





# Relatório de Avaliação Projeto Miriri

*Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM*

**Março de 2018**

Prezados senhores,

Conforme contrato de prestação de serviços executado entre a Ceres Inteligência Financeira e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, apresentamos a seguir o Produto 3: Relatório Final de Avaliação Econômica do Depósito de Fosfato de Miriri para fins de apuração de Viabilidade do Negócio. Além disso, em anexo, são apresentadas as Notas Técnicas 1, 2, 3 e 4, em resposta às solicitações de cenários alternativos e validação de dados da CPRM.

Este Laudo contempla objetivo, procedimentos e metodologia utilizados para a definição da Análise de Informação Financeira inerente a exploração do Depósito de Fosfato na Região da Bacia de Pernambuco e Paraíba, em que as premissas adotadas foram definidas a partir de informações fornecidas pela CPRM e nas condições gerais do mercado.

Atenciosamente,

---

Alexandre Moreira Galvão  
Representante Legal e Sócio Diretor

# SUMÁRIO

<b>Introdução</b>	<b>8</b>
<b>Objetivo</b>	<b>8</b>
<b>Proposição</b>	<b>8</b>
<b>Disclaimers</b>	<b>10</b>
<b>Sumário Executivo</b>	<b>11</b>
<b>Engenharia e Modelagem</b>	<b>15</b>
<b>Introdução</b>	<b>15</b>
<b>Status legal das áreas do Projeto Miriri junto ao DNPM</b>	<b>16</b>
<b>Modelamento</b>	<b>17</b>
Informações gerais	17
Importação de dados	17
Validação geométrica	18
Definição de áreas	19
Definição de limites	19
Redução do corpo de minério	20
Metodologia	20
Visão geral da área Norte	24
Cubagem Total (N1, N2 e N3)	24
<b>Análise crítica dos dados da CPRM e comparativo com modelamento Ceres</b>	<b>25</b>
Análise crítica dos dados disponibilizado pela CPRM	25
Comparativo entre os recursos apresentados pela CPRM e os recursos reavaliados no modelamento	30
<b>Reservas e vida útil</b>	<b>31</b>
Quadro de reservas	31
Vida útil	31
<b>A Mineração</b>	<b>32</b>
Projeto de lavra	32
Limites da mina	32
Estradas e acessos	32
Sistema de limpeza das frentes	32
Materiais estéreis	33
Sistema de drenagem	33
Disposição de estéreis	34
<b>Beneficiamento</b>	<b>35</b>
Descrição do processo	35
<b>Modelo Financeiro</b>	<b>39</b>
<b>Receitas Previstas</b>	<b>39</b>
<b>Impostos e Deduções</b>	<b>39</b>
PIS/COFINS	39
ICMS	39
CFEM	40
IR/CSLL	40
<b>Custos Operacionais</b>	<b>40</b>
<b>Investimentos Previstos</b>	<b>43</b>
<b>Custo de Capital</b>	<b>44</b>
Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (Capital Asset Pricing Model - CAPM)	44
<b>Referência de Mercado</b>	<b>49</b>
<b>Resultados e Formato para licitação do depósito</b>	<b>51</b>

<b>Resultados</b>	<b>51</b>
<b>Demonstrações Financeiras Cenário Base</b>	<b>52</b>
DRE	52
FCFE	53
<b>Cenário de Custos de Mercado</b>	<b>54</b>
Referência de mercado utilizada	54
<b>Considerações Finais</b>	<b>60</b>
<b>Anexos</b>	<b>62</b>
<b>Nota Técnica 1 – Cenários Alternativos - Projeto Miriri</b>	<b>62</b>
Cenário: REM < 2 (m <sup>3</sup> /t)	62
Cenário: Substituição de equipamentos operacionais e investimentos	63
<b>Nota Técnica 2 – Cenários Alternativos - Projeto Miriri</b>	<b>68</b>
Cenário: REM < 2 (m <sup>3</sup> /t) e teor P2O5 > 8%	68
Comparativo custos operacionais Projeto Miriri – CPRM e Projeto Santiago - DuSolo	70
<b>Nota Técnica 3 – Cenários Alternativos - Projeto Miriri</b>	<b>74</b>
Metodologia para definir quantidade de equipamentos	74
Definição de custos – Cenário Base	76
Definição de custos – Cenário Alternativo	78
Considerações Finais	84
<b>Nota Técnica 4 – Análise crítica da estimativa de recurso - Projeto Miriri</b>	<b>85</b>
Análise crítica da estimativa de recursos	85
<b>Infraestrutura de apoio</b>	<b>89</b>
Portaria	89
Escritório central	89
Vestiários	89
Oficinas e posto de serviços	89
Refeitório	90
Laboratório	90
Ambulatório	90
Água de processo	90
Moradias e condições de habitabilidade	90
Transporte de pessoal	90
Sinalização	91
<b>Equipamentos de mina</b>	<b>91</b>
Dimensionamento dos equipamentos	91
<b>Barragem de Rejeitos</b>	<b>94</b>
<b>Plano de Fechamento de Mina (PFM)</b>	<b>95</b>
Introdução	95
Processo de descomissionamento da mina	96
Plano de controle da poluição do solo, atmosfera e recursos hídricos, com caracterização de parâmetros controladores	103
Plano de controle de lançamento de efluentes com caracterização de parâmetros controladores	104
Medidas para impedir o acesso à mina de pessoas estranhas e interditar com barreiras os acessos às áreas perigosas	105
Definição dos impactos ambientais nos meios físico, biótico e antrópico das áreas de influência do empreendimento.	105
Aptidão e intenção de uso futuro da área	106
Conformação topográfica e paisagística da área levando em consideração aspectos sobre a estabilidade, controle de erosões e drenagens.	106
Relatório das condições de saúde ocupacional dos trabalhadores durante a vida útil do empreendimento mineiro	108
Impactos socioeconômicos	108
Cronograma físico e financeiro das atividades propostas	109
BIBLIOGRAFIA DO PROJETO DE ENGENHARIA	112

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações sobre o Bloco Norte .....	9
Tabela 2 – Dados do minério .....	11
Tabela 3 - Custos Operacionais.....	12
Tabela 4 - Capex de Implantação e Pesquisas.....	12
Tabela 5 – Resultado - FCFE .....	13
Tabela 6 - Estudo Inicial CPRM: Área Bloco Norte .....	15
Tabela 7 – Processos Projeto Miriri junto ao DNPM .....	16
Tabela 8 - Cubagem N1.....	21
Tabela 9 - Cubagem N2.....	22
Tabela 10 - Cubagem N3.....	23
Tabela 11 - Cubagem Total (N1, N2 e N3) .....	24
Tabela 12 – Parametrização por faixa de cobertura - CPRM .....	26
Tabela 13 – Parametrização por faixa de cobertura - Ceres .....	27
Tabela 14 – Estimativa de recursos - Ceres .....	27
Tabela 15 – Comparativo Parametrização por faixa de capeamento .....	28
Tabela 16 – Comparativo Toneladas de Minério - Total .....	29
Tabela 17 – Comparativo Toneladas de Minério – REM < 6 (m³/t).....	29
Tabela 18 - Resultado Cubagem Bloco Norte .....	30
Tabela 19 - Reavaliação Bloco Norte .....	30
Tabela 20 – Comparativo CPRM e Reavaliação de quantidade de Estéril e Minério (toneladas em mil) ...	31
Tabela 21 - Vida útil do empreendimento .....	31
Tabela 22 – Toneladas Comercializadas.....	39
Tabela 23 - Custos Operacionais.....	40
Tabela 24 - Custos Operacionais de Beneficiamento por Produção