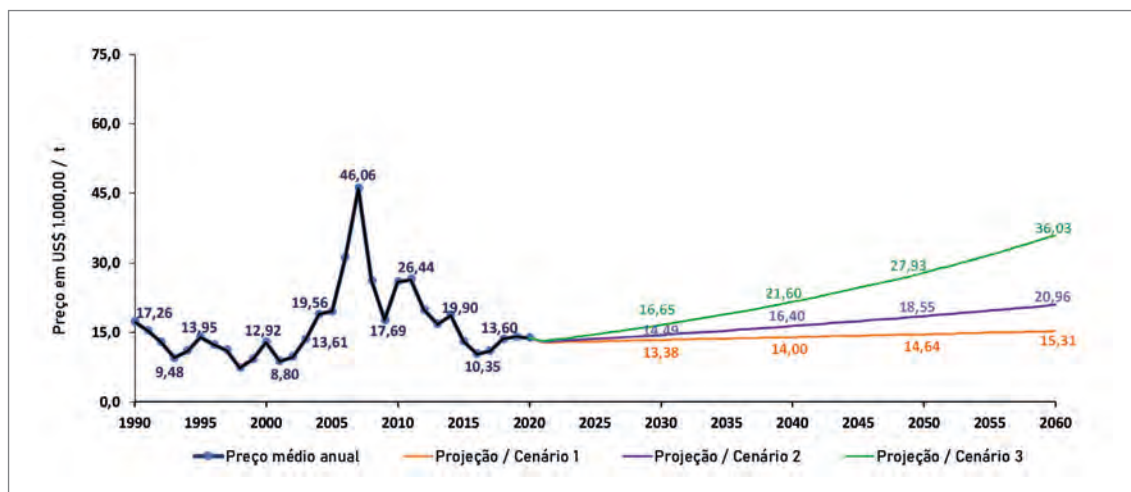


Figura 4.12 - Níquel - Evolução e projeção dos preços médios anuais de venda (1990 a 2060).

Quadro 4.15 - Níquel - Evolução dos preços internacionais (1990 a 2020).

NÍQUEL METÁLICO PREÇOS DE REFERÊNCIA	EVOLUÇÃO (US\$/T)			CRESCIMENTO (% a.a.)		
	1990a	2005b	2020c	(b)/(a)	(c)/(a)	(c)/(b)
Valores Correntes ¹	88.864,00	14.777,81	13.790,43	1,5	1,5	-0,5
Índice de Preço ²	51,37	75,55	100,00	2,6	2,2	1,9
Valores Constantes ³	17.255,92	19.559,13	13.790,43	0,8	-0,7	-2,3

¹Preço médio anual - Base LME, em valores correntes; ²Consumer Price Index - EUA; ³Preço médio anual - Base LME, em valores constantes

Para efeito das estimativas do presente estudo, admite-se que tal acréscimo de capacidade ocorrerá mediante a implantação de seis empreendimentos, cada um dos quais com capacidade da ordem de 150 mil oz/ano. Admite-se ainda que dois dos seis novos empreendimentos se posicionem no componente 2, dentre os quatro considerados no item 2.1 do presente estudo; dois, no componente 3; e dois no componente 4.

4.5.2. Estimativa de preços de mercado

A Figura 4.15 apresenta a evolução, no período 1990 a 2020, das cotações médias anuais do ouro, conforme estatísticas da LME (*London Metal Exchange*), expressas em valor constante de 2020. Verifica-se que, ao longo do referido período, tais cotações evoluíram à taxa média de 7,6% a.a. O Quadro 4.19 evidencia que, em valores constantes de 2020, os preços internacionais do ouro apresentaram comportamento crescente no período 1990 a 2020. Tomando-se as cotações da LME, verifica-se uma evolução a preços constantes de US\$ 746,59/oz, em 1990, para US\$ 1.769,54/oz, em 2020, com oscilações médias anuais de -1,6% a.a., +2,9% a.a. e de +7,6% a.a., respectivamente, nos períodos 1990 a 2005, 1990 a 2020 e 2005 a 2020.

Com base no comportamento verificado no período 1990 a 2020 e com fundamento nas visões de futuro que se descortinam para o mercado do ouro nas próximas décadas, admite-se que, nos próximos 40 anos, as cotações médias anuais do ouro, no mercado mundial (base LME), deverão se expandir a uma taxa média de 1,2% a.a. (em termos constantes), devendo alcançar valores de US\$ 1.992,73/oz, em 2030, US\$ 2.245,32/oz, em 2040, US\$ 2.529,91/oz, em 2050 e US\$ 2.850,56/oz, em 2060.

Diante às perspectivas delineadas para o mercado de ouro nas próximas décadas, adotou-se o preço médio projetado de US\$ 2.066/oz de ouro.

Quadro 4.16 - Níquel - Estimativa de preço médio de venda. FOB- Empreendimento localizado na Província Mineral de Carajás.

FORMAÇÃO DO PREÇO FOB CARAJÁS	PREÇO (US\$/T)
Preço CIF – Porto de destino	16.300
Frete marítimo	50,00
Despesas portuárias	25,00
Frete ferroviário	25,00
Preço FOB Mina	16.200

Quadro 4.17 - Níquel - Geração de Valor em Empreendimentos-tipo na Província Carajás.

INDICADORES	COMPONENTE 1		COMPONENTE 2		COMPONENTE 3		COMPONENTE 4		TOTAL	
	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA
Geração de Valor (GV)										
GV/t de Capacidade Anual Instalada (US\$/t)	33120,39	81457,22	-9694,50	26129,21	-11899,02	14877,65	-9841,35	12464,70		
Capacidade Instalada de Produção (milhões t)	0,0465		0,0600		0,0900		0,0600		0,2565	
Perspectiva de Risco (%)	10%		20%		35%		50%			
Geração de Valor (US\$ milhões)	1.386	3.409	-465	1.254	-696	870	-295	374	-71	5.907
Superfície compreendida pela Prov. Carajás (km ²)	55.069		55.069		55.069		55.069		55.069	
Superfície envolvida por direitos minerários (km ²)	148		608		1924				2.679	
Superfície ocupada pelos empreendimentos (km ²)	24								24	
Postos de Trabalho										
Postos de Trabalho	558		720		1.080		720		3.078	
GV/km ² da Província Carajás (US\$ mil/km ²)	25,17	61,90	-8,45	22,78	-12,64	15,80	-5,36	6,79	-1,28	107,27
GV/km ² de direitos minerários (US\$ M/km ²)	9,37	23,05	-0,77	2,06	-0,36	0,45			-0,03	2,21
GV/km ² de empreendimento (US\$ M/km ²)	58,83	144,69							-3,00	250,73
GV/Postos de trabalho (US\$ M/PT)										
GV/ Posto de trabalho (US\$ mil/posto de trabalho)	2.484	6.109	-646	1.742	-645	806	-410	519	-23	1.919

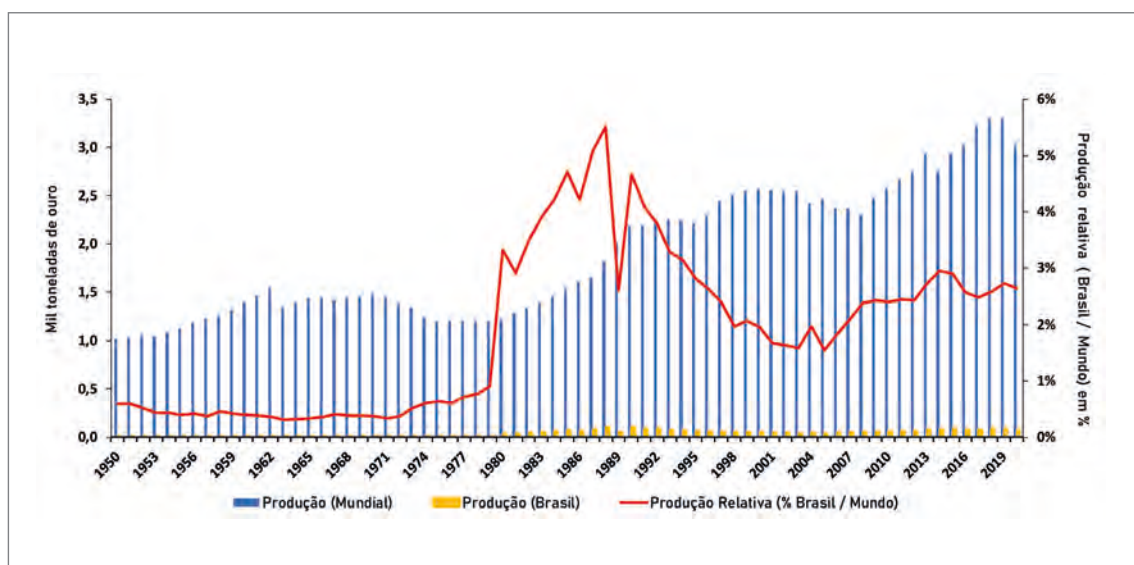


Figura 4.13 - Níquel - Evolução e projeção dos preços médios anuais de venda (1990 a 2060).

Quadro 4.18 - Ouro - Parâmetros específicos dos Empreendimentos-tipo.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4
Escala de produção por empreendimento	Mil oz/ano		150	150	150
Número de novo empreendimentos	Nº		2	2	2
Preço de venda (Base LME)	US\$/oz	2.066	2.066	2.066	2.066
Despesa com Pesquisa Mineral	US\$/oz de reserva			55,72	66,86
Despesa com o Desenvolvimento - CAPEX	US\$/t oz CAI	2.007	2.007	2.007	2.007
Despesa com a Operação Mineira - OPEX	US\$/oz produzida	691	691	691	691
Relação Custo Operacional/Preço de Venda	%	33%	33%	33%	33%
CFEM	%	1,5	1,5	1,5	1,5
Risco do Empreendimento	%	10%	20%	35%	50%

Fonte: Estimativa da equipe P3M, tendo o Projeto Atura/Matupá como referência.

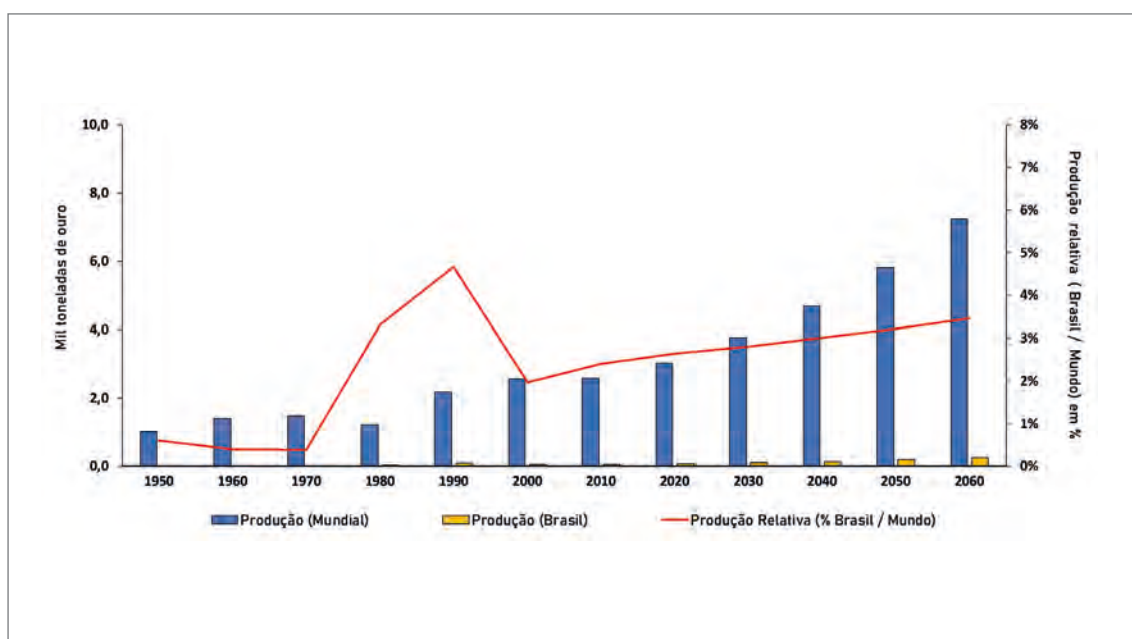


Figura 4.14 - Ouro - Evolução e Projeção da produção mundial e brasileira (1950 a 2060).

Fonte: USGS; dados processados pela equipe P3M.

4.5.3. Fluxo de caixa e indicadores de geração de valor

Os Anexos 8, 9 e 10 apresentam as estatísticas referentes à produção mundial e nacional do ouro, e dos correspondentes preços médios anuais de mercado. Por sua vez, o Anexo 15 apresenta os fluxos de caixa do empreendimento-tipo de ouro, submetido às modelagens correspondentes aos quatro componentes considerados.

O Quadro 4.20 apresenta o demonstrativo de geração de valor, com a produção de ouro na PMC, segundo os quatro componentes, sendo considerada a taxa de desconto (custo de capital), de 8% a.a., na estimativa de geração de valor na ótica pública, e 12% a.a., na ótica privada. Conforme se verifica, a perspectiva de geração de valor na PMC com a produção de ouro, nos próximos 40 anos, é estimada em US\$ 714 milhões (sob a ótica privada) e em US\$ 4,3 bilhões, sob ótica pública.

Cabe assinalar que qualquer um dos três componentes considerados - componente 2 (reservas), componente 3 (recursos) e componente 4 (depósitos ainda não descobertos) - apresenta potencial de geração de valor com a produção de ouro, na PMC, quer seja sob a ótica privada ou pública.

Sob a ótica privada, cerca de 75% do valor potencial de geração de valor encontra-se associado ao componente 2 (reservas), 18% ao componente 3 (recursos conhecidos) e 7% ao componente 4 (recursos não conhecidos). Por outro lado, sob a ótica pública, tais percentuais são da ordem de 53%, de 29% e de 18%, respectivamente.

A significativa diferença e a crescente proporção observada entre os indicadores de ótica pública e privada, sugerem a conveniência de se analisar quais seriam os estímulos capazes de tornar mais atrativos os investimentos em pesquisa e produção de ouro na PMC, de forma a melhorar a geração de valor na ótica privada, ainda que ao custo de uma planejada e bem justificada redução da geração de valor na ótica pública. Evidencia-se, portanto, a perspectiva de introduzir estímulos visando reduzir a diferença entre a geração de valor sob a ótica pública, em relação a da ótica privada, seja mediante a redução

de CAPEX e OPEX, ou dos riscos associados, cabendo lembrar que a mais intensa geração e difusão de informação e conhecimento será sempre uma medida virtuosa de efetiva contribuição para intensificar benefícios, sem os efeitos espúrios dos custos sociais relacionados a incentivos fiscais e financeiros.

Por outro lado, considerando-se as superfícies envolvidas – da PMC como um todo (55.069 km²); dos direitos minerários para ouro (27.730 km²) ou ainda dos correspondentes empreendimentos em produção (13 km²) – cabe assinalar os seguintes indicadores de geração de valor por unidade de superfície, relativos ao componente 2:

Geração de valor na PMC:

- US\$ 10 mil/km² na ótica privada;
- US\$ 41 mil/km² na ótica pública.

Geração de valor na superfície coberta por direitos minerários:

- US\$ 90 mil/km² na ótica privada;
- US\$ 380 mil/km² na ótica pública.

O Quadro 4.20 evidencia ainda os seguintes valores para o indicador de geração de valor na PMC por posto de trabalho: i) ótica privada: US\$ 159 mil; e ii) ótica pública: US\$ 946 mil.

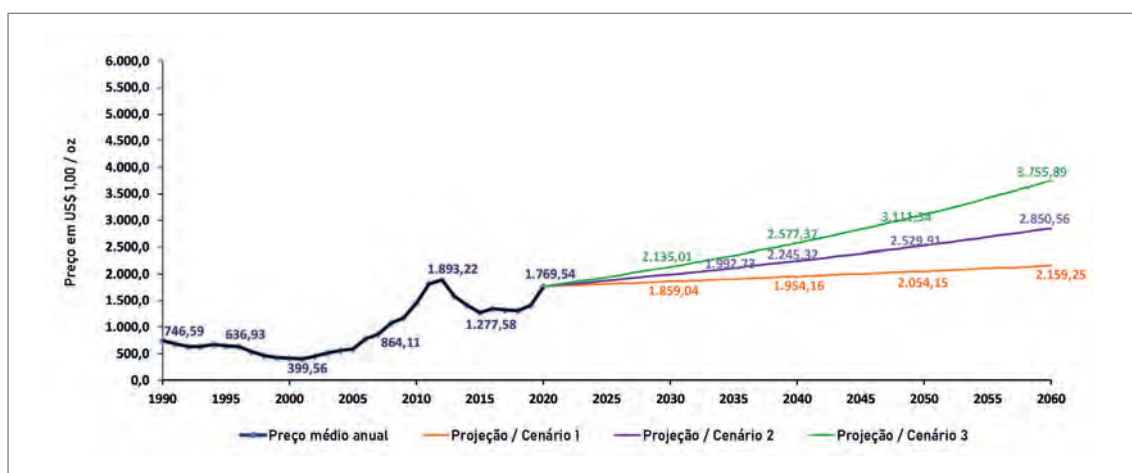


Figura 4.15 - Ouro -Evolução e projeção dos preços médios anuais de venda (1990 a 2060).

Fonte: FMI *apud* LME.

Quadro 4.19 - Ouro - Evolução dos Preços Internacionais (1990 a 2020).

OURO PREÇOS DE REFERÊNCIA	EVOLUÇÃO (US\$/oz)			CRESCIMENTO (% a.a.)		
	1990a	2005b	2020c	(b)/(a)	(c)/(a)	(c)/(b)
Valores Correntes ¹	383,51	444,88	1.769,54	1	5,2	9,6
Índice de Preço ²	51,37	75,55	100,00	2,6	2,2	1,9
Valores Constantes ³	746,59	588,82	1.769,54	-1,6	2,9	7,6

¹Preço médio anual - Base LME, em valores correntes;

²Consumer Price Index – EUA;

³Preço médio anual - Base LME, em valores constantes

Quadro 4.20 - Geração de Valor em Empreendimentos-tipo na Província Carajás.

INDICADORES	COMPONENTE 1		COMPONENTE 2		COMPONENTE 3		COMPONENTE 4		TOTAL	
	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA
Geração de Valor (GV)										
GV/oz de Capacidade Anual Instalada (US\$/oz)	0,00	0,00	2,24	9,35	0,67	6,33	0,30	5,18	-	-
Capacidade Instalada de Produção (mil oz/ano)	0		300		300		300		900	
Perspectiva de Risco (%)	10%		20%		35%		50%		-	
Geração de Valor (US\$ milhões)	0	0	538	2.245	130	1.235	46	777	714	4.256
Superfície compreendida pela Prov. Carajás (km ²)	55.069		55.069		55.069		55.069		55.069	
Superfície envolvida por direitos minerários (km ²)	1475		5839		20415		-		27.730	
Superfície ocupada pelos empreendimentos (km ²)	13								13	
Postos de trabalho										
Postos de Trabalho	0		1.500		1.500		1.500		4.500	
GV/km ² da Província Carajás (US\$ mil/km ²)	0,00	0,00	9,77	40,76	2,36	22,42	0,83	14,11	12,961	77,292
GV/km ² de direitos minerários (US\$ M/km ²)	0,00	0,00	0,09	0,38	0,01	0,06			0,026	0,153
GV/km ² de empreendimento (US\$ M/km ²)	0,00	0,00							53,785	320,752
GV/Posto de trabalho (US\$ M/ PT)										
GV/Posto de trabalho (US\$ mil/posto de trabalho)			359	1.496	87	823	30	518	159	946

5. RESULTADOS CONSOLIDADOS

O presente capítulo apresenta a análise dos resultados consolidados das perspectivas de geração de valor na PMC, no horizonte 2021 a 2060, mediante o conhecimento e o aproveitamento das cinco substâncias consideradas. Apresenta, também, as principais conclusões relacionadas a cada um dos quatro componentes do modelo de avaliação adotado no estudo.

5.1. ANÁLISE CONSOLIDADA

Com base na metodologia, parâmetros e critérios selecionados, o potencial geoeconômico da PMC é estimado em US\$ 50 bilhões (sob a ótica privada) e em US\$ 153 bilhões, sob a ótica pública, conforme evidenciado no Quadro 5.1.

Dentre os cinco bens minerais considerados no estudo de APGR, verifica-se que o minério de ferro lidera a geração de valor, participando com 76% do total estimado sob a ótica privada, e 68% sob a ótica pública. Em segunda posição, evidencia-se o cobre, com 23% e 25%, respectivamente. O níquel e o ouro apresentam participações pouco relevantes na composição do total da geração de valor, embora com expectativa de crescente participação.

Na análise da geração de valor segundo os quatro componentes considerados, verifica-se, conforme esperada, a liderança do componente 1 (empreendimentos já em fase de produção), com 93% do total estimado sob a ótica privada e 73%, sob a ótica pública.

Já o componente 2 (reservas) evidencia participação de 11% (ótica privada) e 15% (ótica pública), sendo seguido pelo componente 3 (recursos já conhecidos), com participação de 0,8% e de 7,6%, e pelo componente 4 (recursos não conhecidos), com 0,6% e 4,8%, respectivamente.

Particularizando o componente 1, destaca-se, obviamente, a liderança do minério de ferro, sendo seguido pelo cobre, pelo níquel e pelo minério de manganês.

Já nos componentes 2, 3 e 4, constata-se a liderança do cobre, sendo seguido pelo ouro, pelo minério de ferro, pelo minério de manganês e pelo níquel.

Em termos de ocupação de superfície, evidencia-se, de acordo com levantamentos de junho/2022, que os direitos minerários existentes na PMC, para os cinco bens minerais considerados, ocupam cerca de 77% do território (55.069 km²).

Considerando-se a superfície compreendida pela ADA (área diretamente afetada) dos empreendimentos em operação, tal participação é de 7%.

Verifica-se ainda que, partindo dos atuais 8.263 postos de trabalho direto, a PMC oferece o potencial de acumulação de 31.775 postos ao longo do período 2021 a 2060, dos quais 36% no componente 1, 23% no componente 2, 21% no componente 3 e 20% no componente 4. Considerando-se que cada emprego direto em mineração gera em média 13 outros indiretos, verifica-se que os efeitos socioeconômicos associados ao potencial geoeconômico da PMC podem também ser aferidos pela perspectiva de geração de 24 mil novos postos de trabalho diretos e 306 mil indiretos.

Passando à análise dos indicadores de geração de valor, verificam-se os seguintes resultados relativos à PMC como um todo:

Geração de valor na PMC:

- US\$ 907 mil/km² na ótica privada;
- US\$ 2,8 milhões/km² na ótica pública.

Geração de valor na superfície coberta por direitos minerários:

- US\$ 1,2 milhões/km² na ótica privada;
- US\$ 3,6 milhões/km² na ótica pública.

Geração de valor na superfície da ADA dos empreendimentos em fase de produção:

- US\$ 126 milhões/km² na ótica privada;
- US\$ 388 milhões/km² na ótica pública.

O Quadro 5.1 evidencia, ainda, para a PMC como um todo, os seguintes valores para o indicador de geração de valor por posto de trabalho: i) ótica privada: US\$ 1,6 milhões; e ii) ótica pública: US\$ 4,8 milhões.

Os itens subsequentes apresentam a apreciação dos resultados segundo os quatro componentes considerados.

5.2. COMPONENTE 1 - EMPREENDIMENTOS EM FASE DE OPERAÇÃO MINEIRA

No componente 1 verifica-se a perspectiva de geração de valor da ordem de US\$ 46 bilhões, na ótica privada, e de US\$ 112 bilhões na ótica pública, correspondendo, respectivamente, a 93% e 73% do total avaliado para os quatro componentes. Sob a ótica privada, na composição do valor total estimado para o componente 1, o minério de ferro lidera com 82%, sendo seguido pelo cobre, pelo níquel e pelo manganês, com 14%, 3% e 1%, respectivamente.

Verifica-se, também, que os direitos minerários relativos ao componente 1 ocupam cerca de 6% do território da PMC, e que a superfície compreendida pela ADA dos empreendimentos em operação ocupa 0,7%.

Observa-se ainda que o componente 1 oferece o potencial de geração de 8.263 novos postos de trabalho diretos ao longo do período 2021 a 2060, dos quais 6.398 em empreendimentos de minério de ferro; 367 de minério de manganês; 1.300 de cobre e 198 de níquel. Os efeitos socioeconômicos associados ao potencial geoeconômico do componente 1 da PMC podem também ser aferidos pela perspectiva de geração de 107.419 mil novos postos de trabalho indiretos.

Passando à análise dos indicadores de geração de valor, verificam-se os seguintes resultados relativos ao componente 1 da PMC:

Geração de valor na PMC:

- US\$ 839 mil/km² na ótica privada;
- US\$ 2,0 milhões/km² na ótica pública.

Geração de valor na superfície coberta por direitos minerários:

- US\$ 13 milhões/km² na ótica privada;
- US\$ 32 milhões/km² na ótica pública;

Geração de valor na superfície da ADA dos empreendimentos em fase de produção:

- US\$ 118 milhões/km² na ótica privada;
- US\$ 283 milhões/km² na ótica pública.

O Quadro 5.1 evidencia ainda, para o componente 1 da PMC, os seguintes valores para o indicador de geração de valor por posto de trabalho: i) ótica privada: US\$ 4,1 milhões; e ii) ótica pública: US\$ 9,8 milhões.

5.3. COMPONENTE 2 - DEPÓSITOS CONHECIDOS/RESERVAS

No componente 2 verifica-se a perspectiva de geração de valor da ordem de US\$ 3 bilhões, na ótica privada, e de US\$ 23 bilhões, na ótica pública, correspondendo, respectivamente, a 6% e 15% do total avaliado para os quatro componentes.

Sob a ótica privada, na composição do valor total estimado para o componente 2, o minério de ferro participa com 1,5%, o cobre, com 106%, e o níquel, com 18%. O manganês e o níquel apresentam participações negativas.

Verifica-se também que os direitos minerários relativos ao componente 2 ocupam cerca de 15% do território da PMC.

Observa-se ainda que o componente 2 oferece o potencial de geração de 7.503 novos postos de trabalho diretos, ao longo do período 2021 a 2060, dos quais 1.333 em empreendimentos de minério de ferro; 200 de minério de manganês; 3.750 de cobre, 720 de níquel e 1.500 de ouro. Os efeitos socioeconômicos, associados

ao potencial geoeconômico do componente 2 da PMC, podem também ser aferidos pela perspectiva de geração de 98 mil novos postos de trabalho indiretos.

Passando à análise dos indicadores de geração de valor, verificam-se os seguintes resultados relativos ao componente 2 da PMC:

Geração de valor na PMC:

- US\$ 55 mil/km² na ótica privada;
- US\$ 416 mil/km² na ótica pública.

Geração de valor na superfície coberta por direitos minerários:

- US\$ 353 mil/km² na ótica privada;
- US\$ 2,7 milhões/km² na ótica pública.

O Quadro 5.1 evidencia ainda, para o componente 2 da PMC, os seguintes valores para o indicador de geração de valor por posto de trabalho: i) ótica privada: US\$ 400 mil; e ii) ótica pública: US\$ 3 milhões.

5.4. COMPONENTE 3 - DEPÓSITOS CONHECIDOS/ RECURSOS DESCOBERTOS

No componente 3, verifica-se a perspectiva de geração de valor da ordem de US\$ 392 milhões, na ótica privada, e de US\$ 12 bilhões, na ótica pública, correspondendo, respectivamente, a 0,8% e 7,6% do total avaliado para os quatro componentes.

Sob a ótica privada, na composição do valor total estimado para o componente 3, o minério de ferro participa com 6%, o cobre com 283% e o ouro com 3%. O manganês e o níquel apresentam participações negativas.

Verifica-se, também, que os direitos minerários relativos ao componente 3 ocupam cerca de 56% do território da PMC.

Observa-se ainda que o componente 3 oferece o potencial de geração de 6.613 novos postos de trabalho diretos ao longo do período 2021 a 2060, dos quais 1.333 em empreendimento de minério de ferro; 200 de minério de manganês; 2.500 de cobre; 1.080 de níquel e 1.500 de ouro. Os efeitos socioeconômicos associados ao potencial geoeconômico do componente 3 da PMC podem, também, ser aferidos pela perspectiva de geração de 86 mil novos postos de trabalho indiretos.

Passando à análise dos indicadores de geração de valor, verificam-se os seguintes resultados relativos ao componente 3 da PMC:

Geração de valor na PMC:

- US\$ 7 mil/km² na ótica privada
- US\$ 211 mil/km² na ótica pública;

Geração de valor na superfície coberta por direitos minerários:

- US\$ 12,8 mil/km² na ótica privada
- US\$ 379 mil/km² na ótica pública

O Quadro 5.1 evidencia, ainda, para o componente 3 da PMC, os seguintes valores para o indicador de geração de valor por posto de trabalho: i) ótica privada: US\$ 59 mil; e ii) ótica pública: US\$ 1,8 milhões.

5.5. COMPONENTE 4 - DEPÓSITOS NÃO DESCOBERTOS/RECURSOS HIPOTÉTICOS

No componente 4, verifica-se a perspectiva de geração de valor da ordem de US\$ 315 milhões, na ótica privada, e de US\$ 7 bilhões, na ótica pública, correspondendo, respectivamente, a 0,6% e 4,8% do total avaliado para os quatro componentes.

Sob a ótica privada, na composição do valor total estimado para o componente 4, o minério de ferro participa com 4%; o cobre com 209%; e o ouro com 15%. O manganês e o níquel apresentam participações negativas.

Observa-se, também, que o componente 4 oferece o potencial de geração de 6.253 novos postos de trabalho diretos ao longo do período 2021 a 2060, dos quais 1.333 em empreendimento de minério de ferro; 200 de minério de manganês; 2.500 de cobre; 720 de níquel; e 1.500 de ouro. Os efeitos socioeconômicos, associados ao potencial geoeconômico do componente 4 da PMC, podem também ser aferidos pela perspectiva de geração de 81 mil novos postos de trabalho indiretos.

O componente 4 da PMC apresenta o seguinte potencial de geração de valor por unidade de superfície:

- US\$ 839 mil/km² na ótica privada.
- US\$ 2,0 milhões/km² na ótica pública.

O Quadro 5.1 evidencia, ainda, para o componente 4 da PMC, os seguintes valores para o indicador de geração de valor por posto de trabalho: i) ótica privada: US\$ 50 mil; e ii) ótica pública: US\$ 1,2 milhões.

Quadro 5.1 - Geração de Valor em Empreendimentos-tipo na Província Carajás.

INDICADORES	COMPONENTE 1		COMPONENTE 2		COMPONENTE 3		COMPONENTE 4		TOTAL		PARTICIPAÇÃO(%)	
	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA	ÓTICA PRIVADA	ÓTICA PÚBLICA
Geração de Valor (US\$ milhões)	46.213	111.607	3.002	22.880	392	11.615	315	7.397	49.921	153.498	100,0%	100,0%
Minério de Ferro	37.686	91.442	46	6.415	23	4.132	13	2.724	37.768	104.713	75,7%	68,2%
Minério de Manganês	465	475	-293	-267	-173	-176	-106	-117	-106	-85	-0,2%	-0,1%
Cobre	6.675	16.281	3.176	13.233	1.108	5.553	657	3.638	11.616	38.706	23,3%	25,2%
Níquel	1.386	3.409	-465	1.254	-696	870	-295	374	-71	5.907	-0,1%	3,8%
Ouro	0	0	538	2.245	130	1.235	46	777	714	4.256	1,4%	2,8%
Superfície compreendida pela Prov. Carajás (km ²)	55.069		55.069		55.069		55.069		55.069			
Superfície envolvida por direitos minerários (km ²)	3.464		8.499		30.617		0		42.580			
Superfície ocupada pelos empreendimentos (km ²)	395		0		0		0		395			
Postos de Trabalho	11.406		7.503		6.613		6.253		31.775			
GV/km ² da Província Carajás (US\$ mil/km ²)	839,2	2.026,7	54,5	415,5	7,1	210,9	5,7	134,3	906,5	2.787,4		
GV/km ² de direitos minerários (US\$ M/km ²)	13,3	32,2	0,4	2,7	0,0	0,4			1,2	3,6		
GV/km ² de empreendimento (US\$ M/km ²)	116,9	282,4							126,3	388,4		
GV/Posto de trabalho (US\$ mil/posto de trabalho)	4.051,6	9.784,9	400,1	3.049,4	59,2	1.756,3	50,3	1.182,9	1.571,1	4.830,8		
GV/Posto de trabalho (US\$ mil/posto de trabalho)			359	1.496	87	823	30	518	159			

6. CONCLUSÕES, SUBSÍDIOS E PROPOSIÇÕES

6.1. CONCLUSÕES

A integração e difusão do conhecimento geocientífico e geoeconômico é fundamental para garantir que as ações e decisões relacionadas ao aproveitamento dos bens minerais sejam baseadas em informações precisas e confiáveis. Desta forma, é possível garantir que políticas e práticas sejam adequadas e eficazes, e assegurar que os depósitos minerais sejam utilizados de maneira sustentável. No Brasil, o SGB tem tido protagonismo na difusão do conhecimento geocientífico e, mais recentemente, por meio da Plataforma P3M tem atuado com o objetivo de otimizar a gestão do conhecimento geoeconômico ampliando o suporte ao planejamento do setor mineral.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que o potencial geoeconômico da PMC é estimado em US\$ 50 bilhões, sob a ótica privada, e em US\$ 153 bilhões, sob a ótica pública, destacando a importância do adequado aproveitamento dos depósitos minerais para o desenvolvimento socioeconômico da região. Para garantir que o aproveitamento dos depósitos minerais da PMC seja feito de forma sustentável e equilibrada, é necessário integrar as variáveis geográficas, geológicas, econômicas e socioambientais das áreas já produtoras de bens minerais e com potencial para hospedar novas ocorrências e depósitos.

A PMC está situada na floresta amazônica, ecossistema crucial para o equilíbrio ambiental global por desempenhar um papel importante na regulação do clima, da biodiversidade e da proteção de solos. Além disso, a floresta preservada é uma fonte importante de recursos naturais, como medicamentos e alimentos, e lar de comunidades indígenas. Desta forma, é importante garantir o uso de técnicas de mineração limpas e eficientes, a reabilitação de áreas degradadas após a exaustão dos depósitos minerais e que as comunidades impactadas sejam beneficiadas pelas atividades de mineração.

Nesse contexto, um ponto importante a ser destacado é a ameaça do garimpo ilegal às comunidades amazônicas e ao meio ambiente. Grande parte dessas atividades ocorre no estado do Pará e interseccionam reservas ambientais e terras indígenas. A integração do conhecimento geocientífico e geoeconômico é estratégica no combate ao garimpo em terras indígenas ou reservas ambientais.

O banco de dados disponibilizado pela P3M fornece o conhecimento da geologia, das ocorrências, depósitos

e unidades de produção mineral e das áreas restritivas. Fornece, também, informações sobre as implicações socioeconômicas dessas atividades nas áreas afetadas e as estimativas de valores gerados mediante o aproveitamento econômico dos depósitos minerais. A combinação desses dois tipos de conhecimento permite a elaboração e a seleção de estratégias eficazes para combater o garimpo ilegal. Além disso, o uso de técnicas de sensoriamento remoto, incluindo imagens de satélite, lidar e drones, se faz necessário para monitorar a extensão e a intensidade dessas atividades.

Para garantir que padrões internacionais de sustentabilidade e boas práticas corporativas sejam atendidos, os critérios ESG (meio ambiente, social e governança) são cada vez mais considerados como parte da rotina dos empreendimentos de mineração. Isso inclui avaliar o impacto ambiental dos projetos e empreendimentos, garantir que as comunidades locais e indígenas sejam consultadas e envolvidas no processo de tomada de decisão, e assegurar que as empresas sejam transparentes e responsáveis perante os seus *stakeholders*.

A avaliação de impactos ambientais, sociais e de governança se faz necessária antes de se iniciar qualquer projeto, contando com a colaboração entre especialistas em geociências, indústria mineral, economia e meio ambiente, bem como a consulta e a participação das comunidades locais. Para alcançar essa integração do conhecimento, é importante trabalhar em colaboração com universidades, institutos de pesquisa, organizações não governamentais e outros atores relevantes, além de investir em capacitação e treinamento para os trabalhadores envolvidos na indústria mineral.

Desta forma, o aproveitamento econômico dos depósitos minerais da PMC pode gerar ainda mais riqueza e bem-estar social para o Brasil. A integração e difusão dos conhecimentos geocientífico e geoeconômico, bem como a consideração dos critérios ESG, são fundamentais para garantir o aproveitamento mineral sustentável e equilibrado.

6.2. SUBSÍDIOS E PROPOSIÇÕES

Visando potencializar o desenvolvimento sustentável e competitivo das atividades de pesquisa e de produção mineral na PMC, encontram-se a seguir apresentados subsídios e proposições relacionados aos seguintes principais temas:

- Gestão Estratégica;
- Plano Estratégico de Desenvolvimento;
- Integração e difusão do conhecimento geocientífico e geoeconômico;
- Sintonização de produção no horizonte 2020-2060, com estimativas de recursos e reservas;
- Estudos complementares de mercado;
- Promoção de Estímulos; e
- Promoção de Oportunidades e Atração de Investimentos.

Segundo os referidos temas, encontram-se a seguir apresentadas as proposições finais deste estudo:

a) Plano de Gestão Estratégica

- O MME deverá constituir um Plano de Gestão Estratégica da PMC, a ser conduzido pelo SGB, visando aprofundar a geração e a difusão de informação, conhecimento e aprendizado não apenas de caráter geocientífico e geoeconômico, mas também de mercado, tecnologia, infraestruturas, além de correlatos aspectos socioeconômicos e socioambientais.
- O plano proposto deverá ser concebido e conduzido segundo uma visão integrada e de longo prazo, orientada para a promoção do desenvolvimento regional mediante: i) intenso conhecimento técnico-científico do meio natural da PMC; e ii) estimulação do aproveitamento econômico de seus depósitos minerais, em bases sustentáveis e competitivas.
- A gestão estratégica do plano deverá ser atribuída a um comitê a ser composto por entidades oficiais, federais e estaduais, assim como por entidades privadas de atuação correlata aos objetivos e temas envolvidos.
- A coordenação e implementação do plano deverá ser incumbida ao SGB, por meio de sua estrutura orgânica e programática regular.

b) Programa Estratégico do Desenvolvimento – (PED)

- O PED-Carajás será elaborado e implementado pelo SGB em cooperação com agentes públicos e privados e deverá ser fundamentado em conceitos e princípios básicos claramente definidos, tais como:
- O processo de desenvolvimento pressupõe a mobilização e integração da base de recursos territoriais, mediante a convergência do capital de produção com o capital natural e o capital humano (intelectual e social), visando a transformação de riqueza em renda e bem-estar social;
- O relatório “Nosso Futuro Comum” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988), também conhecido como *Relatório Brundtland*, que eliminou os dilemas “desenvolvimento x meio ambiente” e “competitividade x sustentabilidade” - e propiciou o entendimento de que a promoção de eficiência econômica (competitividade) deve considerar o aproveitamento dos

recursos naturais segundo princípios de eficiência ambiental (sustentabilidade);

- Favorecer a compreensão de que a produtividade - que afere a eficiência na utilização do capital de produção e do capital humano, como indicadores essenciais da competitividade – tem de ser complementada com a aferição da intensidade de uso do capital natural, mediante a utilização de indicadores de sustentabilidade;

O desenvolvimento mineroindustrial sustentável e competitivo deve ser implementado em sintonia com os princípios da denominada Economia Circular e mediante as seguintes diretrizes: i) estimulação de hábitos e práticas sociais e econômicos de reduzida intensidade de consumo; ii) intensificação de descobertas de depósitos de bens minerais com recursos/reservas carentes; iii) desenvolvimento de novos usos para os bens minerais com recursos/reservas abundantes; iv) adoção de técnicas que assegurem o aproveitamento de subprodutos; v) minimização e adequado gerenciamento de resíduos gerados ao longo do processo de suprimento mineral. Cabe ressaltar que a economia circular busca a maior eficiência no uso dos recursos naturais e a redução de desperdícios e impactos ambientais ao longo do ciclo de vida dos produtos, incluindo sua reintrodução na cadeia produtiva;

Da análise do comportamento estratégico dos mercados de commodities minerais e das corporações mineradoras transnacionais, as seguintes principais tendências e perspectivas deverão ser destacadas:

- A globalização dos mercados de commodities minerometalúrgicas deverá seguir favorecendo a expansão de empresas que atuam em diversos países e/ou regiões;
- O binômio transporte e energia, será cada vez mais fundamental à minerometalurgia, absolutamente dependente do deslocamento de grandes massas, a longas distâncias;
- A comercialização, embora efetuada predominantemente por transnacionais, estará crescentemente sujeita às determinações vigentes entre os diversos blocos regionais;
- As Conferências das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano (Estocolmo-1972, Rio-1992, Rio+10 e Rio+20) vêm buscando conciliar o desenvolvimento com o meio ambiente. Por outro lado, as 27 Conferências das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COPs) vêm buscando reverter o processo de aquecimento global, mediante a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE);
- Tais discussões abrem perspectivas e oportunidades para instalação de novos empreendimentos mineroindustriais em países em desenvolvimento;

- O Brasil tem sido reconhecido como um dos países de terceiro mundo com potencial de atração de investimentos internacionais para projetos de redução das emissões de GEE, bem como para empreendimentos que “sequestrem” CO₂
- O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que constitui o denominado “mercado de carbono”, estimula a criação de um novo fluxo global de capitais, abrindo promissoras oportunidades para o Brasil;
- O adequado aproveitamento econômico de depósitos de bens minerais promove a germinação e a difusão do desenvolvimento, destacando-se os seus efeitos de encadeamento (*backward e forward linkages*).

O desenvolvimento de regiões que dispõem de exuberante potencial geoeconômico deve enfatizar:

- A diversificação das atividades econômicas com impacto territorial e socioambiental; e
- O adensamento e verticalização de cadeias produtivas minero-industriais a jusante, com agregação de valor, assim como a montante;

Províncias minerais são recortes territoriais que delimitam áreas de relevante interesse mineral e/ou pólos ou aglomerados produtivos minero-industriais, as quais - desde que dotadas de adequadas estruturas e processos de gestão e governança e de compatíveis estímulos institucionais - podem exercer importante papel para o desenvolvimento regional, mediante:

- A articulação do capital de produção com os recursos territoriais;
- A agregação de valor a partir de produtos de base mineral; e
- O adensamento de cadeias produtivas minero-industriais.

O entendimento da base territorial é pré-requisito para o fortalecimento da governança e para a construção de visões, planos e programas de desenvolvimento regional, com a percepção dos entraves a serem superados mediante estímulos que assegurem a competitividade e a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

O PED-Carajás deverá contar com objetivos básicos claramente definidos, tais como exemplificado a seguir:

- Intensificar a geração e difusão de informação, conhecimento e aprendizado relativo aos temas e processos relacionados à descoberta, à avaliação e ao aproveitamento dos recursos minerais;
- Promover as oportunidades de investimento e a atração de investidores;
- Promover a expansão da eficiência (produtividade e qualidade) das cadeias produtivas minero-industriais atuais e emergentes; e
- Difundir e estimular o desenvolvimento regional sustentável e competitivo e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida.

O PED-Carajás deverá considerar os seguintes efeitos e repercussões:

Melhoria no suprimento de mercados:

- Integração/encadeamento das cadeias produtivas atuais, emergentes e previsíveis;
- Enobrecimento de linhas de produtos;
- Aproveitamento de rejeitos e subprodutos; e
- Melhorias tecnológicas, ambientais e econômicas.

Promoção do desenvolvimento regional sustentável e competitivo:

- Aumento da geração de valor agregado, mediante verticalizações e enobrecimento de produtos;
- Aumento da geração de valor adicionado, mediante adensamentos produtivos;
- Melhoria de infraestruturas econômicas e sociais;
- Aumento da geração de postos de trabalho;
- Aumento da arrecadação de impostos; e
- Melhorias tecnológicas, ambientais e econômicas e socioambientais.

c) Integração e difusão do conhecimento geocientífico e geoeconômico

A integração e difusão do conhecimento geocientífico e geoeconômico é essencial para uma avaliação precisa do potencial geoeconômico de uma região com produção mineral, como a PMC. Com os avanços tecnológicos em levantamentos geofísicos cada vez mais robustos e acurados, eleva-se a possibilidade de novas descobertas. Para que o acesso aos dados públicos seja democratizado, é crucial que as informações sejam compartilhadas e integradas em uma plataforma comum para avaliação e tomada de decisão, como a P3M. Os avanços tecnológicos em levantamentos geofísicos, como a magnetometria, gravimetria, métodos elétricos e sísmica, permitiram a identificação de depósitos minerais com maior precisão e eficiência. Essas tecnologias combinadas com as análises obtidas por tratamentos geoestatísticos detectam padrões espaciais em subsuperfície que podem indicar a presença de diversos tipos de minérios e/ou expandir reservas já existentes.

Além disso, o potencial para novas descobertas em Carajás é alto, dada a complexidade geológica da região e dimensões territoriais ainda não amplamente estudadas. Novas descobertas podem ser aceleradas com a aplicação de tecnologias baseadas em inteligência artificial e aprendizado de máquina. Essas tecnologias podem ser usadas para analisar grandes quantidades de dados geológicos, geoquímicos, de sensores remotos e/ou geofísicos visando identificar padrões que possam indicar a presença de minerais valiosos. No entanto, para que essas informações sejam úteis na avaliação do potencial geoeconômico de Carajás, é necessário que sejam integradas e difundidas de maneira eficaz e considerando as especificidades regionais. A integração das informações em uma plataforma comum permite que

diferentes especialistas em geociências e geoeconomia tenham acesso a dados atualizados e precisos, facilitando a colaboração e a tomada de decisões para o setor mineral. A P3M é uma plataforma que reúne informações de diversas fontes, organizadas e disponibilizadas em um formato acessível, permitindo uma análise mais eficiente e precisa. Com a ajuda da P3M, é possível identificar áreas com potencial mineral ainda não explorado, expandir as descobertas existentes e planejar projetos de mineração de forma mais assertiva.

Plataformas como a P3M e os avanços em levantamentos geofísicos, geoquímicos e sob a ótica geológica tornam possível uma análise mais precisa e eficiente dos recursos minerais, aumentando as chances de novas descobertas, ou de expansão das descobertas existentes. É importante que a indústria mineral continue a investir em tecnologia e na colaboração entre empresas, pesquisadores e instituições governamentais para garantir um futuro sustentável para a exploração mineral.

d) Sintonização de produção no horizonte 2020-2060 com estimativa de recursos e reservas

O PED-Carajás deverá promover a intensificação de atividades de prospecção e pesquisa mineral nos casos em que se evidencia a insuficiência de recursos e reservas, em depósitos já conhecidos, capazes de satisfazer a projeção da produção acumulada projetada no horizonte 2020 a 2060.

No caso do cobre - com 39,5 milhões de toneladas de metal contido, em projeção acumulada de produção de concentrado; 23 milhões de toneladas de metal contido, em recursos e reservas atualmente estimadas, em depósitos já descobertos; além de 11 milhões toneladas de metal contido, estimados em depósitos ainda não descobertos - faz-se necessário suplementar outros 5,5 milhões de toneladas, possivelmente em reservas adicionais nos depósitos conhecidos.

e) Estudos de Mercado

O PED-Carajás deverá realizar o acompanhamento sistemático da evolução, das tendências e das perspectivas de mercado dos bens minerais de maior interesse na PMC. Ressaltando que os parâmetros relativos ao mercado estão sujeitos a variações determinadas por uma extensa gama de diferenciados fatores, sobressaindo-se aqueles de natureza geopolítica, que são usualmente os de maior incerteza.

É importante ressaltar os seguintes parâmetros de mercado que devem integrar um modelo de análise e decisão compatível com o programa objetivado:

- Evolução, distribuição e comportamento da oferta e da demanda;
- Preços - mecanismos de formação, evolução, comportamentos e tendências em curto, médio e longo prazos, práticas comerciais;

- Padrões de contratos, perspectivas de concorrência (novos ofertantes, novos produtos e novos processos), etc.

É, ainda, relevante destacar que a demanda por bens minerais apresenta, através do tempo, frequentes alterações em decorrência dos seguintes principais fatores:

Mudanças estruturais e tecnológicas nos setores integrados a jusante;

- Mudanças nas propriedades e nos custos relativos de materiais substitutivos;
- Desenvolvimento de novos produtos;
- Modificação nas condições de transporte, fusão, refino, etc.

A estimação acurada de tais parâmetros exige uma visão integrada de caráter estratégico e de ordem mundial, com foco dominante sobre os aspectos políticos, econômicos e tecnológicos.

f) Promoção de Estímulos

Com base no diagnóstico das cadeias produtivas atuais, emergentes e previsíveis, caberá ao PED-Carajás definir as medidas de estímulo a serem estruturadas e promovidas de forma a superar os entraves e obstáculos detectados. Tais estímulos deverão objetivar, essencialmente, a capacitação e o desenvolvimento dos diferentes atores econômicos que integram as cadeias produtivas, visando estimular aumento de eficiência e melhorias de produtividade, com vistas a expandir as condições de competitividade e de sustentabilidade sistêmicas de toda a produção mineroindustrial da PMC, além de intensificar a integração, a verticalização e o adensamento da cadeia produtiva mineroindustrial, a jusante e a montante:

- **Estímulos Gerenciais** - Os estímulos gerenciais deverão ser implementados por meio da realização de projetos específicos de geração e difusão de informação, de conhecimento e de aprendizado (ICA). Envolvendo a realização de cursos, seminários, oficinas e publicações, tais projetos deverão ser conduzidos em parceria com instituições acadêmicas, além de outras entidades de âmbito regional e estadual.
- **Estímulos Tecnológicos** - Além da geração e difusão de informação, de conhecimento e de aprendizado (ICA) de caráter tecnológico, os estímulos a serem implementados deverão compreender a promoção e a participação em projetos de PD&I de relevante interesse para o sistema produtivo da PMC, de iniciativa de outras entidades. Caberá à coordenação do PED-Carajás manter o conhecimento atualizado das demandas tecnológicas efetivas e potenciais de maior expressão no âmbito das empresas que atuam na PMC.
- **Estímulos Econômico-Financeiros** - Os estímulos econômico-financeiros deverão contemplar os quatro segmentos básicos da cadeia produtiva mineroindustrial: i) prospecção e pesquisa mineral;

ii) desenvolvimento (preparação da jazida para a lavra); iii) mineração (lavra, transporte interno e beneficiamento); e iv) transformação mineral. Na estruturação e na promoção de estímulos econômico-financeiros, a coordenação do plano deverá se pautar pelos seguintes objetivos:

- Caracterizar as necessidades econômico-financeiras específicas de maior repercussão nas empresas que atuam na PMC, bem como as soluções preferenciais que melhor contribuam para a melhoria da competitividade e sustentabilidade sistêmica;
- Promover, junto às empresas atuantes na PMC, a difusão do conhecimento com relação aos instrumentos disponíveis de estímulo financeiro e fiscal e às formas de acesso aos correspondentes benefícios;
- Identificar as necessidades de ajustes nos mecanismos existentes, e de constituição de novos instrumentos de estímulo financeiro e fiscal;
- Promover a realização de estudos fundamentados para suporte ao encaminhamento de proposições a organismos governamentais e entidades específicas, com relação aos ajustes nos mecanismos existentes ou constituição de novos instrumentos de estímulo financeiro e fiscal;
- Assessorar as empresas atuantes na PMC, no encaminhamento de suas solicitações de acesso a estímulos financeiros e fiscais, cabendo também orientar, preferencialmente, a preparação de solicitações de caráter coletivo, que assegurem efeitos de maior eficácia, com repercussões sistêmicas.

g) Promoção de Oportunidades e Atração de Investimentos

O estabelecimento de ações voltadas à promoção de oportunidades de investimento e à atração de investidores devem ser fundamentadas em acervo consistente de informações e de conhecimentos, assim como em

critérios e em estratégias respaldadas por visões convergentes com entidades representativas nacionais e estrangeiras.

Obviamente, a promoção de oportunidades requer uma difusão ordenada e transparente de informações, adequadamente apresentadas em documentos rigorosamente elaborados. É fundamental que a difusão de tais informações e documentos, em formato e conteúdos adequados, sejam direcionados a ambientes e a públicos convenientemente selecionados.

É também essencial que o processo de divulgação e de promoção de oportunidades seja estritamente sintonizado e articulado com a opinião pública - especialmente no que se refere à formação e manutenção de uma percepção pró-ativa da comunidade, empresas, investidores e instituições - com relação às características e à importância das atividades do mineronegócio na PMC. É importante realçar que os atores que atuam na referida província encontram-se comprometidos com a edificação de uma ética de desenvolvimento sustentado, baseada na adoção de procedimentos e técnicas adequadas de conhecimento e aproveitamento dos recursos naturais.

A promoção e atração de oportunidades de investimentos em atividades do mineronegócio na PMC deve compreender os seguintes passos:

- Caracterização do portfólio;
- Definição de objetivos negociais;
- Seleção de público-alvo;
- Preparação de documentação promocional com conteúdo e formato adequados;
- Articulação com o mercado financeiro;
- Cuidadosa seleção de fóruns de negócios e outros ambientes e eventos específicos;
- Criteriosa preparação de apresentações a serem realizadas nos fóruns especializados, rodas de negócios e *road shows*;
- Clara definição das linhas de argumentação e de negociação a serem adotadas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. N.; SOUSA, M. J. **Área de relevante interesse mineral - Província mineral de Carajás, PA: estratigrafia e análise do minério de Mn de Carajás - áreas Azul, Sereno, Buritirama e Antônio Vicente**. Belém: CPRM, 2018.
- ALSTOTT, J.; BULLMORE, E.; PLENZ, D. Powerlaw: a python package for analysis of heavy-tailed distributions. **PLoS One**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2014.
- BOTELHO, N. F.; MOURA, M. A.; TEIXEIRA, L. M.; OLIVO, G. R.; CUNHA, L. M.; SANTANA, M. U. Caracterização geológica e metalogenética do depósito de Cu ± (Au, W, Mo, Sn) Breves, Carajás. In: MARINI, O. J.; QUEIROZ, E. T.; RAMOS, B. W. (ed.). **Caracterização de depósitos minerais em distritos mineiros da Amazônia**. Brasília: DNPM : CT-Mineral : ADIMB, 2005. p. 335-390.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2ªed. Rio de Janeiro: FGV, 1992.
- COSTA, I. S. L.; SILVA, G. F.; FERREIRA, M. V. Application of Zipf's law to estimate undiscovered Gold endowment in Quadrilátero Ferrífero Province, Brazil. **Journal of the Geological Survey of Brazil**, v. 2, n. 3, p. 165-172. 2019.
- COSTA, M. L.; FERNANDEZ, O. J. C.; REQUELME, M. E. R. O depósito de Manganês do Azul, Carajás: estratigrafia, mineralogia, geoquímica e evolução geológica. In: MARINI, O. J.; QUEIROZ, E. T.; RAMOS, B. W. (ed.). **Caracterização de depósitos minerais em distritos mineiros da Amazônia**. Brasília: DNPM : CT-Mineral : ADIMB, 2005. p. 227-333.
- COSTA, U. A. P.; PAULA, R. R.; SILVA, D. P. B.; BARBOSA, J. P. O.; SILVA, C. M. G.; TAVARES, F. M.; OLIVEIRA, J. K. M.; JUSTO, A. P. **Mapa geológico-geofísico ARIM Carajás**. Belém: CPRM, 2016. Escala 1:250.000.
- DARDENNE, M. A.; SCHOBENHAUS, C. **Metalogênese do Brasil**. Brasília: UnB, 2001.
- DAVIES, R. S.; GROVES, D. I.; TRENCH, A.; SYKES, J.; STANDING, J. G. Entering a mature exploration search space: assessment of the potential orogenic gold endowment of the Sandstone Greenstone Belt, Yilgarn Craton, by application of Zipf's law and comparison with the adjacent Agnew Goldfield. **Ore Geology Reviews**, v. 94, p. 326-350, 2018.
- ESTOUP, J. B. **Gammes sténographiques: méthode et exercices pour l'acquisition de la vitesse**. Paris: Institut Sténographique de France, 1916.
- GRAINGER, C.; GROVES, D. I.; TALLARICO, F.; FLETCHER, I. Metallogenesis of the Carajás Mineral Province, Southern Amazon Craton, Brazil: Varying styles of Archean through Paleoproterozoic to Neoproterozoic base- and precious-metal mineralisation. **Ore Geology Reviews**, v. 33, n. 3-4, p. 451-489, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2006.10.010>.
- GUJ, P.; FALLON, M.; MCCUAIG, T. C.; FAGAN, R. A time-series audit of Zipf's Law as a measure of terrane endowment and maturity in mineral exploration. **Economic Geology**, v. 106, n. 2, p. 41-259, 2011.
- GUTENBERG, B.; RICHTER, C. F. Frequency of earthquakes in California. **Bulletin of the Seismological Society of America**, v. 34, n. 4, p. 185-188, 1944.
- HASUI, Y. Cráton Amazônico: províncias Rio Branco e Tapajós. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D.; ALMEIDA, F. F.; BARTORELLI, A. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 138-175.
- HUNGER, R. B. O. Depósito de Cu-Au Santa Lúcia, província Carajás (PA): caracterização geológica e evolução do sistema hidrotermal. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- KLEIN, E. L.; CARVALHO, J. M. A. Recursos minerais. In: VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, L. T. (org.). **Geologia e recursos minerais do estado do Pará: SIG: texto explicativo dos mapas geológico e tectônico e de recursos minerais do estado do Pará**. Escala 1:1.000.000. Belém: CPRM. 2008.
- LACASSE, C. M.; GANADE, C. E.; MATHIEU, L.; TEIXEIRA, N. A.; LOPES, L. B. L.; MONTEIRO, C. F. Restoring original composition of hydrothermally altered Archean metavolcanic rocks of the Carajás Mineral Province (Brazil): Geodynamic implications for the transition from lid to mobile tectonics. **Lithos**, v. 372–373, 105647, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105647>.
- LISITSIN, V. A. Rank-Size statistical assessments of undiscovered gold endowment in the Bendigo and Stawell Zones (Victoria) and the Mossman Orogen (Queensland), Australia: comparison with three-part assessment results. **Natural Resources Research**, v. 25, n. 3, p. 269-282, 2016.
- LOBATO, L. M.; ROSIÈRE, C. A.; SILVA, R. C. F.; ZUCCHETTI, M.; BAARS, F. J.; SEDANE, J. C. S.; JAVIER RIOS, F.; PIMENTEL, M. M.; MENDES, G. E.; MONTEIRO, A. M. A mineralização hidrotermal de ferro da província mineral de Carajás – controle estrutural e contexto na evolução metalogenética da província. In: MARINI, O. J.; QUEIROZ, E. T.; RAMOS, B. W. (ed.). **Caracterização de depósitos minerais em distritos mineiros da Amazônia**. Brasília: DNPM : CT-Mineral : ADIMB, 2005. p. 25-92.
- MAMUSE, A.; GUJ, P. Rank statistical analysis of nickel sulphide resources of the Norseman-Wiluna Greenstone Belt, Western Australia. **Mineralium Deposita**, v. 46, n. 3, p. 305-318, 2011.

- MANSUR, E. T.; FERREIRA-FILHO, C. F. Chromitites from the Luanga Complex, Carajás, Brazil: Stratigraphic distribution and clues to processes leading to post-magmatic alteration. **Ore Geology Reviews**, v. 90, p. 110-130, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2017.03.016>.
- MEIRELLES, E. M.; HIRATA, W. K.; AMARAL, A. F.; MEDEIROS FILHO, C. A.; GATO, W. C. Geologia das folhas Carajás e Rio Verde, província mineral de Carajás, estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 5, p. 2164-2174.
- MELO, G. H. C.; MONTEIRO, L. V. S.; XAVIER, R. P.; MORETO, C. P. N.; ARQUAZ, R. M.; SILVA, M. A. D. Evolution of the Igarapé Bahia Cu-Au deposit, Carajás Province (Brazil): early syngenetic chalcopyrite overprinted by IOCG mineralization. **Ore Geology Reviews**, v. 111, 102993, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2019.102993>.
- MORETO, C. P. N.; MONTEIRO, L. V. S.; XAVIER, R. P.; CREASER, R. A.; DUFRANE, A.; TASSINARI, C. C. G.; SATO, K.; KEMP, A. I. S.; AMARAL, W. S. Neoarchean and Paleoproterozoic Iron Oxide-Copper-Gold Events at the Sossego deposit, Carajás Province, Brazil: Re-Os and U Pb Geochronological Evidence. **Economic Geology**, v. 110, n. 3, p. 809-835, 2015. DOI: <https://doi.org/10.2113/econgeo.110.3.809>.
- NEUKUM, G.; IVANOV, B. A. Crater size distributions and impact probabilities on Earth from lunar, terrestrial-planet, and asteroid cratering data. In: GEHRELS, T. (ed.). **Hazards due to comets and asteroids**. Tucson: University of Arizona Press, 1994. p. 359-416.
- NEWMAN, M. E. J. Power laws, Pareto distributions and Zipf's law. **Contemporary Physics**, v. 46, n. 5, p. 323-351, 2004.
- PALIWAL, H. V.; BHATNAGAR, S. M.; HALDAR, S. K. Lead-zinc resource prediction in India: an application of Zipf's law. **Mathematical Geology**, v. 18, n. 6, p. 539-549, 1986.
- PRICE, D. J. S. Networks of scientific papers. **Science**, v. 149, p. 510-515, 1965.
- ROSIÈRE, C. A.; BAARS, F. J.; SEOANE, J. C. S.; LOBATO, L. M.; SILVA, L. L.; SOUZA, S. R. C.; MENDES, G. E. Structure and iron mineralisation of the Carajás Province. **Applied Earth Science**, v. 115, n. 4, p. 126-136, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1179/174327506X138986>.
- SANTOS, J. O. S.; HARTMANN, L. A.; GAUDETTE, H. E.; GROVES, D. I.; MCNAUGHTON, N. J.; FLETCHER, I. R. A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. **Gondwana Research**, v. 3, p. 453-488, 2000.
- SANTOS, J. O. S.; RIZZOTTO, G. J.; CHEMALE, F.; HARTMANN, L. A.; QUADROS, M. L. do E. S.; MCNAUGHTON, N. J. Três orogêneses colisionais do Sudoeste do Cráton Amazonas: evidências com base em geocronologia U-Pb. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 8., 2003, Cuiabá. **Boletim de Resumos**. Cuiabá: SBG-Núcleo Centro-Oeste, 2003. p. 85-88.
- SILVA, R. C. F. **Evolução e gênese do minério de ferro hidrotermal nos depósitos da serra norte, Província mineral de Carajás**. 2009. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2009.
- TASSINARI, C. C. G.; MACAMBIRA, M. J. B. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. **Episodes**, v. 22, n. 3, p. 174-182, 1999.
- TAVARES, F. M.; TROUW, R. A. J.; SILVA, C. M. G.; JUSTO, A. P.; OLIVEIRA, J. K. M. The multistage tectonic evolution of the northeastern Carajás Province, Amazonian Craton, Brazil: Revealing complex structural patterns. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 88, p. 238-25, 2018.
- TEIXEIRA, N. A.; FREITAS-SILVA, F. H.; CORRÊA, C. R. A.; ROSA, W. D.; OLIVEIRA, J. K. M.; ROSENDO, O. S. C.; PINHEIRO JR., V. Evolução geológica e mineralizações primárias da província mineral de Carajás. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METALOGENIA, 3., 2009, Gramado, RS. **Anais** [...]. Gramado, 2009.
- TEIXEIRA, N. A. **Brazil: Geological Survey Under the Spotlight**. Brasília: CPRM, 2017.
- VALE reduz estimativa de reservas de minério de ferro em 13,5% em 2021. **Exame**, São Paulo, 15 abr. 2022. Estadão Conteúdo. Disponível em: <https://exame.com/negocios/vale-reduz-estimativa-de-reservas-de-minerio-de-ferro-em-135-em-2021/>. Acesso em: 21 dez. 2023.
- VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, L. T.; SILVA, C. M. G.; KLEIN, E. L. Compartimentação tectônica. In: VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, L. T. (ed.). **Geologia e recursos minerais do estado do Pará: texto explicativo dos mapas geológico e tectônico e de recursos minerais do estado do Pará**. Escala 1:1.000.000. Belém: CPRM, 2008. p. 39-112.
- XAVIER, R. P.; MORETO, C. P. N.; MELO, G. H. C.; TOLEDO, P.; HUNGER, R.; DELINARDO, M.; FAUSTINONI, J.; LOPES, A.; MONTEIRO, L. V. S.; PREVIATO, M.; JESUS, S. S. G. P.; HUHN, S. B. Geology and Metallogeny of Neoarchean and Paleoproterozoic Copper Systems of the Carajás Domain, Amazonian Craton, Brazil. In: SGA BIENNIAL MEETING, 14., 2017, Quebec, Canadá. **Abstract**. Quebec, 2017.
- YIGIT, O. Discovered and undiscovered gold endowment of Turkey: a quantitative mineral resource assessment using GIS and rank statistical analysis. **Mineralium Deposita**, v. 47, n. 5, p. 521-534, 2011.
- ZANG, W.; FYFE, W. S. Chloritization of the hydrothermally altered bedrock at the Igarapé Bahia gold deposit, Carajás, Brazil. **Mineralium Deposita**, v. 30, p. 30-38, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00208874>.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro** (1975-2007). Brasília: ANM, 1975-2007. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO - ANM. **Anuário Mineral Brasileiro: principais substâncias metálicas - Ano base 2021**. Brasília: ANM, 2023.
- ANNUAL SURVEY OF MINING COMPANIES. Vancouver B. C.: Fraser Institute, 2004-2022.
- BRAND, P. The Environment and Postmodern Spatial Consciousness: A Sociology of Urban Environmental Agendas. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 42, n. 5, p. 631-648, 1999.
- CALAES, G. **Exploração mineral no Brasil: avanços e desafios**. 2021. Palestra apresentada na mesa redonda do 50º Congresso Brasileiro de Geologia, 2021.
- CALAES, G. **Planejamento e gestão estratégica da exploração mineral no Brasil: proposta preliminar de plataforma de geração e difusão de informação, conhecimento e aprendizado**. 2018. Palestra para os alunos da disciplina Exploração Mineral, UFRJ/ IGEO/ Departamento de Geologia, Rio de Janeiro, 2018.
- CALAES, G. Planejamento estratégico da exploração mineral no Brasil. **Revista Brasil Mineral**, ano 35, n. 379, p. 28, 2018.
- CALAES, G. **Programa de revitalização da indústria mineral brasileira**. 2017. Palestra apresentada no Clube de Engenharia/ DRM - Divisão Técnica de Recursos Minerais, Rio de Janeiro, 2017.
- CALAES, G. **Tributação e estímulos a investimentos na indústria mineral**. 2017. Palestra apresentada no Seminário Desafios e Propostas para a Atração de Investimentos no Setor de Exploração Mineral Brasileiro, Brasília, 2017.
- CALAES, G. **Avaliação de projetos tecnológicos no contexto da sustentabilidade: aspectos econômicos e socioambientais**. 2015. Seminário desenvolvido e apresentado para um grupo de pesquisadores do CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro, 2015.
- CALAES, G. **Planejamento estratégico, competitividade e sustentabilidade na indústria mineral: dois casos de não-metálicos no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CETEM : MCT : CNPq : CYTED, 2006. v. 1.
- CALAES, G. **Inovação tecnológica e exploração mineral no contexto das políticas públicas de desenvolvimento**. 2006. Trabalho apresentado no II Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral - SIMEXMIN, Ouro Preto, 2006.
- CALAES, G. **Competitividade e sustentabilidade na indústria mineral**. 2006. Palestra apresentada na VIII Conferência Internacional sobre Tecnologias Limpas para a Indústria Extrativa Mineral, Paineis: “Tecnologias Limpas: Ser Pequeno será melhor?”, Búzios, 2006.
- CALAES, G. **O planejamento estratégico do desenvolvimento mineral sustentável e competitivo: dois casos de não metálicos no Rio de Janeiro**. 2005. Tese (Doutorado) – Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.
- CALAES, G. **Estudos de avaliação econômica de propriedades minerais em conformidade com critérios de decisão de investidores e agentes de financiamento**. 2003. Trabalho apresentado no Seminário Nacional de Certificação de Reservas Minerais e Financiamento de Projetos de Mineração, Belo Horizonte, 2003.
- CALAES, G. **Programa nacional de estímulos a investimentos em mineração**. 2001. Palestra realizada no I Seminário de Política e Economia Mineral, Brasília, 2001.
- CALAES, G. **Modelo canadense de financiamento**. 1998. Palestra realizada no Seminário Novos Rumos da Mineração, promovido pela Gazeta Mercantil, São Paulo, 1998.
- CALAES, G. **A New Scenario for a Mining Boom**. 1997. Palestra realizada no Seminário Brazil Gold 1997: The New Gold Rush, Toronto, Canada, 1997.
- CALAES, G. **Brazil's Gold Scene - A Comparative Analysis with Other Countries**. 1997. Palestra realizada no 65th Annual Convention of PDAC, Toronto, Canada, 1997.
- CALAES, G. **O que o Brasil deve fazer para ter uma mineração tão competitiva na atração de investimentos quanto a Argentina e o Chile**. 1997. Palestra realizada na Sessão Técnica MERCOSUL, do VII Congresso Brasileiro de Mineração, Belo Horizonte, 1997.
- CALAES, G. **Investment Prospects in Mining in Brazil for Non Brazilian Companies**. 1997. Palestra realizada no Brazilian Mining Roundtable, promovido pelo Institute of the Americas, 1997.
- CALAES, G. **Análise da competitividade do Brasil em relação à África do Sul, Austrália, Canadá e Estados Unidos**. Rio de Janeiro: DNPM, 1997.
- CALAES, G. **Ouro no Brasil: oportunidades de investimento em exploração e desenvolvimento**. Rio de Janeiro, 1997. Estudo Multicliente.

- CALAES, G. **Perspectivas de investimentos de empresas estrangeiras na indústria mineral brasileira.** Rio de Janeiro, 1997. Estudo Multicliente.
- CALAES, G. **Capital estrangeiro na mineração na América do Sul:** análise comparada de estímulos a investimentos. 1996. Palestra realizada no painel O Brasil Diante ao Cenário Mineral Sul-Americano: Estímulos a Investimentos e Perspectivas de Cooperação, Congresso da Mineração Brasileira, Institute For International Research, 1996.
- CALAES, G. Perspectivas de um novo ciclo de investimentos. **Minérios Extração & Processamento**, 1996.
- CALAES, G. **Oportunidades e ameaças do novo ciclo de investimento em mineração.** 1996. Palestra realizada no 9o Simpósio Internacional do Ouro, 1996.
- CALAES, G. **Atração de capital estrangeiro para a mineração na América do Sul:** análise comparada dos países: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Guiana, Peru e Venezuela. 1996. 98 f. Rio de Janeiro: DNPM, 1996.
- CALAES, G. **Ouro e cobre:** tendências e desafios - perfil estratégico do cenário de negócios. 1996. Relatório de análise técnico-econômica, 1996.
- CALAES, G. **Prospects and Challenges in the New Mining Investment Cycle in South America.** 1996. Palestra realizada no Simpósio Oro 96, promovido por Panorama Minero, Buenos Aires, 1996.
- CALAES, G. **Strategic Elements Related to Mineral Opportunities in Brazil.** 1995. Palestra realizada no International Symposium on Brazilian Mining, Salvador, 1995.
- CALAES, G. **Avaliação econômica de propriedades minerais.** 1995. Seminário realizado com a equipe da Gerência de Avaliação de Garantias Reais e de Mineração e Metalurgia do BNDES, Rio de Janeiro, 1995.
- CALAES, G. **Empresas estrangeiras na mineração Latino-Americana:** comportamento e tendências do fluxo de investimentos. Rio de Janeiro, 1994. Estudo Multicliente.
- CALAES, G. **Fundo de investimento setorial e o panorama de "Funding" na indústria mineral.** 1993. Palestra realizada no VI Congresso Brasileiro de Mineração, Salvador, 1993.
- CALAES, G.; SOUZA, A. **Conflitos de ordenamento territorial na mineração brasileira:** casos notáveis. 2007. Estudo realizado por ConDet Ltda., para ATECH/ SGM/MME.
- CALAES, G.; TAVARES, F. M.; SILVA, G. A.; STROPPER, J. L.; ALMEIDA, L. F. B.; SOUZA, M. J.; BARBOSA JUNIOR, P. C.; MENEZES, R. G.; WOSNIAK, R. 2020. **Plano diretor para desenvolvimento e implementação:** plataforma de suporte ao planejamento da pesquisa e produção mineral. Brasília: CPRM, 2020.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. O foco em arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. **Pequena empresa:** cooperação e desenvolvimento local. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 2003. cap. 1.
- DEAR, M.; LONG, J. Community Strategies in Locational Conflict. In: COX, K. (ed.) **Urbanization and Conflict in Market Societies.** [Chicago]: Maaroufa Press, 1978. cap. 5, p. 113-125.
- DELOITTE, N. **Market Analysis and Competitiveness Report.** Technical Assistance on Brazil Mineral Resources. 2022. Relatório técnico.
- DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Potencial econômico da pesquisa de ouro no Brasil.** Brasília: DNPM, 1991. (Estudos de Política e Economia Mineral).
- DOGGETT, M. **Incorporating Exploration in the Economic Theory of Mineral Supply.** 1994. Tese (Doutorado) – Department of Geological Sciences, Queen's University, Kingston, ON, Canada, 1994.
- FUNDAÇÃO GORCEIX. **Estudos para o Plano Nacional de Mineração 2050.** Ouro Preto, 2022.
- HAX, A. C.; MAJLUF, N. S. **The Strategy Concept and Process:** A Pragmatic Approach. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.
- HIRSCHMAN, A. **The Strategy of Economic Development.** New Haven: Yale University, 1958.
- INTERNATIONAL MONETARY FUND - IMF. Washington, D. C., 2023. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Research/commodity-prices>. Acesso em: 01 dez. 2023.
- JOHNSON, B; LUNDVALL, B. A. Promoting Innovation Systems as a Response to the Globalize Learning Economy. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. (ed.). **Systems of Innovation for Development in the Knowledge Era.** Londres: Edward Elgar, 2003. part 5, v. 3, p. 141-184.
- LASTRES, H. M. M.; FERRAZ, J. C. Economia da informação, do conhecimento e do aprendizado. In: LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S. (org.) **Informação e globalização na Era do conhecimento.** Rio de Janeiro: Campus, 1999, p. 27-57.
- LAWRENCE, R. D. **Australian Project Valuation Lessons for Canadian Developers.** 1998. Paper presented in the course Mineral Property Valuation and Investors Concerns, offered by The Prospectors and Developers Association of Canada, 1998.
- LINS, F. A. F.; RIZZO, A. C. de L.; BARROS, B. M. N.; SANTOS, F. S. dos. A lei do bem de incentivo a P&D e a mineração brasileira. **Brasil Mineral**, ano 39, n. 418, p. 90-98, 2022.
- LUNDVALL, B.; BORRÁS, S. **The Globalize Learning Economy:** Implications for Innovation Policy. Brussels: European Commission, 1997. cap. 6-9.
- MACKENZIE, B. **Economic Guidelines for Mineral Exploration and Mining Project Development.** Curso Economics of Mineral Exploration, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada, 1990.
- MACKENZIE, B. **Brazil's Potential Mineral Wealth and its Realization.** 1995. Trabalho apresentado no International Symposium on Brazilian Mining, Salvador, 1995.

MAXWELL, P. **Australian Mineral Economics: A Survey of Important Issues**. Victoria: The Australian Institute of Mining and Metallurgy, 2006.

MEG - Metals Economics Group. World Exploration Trends. **Mining Journal**, 2005-2010.

PDAC - PROSPECTORS AND DEVELOPERS ASSOCIATION OF CANADA. **Mineral, Exploration and the Challenge of Community**. Toronto, Canadá, 1997.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **P3M – Programa Plataforma de Planejamento da Pesquisa e Produção Mineral**. 2023. Disponível em: <https://sgb.gov.br/p3m> . Acesso em: 22 dez. 2023.

PIMIENTO, E. V. Indicadores de sostenibilidad y su aplicación a las empresas mineras. **Gestión y Ambiente, Medellín, Colombia**, n. 4, p. 9-34, 2000,

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

RAPPAPORT, A. **Creating Shareholder Value: A Guide for Managers and Investors**. Nova Iorque: The Free Press, 1998.

ROSCOE, W. E. **The Value of Mineral Exploration Properties as raw material for new mines**. 1994. Paper presented to the CIM Mineral Economics Society Group, 1994.

ROUSSEL, P. A.; SAAD, K. N.; BOHLIN, N. **Pesquisa e desenvolvimento: como integrar P&D ao plano estratégico e operacional das empresas como fator de produtividade e competitividade**. [S.l.]: Makron Books, 1992.

SABATINI, F. Participación ciudadana para enfrentar conflictos ambientales urbanos: una estrategia para los municipios. **Ambiente y Desarrollo**, v. 15, n. 4, p. 26-35, 1999.

SACHS, W. Anatomía política del desarrollo sostenible. **Democracia Viva**, n. 1, p. 96-117, 1997.

SAD. J.; VALENTE, J. **Normas nacionais e internacionais para classificação de recursos e reservas**. 2003. Trabalho apresentado no Seminário Nacional de Certificação de Reservas Minerais e Financiamento de Projetos de Mineração, Belo Horizonte, 2003.

SKINNER, B. J. **Earth Resource**. N. Jersey: Prentice Hall, 1976. (Foundation of Earth Science Series).

STORPER, M. The Resurgence of Regional Economies 10 Years Later. In: STORPER, M. **The Regional World: Territorial Development in a Global Economy**. Londres: The Guilford, 1997, p. 3-25.

TILTON, J. E.; GUZMÁN, J. **Minerals Economics and Policy**. New York: RFF Press, 2016.

UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Handbook of Statistics**. New York: United Nations, 2020

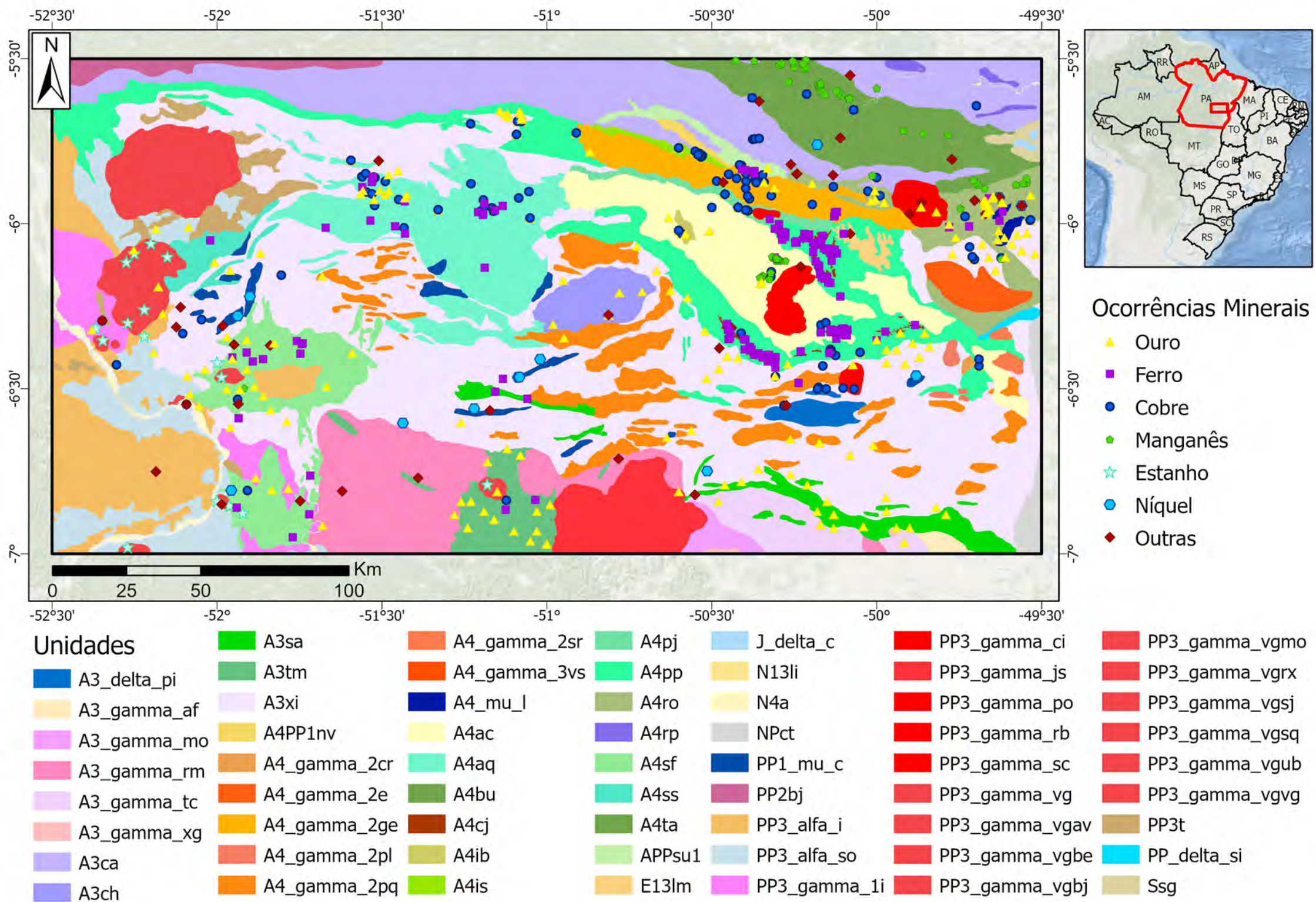
USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Estatísticas de produção mundial (1932 a 2020) de minério de Ferro, minério de Manganês, Cobre, Níquel e Ouro**. 2020. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/commodity-statistics-and-information> . Acesso em: 01 dez. 2023.

ANEXOS



ANEXO 1

Litoestratigrafia e Ocorrências, Depósitos e Unidades
de Produção Mineral na Província Carajás

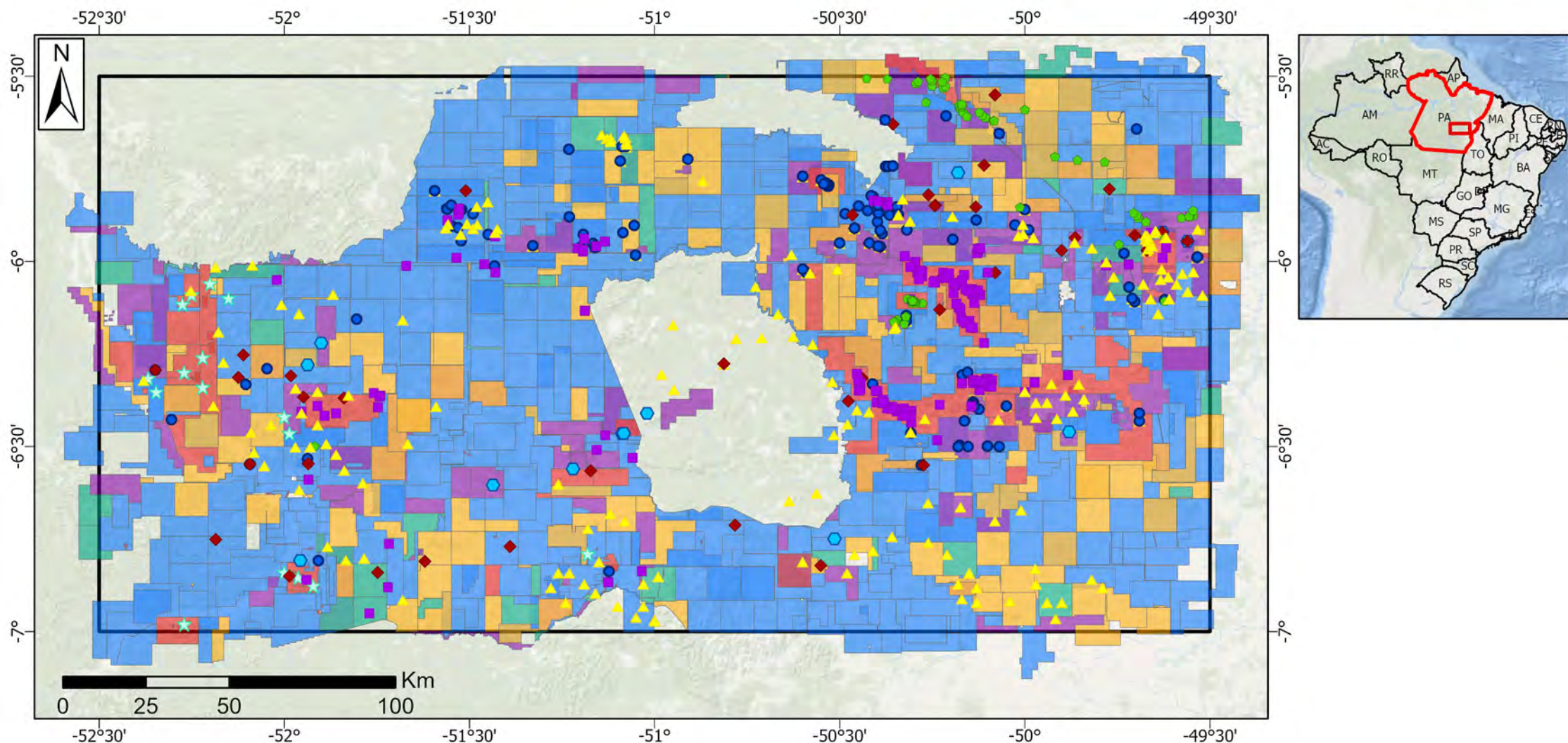


ANEXO 2

Litoestratigrafia e Direitos Minerários
na Província Mineral de Carajás

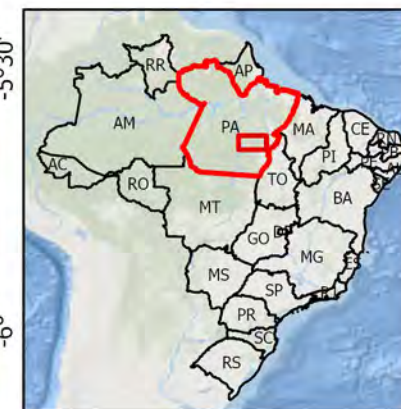
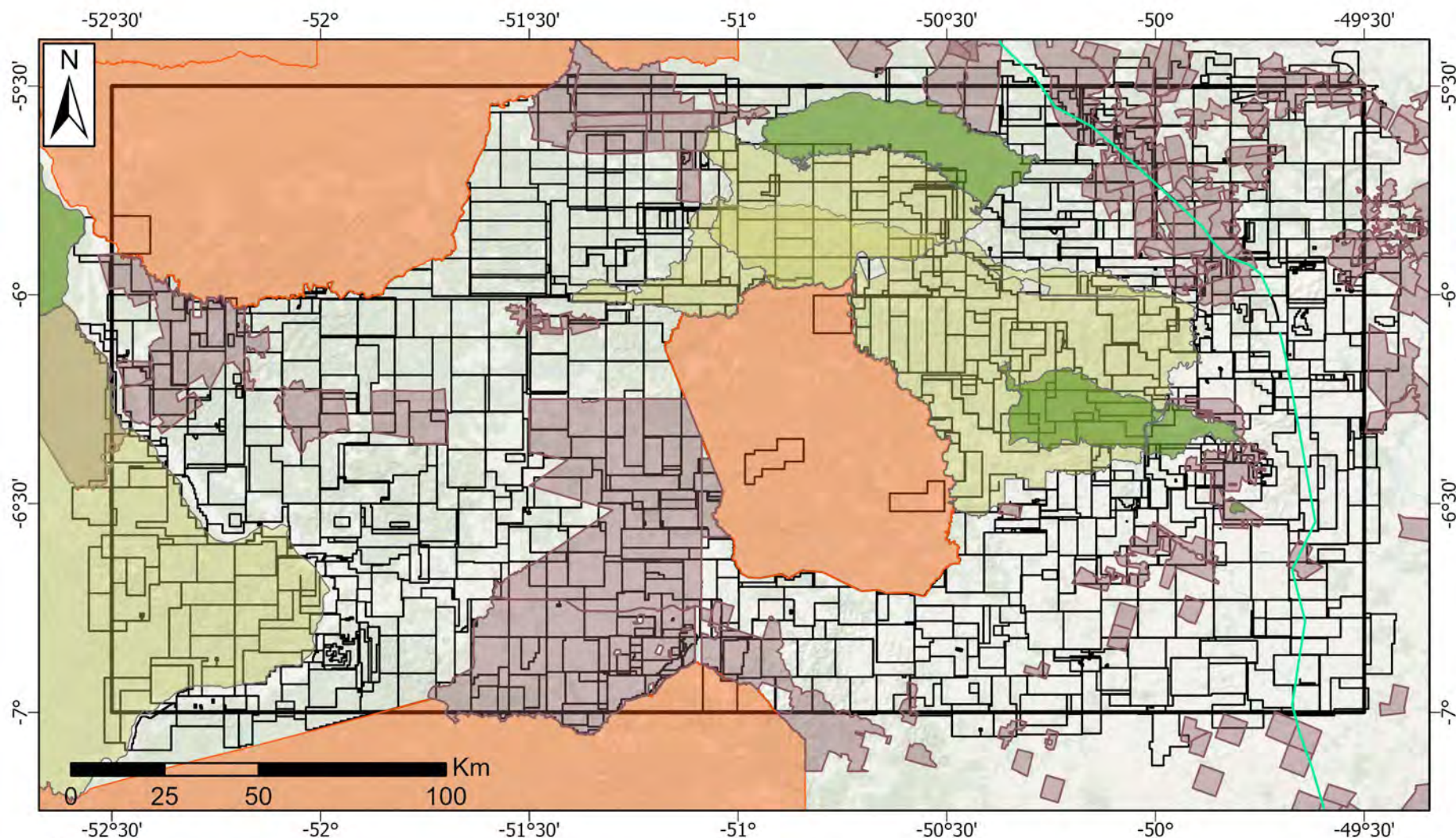
ANEXO 3

Direitos Minerários e Ocorrências, Depósitos e
Unidades de Produção Mineral na Província Carajás



ANEXO 4

Direitos Minerários e Áreas Especiais
na Província Mineral de Carajás



Áreas Especiais

Áreas Indígenas

Assentamentos

Áreas de Bloqueio

Unidades de Conservação

Proteção Integral

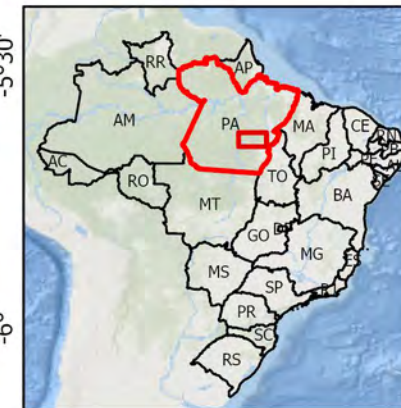
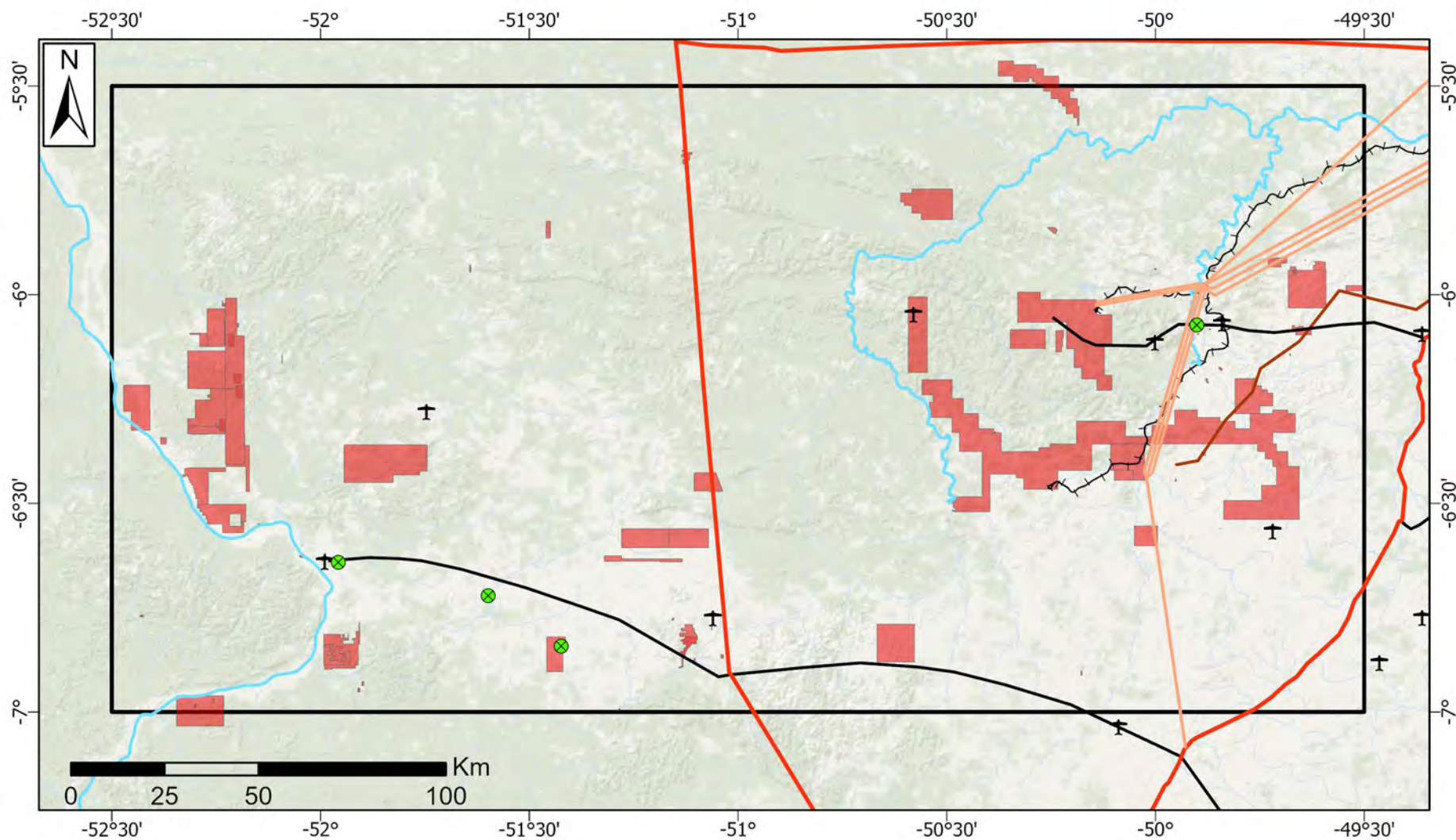
Uso Sustentável

Processos Minerários

Processos Minerários

ANEXO 5

Componente 1: Direitos Minerários e Infraestrutura



Processos Minerários

Fase

■ Lavra

Infraestrutura de Energia

● Usinas Termoeletricas - UTE

— Linhas de Transmissão

Infraestrutura de Transporte

✈ Aeródromos

— Trecho Rodoviário Estadual

— Trecho Rodoviário Federal

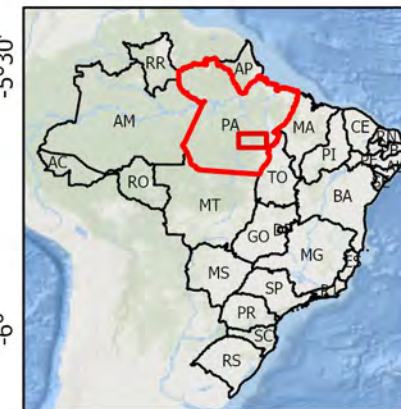
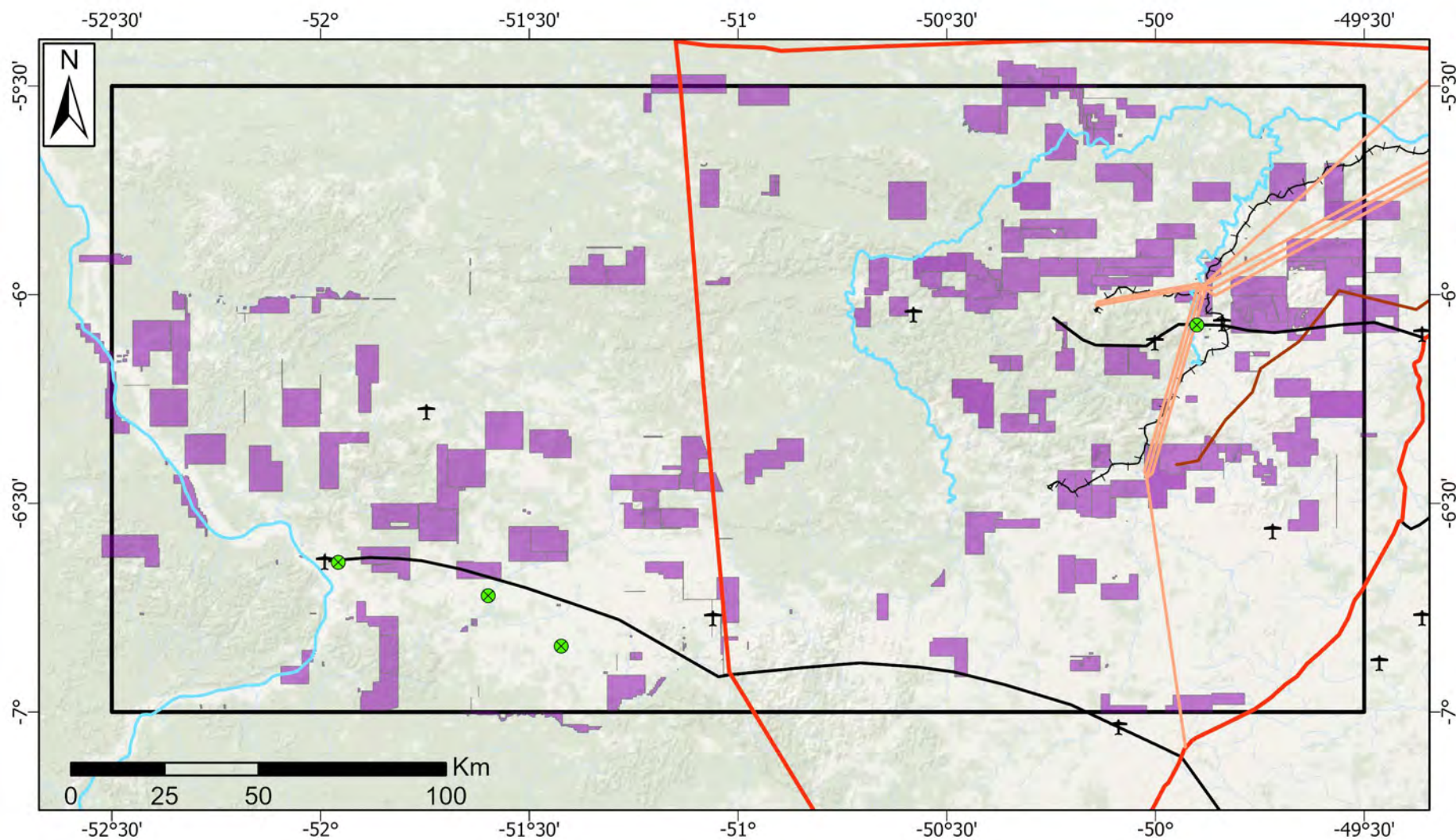
— Ferrovias

— Hidrovias

— Dutos

ANEXO 6

Componente 2: Direitos Minerários e Infraestrutura



Processos Minerários

Fase

Expectativa de Outorga de Lavra

Infraestrutura de Energia

Usinas Termoeletricas - UTE

Linhas de Transmissão

Infraestrutura de Transporte

Aeródromos

Trecho Rodoviário Estadual

Trecho Rodoviário Federal

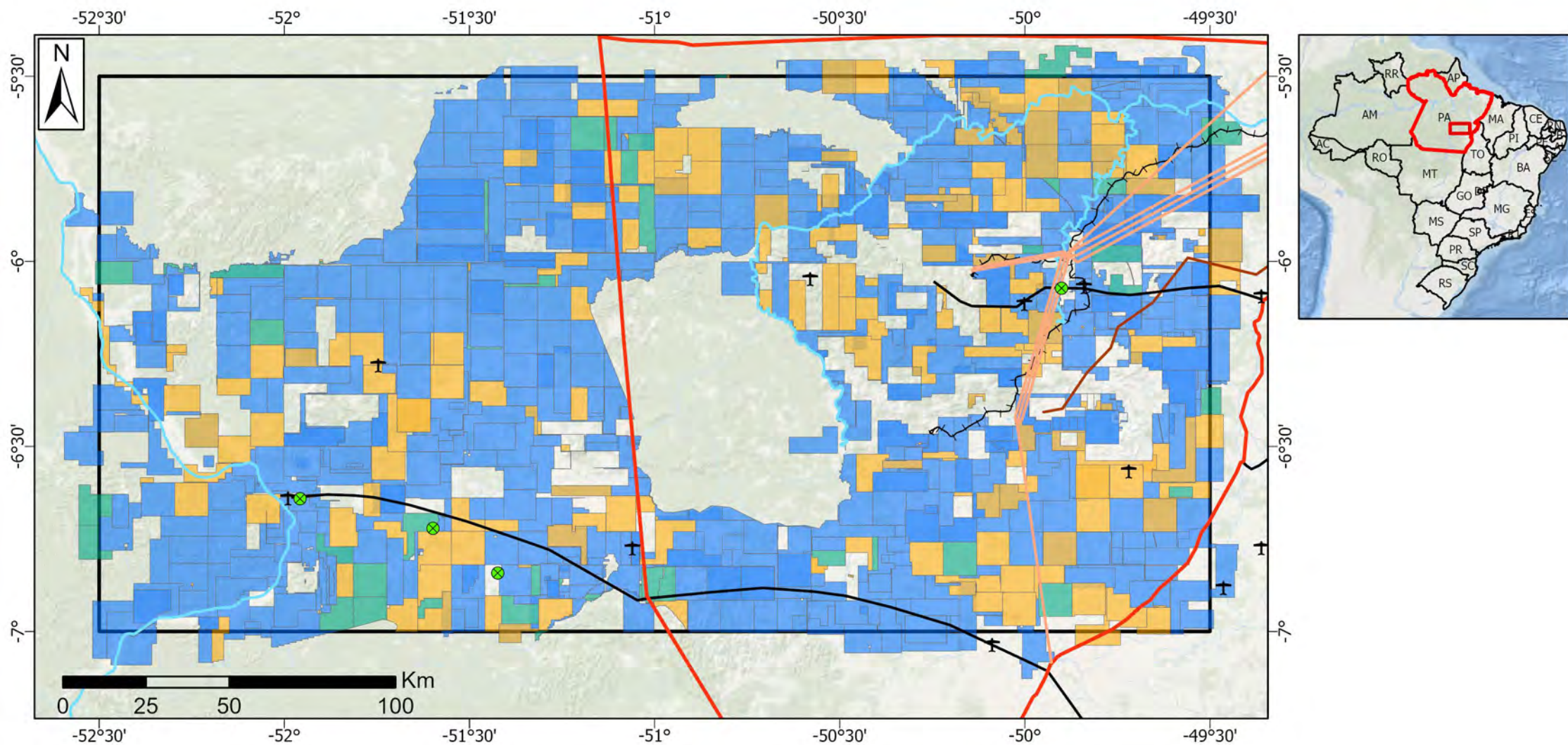
Ferrovias

Hidroviias

Dutovias

ANEXO 7

Componente 2: Direitos Minerários e Infraestrutura



Processos Minerários

Fase

- Pesquisa
- Apto para Disponibilidade
- Disponibilidade

Infraestrutura de Energia

- Usinas Termoelétricas - UTE
- Linhas de Transmissão

Infraestrutura de Transporte

- ✈ Aeródromos
- Trecho Rodoviário Estadual
- Trecho Rodoviário Federal
- Ferrovias
- Hidrovias
- Dutovias

ANEXO 8

Planilha de Evolução da Produção Mundial de Minério de Ferro,
Minério de Manganês, Cobre, Níquel e Ouro no período de 1950-2020

Histórico de Produção Mundial (metal contido) 1950 - 2020

	Ferro ¹ (Produção minério beneficiado)	Manganês ² (Produção de minério beneficiado)	Níquel ³ (Produção Ni Contido)	Cobre ⁴ (Produção Cu - contido)	Ouro ⁵ (Produção, Au contido)
Ano	toneladas métricas (t)	toneladas métricas (t)	toneladas métricas (t)	toneladas métricas (t)	toneladas métricas (t)
1950	254.000.000	11.371.443	200.000	2.510.000	1.017
1951	298.704.000	11.371.443	200.000	2.630.000	1.042
1952	301.752.000	8.860.378	186.000	2.730.000	1.064
1953	338.088.224	13.331.353	218.000	2.275.000	1.048
1954	305.361.848	12.463.834	262.369	3.417.165	1.092
1955	371.568.472	13.139.551	289.929	3.758.882	1.129
1956	396.612.872	14.324.535	311.977	4.166.737	1.194
1957	433.186.840	15.772.973	347.253	4.287.991	1.232
1958	404.814.024	15.060.879	384.735	4.166.737	1.263
1959	439.096.912	15.735.494	346.151	4.453.338	1.325
1960	522.175.232	16.489.475	395.759	5.125.748	1.403
1961	502.619.264	16.440.973	444.264	5.335.187	1.468
1962	507.352.808	17.396.677	442.059	5.610.765	1.549
1963	518.066.528	17.911.456	423.318	5.754.065	1.342
1964	581.247.504	19.276.118	450.826	5.831.996	1.395
1965	617.012.736	21.412.397	516.217	6.093.377	1.438
1966	638.021.584	21.099.341	485.171	6.380.843	1.448
1967	622.625.120	20.666.462	675.568	6.119.809	1.423
1968	685.231.040	20.643.520	743.497	6.627.206	1.436
1969	712.718.920	21.197.494	591.552	6.860.587	1.450
1970	766.555.744	22.138.852	765.202	7.312.078	1.478
1971	787.071.832	25.549.493	773.909	7.372.957	1.446
1972	778.408.400	25.341.648	753.068	8.079.256	1.391
1973	845.660.488	26.422.718	862.719	8.647.523	1.347
1974	895.343.904	27.632.198	959.899	8.888.440	1.242
1975	894.449.824	29.647.478	992.515	8.464.591	1.200
1976	899.259.568	30.107.949	902.170	8.295.223	1.214
1977	841.587.344	27.732.244	872.578	8.549.306	1.211
1978	848.724.744	27.384.197	737.336	8.413.832	1.213
1979	911.452.584	31.834.376	833.954	8.460.129	1.207
1980	891.186.432	32.061.827	946.789	8.162.064	1.219
1981	856.642.432	28.545.454	887.111	8.613.461	1.283
1982	779.770.856	29.315.969	743.663	8.358.386	1.340
1983	735.475.288	26.557.986	797.551	8.404.683	1.396
1984	829.349.000	29.035.982	938.947	8.639.916	1.460
1985	862.158.000	30.438.122	977.489	8.685.111	1.533
1986	868.360.000	30.853.694	937.321	8.784.650	1.603
1987	890.137.000	28.836.464	987.454	8.819.703	1.650
1988	967.218.000	27.572.113	952.215	8.727.300	1.818
1989	1.013.383.000	28.946.695	986.655	9.090.000	2.014
1990	983.000.000	28.779.144	968.622	8.950.000	2.182
1991	956.000.000	25.242.929	985.361	9.140.000	2.187
1992	925.000.000	24.802.004	974.342	9.500.000	2.260
1993	953.000.000	23.369.000	899.149	9.480.000	2.260
1994	992.000.000	19.841.604	906.000	9.490.000	2.240
1995	1.030.000.000	25.683.854	1.040.000	10.100.000	2.220
1996	1.020.000.000	26.786.165	1.080.000	11.000.000	2.290
1997	1.070.000.000	21.825.764	1.120.000	11.400.000	2.450
1998	1.050.000.000	21.935.995	1.180.000	12.100.000	2.510
1999	1.020.000.000	19.621.141	1.160.000	12.800.000	2.550
2000	1.080.000.000	21.605.302	1.270.000	13.200.000	2.570
2001	1.050.000.000	22.928.075	1.340.000	13.700.000	2.560
2002	1.100.000.000	24.361.080	1.350.000	13.600.000	2.550
2003	1.210.000.000	26.675.934	1.370.000	13.800.000	2.550
2004	1.360.000.000	30.754.486	1.420.000	14.700.000	2.420
2005	1.550.000.000	34.281.882	1.500.000	15.000.000	2.470
2006	1.830.000.000	36.486.504	1.580.000	15.500.000	2.370
2007	2.040.000.000	38.691.127	1.570.000	15.600.000	2.370
2008	2.200.000.000	42.218.523	1.650.000	15.900.000	2.300
2009	2.220.000.000	37.258.122	1.580.000	16.100.000	2.480
2010	2.590.000.000	47.068.693	1.690.000	16.100.000	2.580
2011	2.030.000.000	48.501.698	2.180.000	16.900.000	2.670
2012	2.080.000.000	50.926.783	2.420.000	18.200.000	2.750
2013	2.230.000.000	60.075.966	2.790.000	18.600.000	2.930
2014	2.370.000.000	63.493.132	2.130.000	19.200.000	2.750
2015	2.370.000.000	49.052.853	2.110.000	20.400.000	2.930
2016	2.370.000.000	50.926.783	2.010.000	19.900.000	3.030
2017	2.440.000.000	65.256.830	2.190.000	20.000.000	3.230
2018	2.470.000.000	61.729.433	2.400.000	20.400.000	3.300
2019	2.450.000.000	66.248.910	2.610.000	20.400.000	3.300
2020	2.470.000.000	61.839.665	2.510.000	20.600.000	3.030

Fonte:

- 1 USGS - Base de dados - Minério de Ferro: 1932-1993 (<https://www.usgs.gov/centers/nmic/commodity-statistics-and-information>); (1994 - 2020): <https://www.usgs.gov/centers/nmic/iron-ore-statistics-and-information> .
- 2 USGS - Base de dados - Minério de Manganês: 1932-1993: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/bureau-mines-minerals-yearbook-1932-1993>; (1994 - 2020): <https://www.usgs.gov/centers/nmic/manganese-statistics-and-information>;
- 3 USGS - Base de dados - Níquel: 1932-1993: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/bureau-mines-minerals-yearbook-1932-1993>; (1994 - 2020): <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/nickel-statistics-and-information>;
- 4 USGS - Base de dados - Cobre: 1932-1993: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/bureau-mines-minerals-yearbook-1932-1993>; (1994 - 2020): <https://www.usgs.gov/centers/nmic/copper-statistics-and-information>;
- 5 USGS - Base de dados - Ouro: 1932-1993: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/bureau-mines-minerals-yearbook-1932-1993>; (1994 - 2020): <https://www.usgs.gov/centers/nmic/gold-statistics-and-information>.

ANEXO 9

Planilha de Evolução da Produção Brasileira de Minério de Ferro,
Minério de Manganês, Cobre, Níquel e Ouro no período de 1950-2020

Histórico de Produção Brasil (metal contido) 1950 - 2020

	Ferro ¹ (Produção minério beneficiado)	Manganês ² (Produção de minério beneficiado)	Níquel ³ (Produção Ni Contido)	Cobre ⁴ (Produção Cu - contido)	Ouro ⁵ (Produção , Au contido)
Ano	toneladas métricas (t)	toneladas métricas (t)	toneladas métricas (t)	toneladas métricas (t)	toneladas métricas (t)
1950	1.956.000	237.555			6
1951	2.369.000	247.320			6
1952	3.112.000	302.839	33		6
1953	3.560.000	281.152	61		5
1954	3.023.000	197.486	33		5
1955	4.084.000	258.214	63	805	5
1956	4.011.000	377.700	77	970	5
1957	4.898.000	1.115.467	99	1.543	5
1958	5.102.000	1.071.897	88	1.543	6
1959	8.766.000	1.255.141	88	1.323	6
1960	9.197.000	1.214.066	116	1.323	6
1961	10.059.000	1.234.954	121	2.094	6
1962	10.608.000	1.422.484	127	1.984	6
1963	11.042.000	1.524.189	127	1.764	4
1964	16.694.000	1.642.522	1.213	2.425	4
1965	17.873.000	1.696.332	1.243	2.646	5
1966	22.887.000	1.767.819	1.681	2.976	5
1967	21.946.000	1.460.843	1.302	2.611	6
1968	24.726.000	2.041.687	1.307	3.280	5
1969	26.728.000	2.443.310	2.094	3.626	6
1970	39.600.000	2.282.899	3.527	4.666	6
1971	42.000.000	3.161.416	3.858	6.197	5
1972	41.400.000	3.161.416	3.858	5.230	5
1973	49.708.000	1.961.988	5.009	4.146	7
1974	72.787.000	2.173.305	3.169	3.737	8
1975	79.183.000	1.984.152	3.197	3.638	8
1976	92.601.000	2.061.025	6.407	1.000	7
1977	80.706.000	1.841.669	5.153	2.395	9
1978	83.643.000	2.329.438	4.374	4.170	9
1979	102.439.000	2.745.276	3.780	5.000	11
1980	112.920.000	2.772.302	2.760	1.400	40
1981	97.928.000	2.481.293	2.836	11.800	37
1982	92.416.000	2.843.951	5.849	24.400	47
1983	87.791.000	2.541.919	13.051	40.000	54
1984	112.132.000	2.673.094	28.594	35.200	62
1985	128.251.000	3.065.515	24.666	41.000	72
1986	132.288.000	3.277.158	25.808	40.200	67
1987	134.105.000	2.515.464	26.606	40.000	84
1988	146.008.000	1.991.000	18.677	44.800	100
1989	152.300.000	1.904.000	18.826	47.400	52
1990	152.000.000	2.300.000	18.788	36.400	102
1991	152.000.000	2.000.000	20.456	37.900	89
1992	146.000.000	1.993.000	20.500	39.845	86
1993	150.000.000	1.837.000	20.500	43.396	74
1994	177.000.000	2.100.000	32.663	39.673	71
1995	184.000.000	2.398.000	32.700	48.933	62
1996	174.000.000	2.506.000	25.600	46.203	60
1997	185.000.000	2.124.000	31.936	39.952	58
1998	198.000.000	1.940.000	36.764	34.446	50
1999	194.000.000	1.656.000	41.522	31.371	53
2000	213.000.000	1.925.000	45.317	31.786	50
2001	201.000.000	1.863.000	47.097	32.734	43
2002	215.000.000	2.529.000	45.029	32.711	42
2003	231.000.000	2.544.000	45.160	26.275	40
2004	262.000.000	3.143.000	51.886	103.153	48
2005	281.000.000	3.200.000	74.198	133.325	38
2006	318.000.000	3.390.000	82.492	147.836	43
2007	355.000.000	1.570.000	58.317	206.628	50
2008	351.000.000	3.160.000	67.116	222.095	55
2009	299.000.000	2.350.000	41.059	218.192	60
2010	372.000.000	2.400.000	108.983	218.045	62
2011	398.131.000	3.483.000	131.673	218.310	65
2012	400.822.000	3.571.000	139.230	227.515	67
2013	386.270.000	2.883.000	104.829	275.039	80
2014	411.183.000	2.723.000	102.000	301.897	81
2015	430.838.000	2.868.000	94.800	350.940	85
2016	421.358.000	2.811.000	86.400	338.921	78
2017	453.704.000	3.334.000	76.800	384.542	80
2018	460.000.000	3.189.000	74.400	385.800	85
2019	405.000.000	3.726.000	55.744	363.286	90
2020	388.000.000	2.469.313	77.000	352.635	80

Fontes: 1 USGS - Base de dados - Minério de Ferro: 1932-1993 (<https://www.usgs.gov/centers/nmic/commodity-statistics-and-information>); (1994 - 2020): <https://www.usgs.gov/centers/nmic/iron-ore-statistics-and-information> .

2 USGS - Base de dados - Minério de Manganês: 1932-1993: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/bureau-mines-minerals-yearbook-1932-1993>; (1994 -2020): <https://www.usgs.gov/centers/nmic/manganese-statistics-and-information> e ANM (1994-2020): <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>.

3 USGS - Base de dados – Níquel: 1932-1993: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/bureau-mines-minerals-yearbook-1932-1993>; (1994 -2020): <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/nickel-statistics-and-information>;

4 USGS - Base de dados – Cobre: 1932-1993: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/bureau-mines-minerals-yearbook-1932-1993>; (1994 -2020): <https://www.usgs.gov/centers/nmic/copper-statistics-and-information>;

5 USGS - Base de dados – Ouro: 1932-1993: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/bureau-mines-minerals-yearbook-1932-1993>; (1994 2020):

ANEXO 10

Planilha de Evolução dos Preços Médios de Mercado
(em valores constantes de 2020) no período de 1990-2020

Preço médio anual (Preços constantes)

	Ferro China Importação de minério de ferro, finos 62% FE spot (CFR porto de Tianjin), US\$ por tonelada métrica.	Manganês* Minério de Manganês Exportação do Brasil (US\$/tonelada métrica - FOB-Porto)	Cobre Cobre, catodo grau A, preço à vista LME, portos europeus CIF, US\$ por tonelada métrica.	Níquel Níquel, grau de fusão, preço à vista LME, portos europeus CIF, US\$ por tonelada métrica.	Ouro Ouro, Comitê de Fixação da London Bullion Market Association, preço fixo das 15h de Londres, US\$ por onça troy.
Ano	US\$/t	US\$/t	US\$/t	US\$/t	US\$/onça troy
1990	27,35	173,26	5.180,95	17.255,92	746,59
1991	28,39	188,89	4.417,11	15.419,19	684,11
1992	26,27	145,01	4.194,04	12.877,73	630,90
1993	22,47	116,12	3.421,10	9.483,12	642,30
1994	19,92	104,40	4.011,56	11.017,39	668,36
1995	20,82	89,94	4.975,37	13.954,55	651,88
1996	21,30	91,97	3.766,50	12.324,22	636,93
1997	21,06	92,05	3.674,07	11.182,33	534,51
1998	21,31	76,28	2.628,11	7.347,92	467,45
1999	18,46	78,93	2.433,76	9.289,94	431,61
2000	18,64	67,36	2.716,30	12.919,69	417,91
2001	19,15	67,81	2.329,33	8.799,85	399,56
2002	18,26	64,79	2.246,63	9.767,14	446,41
2003	19,53	60,77	2.514,80	13.610,56	513,75
2004	22,43	72,54	3.919,39	18.917,57	560,11
2005	37,20	100,59	4.866,01	19.559,13	588,82
2006	43,18	61,96	8.688,51	31.140,21	780,05
2007	45,43	108,65	8.845,73	46.061,53	864,11
2008	76,28	377,67	8.627,80	26.194,43	1.080,05
2009	96,49	141,00	6.228,92	17.690,77	1.173,59
2010	174,36	184,20	8.958,65	25.919,17	1.455,40
2011	193,67	169,67	10.184,16	26.442,07	1.810,48
2012	145,81	146,35	9.029,11	19.900,47	1.893,22
2013	151,29	159,83	8.194,25	16.798,70	1.577,08
2014	108,03	124,24	7.613,48	18.739,61	1.404,57
2015	61,82	86,56	6.068,41	13.063,77	1.277,58
2016	63,18	108,32	5.251,83	10.351,96	1.346,80
2017	75,16	144,01	6.519,08	10.998,68	1.328,26
2018	72,72	161,90	6.769,98	13.596,43	1.315,82
2019	94,90	136,86	6.092,00	14.103,42	1.411,14
2020	108,07	105,11	6.174,56	13.790,43	1.769,54

Fonte:

FMI: <https://www.imf.org/en/Research/commodity-prices>; base de dados: <https://www.imf.org/-/media/Files/Research/CommodityPrices/Monthly/external-datanovember.ashx>, preço médio anual constante (atualizado pelo CPI-USA): base: 2020 = 100.

* Anuário Mineral Brasileiro (1975-2007) – ANM, teor médio utilizado = 41% Mn, base exportação: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>.

ANEXO 11

Análise de Risco da Geração de Valor - Critérios adotados



Normal



Triangular



Unifome



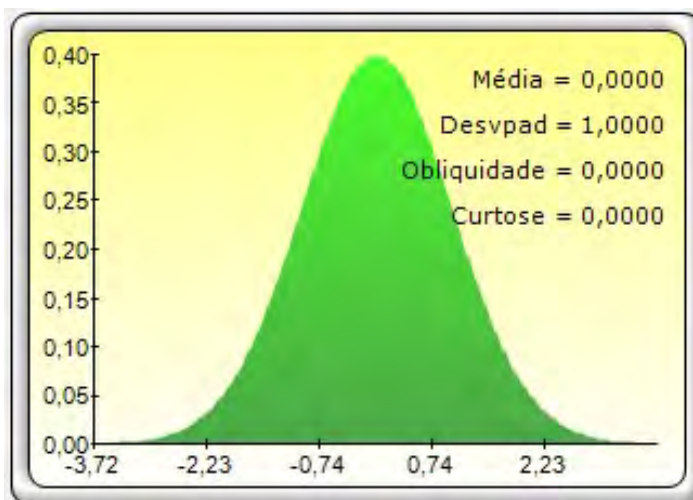
Personalizar



Arcoseno



Bernoulli



ANEXO 12

Minério de Ferro - Fluxos de Caixa de Empreendimentos-tipo

APGR - Avaliação de Potencial Geoconômico Regional - Província Mineral de Carajás

Minério de Ferro / Componente 1 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
Ramp Up (% de ocupação da CAI)		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
Produção (milhões t/ ano)		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Preço (US\$/ t - FOB Mina)		55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)		2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200
(-) ICMS		62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	
(-) PIS e COFINS		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
(-) Despesas de Vendas		44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	
(-) CFEM		77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)		480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	
- Custos Diretos		336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336
- Custos Indiretos		144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	
(-) Proteção e Recuperação Ambiental		44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	
(-) Despesas Gerais e Administrativas		66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	
EBITDA (US\$ milhão)		1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)		61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	61,2%	
(-) Depreciação de Inversões Fixas		336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais																																											
Lucro Tributável (US\$ milhão)		1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011
(-) Imposto de Renda		253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	
(-) Contribuição Social		91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)		667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	
CAPEX + Compensação Ambiental	6122	0	0	0	0	216	216	0	0	0	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	1728	1728	0	0	0	216	216	0	0	0	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	0	0	-1200
Investimentos (CAPEX)	6000	0	0	0	0	216	216	0	0	0	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	1728	1728	0	0	0	216	216	0	0	0	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	0	0	-1200
- Inversões Fixas	4800					216	216				648	648				216	216				1728	1728				216	216				648	648				216	216				-480		
- Despesas Pré-Operacionais	480																																										
- Capital de Giro	720																																										
Compensação Ambiental	122																																								-720		
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada		1003	1003	1003	1003	787	787	1003	1003	1003	355	355	1003	1003	1003	787	787	1003	1003	1003	-725	-725	1003	1003	1003	787	787	1003	1003	1003	355	355	1003	1003	1003	787	787	1003	1003	1003	2203		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada		1003	2007	3010	4013	4800	5588	6591	7594	8597	8953	9308	10311	11314	12318	13105	13892	14895	15899	16902	16177	15452	16456	17459	18462	19249	20037	21040	22043	23046	23402	23757	24760	25764	26767	27554	28341	29345	30348	31351	33554		
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública		1566	1566	1566	1566	1350	1350	1566	1566	1566	918	918	1566	1566	1566	1350	1350	1566	1566	1566	-162	-162	1566	1566	1566	1350	1350	1566	1566	1566	918	918	1566	1566	1566	1350	1350	1566	1566	1566	2766		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública		1566	3132	4698	6264	7614	8964	10530	12096	13662	14580	15498	17064	18630	20196	21546	22896	24462	26028	27594	27432	27270	28836	30402	31968	33318	34668	36234	37800	39366	40284	41202	42768	44334	45900	47250	48600	50166	51732	53298	56064		

Análise do Caso Base		(US\$ milhões)					
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública			
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)			
	9%	12%	15%	6%	8%	10%	
VPL - Valor Presente Líquido	9170	7170	5887	21068	16810	13895	
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	5,65	6,52	7,58	8,45	9,02	9,79	
Valor Residual - Perpetuidade	6145	4608	3687	20500	15375	12300	
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	196	50	14	1993	708	272	
Geração de Valor (GV)	9365	7220	5901	23061	17518	14167	
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-			-			
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	8,4			7,3			
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	45,0			30,7			

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás

Minério de Ferro / Componente 2 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
Ramp Up (% de ocupação da CAI)					50%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Produção (milhões t/ ano)					20	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Preço (US\$/ t - FOB Mina)					55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)					1100	1650	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	
(-) ICMS					31	46	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	
(-) PIS e COFINS					40	60	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
(-) Despesas de Vendas					22	33	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	
(-) CFEM					39	58	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)					312	396	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	
- Custos Diretos					218	277	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	
- Custos Indiretos					94	119	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	
(-) Proteção e Recuperação Ambiental					22	33	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	
(-) Despesas Gerais e Administrativas					22	33	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	
EBITDA (US\$ milhão)					612	991	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)					55,7%	60,0%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	
(-) Depreciação de Inversões Fixas					336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais					96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	
Lucro Tributável (US\$ milhão)					180	559	937	937	937	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	
(-) Imposto de Renda					45	140	234	234	234	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	
(-) Contribuição Social					16	50	84	84	84	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)					119	369	618	618	618	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	
CAPEX + Compensação Ambiental	6122	1621	2701	1080	360	180	180	0	216	216	0	0	0	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	1728	1728	0	0	0	216	216	0	0	0	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	0	-1200
Investimentos (CAPEX)	6000	1584	2640	1056	360	180	180	0	216	216	0	0	0	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	1728	1728	0	0	0	216	216	0	0	0	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	0	-1200
- Inversões Fixas	4800	1440	2400	960										648	648				216	216				1728	1728				216	216				648	648				216	216			-480		
- Despesas Pré-Operacionais	480	144	240	96					216	216				648	648			216	216				1728	1728				216	216				648	648				216	216						
- Capital de Giro	720				360	180	180																																			-720			
Compensação Ambiental	122	37	61	24																																									
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada		-1621	-2701	-1080	191	621	870	1050	834	802	1018	1018	1018	370	370	1018	1018	1018	802	802	1018	1018	1018	-710	-710	1018	1018	1018	802	802	1018	1018	1018	370	370	1018	1018	1018	802	802	1018	1018	1018	2218	
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada		-1621	-4322	-5402	-5211	-4591	-3720	-2670	-1835	-1034	-16	1002	2020	2390	2759	3777	4795	5813	6614	7416	8434	9452	10470	9759	9049	10067	11085	12102	12904	13706	14724	15742	16759	17129	17499	18517	19534	20552	21354	22156	23174	24191	25209	27427	
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública		-1621	-2701	-1080	362	975	1408	1588	1372	1372	1588	1588	1588	940	940	1588	1588	1588	1372	1372	1588	1588	1588	-140	-140	1588	1588	1588	1372	1372	1588	1588	1588	940	940	1588	1588	1588	1372	1372	1588	1588	1588	2788	
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública		-1621	-4322	-5402	-5040	-4065	-2657	-1069	303	1675	3263	4851	6439	7379	8319	9907	11495	13083	14455	15827	17415	19003	20591	20451	20311	21899	23487	25075	26447	27819	29407	30995	32583	33523	34463	36051	37639	39227	40599	41971	43559	45147	46735	49523	

Análise do Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	1709	22	-939	11571	7446	2535
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,27	0,00	-0,19	1,55	1,12	0,42
Valor Residual - Perpetuidade	6306	4729	3784	20867	15650	12520
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	155	36	9	1703	572	208
Geração de Valor	1864	58	-930	13274	8018	2742
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-			-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	10,7			10,7		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	43,5			29,5		

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás

Minério de Ferro / Componente 3 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46		
		p	p	p	d	d	d																																										
Ramp Up (% de ocupação da CAI)								50%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
Produção (milhões t/ ano)								20	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Preço (US\$/ t - FOB Mina)								55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)								1100	1650	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200
(-) ICMS								31	46	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	
(-) PIS e COFINS								40	60	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
(-) Despesas de Vendas								22	33	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	
(-) CFEM								39	58	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)								312	396	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	
- Custos Diretos								218	277	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336
- Custos Indiretos								94	119	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144		
(-) Proteção e Recuperação Ambiental								22	33	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	
(-) Despesas Gerais e Administrativas								22	33	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	
EBITDA (US\$ milhão)								612	991	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369	1369
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)								55,7%	60,0%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%	62,2%
(-) Depreciação de Inversões Fixas								336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais								96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	
Lucro Tributável (US\$ milhão)								180	559	937	937	937	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033
(-) Imposto de Renda								45	140	234	234	234	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258		
(-) Contribuição Social								16	50	84	84	84	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)								119	369	618	618	618	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	
Pesquisa Mineral+CAPEX+Comp. Ambiental	6130	2	2	4	1621	2701	1080	360	180	180	0	216	216	0	0	0	648	648	0	1	1	218	216	0	0	0	1728	1728	0	0	0	216	216	1	1	2	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	-1200		
Pesquisa Mineral	8	1,6	2,4	4															0,8	1,2	2	216	216	0	0	0	1728	1728	0	0	0	216	216	0,8	1,2	2			0	0	0	216	216	0	0	0	-1200		
Investimentos (CAPEX)	6000				1584	2640	1056	360	180	180	0	216	216	0	0	0	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	1728	1728	0	0	0	216	216	0	0	0	648	648	0	0	0	216	216	0	0	0	-1200		
- Inversões Fixas	4800				1440	2400	960					216	216				648	648				216	216				1728	1728				216	216				648	648				216	216			-480			
- Despesas Pré-Operacionais	480				144	240	96												0	0	0	216	216				1728	1728				216	216	0			648	648				216	216						
- Capital de Giro	720							360	180	180																																			-720				
Compensação Ambiental	122				37	61	24																																										
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada		-2	-2	-4	-1621	-2701	-1080	191	621	870	1050	834	802	1018	1018	1018	370	370	1018	1017	1017	800	802	1018	1018	1018	-710	-710	1018	1018	1018	802	802	1017	1017	1016	370	370	1018	1018	1018	802	802	1018	1018	1018	2218		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada		-2	-4	-8	-1629	-4330	-5410	-5219	-4599	-3728	-2678	-1843	-1042	-24	994	2012	2382	2751	3769	4786	5803	6602	7404	8422	9440	10458	9747	9037	10055	11073	12090	12892	13694	14711	15728	16743	17113	17483	18501	19518	20536								

Análise do Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	1312	9	-623	9706	5903	3572
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,27	0,00	-0,19	1,54	1,12	0,79
Valor Residual - Perpetuidade	6306	4729	3784	20867	15650	12520
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	120	26	6	1430	454	156
Geração de Valor	1432	35	-617	11137	6357	3728
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-			-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	13,7			13,7		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	43,5			29,5		

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás
Minério de Ferro / Componente 4 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

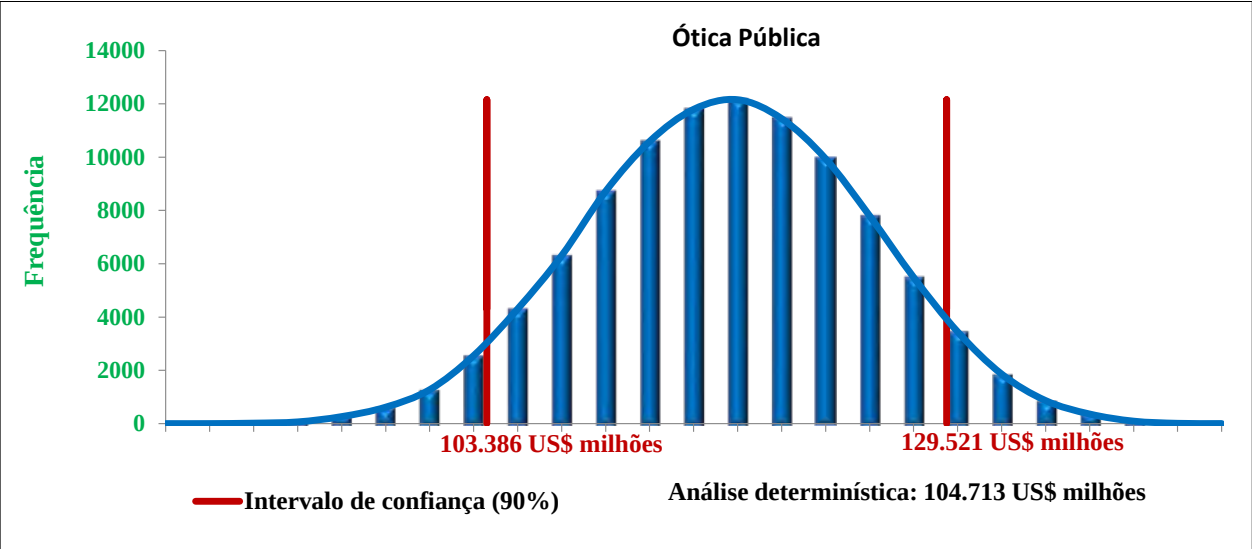
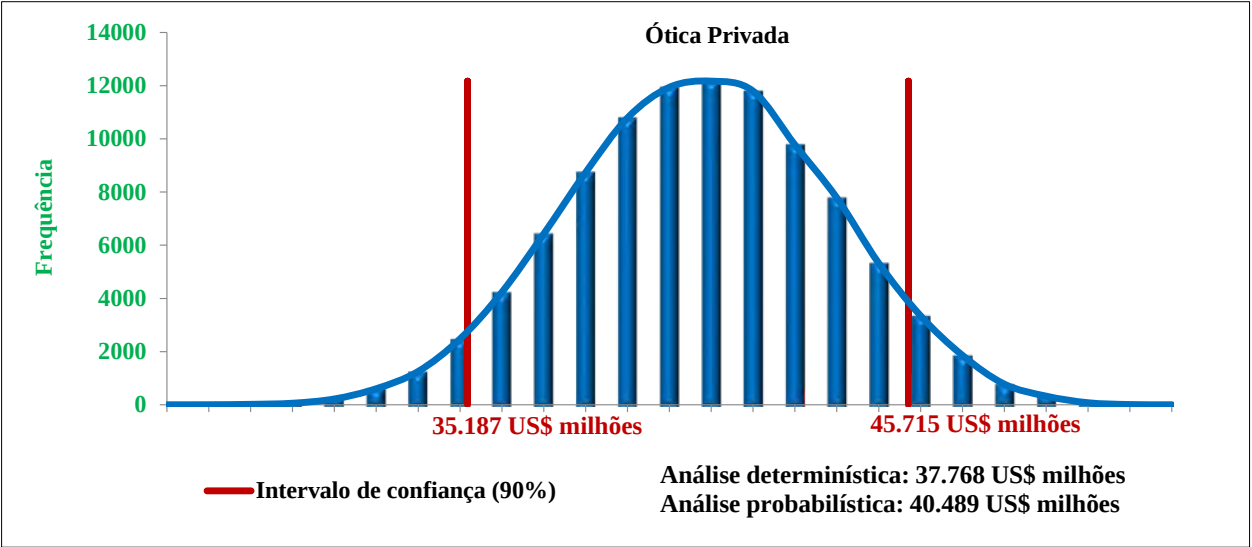
[illegible]

Análise do Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	1103	5	-473	8637	5059	2950
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,27	0,00	-0,19	1,54	1,12	0,78
Valor Residual - Perpetuidade	6306	4729	3784	20867	15650	12520
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	101	21	5	1273	389	129
Geração de Valor	1204	26	-468	9910	5449	3079
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-			-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	15,7			15,8		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	43,5			29,5		

ANEXO 13

Minério de Ferro - Resultados da Análise de Riscos e Incertezas

Minério de Ferro



ANEXO 14

Minério de Manganês - Fluxos de Caixa de Empreendimentos-tipo

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás

Minério de Manganês / Componente 1 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Total				
Ramp Up (% de ocupação da CAI)		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%					
Produção (milhões t/ ano)		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6				
Preço (US\$/ t - FOB Mina)		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60			
(-) ICMS		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
(-) PIS e COFINS		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
(-) Despesas de Vendas		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
(-) CFEM		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		
- Custos Diretos		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
- Custos Indiretos		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
(-) Proteção e Recuperação Ambiental		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		
(-) Despesas Gerais e Administrativas		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8		
EBITDA (US\$ milhão)		27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27		
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)		45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%		
(-) Depreciação de Inversões Fixas		36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96		
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais																																														
Lucro Tributável (US\$ milhão)		-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10		
(-) Imposto de Renda		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) Contribuição Social		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAPEX + Compensação Ambiental	673	0	0	0	0	24	24	0	0	0	71	71	0	0	0	24	24	0	0	0	190	190	0	0	0	24	24	0	0	0	71	71	0	0	0	24	24	0	0	0	0	0	0	0	-132	
Investimentos (CAPEX)	660	0	0	0	0	23,76	23,76	0	0	0	71,28	71,28	0	0	0	23,76	23,76	0	0	0	190,08	190,08	0	0	0	23,76	23,76	0	0	0	71,28	71,28	0	0	0	23,76	23,76	0	0	0	0	0	0	0	-132	
- Inversões Fixas	528					23,76	23,76				71,28	71,28				23,76	23,76				190,08	190,08				23,76	23,76				71,28	71,28				23,76	23,76						-52,8			
- Despesas Pré-Operacionais	52,8																																													
- Capital de Giro	79,2																																													
Compensação Ambiental	13																																											-79,2		
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada		37	37	37	37	13	13	37	37	37	-34	-34	37	37	37	13	13	37	37	37	-153	-153	37	37	37	13	13	37	37	37	-34	-34	37	37	37	13	13	37	37	37	37	169				
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada		37	74	111	148	161	174	211	248	285	251	216	253	290	327	341	354	391	428	465	312	158	195	232	269	282	296	333	370	407	372	338	375	412	449	462	475	512	549	586	755					
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública		33	33	33	33	9	9	33	33	33	-38	-38	33	33	33	9	9	33	33	33	-157	-157	33	33	33	9	9	33	33	33	-38	-38	33	33	33	9	9	33	33	33	33	165				
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública		33	66	99	132	141	150	183	216	249	211	173	206	239	272	281	290	323	356	389	232	75	108	141	174	183	193	226	259	292	253	215	248	281	314	323	333	366	399	432	597					

Análise do Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	219	184	160	222	188	167
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,33	0,27	0,24	0,33	0,28	0,25
Valor Residual - Perpetuidade	-140	-105	-84	-66	-50	-40
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	-4	-1	0	-6	-2	-1
Geração de Valor (GV)	215	183	160	216	186	166
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)				-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)				8,4		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)				129,4		
				7,3		
				110,3		

Minério de Manganês / Componente 2 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

Análise de Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	-351	-365	-368	-290	-338	160
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,69	0,72	0,73	0,57	0,67	-0,32
Valor Residual - Perpetuidade	-127	-95	-76	124	93	74
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	-3	-1	0	10	3	1
Geração de Valor	-354	-366	-368	-280	-334	162
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)				-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	10,7			10,7		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	97,3			84,9		

Análise de Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	-351	-365	-368	-290	-338	160
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,69	0,72	0,73	0,57	0,67	-0,32
Valor Residual - Perpetuidade	-127	-95	-76	124	93	74
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	-3	-1	0	10	3	1
Geração de Valor	-354	-366	-368	-280	-334	162
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)				-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	10,7			10,7		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	97,3			84,9		

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás
Minério de Manganês / Componente 3 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	Total			
Ramp Up (% de ocupação da CAI)																																																			
Produção (milhões t/ano)								50%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
Preço (US\$/ t - FOB Mina)								0,3	0,45	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6		
								100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)								30	45	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
(-) ICMS								1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
(-) PIS e COFINS								1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
(-) Despesas de Vendas								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
(-) CFEM								1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)								8	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
- Custos Diretos								5	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
- Custos Indiretos								2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
(-) Proteção e Recuperação Ambiental								0,6	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
(-) Despesas Gerais e Administrativas								0,6	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
EBITDA (US\$ milhão)								18	28	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)								58,5%	62,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	
(-) Depreciação de Inversões Fixas								36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais								10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56		
Lucro Tributável (US\$ milhão)								-30	-19	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9			
(-) Imposto de Renda								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
(-) Contribuição Social								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)								0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pesquisa Mineral+CAPEX+Comp. Ambiental	679	1	2	3	178	297	119	40	20	20	0	24	24	0	0	71	71	0	1	1	25	24	0	0	0	190	190	0	0	0	24	24	0	1	1	73	71	0	0	0	24	24	0	0	0	-132					
Pesquisa Mineral	5,8	1,2	1,7	2,9																0,6	0,9	1,4																													
Investimentos (CAPEX)	660				174,24	290,4	116,16	39,6	19,8	19,8	0	23,76	23,76	0	0	0	71,28	71,28	0	0	23,76	23,76	0	0	0	190,08	190,08	0	0	0	23,76	23,76	0	0	0	0	0	71,28	71,28	0	0	0	23,76	23,76	0	0	0	-132			
- Inversões Fixas	528				158,4	264	105,6					23,76	23,76				71,28	71,28			23,76	23,76				190,08	190,08				23,76	23,76						71,28	71,28				23,76	23,76				-52,8			
- Despesas Pré-Operacionais	52,8				15,84	26,4	10,56																																												
- Capital de Giro	79,2							39,6	19,8	19,8																																									
Compensação Ambiental	13				4	7	3																																										-79,2		
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada		-1	-2	-3	-178	-297	-119	8	28	28	48	24	14	38	38	38	-33	-33	38	38	37	13	14	38	38	38	-152	-152	38	38	38	38	14	38	38	37	-35	-33	38	38	38	38	14	38	38	38	170				
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada		-1	-3	-6	-184	-481	-609	-592	-564	-537	-489	-465	-451	-413	-375	-337	-370	-403	-365	-327	-290	-277	-263	-225	-186	-148	-300	-452	-414	-376	-338	-323	-309	-271	-233	-196	-231	-264	-226	-188	-149	-135	-121	-83	-44	-6	164				
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública		-1	-2	-3	-178	-297	-119	13	25	44	21	21	44	44	44	44	-27	-47	-44	44	44	19	21	44	44	-146	-146	44	44	44	44	21	21	44	44	-28	-27	44	44	44	21	21	44	44	176						
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública		-1	-3	-6	-184	-481	-609	-619	-607	-582	-538	-517	-496	-452	-408	-363	-390	-417	-373	-329	-285	-266	-245	-201	-157	-112	-258	-403	-359	-315	-270	-250	-229	-185	-141	-97	-126	-152	-108	-64	-19	1	22	66	111	155	332				

Análise do Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	-276	-265	-246	-250	-274	-277
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,70	0,67	0,62	0,63	0,69	0,70
Valor Residual - Perpetuidade	-127	-95	-76	124	93	74
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	-2	-1	0	8	3	1
Geração de Valor	-279	-265	-246	-241	-271	-276
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-			-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	13,7			13,7		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	97,3			84,9		

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás
Minério de Manganês / Componente 4 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

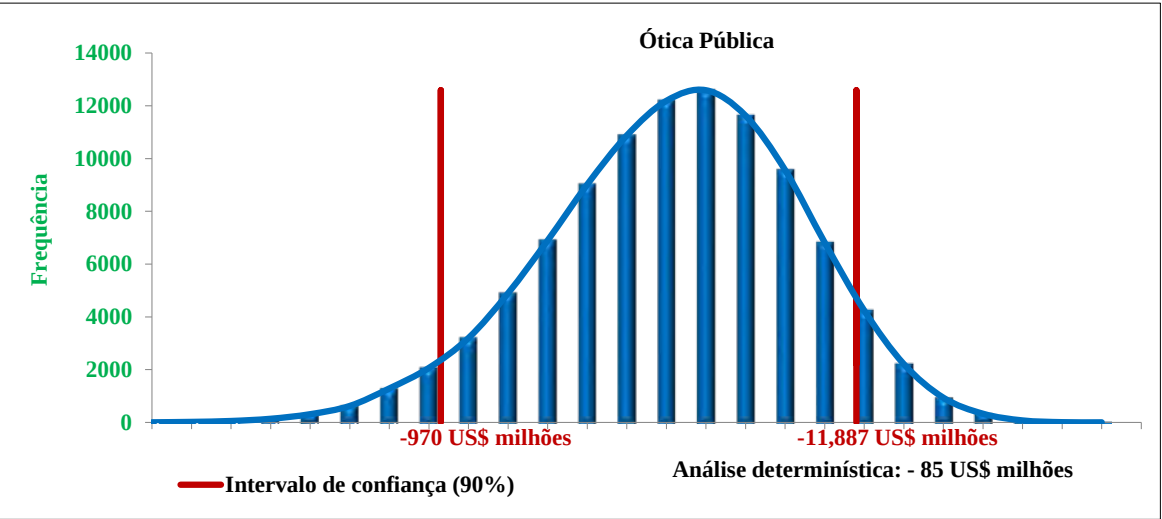
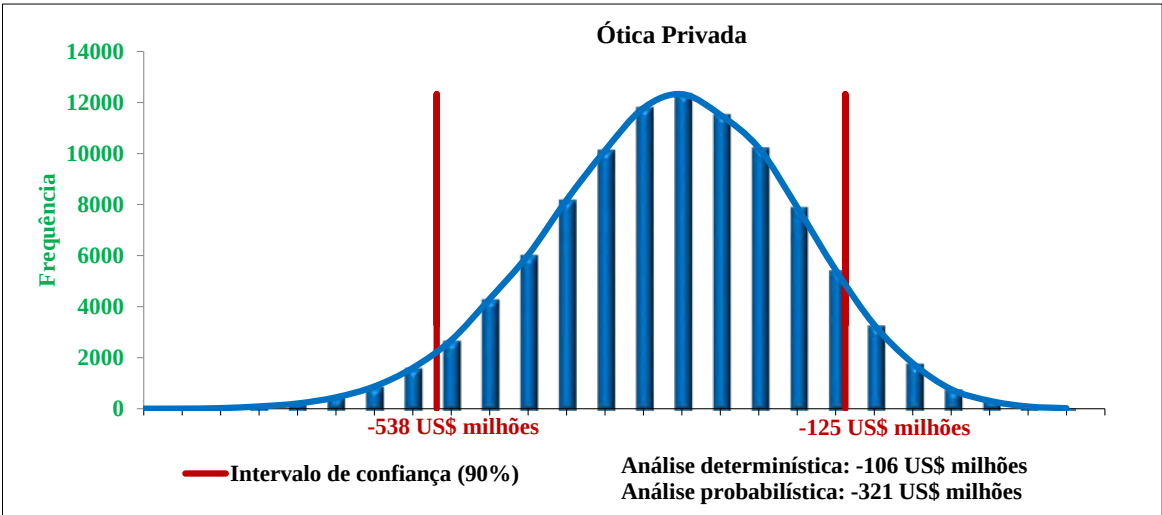
	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	Total			
Ramp Up (% de ocupação da CAI)																																																					
Produção (milhões t/ ano)	0,3	0,45	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6			
Preço (US\$/ t - FOB Mina)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)	30	45	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
(-) RCMS	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
(-) PIS e COFINS	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
(-) Despesas de Vendas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
(-) CFEM	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)	8	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
- Custos Diretos	5	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
- Custos Indiretos	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
(-) Proteção e Recuperação Ambiental	0,6	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
(-) Despesas Gerais e Administrativas	0,6	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
EBITDA (US\$ milhão)	18	28	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39		
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)	58,5%	62,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	64,5%	
(-) Depreciação de Inversões Fixas	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96	36,96
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56	
Lucro Tributável (US\$ milhão)	-30	-19	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	
(-) Imposto de Renda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0</																																			

Análise do Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	-234	-212	-187	-224	-236	-231
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,70	0,64	0,56	0,67	0,71	0,69
Valor Residual - Perpetuidade	-127	-95	-76	124	93	74
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	-2	0	0	8	2	1
Geração de Valor	-236	-213	-187	-216	-234	-230
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)		-			-	
PDR - Prazo de Retorno - (anos)		15,7			15,8	
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)		97,3			84,9	

ANEXO 15

Minério de Manganês - Resultados da Análise de Riscos e Incertezas

Minério de Manganês



ANEXO 16

Cobre - Fluxos de Caixa de Empreendimentos-tipo

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás
Cobre / Componente 1 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Total
Ramp Up (% de ocupação da CAI)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Produção (milhões t/ano)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
Preço (US\$ t - FOB Mina)	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	
(-) ICMS	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26		
(-) PIS e COFINS	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34		
(-) Despesas de Vendas	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19		
(-) CFEM	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19		
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	
- Custos Diretos	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81		
- Custos Indiretos	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35		
(-) Proteção e Recuperação Ambiental	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55		
(-) Despesas Gerais e Administrativas	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	27,825	
EBITDA (US\$ milhão)	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669	669		
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%	72,1%		
(-) Depreciação de Investimentos Fixos	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406		
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais																																										
Lucro Tributável (US\$ milhão)	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591		
(-) Imposto de Renda	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148		
(-) Contribuição Social	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53		
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390		
CAPEX + Compensação Ambiental	1410	0	0	0	0	50	50	0	0	0	149	149	0	0	0	50	50	0	0	0	398	398	0	0	0	50	50	0	0	0	149	149	0	0	0	50	50	0	0	-276		
Investimentos (CAPEX)	1382,25	0	0	0		49,761	49,761	0	0	0	149,283	149,283	0	0	0	49,761	49,761	0	0	0	398,088	398,088	0	0	0	49,761	49,761	0	0	0	149,283	149,283	0	0	0	49,761	49,761	0	0	-276,45		
- Investimentos Fixos	1105,8					49,761	49,761				149,283	149,283				49,761	49,761				398,088	398,088				49,761	49,761				149,283	149,283				49,761	49,761		0			
- Despesas Pré-Operacionais	110,58																																						-110,58			
- Capital de Giro	165,87																																						-165,87			
Compensação Ambiental	28																																									
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada	468	468	468	468	418	418	468	468	468	468	319	319	468	468	468	418	418	468	468	468	70	70	468	468	468	418	418	468	468	468	319	319	468	468	468	418	418	468	468	468	744	
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada	468	936	1403	1871	2289	2707	3175	3643	4111	4429	4748	5216	5683	6151	6569	6987	7455	7923	8391	8860	8530	8998	9466	9933	10351	10769	11237	11705	12173	12641	12810	13278	13746	14213	14631	15049	15517	15985	16453	17197		
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública	747	747	747	747	698	698	747	747	747	747	598	598	747	747	747	698	698	747	747	747	349	349	747	747	747	698	698	747	747	747	598	598	747	747	698	698	747	747	747	1024		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública	747	1495	2242	2989	3687	4384	5132	5879	6626	7298	7822	8570	9317	10064	10762	11460	12207	12954	13702	14051	14400	15147	15895	16642	17340	18037	18784	19532	20279	20877	21475	22223	22970	23717	24415	25112	25860	26607	27354	28378		

Análise do Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	4658	3603	2928	10670	8482	6981
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	3,30	2,55	2,08	7,56	6,01	4,95
Valor Residual - Perpetuidade	4045	3034	2427	11165	8374	6699
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	129	33	9	1086	385	148
Geração de Valor (GV)	4787	3636	2937	11755	8868	7129
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-			-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	8,4			7,3		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	26,4			17,3		

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás

Cobre / Componente 2 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	Total		
Ramp Up (% de ocupação da CAI)					50%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Produção (milhões t/ ano)					0,125	0,1875	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
Preço (US\$/ t - FOB Mina)					3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)					463,75	695,625	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	
(-) ICMS					13	20	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
(-) PIS e COFINS					17	25	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
(-) Despesas de Vendas					9	14	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
(-) CFEM					9	14	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)					75	95	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115
- Custos Diretos					52	67	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	
- Custos Indiretos					22	29	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
(-) Proteção e Recuperação Ambiental					9,275	13,9125	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	
(-) Despesas Gerais e Administrativas					9,275	13,9125	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	
EBITDA (US\$ milhão)					322	500	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)					69,4%	71,9%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	
(-) Depreciação de Inversões Fixas					77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais					22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116		
Lucro Tributável (US\$ milhão)					222	400	579	579	579	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	
(-) Imposto de Renda					56	100	145	145	145	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150		
(-) Contribuição Social					20	36	52	52	52	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)					147	264	382	382	382	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	
CAPEX + Compensação Ambiental	1410	373	622	249	83	41	41	0	50	50	0	0	0	149	149	0	0	0	50	50	0	0	0	398	398	0	0	0	50	50	0	0	0	149	149	0	0	0	50	50	0	0	0	0	-276		
Investimentos (CAPEX)	1382,25	364,914	608,19	243,276	82,935	41,4675	41,4675	0	49,761	49,761	0	0	0	149,283	149,283	0	0	0	49,761	49,761	0	0	0	398,088	398,088	0	0	0	49,761	49,761	0	0	0	149,283	149,283	0	0	0	49,761	49,761	0	0	0	0	-276,45		
- Inversões Fixas	1105,8	331,74	552,9	221,16					49,761	49,761				149,283	149,283				49,761	49,761				398,088	398,088				49,761	49,761				149,283	149,283				49,761	49,761				-110,58			
- Despesas Pré-Operacionais	110,58	33,174	55,29	22,116																																											
- Capital de Giro	165,87				82,935	41,4675	41,4675																																					-165,87			
Compensação Ambiental	28	8	14	6																																											
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada	-373	-622	-249	163	322	440	481	432	424	474	474	474	325	325	474	474	474	474	424	424	474	474	76	76	474	474	474	474	424	424	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	750		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada	-373	-996	-1245	-1081	-759	-319	162	594	1018	1492	1966	2440	2765	3089	3563	4037	4511	4935	5359	5833	6307	6781	6857	6933	7407	7881	8355	8779	9203	9677	10151	10625	10949	11274	11748	12222	12696	13120	13544	14018	14492	14966	15716				
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública	-373	-622	-249	278	517	715	757	707	707	757	757	607	757	757	757	757	757	707	757	757	757	359	359	757	787	757	707	707	757	757	607	607	757	757	757	757	757	707	707								

Análise do Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	2259	1300	731	7374	5204	939
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	-2,13	-1,23	-0,69	-6,97	-4,92	-0,89
Valor Residual - Perpetuidade	4113	3085	2468	11320	8490	6792
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	101	24	6	924	310	113
Geração de Valor	2360	1323	737	8298	5514	1052
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-			-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	10,7			10,7		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	24,8			16,1		

APGR - Avaliação de Potencial Goeconômico Regional - Província Mineral de Carajás

Cobre / Componente 3 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	Total	
Ramp Up (% de ocupação da CAI)								50%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Produção (milhões t/ ano)								0,125	0,1875	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Preço (US\$/ t - FOB Mina)								3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00	3710,00
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)								463,75	695,625	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	927,5	
(-) ICMS								13	20	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
(-) PIS e COFINS								17	25	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
(-) Despesas de Vendas								9	14	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
(-) CFEM								9	14	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)								75	95	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115
- Custos Diretos								52	67	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	
- Custos Indiretos								22	29	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
(-) Proteção e Recuperação Ambiental								9,275	13,9125	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	
(-) Despesas Gerais e Administrativas								9,275	13,9125	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	
EBITDA (US\$ milhão)								322	500	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)								69,4%	71,9%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%	73,1%		
(-) Depreciação de Inversões Fijas								77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	77,406	
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais								22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116	22,116		
Lucro Tributável (US\$ milhão)								222	400	579	579	579	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	
(-) Imposto de Renda								56	100	145	145	145	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150		
(-) Contribuição Social								20	36	52	52	52	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54		
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)								147	264	382	382	382	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	397	
Pesquisa Mineral+CAPEX+Comp. Ambiental	1518	22	32	54	373	622	249	83	41	41	0	50	50	0	0	0	149	149	0	11	16	77	50	0	0	0	398	398	0	0	0	50	50	11	16	27	149	149	0	0	0	50	50	0	0	0	-276		
Pesquisa Mineral	108	22	32	54																11	16	27											11	16	27														
Investimentos (CAPEX)	1382,25				364,914	608,19	243,3				0	49,761	49,761	0	0	0	149,283	149,283	0	0	0	49,761	49,761	0	0	0	398,088	398,088	0	0	0	49,761	49,761	0	0	0	149,283	149,283	0	0	0	49,761	49,761	0	0	0	-276,45		
- Inversões Fijas	1105,18				331,74	552,9	221,2										149,283	149,283				49,761	49,761				398,088	398,088				49,761	49,761				149,283	149,283				49,761	49,761			-110,58			
- Despesas Pré-Operacionais	110,58				33,174	55,29	22,12															49,761	49,761																										
- Capital de Giro	165,87																																																
Compensação Ambiental	28				8	14	6																																							-165,87			
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada		-22	-32	-54	-373	-622	-249	163	322	440	481	432	424	474	474	474	325	325	474	463	458	397	424	474	474	474	76	76	474	474	474	424	424	463	458	447	325	325	474	474	474	424	424	474	474	750			
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada		-22	-54	-108	-481	-1103	-1352	-1189	-866	-427	55	487	911	1385	1859	2333	2657	2982	3456	3919	4377	4774	5198	5672	6146	6620	6696	6772	7245	7719	8193	8617	9042	9505	9963	10410	10734	11059	11533	12007	12481	12905	13329	13803	14277	14751	15501		
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública		-22	-32	-54	-373	-622	-249	278	517	715	757	707	707	757	757	757	607	607	757	746	740	680	707	757	757	757	359	359	757	757	757	707	707	746	740	730	607	607	757	757	707	707	757	757	1033				
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública		-22	-54	-108	-481	-1103	-1352	-1074	-557	158	915	1622	2329	3085	3842	4598	5206	5813	6570	7316	8056	8736	9443	10199	10956	11713	12071	12430	13186	13943	14699	15406	16113	16859	17599	18329	18936	19544	20300	21057	21814	22520	23227	23984	24740	25497	26530		

Análise do Caso Base	
----------------------	--

Cobre / Componente 4 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

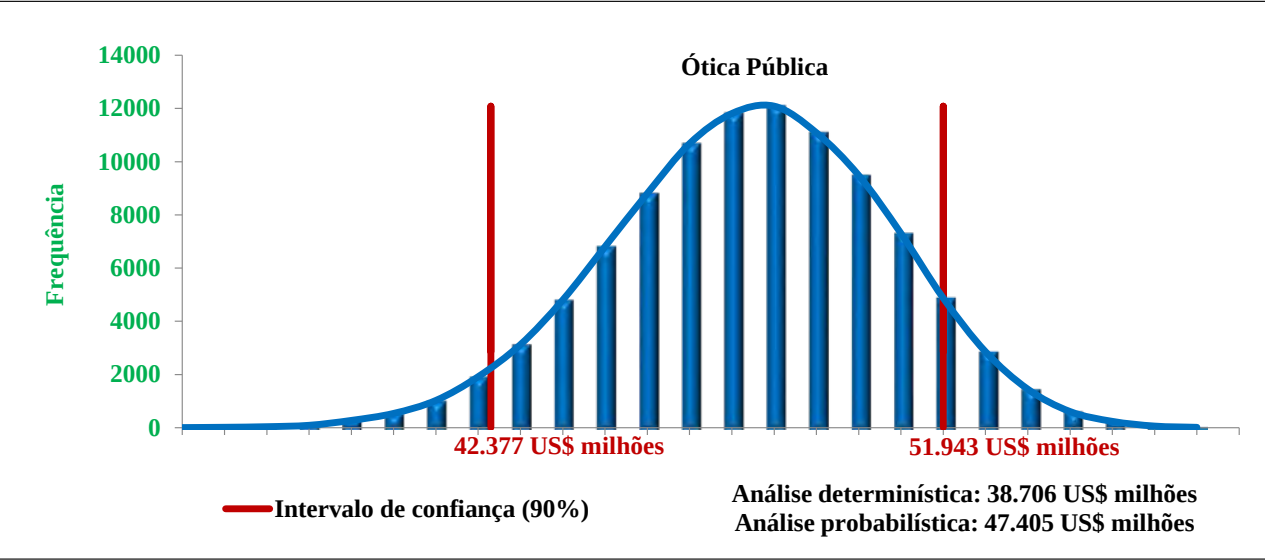
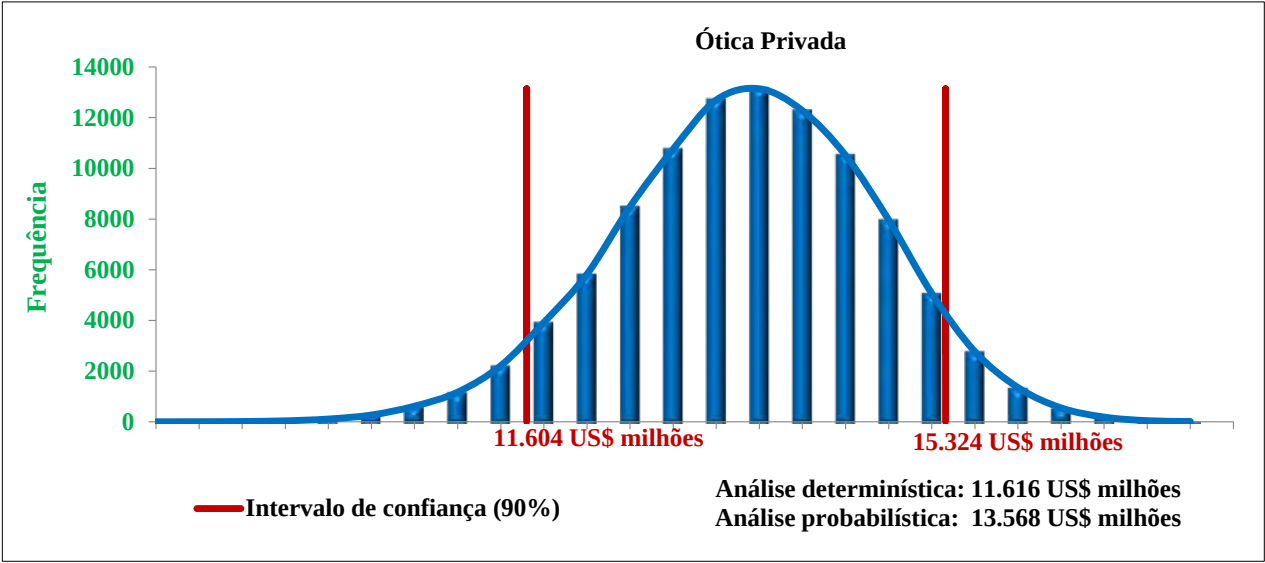
Indicadores	Análise do Caso Base		(US\$ milhões)			
	Ótica Privada		Ótica Pública			
	9% de Desconto (a.a.)		Tx. de Descont. (a.a.)			
	9%	12% - 15%	8%	10%		
VPL - Valor Presente Líquido	1360	644	280	539	3427	2241
VPL - Relação do Valor Presente Líquido	-1,74	-0,82	-0,36	-6,87	-4,38	-2,86
RAVRI - Perpetuidade	4113	3085	2468	11320	8490	6792
VPL - do Valor Residual - Perpetuidade	66	13	3	690	211	70
Geração de Valor	1426	657	283	6970	3638	2311
TIR - Taxa Interna de Retorno (a.a.)						
PDR - Preço de Retorno - (anos)	15,7			15,8		
PDE - Ponto de Equilíbrio (a.a. da CAJ)	24,8			16,1		

Indicadores	Análise do Caso Base		(US\$ milhões)			
	Ótica Privada		Ótica Pública			
	9% de Desconto (a.a.)		Tx. de Descont. (a.a.)			
	9%	12% - 15%	8%	10%		
VPL - Valor Presente Líquido	1360	644	280	539	3427	2241
VPL - Relação do Valor Presente Líquido	-1,74	-0,82	-0,36	-6,87	-4,38	-2,86
RAVRI - Perpetuidade	4113	3085	2468	11320	8490	6792
VPL - do Valor Residual - Perpetuidade	66	13	3	690	211	70
Geração de Valor	1426	657	283	6970	3638	2311
TIR - Taxa Interna de Retorno (a.a.)						
PDR - Preço de Retorno - (anos)	15,7			15,8		
PDE - Ponto de Equilíbrio (a.a. da CAJ)	24,8			16,1		

ANEXO 17

Cobre - Resultados da Análise de Riscos e Incertezas

Cobre



ANEXO 18

Níquel - Fluxos de Caixa de Empreendimentos-tipo

Níquel / Componente 1 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

Indicadores	Análise do Caso Base		(US\$ milhões)	
	Ótica Privada		Ótica Pública	
	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.
VPL - Valor Presente Líquido	9%	12%	15%	9%
VRPL - Relação do Valor Presente Líquido	1,02	0,80	0,66	2,38
VPL - Residual - Perpetuidade	623	467	374	2683
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	20	5	1	261
Geração de Valor (GV)	1272	994	820	3199
TIR - Taxa Interna de Retorno (%) a.a.				
PDR - Prazo de Retorno - (anos)		8,4		7,3
PDE - Ponto de Equilíbrio (%) da CAI		65,4		48,1

Indicadores	Análise do Caso Base		(US\$ milhões)	
	Ótica Privada		Ótica Pública	
	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.
VPL - Valor Presente Líquido	9%	12%	15%	9%
VRPL - Relação do Valor Presente Líquido	1,02	0,80	0,66	2,38
VPL - Residual - Perpetuidade	623	467	374	2683
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	20	5	1	261
Geração de Valor (GV)	1272	994	820	3199
TIR - Taxa Interna de Retorno (%) a.a.				
PDR - Prazo de Retorno - (anos)		8,4		7,3
PDE - Ponto de Equilíbrio (%) da CAI		65,4		48,1

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás

Níquel / Componente 2 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	Total	
Ramp Up (% de ocupação da CAI)					50%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Produção (milhões t/ ano)					0,015	0,0225	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Preço (US\$/ t - FOB Mina)					16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)					243	364,5	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	
(-) ICMS					7	10	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
(-) PIS e COFINS					9	13	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
(-) Despesas de Vendas					5	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
(-) CFEM					5	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)					145	184	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	
- Custos Diretos					102	129	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	
- Custos Indiretos					44	55	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67		
(-) Proteção e Recuperação Ambiental					4,86	7,29	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72		
(-) Despesas Gerais e Administrativas					4,86	7,29	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72		
EBITDA (US\$ milhão)					63	128	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)					25,8%	35,0%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%		
(-) Depreciação de Inversões Fixas					67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais					19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	
Lucro Tributável (US\$ milhão)					-24	41	105	105	105	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	
(-) Imposto de Renda					0	10	26	26	26	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31		
(-) Contribuição Social					0	4	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11		
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)					0	27	70	70	70	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	
CAPEX + Compensação Ambiental	1234	327	544	218	73	36	36	0	44	44	0	0	0	131	131	0	0	0	44	44	0	0	0	348	348	0	0	0	0	44	44	0	0	0	131	131	0	0	44	44	0	0	0	-242		
Investimentos (CAPEX)	1208,94	319,16016	531,9336	212,77344	72,5364	36,2682	36,2682	0	43,52184	43,52184	0	0	0	130,56552	130,56552	0	0	0	43,52184	43,52184	0	0	0	348,17472	348,17472	0	0	0	43,52184	43,52184	0	0	0	130,56552	130,56552	0	0	0	43,52184	43,52184	0	0	0	-241,788		
- Inversões Fixas	967,152	290,1456	483,576	193,4304										130,56552	130,56552				43,52184	43,52184				348,17472	348,17472				43,52184	43,52184				130,56552	130,56552				43,52184	43,52184						
- Despesas Pré-Operacionais	96,7152	29,01456	48,3576	19,34304																																										
- Capital de Giro	145,0728				72,5364	36,2682	36,2682																																							
Compensação Ambiental	25	7	12	5																																										
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada		-327	-544	-218	15	78	120	157	113	107	150	150	150	19	19	150	150	150	107	107	150	150	150	-198	-198	150	150	150	107	107	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	392		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada		-327	-871	-1089	-1074	-997	-876	-720	-606	-500	-350	-200	-50	-30	-11	139	289	439	546	652	802	952	1102	904	706	856	1006	1156	1262	1369	1519	1669	1819	1838	1858	2008	2158	2308	2415	2521	2671	2821	2971	3363		
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública		-327	-544	-218	11	122	197	234	190	190	234	234	234	103	103	234	234	234	190	190	234	234	234	-115	-115	234	234	234	190	190	234	234	234	234	234	234	234	234	234	234	234	234	234	475		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública		-327	-871	-1089	-1078	-956	-758	-525	-335	-145	89	322	556	659	762	995	1229	1462	1652	1842	2076	2309	2543	2428	2313	2547	2780	3014	3204	3394	3627	3861	4094	4197	4300	4534	4767	5001	5191	5381	5614	5848	6081	6557		

Análise do Caso Base					(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública			
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)			
	9%	12%	15%	6%	8%	10%	
VPL - Valor Presente Líquido	-86	-295	-408	1268	708	432	
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,09	0,32	0,44	-1,37	-0,76	-0,47	
Valor Residual - Perpetuidade	659	494	395	2764	2073	1658	
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	16	4	1	226	76	28	
Geração de Valor	-70	-291	-407	1493	784	460	
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	10,7			10,7			
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	63,7			46,6			
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)							

APGR - Avaliação de Potencial Goeconômico Regional - Província Mineral de Carajás

Níquel / Componente 3 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	Total
Ramp Up (% de ocupação da CAI)								50%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Produção (milhões t/ano)								0,015	0,0225	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Preço (US\$ t - FOB Mina)								16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00	16200,00
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)								243	364,5	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	
(-) ICMS								7	10	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		
(-) PIS e COFINS								9	13	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		
(-) Despesas de Vendas								5	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
(-) CFEM								5	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)								145	184	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	
- Custos Diretos								102	129	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156		
- Custos Indiretos								44	55	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67			
(-) Proteção e Recuperação Ambiental								4,86	7,29	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72		
(-) Despesas Gerais e Administrativas								4,86	7,29	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72		
EBITDA (US\$ milhão)								63	128	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192		
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)								25,8%	35,0%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%	39,6%		
(-) Depreciação de Inversões Fixas								67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	67,70064	
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais								19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	19,34304	
Lucro Tributável (US\$ milhão)								-24	41	105	105	105	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	
(-) Imposto de Renda								0	10	26	26	26	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31			
(-) Contribuição Social								0	4	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11		
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)								0	27	70	70	70	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	
Pesquisa Mineral+CAPEX+Comp. Ambiental	1414	36	54	90	327	544	218	73	36	36	0	44	44	0	0	0	131	131	0	18	27	89	44	0	0	0	348	348	0	0	0	44	44	0	18	27	176	131	0	0	0	44	44	0	0	-242		
Pesquisa Mineral	180	36	54	90															18	27	27	45											18	27	45													
Investimentos (CAPEX)	1208,94																																															
- Inversões Fixas	967,152																																															
- Despesas Pré-Operacionais	96,7152																																															
- Capital de Giro	145,0728																																															
Compensação Ambiental	25																																															
Fluxo de Caixa (Sólido) - Ótica Privada		-36	-54	-90	-327	-544	-218	15	78	120	157	113	107	150	150	150	19	19	150	132	123	62	107	150	150	-198	-198	150	150	150	107	107	150	132	123	-26	19	150	150	150	107	107	150	150	150	392		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada		-36	-90	-180	-507	-1051	-1269	-1254	-1177	-1056	-900	-786	-680	-530	-380	-230	-210	-191	-41	91	214	276	382	532	682	832	634	436	586	736	886	992	1099	1249	1381	1504	1478	1498	1648	1798	1948	2055	2161	2311	2461	2611	3003	
Fluxo de Caixa (Sólido) - Ótica Pública		-36	-54	-90	-327	-544	-218	11	122	197	234	190	190	234	234	234	103	103	234	216	207	145	190	234	234	-115	-115	234	234	234	190	190	234	216	207	58	103	234	234	234	190	190	234	234	234	475		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública		-36	-90	-180	-507	-1051	-1269	-1258	-1136	-938	-705	-515	-325	-91	142	376	479	582	815	1031	1237	1382	1572	1806	2039	2273	2158	2043	2277	2510	2744	2934	3124	3357	3573	3779	3837	3940	4174	4407	4641	4831	5021	5254	5488	5721	6197	

Análise do Caso Base				(US\$ milhões)		
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	-234	-360	-406	868	336	101
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,27	0,42	0,47	-1,01	-0,45	-0,12
Valor Residual - Perpetuidade	659	494	395	2764	2073	1658
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	13	3	1	189	60	21
Geração de Valor	-222	-357	-405	1057	446	122
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-	-	-	-	-	-
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	13,7			13,7		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	63,7			46,6		

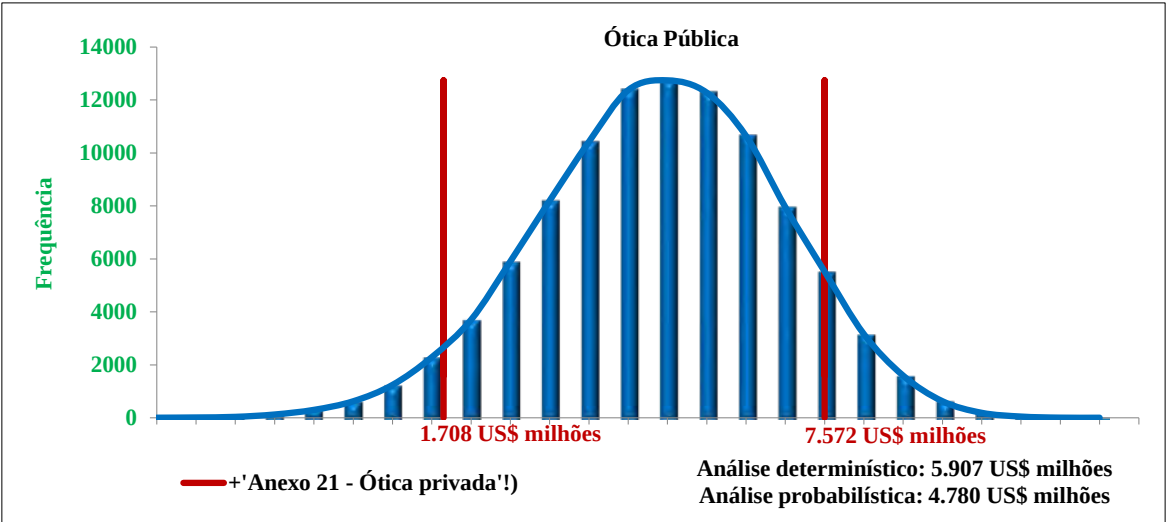
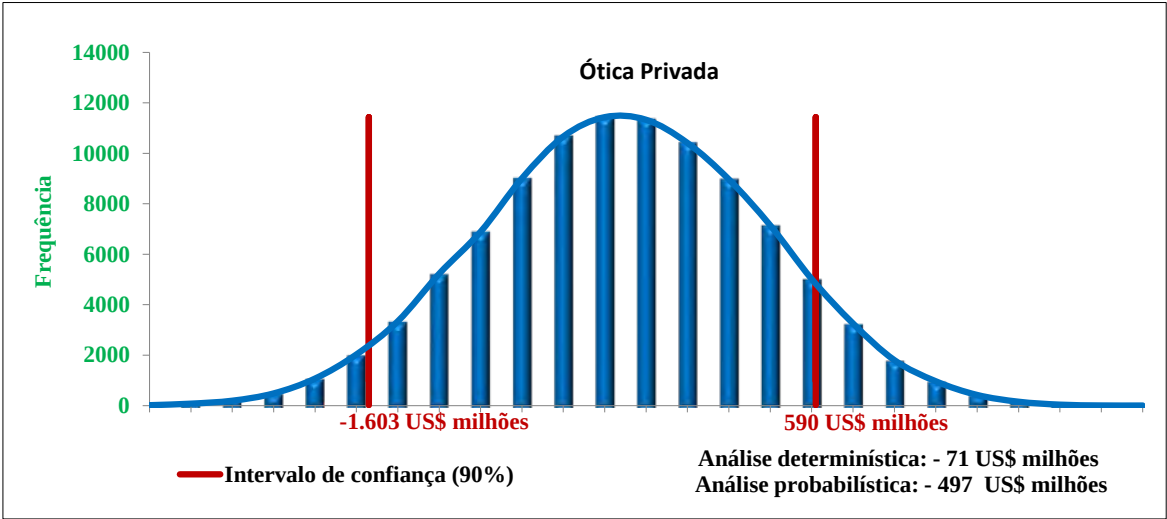
Níquel / Componente 4 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

Indicadores	Análise do Caso Base			(US\$ milhões)		
	Ótica Privada			Ótica Pública		
	T ₀ , de Desconto (o.o. a.a.)			T ₀ , de Desconto (o.o. a.a.)		
VPL - Valor Presente Líquido	-907	12%	185%	676	12%	148%
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,28	0,40	0,43	-1,04	-0,44	-0,10
Valor Residual - Perpetuidade	659	494	395	2764	2073	1658
Valor do Valor Residual - Perpetuidade	11	2	0	169	52	17
Geração de Valor	-196	-295	-318	933	374	91
TIR - Taxa Interna de Retorno (o.o. a.a.)						
PDE - Prazo de Retorno - (anos)		15,7			15,8	
PDE - Ponto de Equilíbrio (o.o. da CAJ)		63,7			46,6	

Indicadores	Análise do Caso Base			(US\$ milhões)		
	Ótica Privada			Ótica Pública		
	T ₀ , de Desconto (o.o. a.a.)			T ₀ , de Desconto (o.o. a.a.)		
VPL - Valor Presente Líquido	-907	12%	185%	676	12%	148%
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	0,28	0,40	0,43	-1,04	-0,44	-0,10
Valor Residual - Perpetuidade	659	494	395	2764	2073	1658
Valor do Valor Residual - Perpetuidade	11	2	0	169	52	17
Geração de Valor	-196	-295	-318	933	374	91
TIR - Taxa Interna de Retorno (o.o. a.a.)						
PDE - Prazo de Retorno - (anos)		15,7			15,8	
PDE - Ponto de Equilíbrio (o.o. da CAJ)		63,7			46,6	

ANEXO 19

Níquel - Resultados da Análise de Riscos e Incertezas



ANEXO 20

Ouro - Fluxos de Caixa de Empreendimentos-tipo

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás																																										
Ouro / Componente 1 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa																																										
	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Total
Ramp Up (% de ocupação da CAI)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Produção (mil oz/ ano)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Preço (US\$/ oz)	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) ICMS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) PIS e COFINS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) Despesas de Vendas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) CFEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Custos Diretos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Custos Indiretos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) Proteção e Recuperação Ambiental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) Despesas Gerais e Administrativas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EBITDA (US\$ milhão)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
(-) Depreciação de Investimentos Físicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais																																										
Lucro Tributável (US\$ milhão)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) Imposto de Renda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(-) Contribuição Social	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAPEX + Compensação Ambiental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Investimentos (CAPEX)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Investimentos Físicos	0					0											0																									
- Despesas Pré-Operacionais	0																																									
- Capital de Giro	0																																									
Compensação Ambiental	0																																									0
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Indicadores	Análise de Caso Base (US\$ milhões)					
	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPL - Valor Presente Líquido	0	0	0	0	0	0
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Valor Residual - Perpetuidade	0	0	0	0	0	0
VPL do Valor Residual - Perpetuidade	0	0	0	0	0	0
Geração de Valor (GV)	0	0	0	0	0	0
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-			-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	8,4			7,3		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	#DIV/0!			#DIV/0!		

Ouro / Componente 2 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

Indicadores	Análise do Caso Base		(US\$ milhões)	
	Ótica Privada		Ótica Pública	
	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.
VPL - Valor Presente Líquido	9%	12%	6%	9%
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido Valor Residual - Perpetuidade	563	231	193	1868
1008	-2,44	-1,43	-0,84	-8,10
25	6	5	232	78
587	336	194	2100	1403
TIR - Taxa Interna de Retorno (%) a.a.	-	-	-	-
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	10,7	10,7	10,7	10,7
PDE - Ponto de Equilíbrio (%) da CAI)	36,0	36,0	24,1	24,1

Indicadores	Análise do Caso Base		(US\$ milhões)	
	Ótica Privada		Ótica Pública	
	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.	Tx. de Desconto (%) a.a.
VPL - Valor Presente Líquido	9%	12%	6%	9%
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido Valor Residual - Perpetuidade	563	231	193	1868
1008	-2,44	-1,43	-0,84	-8,10
25	6	5	232	78
587	336	194	2100	1403
TIR - Taxa Interna de Retorno (%) a.a.	-	-	-	-
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	10,7	10,7	10,7	10,7
PDE - Ponto de Equilíbrio (%) da CAI)	36,0	36,0	24,1	24,1

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás

Ouro / Componente 3 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	Total		
Ramp Up (% de ocupação da CAI)								50%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Produção (mil oz/ ano)								75	113	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Preço (US\$/ oz)								2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)								155	232	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
(-) ICMS								4	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
(-) PIS e COFINS								6	8	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
(-) Despesas de Vendas								3	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
(-) CFEM								2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)								67	86	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
- Custos Diretos								47	60	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	
- Custos Indiretos								20	26	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
(-) Proteção e Recuperação Ambiental								3	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
(-) Despesas Gerais e Administrativas								3	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
EBITDA (US\$ milhão)								66	114	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)								42,6%	49,3%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	
(-) Depreciação de Investimentos Fixos								17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17		
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais								5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Lucro Tributável (US\$ milhão)								44	93	141	141	141	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	
(-) Imposto de Renda								11	23	35	35	35	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37		
(-) Contribuição Social								4	8	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)								29	61	93	93	93	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	
Pesquisa Mineral+CAPEX+Comp. Ambiental	474	33	50	84	81	136	54	18	9	9	0	11	11	0	0	0	33	33	0	17	25	53	11	0	0	0	87	87	0	0	0	11	11	17	25	42	33	33	0	0	0	11	11	0	0	0	-60			
Pesquisa Mineral	167	33	50	84															17	25	42												17	25	42															
Investimentos (CAPEX)	301				79	132	53	18	9	9	0	11	11	0	0	0	33	33	0	0	0	11	11	0	0	0	87	87	0	0	0	11	11	0	0	0	33	33	0	0	0	11	11	0	0	0	-60			
- Inversões Fixas	241				72	120	48					11	11				33	33				11	11								11	11				33	33				11	11				-24				
- Despesas Pré-Operacionais	24				7	12	5																																											
- Capital de Giro	36							18	9	9																																								
Compensação Ambiental	6				2	3	1																																											
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada		-33	-50	-84	-81	-136	-54	33	74	106	115	104	102	113	113	113	81	81	113	97	88	61	102	113	113	113	113	27	27	113	113	113	102	102	97	88	72	81	81	113	113	113	102	102	113	113	174			
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada		-33	-84	-167	-248	-384	-438	-405	-331	-226	-111	-6	96	209	323	436	517	598	711	807	896	956	1059	1172	1286	1399	1425	1452	1565	1679	1792	1895	1997	2094	2182	2253	2334	2415	2528	2642	2755	2857	2960	3073	3187	3300	3473			
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública		-33	-50	-84	-81	-136	-54	60	124	179	188	177	177	188	188	188	155	155	188	188	171	163	135	177	188	188	188	101	101	188	188	188	177	177	171	163	146	155	155	188	188	188	177	177	188	188	188	248		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública		-33	-84	-167	-248	-384	-438	-378	-254	-75	112	289	466	653	841	1029	1184	1339	1527	1698	1860	1995	2172	2360	2547	2735	2836	2937	3125	3312	3500	3677	3854	4025	4187	4333	4488	4643	4831	5019	5206	5383	5560	5748	5935	6123	6371			

Análise do Caso Base (US\$ milhões)						
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VP.L - Valor Presente Líquido	278	96	-1	1385	888	576
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	-0,88	-0,30	0,00	-4,39	-2,81	-1,83
Valor Residual - Perpetuidade	1008	756	605	2847	2135	1708
VP.L do Valor Residual - Perpetuidade	19	4	1	195	62	21
Geração de Valor	297	100	0	1580	950	598
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-			-		
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	13,7			13,7		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	36,0			24,1		

APGR - Avaliação de Potencial Geoeconômico Regional - Província Mineral de Carajás

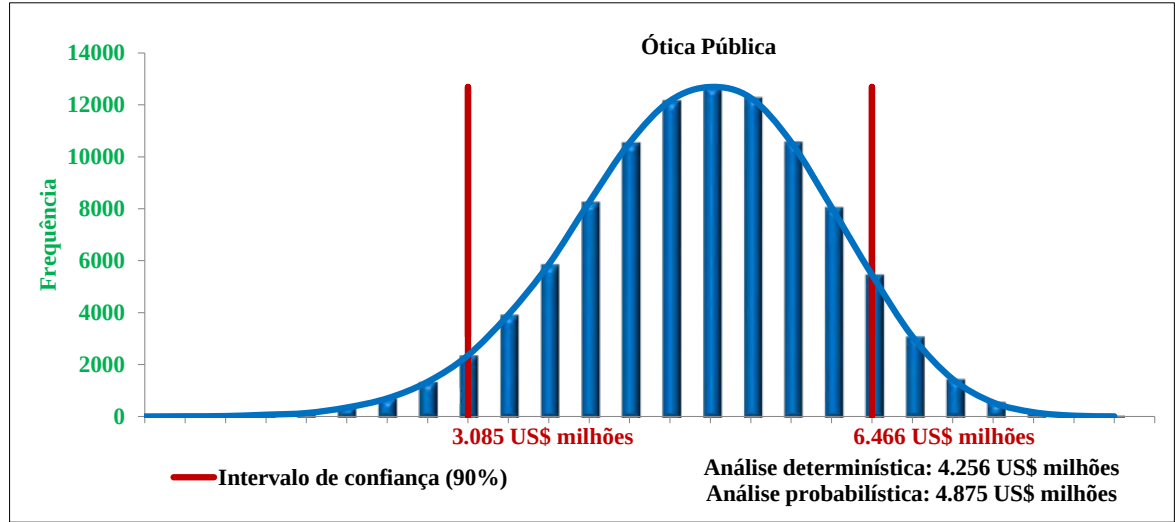
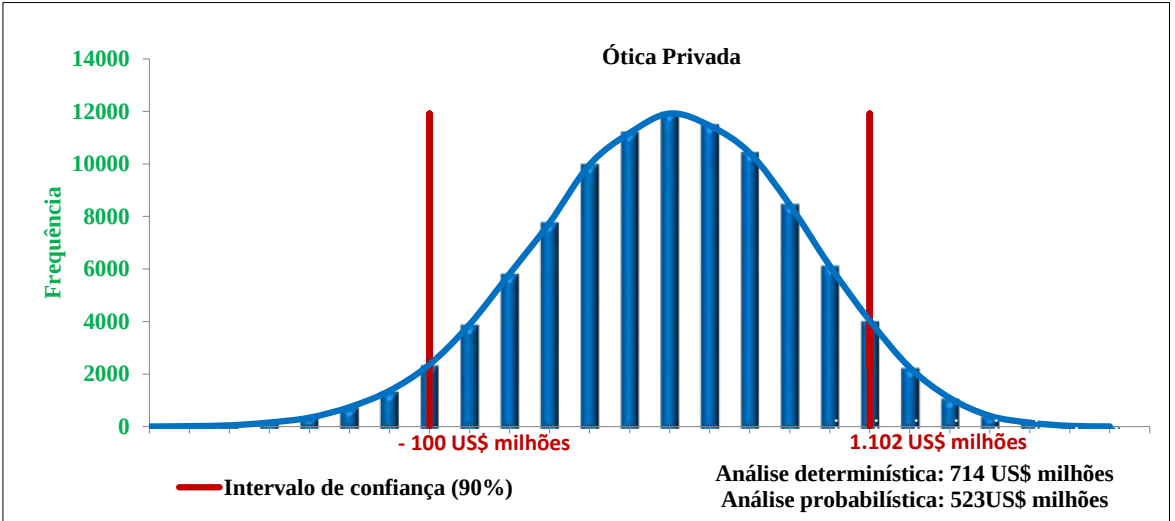
Ouro / Componente 4 - Modelagem e Simulação de Fluxo de Caixa

	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	Total
Ramp Up (% de ocupação da CAI)										50%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Produção (mil oz/ ano)										75	113	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
Preço (US\$/ oz)										2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	
Receita Bruta de Vendas (US\$ milhão)										155	232	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	
(-) ICMS										4	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9			
(-) PIS e COFINS										6	8	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11		
(-) Despesas de Vendas										3	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
(-) CFEM										2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
(-) Custos de Produção (OPEX) (US\$ milhão)										67	86	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
- Custos Diretos										47	60	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	
- Custos Indiretos										20	26	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
(-) Proteção e Recuperação Ambiental										3	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
(-) Despesas Gerais e Administrativas										3	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
EBITDA (US\$ milhão)										66	114	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	
Indicador de Resultado Anual Líquido (% s/ R.B.)										42,6%	49,3%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	52,6%	
(-) Depreciação de Investimentos Fixos										17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
(-) Amortização de Despesas Pré-operacionais										5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Lucro Tributável (US\$ milhão)										44	93	141	141	141	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	
(-) Imposto de Renda										11	23	35	35	35	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37		
(-) Contribuição Social										4	8	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
Lucro Líquido - Após IR e CSLL (US\$ milhão)										29	61	93	93	93	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	
Pesquisa Mineral+CAPEX+Comp. Ambiental	508	20	30	30	46	74	81	136	54	18	9	9	0	11	11	0	0	0	33	43	15	15	23	48	11	0	0	0	87	87	0	0	0	11	21	15	15	23	70	33	0	0	11	11	0	0	0	-60		
Pesquisa Mineral	201	20	30	30	46	74													10	15	15	23	37									10	15	15	23	37														
Investimentos (CAPEX)	301						79	132	53	18	9	9	0	11	11	0	0	0	33	33	0	0	0	11	11	0	0	0	87	87	0	0	0	11	11	0	0	0	33	33	0	0	11	11	0	0	0	-60		
- Investões Fixas	241						72	120	48					11	11				33	33				11	11				87	87				11	11			0	0	33	33					-24				
- Despesas Pré-Operacionais	24						7	12	5									33	33																	33	33			0	0	33	33							
- Capital de Giro	36									18	9	9																																		-36				
Compensação Ambiental	6						2	3	1																																									
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Privada		-20	-30	-30	-46	-74	-81	-136	-54	33	74	106	115	104	102	113	113	113	81	71	98	98	90	65	102	113	113	113	27	27	113	113	113	102	92	98	98	90	44	81	113	113	113	102	102	113	113	174		
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Privada		-20	-50	-80	-126	-201	-282	-417	-472	-439	-365	-259	-144	-40	63	176	289	403	483	554	652	751	841	906	1009	1122	1235	1349	1375	1402	1515	1629	1742	1844	1937	2035	2133	2224	2267	2348	2461	2575	2688	2791	2893	3006	3120	3233	3407	
Fluxo de Caixa (Saldo) - Ótica Pública		-20	-30	-30	-46	-74	-81	-136	-54	60	124	179	188	177	177	188	188	188	155	145	173	173	165	140	177	188	188	188	101	101	188	188	188	177	167	173	173	165	118	155	188	188	188	177	177	188	188	188	248	
Fluxo de Caixa (Acumulado) - Ótica Pública		-20	-50	-80	-126	-201	-282	-417	-472	-411	-287	-109	79	256	432	620	808	995	1151	1296	1468	1641	1805	1945	2122	2310	2497	2685	2786	2887	3075	3262	3450	3627	3793	3966	4139	4303	4421	4576	4764	4952	5139	5316	5493	5681	5868	6056	6304	

Análise do Caso Base (US\$ milhões)						
Indicadores	Ótica Privada			Ótica Pública		
	Tx. de Desconto (% a.a.)			Tx. de Desconto (% a.a.)		
	9%	12%	15%	6%	8%	10%
VPPL - Valor Presente Líquido	198	42	-33	1192	724	441
RVPL - Relação do Valor Presente Líquido	-0,66	-0,14	0,11	-4,00	-2,43	-1,48
Valor Residual - Perpetuidade	1008	756	605	2847	2135	1708
VPPL do Valor Residual - Perpetuidade	16	3	1	174	53	18
Gerção de Valor	214	46	-32	1366	777	459
TIR - Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	-	-	-	-	-	-
PDR - Prazo de Retorno - (anos)	15,7			15,8		
PDE - Ponto de Equilíbrio (% da CAI)	36,0			24,1		

ANEXO 21

Ouro - Resultados da Análise de Riscos e Incertezas



LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE METAIS DO GRUPO DA PLATINA E ASSOCIADOS

- Nº 01 - Mapa de Caracterização das Áreas de Trabalho (Escala 1:7.000.000), 1996.
- Nº 02 - Mapa Geológico Preliminar da Serra do Colorado – Rondônia e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
- Nº 03 - Mapa Geológico Preliminar da Serra Céu Azul – Rondônia, Prospecção Geoquímica e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
- Nº 04 - Síntese Geológica e Prospecção por Concentrados de Bateia nos Complexos Canabrava e Barro Alto – Goiás, 1997.
- Nº 05 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Migrantinópolis – Rondônia, 2000.
- Nº 06 - Geologia e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Corumbiara/Chupinguaia – Rondônia, 2000.
- Nº 07 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Serra Azul – Rondônia, 2000.
- Nº 08 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Branco/Alta Floresta – Rondônia, 2000.
- Nº 09 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Luzia – Rondônia, 2000.
- Nº 10 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Nova Brasilândia – Rondônia, 2000.
- Nº 11 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Rio Madeirinha – Mato Grosso, 2000.
- Nº 12 - Síntese Geológica e Prospectiva das Áreas Pedra Preta e Cotingo – Roraima, 2000.
- Nº 13 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Bárbara – Goiás, 2000.
- Nº 14 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Barra da Gameleira – Tocantins, 2000.
- Nº 15 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Córrego Seco – Goiás, 2000.
- Nº 16 - Síntese Geológica e Resultados Prospectivos da Área São Miguel do Guaporé – Rondônia, 2000.
- Nº 17 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cana Brava – Goiás, 2000.
- Nº 18 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cacoal – Rondônia, 2000.
- Nº 19 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Morro do Leme e Morro Sem Boné – Mato Grosso, 2000.
- Nº 20 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Serra dos Pacaás Novos e Rio Cautário – Rondônia, 2000.
- Nº 21 - Aspectos Geológicos, Geoquímicos e Potencialidade em Depósitos de Ni-Cu-EGP do Magmatismo da Bacia do Paraná – 2000.
- Nº 22 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Tabuleta – Mato Grosso, 2000.
- Nº 23 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Alegre – Mato Grosso, 2000.
- Nº 24 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Figueira Branca/Indiavaí – Mato Grosso, 2000.
- Nº 25 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar das Áreas Jaburu, Caracaraí, Alto Tacutu e Amajari – Roraima, 2000.
- Nº 26 - Prospecção Geológica e Geoquímica no Corpo Máfico-Ultramáfico da Serra da Onça – Pará, 2001.
- Nº 27 - Prospecção Geológica e Geoquímica nos Corpos Máfico-Ultramáficos da Suíte Intrusiva Cateté – Pará, 2001.
- Nº 28 - Aspectos geológicos, Geoquímicos e Metalogenéticos do Magmatismo Básico/Ultrabásico do Estado de Rondônia e Área Adjacente, 2001.
- Nº 29 - Geological, Geochemical and Potentiality Aspects of Ni-Cu-PGE Deposits of the Paraná Basin Magmatism, 2001.
- Nº 30 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Barro Alto – Goiás, 2010.

SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000

- Nº 01 - Área GO-09 Aurilândia/Anicuns – Goiás, 1995.
- Nº 02 - Área RS-01 Lavras do Sul/Caçapava do Sul – Rio Grande do Sul, 1995.
- Nº 03 - Área RO-01 Presidente Médici – Rondônia, 1996.
- Nº 04 - Área SP-01 Vale do Ribeira – São Paulo, 1996.
- Nº 05 - Área PA-15 Inajá – Pará, 1996.
- Nº 06 - Área GO-05 Luziânia – Goiás, 1997.
- Nº 07 - Área PA-01 Paru – Pará, 1997.
- Nº 08 - Área AP-05 Serra do Navio/Cupixi – Amapá, 1997.
- Nº 09 - Área BA-15 Cariparé – Bahia, 1997.

Nº 10 - Área GO-01 Crixás/Pilar – Goiás, 1997.

Nº 11 - Área GO-02 Porangatu/Mara Rosa – Goiás, 1997.

Nº 12 - Área GO-03 Niquelândia – Goiás, 1997.

Nº 13 - Área MT-01 Peixoto de Azevedo/Vila Guarita – Mato Grosso, 1997.

Nº 14 - Área MT-06 Ilha 24 de Maio – Mato Grosso, 1997.

Nº 15 - Área MT-08 São João da Barra – Mato Grosso/Pará, 1997.

Nº 16 - Área RO-02 Jenipapo/Serra Sem Calça – Rondônia, 1997.

Nº 17 - Área RO-06 Guaporé/Madeira – Rondônia, 1997.

Nº 18 - Área RO-07 Rio Madeira – Rondônia, 1997.

Nº 19 - Área RR-01 Uraricaá – Roraima, 1997.

Nº 20 - Área AP-03 Alto Jari – Amapá/Pará, 1997.

Nº 21 - Área CE-02 Várzea Alegre/Lavras da Mangabeira/Encanto – Ceará, 1997.

Nº 22 - Área GO-08 Arenópolis/Amorinópolis – Goiás, 1997.

Nº 23 - Área PA-07 Serra Pelada – Pará, 1997.

Nº 24 - Área SC-01 Botuverá/Brusque/Gaspar – Santa Catarina, 1997.

Nº 25 - Área AP-01 Cassiporé – Amapá, 1997.

Nº 26 - Área BA-04 Jacobina Sul – Bahia, 1997.

Nº 27 - Área PA-03 Cuiapucu/Carará – Pará/Amapá, 1997.

Nº 28 - Área PA-10 Serra dos Carajás – Pará, 1997.

Nº 29 - Área AP-04 Tumucumaque – Pará, 1997.

Nº 30 - Área PA-11 Xinguara – Pará, 1997.

Nº 31 - Área PB-01 Cachoeira de Minas/Itajubatiba/Itapetim – Paraíba/Pernambuco, 1997.

Nº 32 - Área AP-02 Tartarugalzinho – Amapá, 1997.

Nº 33 - Área AP-06 Vila Nova/Iratapuru – Amapá, 1997.

Nº 34 - Área PA-02 Ipitinga – Pará/Amapá, 1997.

Nº 35 - Área PA-17 Caracol – Pará, 1997.

Nº 36 - Área PA-18 Vila Riozinho – Pará, 1997.

Nº 37 - Área PA-19 Rio Novo – Pará, 1997.

Nº 38 - Área PA-08 São Félix – Pará, 1997.

Nº 39 - Área PA-21 Marupá – Pará, 1998.

Nº 40 - Área PA-04 Três Palmeiras/Volta Grande – Pará, 1998.

Nº 41 - Área TO-01 Almas/Natividade – Tocantins, 1998.

Nº 42 - Área RN-01 São Fernando/Ponta da Serra/São Francisco – Rio Grande do Norte/Paraíba, 1998.

Nº 43 - Área GO-06 Cavalcante – Goiás/Tocantins, 1998.

Nº 44 - Área MT-02 Alta Floresta – Mato Grosso/Pará, 1998.

Nº 45 - Área MT-03 Serra de São Vicente – Mato Grosso, 1998.

Nº 46 - Área AM-04 Rio Traíra – Amazonas, 1998.

Nº 47 - Área GO-10 Pirenópolis/Jaraguá – Goiás, 1998.

Nº 48 - Área CE-01 Reriutaba/Ipu – Ceará, 1998.

Nº 49 - Área PA-06 Manelão – Pará, 1998.

Nº 50 - Área PA-20 Jacareacanga – Pará/Amazonas, 1998.

Nº 51 - Área MG-07 Paracatu – Minas Gerais, 1998.

Nº 52 - Área RO-05 Colorado – Rondônia/Mato Grosso, 1998.

Nº 53 - Área TO-02 Brejinho de Nazaré – Tocantins, 1998.

Nº 54 - Área RO-04 Porto Esperança – Rondônia, 1998.

Nº 55 - Área RO-03 Parecis – Rondônia, 1998.

Nº 56 - Área RR-03 Uraricoera – Roraima, 1998.

Nº 57 - Área GO-04 Goiás – Goiás, 1998.

Nº 58 - Área MA-01 Belt do Gurupi – Maranhão/Pará, 1998.

Nº 59 - Área MA-02 Aurizona/Carutapera – Maranhão/Pará, 1998.

Nº 60 - Área PE-01 Serrita – Pernambuco, 1998.

Nº 61 - Área PR-01 Curitiba/Morretes – Paraná, 1998.

- Nº 62 - Área MG-01 Pitangui – Minas Gerais, 1998.
- Nº 63 - Área PA-12 Rio Fresco – Pará, 1998.
- Nº 64 - Área PA-13 Madalena – Pará, 1998.
- Nº 65 - Área AM-01 Parauari – Amazonas/Pará, 1999.
- Nº 66 - Área BA-01 Itapicuru Norte – Bahia, 1999.
- Nº 67 - Área RR-04 Quino Maú – Roraima, 1999.
- Nº 68 - Área RR-05 Apiaú – Roraima, 1999.
- Nº 69 - Área AM 05 Gavião/Dez Dias – Amazonas, 1999.
- Nº 70 - Área MT-07 Araés/Nova Xavantina – Mato Grosso, 2000.
- Nº 71 - Área AM-02 Cauaburi – Amazonas, 2000.
- Nº 72 - Área RR-02 Mucajá – Roraima, 2000.
- Nº 73 - Área RR-06 Rio Amajario Ama – Roraima, 2000.
- Nº 74 - Área BA-03 Jacobina Norte – Bahia, 2000.
- Nº 75 - Área MG-04 Serro – Minas Gerais, 2000.
- Nº 76 - Área BA-02 Itapicuru Sul – Bahia, 2000.
- Nº 77 - Área MG-03 Conselheiro Lafaiete – Minas Gerais, 2000.
- Nº 78 - Área MG-05 Itabira – Minas Gerais, 2000.
- Nº 79 - Área MG-09 Riacho dos Machados – Minas Gerais, 2000.
- Nº 80 - Área BA-14 Correntina – Bahia, 2000.
- Nº 81 - Área BA-12 Boquira Sul – Bahia, 2000
- Nº 82 - Área BA-13 Gentio do Ouro – Bahia, 2000.
- Nº 83 - Área BA-08 Rio de Contas/Ibitiara Sul – Bahia, 2000.
- Nº 84 - Área MT-05 Cuiabá/Poconé – Mato Grosso, 2000.
- Nº 85 - Área MT-04 Jauru/Barra dos Bugres – Mato Grosso, 2000.

SÉRIE OURO - INFORMES GERAIS

- Nº 01 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1996.
- Nº 02 - Programa Nacional de Prospecção de Ouro – Natureza e Métodos, 1998.
- Nº 03 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1998.
- Nº 04 - Gold Prospecting National Program – Subject and Methodology, 1998.
- Nº 05 - Mineralizações Auríferas da Região de Cachoeira de Minas – Municípios de Manaíra e Princesa Isabel – Paraíba, 1998.
- Nº 06 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 2000.
- Nº 07 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Minas do Camaquã – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 08 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Ibaré – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 09 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Caçapava do Sul – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 10 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Salsinho – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 11 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Marmeleiro – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 12 - Map of Gold Production and Reserves of Brazil (1:7.000.000 Scale), 2000.
- Nº 13 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Cambaizinho – Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 14 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Ivo – Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 15 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Batovi – Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 16 - Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso – Goiânia, 2008.

Nº 17 - Metalogenia do Distrito Aurífero do Rio Juma, Nova Aripuanã, Manaus, 2010.

Nº 18 - Províncias e Distritos Auríferos do Brasil, Goiânia, 2022.

Nº 19 - Economia Mineral do Ouro, São Paulo, 2023.

SÉRIE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA

Nº 01 - Mapa Síntese do Setor de Fertilizantes Minerais (NPK) no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1997.

Nº 02 - Fosfato da Serra da Bodoquena – Mato Grosso do Sul, 2000.

Nº 03 - Estudo do Mercado de Calcário para Fins Agrícolas no Estado de Pernambuco, 2000.

Nº 04 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.

Nº 05 - Estudo dos Níveis de Necessidade de Calcário nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.

Nº 06 - Síntese das Necessidades de Calcário para os Solos dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.

Nº 07 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais de Rondônia, 2001.

Nº 08 - Mapas de Insumos Minerais para Agricultura nos Estados de Amazonas e Roraima, 2001.

Nº 09 - Mapa-Síntese de Jazimentos Minerais Carbonatados dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.

Nº 10 - Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados do Pará e Amapá, 2001.

Nº 11 - Síntese dos Jazimentos, Áreas Potenciais e Mercado de Insumos Minerais para Agricultura no Estado da Bahia, 2001.

Nº 12 - Avaliação de Rochas Calcárias e Fosfatadas para Insumos Agrícolas do Estado de Mato Grosso, 2008.

Nº 13 - Projeto Fosfato Brasil – Parte I, Salvador, 2011.

Nº 14 - Projeto Fosfato Brasil – Estado de Mato Grosso – Áreas Araras/Serra do Caeté e Planalto da Serra, 2011.

Nº 15 - Projeto Mineralizações Associadas à Plataforma Bambuí no Sudeste do Estado do Tocantins (TO) – Goiânia, 2016.

Nº 16 - Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia, Porto Velho, 2015.

Nº 17 - Projeto Fosfato Brasil – Parte II, Salvador, 2016.

Nº 18 - Geoquímica Orientativa para Pesquisa de Fosfato no Brasil, Salvador, 2016.

Nº 19 - Projeto Agrominerais da Região de Irecê -Jaguarari, Salvador, 2016.

Nº 20 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III - Bacia dos Parecis, Porto Velho, 2017.

Nº 21 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III: Bacia Sergipe-Alagoas, Sub-bacia Sergipe, Recife, 2017.

Nº 22 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III: Centro-leste de Santa Catarina, Salvador, 2018.

Nº 23 - Avaliação do Potencial do Potássio no Brasil: Bacia do Amazonas, setor centro-oeste, Estados do Amazonas e Pará, Manaus, 2020.

Nº 24 - Investigação de Anomalias Geofísicas no Escudo Sul-Rio-Grandense com Enfoque em Insumos Agrícolas, Porto Alegre, 2020.

Nº 25 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil: Borda Norte da Bacia do Amazonas, região de Monte Alegre E Monte Dourado, Estado do Pará, Belém, 2020.

Nº 26 - Avaliação do Potencial Agromineral do Brasil: Grupo Serra Geral da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

Nº 27 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil: Bacia Potiguar – Um estudo a partir de testemunhos de sondagem, Estado do Rio Grande do Norte, Salvador, 2021.

Nº 28 - Avaliação do Potencial Agromineral do Brasil: Eixo Manaus-Boa Vista, Manaus, 2022.

Nº 29 – Avaliação do Potencial Mineral de Potássio no Brasil – Área Bacia Sergipe Alagoas, Natal, 2023.

Nº 30 - Avaliação do Potencial Agromineral do Brasil - Área: Estado do Tocantins, Goiânia, 2024.

SÉRIE PEDRAS PRECIOSAS

Nº 01 - Mapa Gemológico da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, 1997.

Nº 02 - Mapa Gemológico da Região Lajeado/Soledade/Salto do Jacuí – Rio Grande do Sul, 1998.

Nº 03 - Mapa Gemológico da Região de Ametista do Sul – Rio Grande do Sul, 1998.

Nº 04 - Recursos Gemológicos dos Estados do Piauí e Maranhão, 1998.

- Nº 05 - Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 06 - Mapa Gemológico do Estado de Santa Catarina, 2000.
- Nº 07 - Aspectos da Geologia dos Pólos Diamantíferos de Rondônia e Mato Grosso – O Fórum de Juína – Projeto Diamante, Goiânia, 2010.
- Nº 08 - Projeto Avaliação dos Depósitos de Opalas de Pedro II – Estado do Piauí, Teresina, 2015.
- Nº 09 - Aluviões Diamantíferos da Foz dos Rios Jequitinhonha e Pardo – Fase I – Estado da Bahia, Salvador, 2016.
- Nº 10 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado de Minas Gerais, Brasília, 2017.
- Nº 11 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado de Rondônia, Brasília, 2017.
- Nº 12 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado do Mato Grosso, Brasília, 2017.
- Nº 13 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado da Bahia, Brasília, 2017.

SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS – EXAME ATUALIZADO DE PROJETO

- Nº 01 - Níquel de Santa Fé – Estado de Goiás, 2000.
- Nº 02 - Níquel do Morro do Engenho – Estado de Goiás, 2000.
- Nº 03 - Cobre de Bom Jardim – Estado de Goiás, 2000.
- Nº 04 - Ouro no Vale do Ribeira – Estado de São Paulo, 1996.
- Nº 05 - Chumbo de Nova Redenção – Estado da Bahia, 2001.
- Nº 06 - Turfa de Caçapava – Estado de São Paulo, 1996.
- Nº 08 - Ouro de Natividade – Estado do Tocantins, 2000.
- Nº 09 - Gipsita do Rio Cupari – Estado do Pará, 2001.
- Nº 10 - Zinco, Chumbo e Cobre de Palmeirópolis – Estado do Tocantins, 2000.
- Nº 11 - Fosfato de Miriri – Estados de Pernambuco e Paraíba, 2001.
- Nº 12 - Turfa da Região de Itapuã – Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 13 - Turfa de Águas Claras – Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 14 - Turfa nos Estados de Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 15 - Nióbio de Uaupés – Estado do Amazonas, 1997.
- Nº 16 - Diamante do Rio Maú – Estado da Roraima, 1997.
- Nº 18 - Turfa de Santo Amaro das Brotas – Estado de Sergipe, 1997.
- Nº 19 - Diamante de Santo Inácio – Estado da Bahia, 2001.
- Nº 21 - Carvão nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 1997.
- Nº 22 - Coal in the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, 1999.
- Nº 23 - Kaolin Exploration in the Capim River Region – State of Pará – Executive Summary, 2000.
- Nº 24 - Turfa de São José dos Campos – Estado de São Paulo, 2002.
- Nº 25 - Lead in Nova Redenção – Bahia State, Brazil, 2001.
- Nº 26 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Polimetálicos de Palmeirópolis, Estado do Tocantins, Brasília, 2020.
- Nº 27 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Carvão Sul Catarinense, Estado de Santa Catarina, Brasília, 2021.
- Nº 28 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Fosfato de Miriri, Estado de Pernambuco e Paraíba, Brasília, 2022.
- Nº 29 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Carvão de Iruí-Butiá, Estado do Rio Grande do Sul, Brasília, 2021.
- Nº 30 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Caulim do Rio Capim, Estado do Pará, Brasília, 2021.
- Nº 31 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Gipsita do Rio Cupari, Estado do Pará, Brasília, 2022.
- Nº 32 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Turfa de Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasília, 2023.
- Nº 33 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Turfa de Santo Amaro das Brotas, Estado de Sergipe, Brasília, 2023.
- Nº 34 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Calcário Aveiro, Estado do Pará, Brasília, 2022.
- Nº 35 - Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Diamante de Santo Inácio, Estado da Bahia, Brasília, 2023.

SÉRIE DIVERSOS

- Nº 01 - Informe de Recursos Minerais - Diretrizes e Especificações - Rio de Janeiro, 1997.
- Nº 02 - Argilas Nobres e Zeolitas na Bacia do Parnaíba – Belém, 1997.
- Nº 03 - Rochas Ornamentais de Pernambuco – Folha Belém do São Francisco – Escala 1:250.000 – Recife, 2000.
- Nº 04 - Substâncias Minerais para Construção Civil na Região Metropolitana de Salvador e Adjacências – Salvador 2001.
- Nº 05 - Terras Indígenas do Noroeste do Amazonas: Geologia, Geoquímica e Cadastro Mineral na região do Tunuí-Caparro, Estado do Amazonas, Manaus, 2020
- Nº 06 - Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais – 2011, Belo Horizonte, 2022.

SÉRIE RECURSOS MINERAIS MARINHOS

- Nº 01 - Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Leste do Ceará – Recife, 2007.
- Nº 02 - Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Oriental do Rio Grande do Norte – Setor Touros, Recife, 2021.
- Nº 03 - Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental de Pernambuco – Recife, 2021.
- Nº 04 - Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Oeste do Ceará, Setor Bitupitá, 2022.
- Nº 05 - Prospecção e Exploração de Depósitos de Fosforitas Marinhas na Plataforma Continental Jurídica Brasileira, etapa 2010-2020, Rio de Janeiro, 2021.

SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

- Nº 01 - Projeto Materiais de Construção na Área Manacapuru-Iranduba-Manaus-Careiro (Domínio Baixo Solimões) – Manaus, 2007.
- Nº 02 - Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Salvador – Salvador, 2008.
- Nº 03 - Projeto Materiais de Construção no Domínio Médio Amazonas – Manaus, 2008.
- Nº 04 - Projeto Rochas Ornamentais de Roraima – Manaus, 2009.
- Nº 05 - Projeto Argilas da Bacia Pimenta Bueno – Porto Velho, 2010.
- Nº 06 - Projeto Quartzito Industrial Dueré-Cristalândia – Goiânia, 2010.
- Nº 07 - Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Aracaju – Salvador, 2011.
- Nº 08 - Rochas Ornamentais no Noroeste do Estado do Espírito Santo – Rio de Janeiro, 2012.
- Nº 09 - Projeto Insumos Minerais para a Construção Civil na Região Metropolitana do Recife – Recife, 2012.
- Nº 10 - Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho – Porto Velho, 2013.
- Nº 11 - Polo Cerâmico de Santa Gertrudes – São Paulo, 2014.
- Nº 12 - Projeto Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal – Natal, 2015.
- Nº 13 - Materiais de Construção Civil para Vitória da Conquista, Itabuna-Ilhéus e Feira de Santana – Salvador, 2015.
- Nº 14 - Projeto Materiais de Construção da Região de Marabá e Eldorado dos Carajás – Belém, 2015.
- Nº 15 - Panorama do Setor de Rochas Ornamentais do Estado de Rondônia – Porto Velho, 2015.
- Nº 16 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Goiânia – Goiânia, 2015.
- Nº 17 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Porto Alegre – Porto Alegre, 2016.
- Nº 18 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Fortaleza – Fortaleza, 2016.
- Nº 19 - Projeto Materiais de Construção Civil da Região da Grande Florianópolis – Porto Alegre, 2016.
- Nº 20 - Projeto materiais de construção da região de Macapá - Estado do Amapá – Belém, 2016.
- Nº 21 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Curitiba – Estado do Paraná, 2016.
- Nº 22 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de São Luís e Entorno – Estado do Maranhão, 2007.
- Nº 23 - Panorama do Segmento de Rochas Ornamentais do Estado da Bahia, Salvador, 2019
- Nº 24 - Materiais de Construção da Região Metropolitana de São Paulo – Estado de São Paulo, São Paulo, 2019.
- Nº 25 - Gipsita no sudoeste da Bacia sedimentar do Araripe – Estado de Pernambuco, Recife, 2019.
- Nº 26 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Belo Horizonte – Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- Nº 27 - Rochas Ornamentais do Estado do Rio Grande do Norte: Mapa de Potencialidades, Natal, 2020.
- Nº 28 - Materiais de Construção da Região Metropolitana de Palmas – Estado do Tocantins, Goiânia, 2020.

- Nº 29 - Estudos dos granitoides da região Nordeste do Pará para produção de brita, Belém, 2020.
- Nº 30 - Materiais de Construção da Região de Capitão Poço-Ourém – Estado do Pará, Belém, 2020.
- Nº 31 - Calcários da Bahia: Faixas Rio Pardo e Ouro-lândia-Campo Formoso, Salvador, 2021.
- Nº 32 - Rochas Ornamentais do Espírito Santo: Mapa de Potencialidade, Belo Horizonte, 2021.
- Nº 33 - Argilas dos vales dos rios Doce e Jequitinhonha (MG), Belo Horizonte, 2021.
- Nº 34 - Materiais de Construção Civil da Região Rio Grande-Pelotas e entorno (RS), Porto Alegre, 2021.
- Nº 35 - Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de João Pessoa (PB), Recife, 2021.
- Nº 36 - Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de Maceió (AL), Recife, 2022.
- Nº 37 - Rochas Ornamentais da Bahia: Mapa de Potencialidades da Região da Serra de Jacobina, Salvador, 2022.
- Nº 38 - Titânio Laterítico na Bacia do Paraná (PR), São Paulo, 2022.
- Nº 39 – Materiais de Construção da Região de Criciúma, Tubarão e Entorno (SC), Porto Alegre, 2023.
- Nº 40 – Rochas Ornamentais do Ceará: Informe de Potencialidades, Fortaleza, 2023.

SÉRIE METAIS - INFORMES GERAIS

- Nº 01 - Projeto BANEIO – Bacia do Camaquã – Metalogenia das Bacias Neoproterozóico-Eopaleozóicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2008
- Nº 02 - Mapeamento Geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu Entorno - MG – Rio de Janeiro, 2014.
- Nº 03 - Projeto BANEIO – Bacias do Itajaí, de Campo Alegre e Corupá – Metalogenia das Bacias Neoproterozoico-Eopaleozoicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2015

SÉRIE PROVÍNCIAS MINERAIS DO BRASIL

- Nº 01 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - ARIM, Brasília, 2015.
- Nº 02 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Tróia-Pedra Branca, Estado do Ceará, Fortaleza, 2015.
- Nº 03 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste do Tapajós, Estado do Pará, Brasília, 2015.
- Nº 04 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Província Aurífera Juruena-Teles Pires-Aripuanã – Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha Porto Escondido – SC.21-V-C-III, Brasília, 2015.
- Nº 05 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Distrito Zíncífero de Vazante – MG, Brasília, 2015.
- Nº 06 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Rochas Alcalinas da Porção Meridional do Cinturão Ribeira. Estados de São Paulo e Paraná, Brasília, 2015.
- Nº 07 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste de Rondônia, Brasília, 2016.
- Nº 08 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Seridó-Leste, extremo nordeste da Província Borborema (RN-PB), Brasília, 2016.
- Nº 09 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Porção sul da Bacia do Paraná, RS, 2017.
- Nº 10 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Eldorado do Juma, Estado do Amazonas, AM, 2019.
- Nº 11 - Áreas de Relevante Interesse Mineral: Cinturão Gurupi, Estados do Pará e Maranhão, Brasília, 2017.
- Nº 12 - Áreas de Relevante Interesse Mineral: Reserva Nacional do Cobre e Associados, Estados do Pará e Amapá, Belém, 2017.
- Nº 13 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Vale do Ribeira: Mineralizações Polimetálicas (Pb, Ag, Zn, Cu e Au – “Tipo Painéis”) em zonas de cisalhamento Rúptil, Cinturão Ribeira Meridional, SP-PR, São Paulo, 2017.
- Nº 14 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - ARIM: Distrito Mineral de Paracatu-Unai (Zn-Pb-Cu), MG, 2018.
- Nº 15 - Áreas de Relevante Interesse Mineral Integração Geológica-Geofísica e Recursos Minerais do Cráton Luis Alves, RS, 2018.
- Nº 16 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Província Mineral de Carajás, PA: Estratigrafia e análise do Minério de Mn de Carajás - áreas Azul, Sereno, Buritirama e Antônio Vicente, PA, 2018.
- Nº 17 - Áreas de Relevante Interesse Mineral Troia-Pedra Branca - Geologia e mineralização aurífera da sequência metavulcanossedimentar da Serra das Pipocas, Maciço de Troia, Ceará, Estado do Ceará, CE, 2018.
- Nº 18 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Reavaliação da Província Estanífera de Rondônia, RO, 2019.
- Nº 19 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Evolução Crustal e Metalogenia da Faixa Nova Brasilândia, RO, 2019.
- Nº 20 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Batólito Pelotas–Terreno Tijucas, Estado do Rio Grande do Sul, RS,

2019.

- Nº 21 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Vale do Ribeira: mineralizações polimetálicas (Pb-Zn-Ag-Cu-Ba) associadas a Formação Perau, Cinturão Ribeira Meridional, Estado do Paraná, São Paulo, 2019.
- Nº 22 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Evolução crustal e metalogenia da Província Mineral Juruaena - TelesPires, MT, Goiânia, 2019.
- Nº 23 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Projeto evolução crustal e metalogenia da Faixa Brasília setor centro-norte, GO-TO, Goiânia, 2019.
- Nº 24 - Avaliação do Potencial Mineral do NW do Ceará, CE, Fortaleza, 2019.
- Nº 25 - Avaliação do Potencial Mineral das faixas Marginais da borda NW do Craton do São Francisco (Área Riacho do Pontal), PI, Teresina, 2019.
- Nº 26 - Avaliação do Potencial Mineral das faixas Marginais da borda NW do Craton do São Francisco (Área Rio Preto), PI, Teresina, 2019.
- Nº 27 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Avaliação do Potencial Mineral do Vale do Ribeira (Área Castro), SP, São Paulo, 2019.
- Nº 28 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Evolução crustal e Metalogenia da região de Aripuanã, MT, Goiânia, 2020.
- Nº 29 - Modelo Prospectivo para Ametista e Água na Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul, RS, Porto Alegre, 2020.
- Nº 30 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a Sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno, Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- Nº 31 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Integração Geológica e Avaliação do Potencial Metalogenético da Serra de Jacobina e dos Greenstone Belt Mundo Novo, Estado da Bahia, Salvador, 2021.
- Nº 32 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Integração Geológica e Avaliação do Potencial Metalogenético das Sequências Metavulcanossedimentares tipo Greenstone Belts e/ou similares da região de Remanso-Sobradinho, Estado da Bahia, Salvador, 2021.
- Nº 33 - Áreas de Relevante Interesse Mineral –Província Mineral de Carajás, Controles Críticos das Mineralizações de Cobre e Ouro do Lineamento Cinzento, Estado do Pará, Belém, 2021.
- Nº 34 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Evolução Crustal e Metalogenia do Sudeste do Amazonas, Estado do Amazonas, Manaus, 2021.
- Nº 35 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Evolução Crustal e Metalogenia da Província Mineral do Seridó, Estado de Pernambuco, Recife, 2023.
- Nº 36 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Avaliação do Potencial Mineral da região de São Raimundo Nonato, Estado de Pernambuco, Recife, 2022.
- Nº 37 - Quadrilátero Ferrífero, Setor Central: Mapa de Favorabilidade para Ouro Orogênico, Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.
- Nº 38 - Noroeste do Quadrilátero Ferrífero: Mapa de Prospectividade para Ouro Orogênico do Greenstone Belt Pitangui, Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

SÉRIE MINERAIS ESTRATÉGICOS

- Nº 01 - Diretrizes para Avaliação do Potencial do Potássio, Fosfato, Terras Raras e Lítio no Brasil, Brasília, 2015.
- Nº 02 - Avaliação do Potencial de Terras Raras no Brasil, Brasília, 2015.
- Nº 03 - Projeto Avaliação do Potencial do Lítio no Brasil – Área do Médio Rio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais, Brasília, 2016.
- Nº 04 - Projeto Avaliação do Potencial de Terras Raras No Brasil - Área Morro dos Seis Lagos, Noroeste do Amazonas, Brasília, 2019.
- Nº 05 - Projeto Avaliação do Potencial da Grafita no Brasil – Fase I, São Paulo, 2020.
- Nº 06 - Projeto Lítio da Província Pegmatítica da Borborema, Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, Recife, 2022.
- Nº 07 – Geologia e Avaliação do Potencial para Fosfato e Elementos Terras Raras da região de Campos Novos, Roraima, Manaus, 2023.
- Nº 08 – Avaliação da Favorabilidade para Depósitos de Urânio no Brasil, Brasília, 2023.

SÉRIE GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

- Nº 01 - Informe Geoquímico Bacia do Araripe, Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará, Recife, 2018.
- Nº 02 - Informe Geoquímico das Folhas Quixadá-Itapiúna, Estado do Ceará, Fortaleza, 2020.
- Nº 03 - Informe Geoquímico São José do Campestre, Província Borborema, Estado do Rio Grande do Norte, Recife, 2021.
- Nº 04 - Informe Geoquímico Granjeiro-Cococi, Estado do Ceará, Fortaleza, 2023.

SÉRIE MAPEAMENTO GEOQUÍMICO

- Nº 01 - Levantamento geoquímico do Escudo do Rio Grande do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- Nº 02 - Mapeamento geoquímico da Folha Piatã, Estado da Bahia, Salvador, 2023.

SÉRIE ATLAS GEOQUÍMICOS

- Atlas Geoquímico de Carajás – Setor Leste, Sedimentos Ativos de Corrente, Estado do Pará, Belém, 2023.

SÉRIE ATLAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS

- Atlas de Rochas Ornamentais de Roraima, Manaus, 2009.
- Atlas de Rochas Ornamentais da Amazônia Brasileira, São Paulo, 2011.
- Atlas de Rochas Ornamentais do Espírito Santo, Brasília, 2013.
- Atlas of dimension stones of the Espírito Santo State, Brasília, 2015.
- Atlas de rochas ornamentais dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas, Recife, 2017.
- Atlas de Rochas Ornamentais da Bahia, Salvador, 2022.
- Atlas of Dimension Stones of the Bahia State, Salvador, 2022.

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - SGB E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015 líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de *17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O **Serviço Geológico do Brasil – SGB** atua em diversas áreas intrínsecas às Geociências, que podem ser agrupadas em quatro grandes linhas de atuação:

- Geologia
- Recursos Minerais;
- Hidrologia; e
- Gestão Territorial.

Todas as áreas de atuação do SGB, sejam nas áreas das Geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB com os ODS.

Áreas de atuação do Serviço Geológico do Brasil – SGB e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS

ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



SISTEMAS DE ALERTA HIDROLÓGICO



AGROGEOLOGIA



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



RISCO GEOLÓGICO



GEODIVERSIDADE



PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



GEOLOGIA MÉDICA



RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



PALEONTOLOGIA



PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



REDE DE BIBLIOTECAS



REDE DE LITOTECAS



GOVERNANÇA



ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

SUSTENTABILIDADE



PRÓ-EQUIDADE



COMITÊ DE ÉTICA



ISBN 987-65-5664-460-8



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



SGB.GOV.BR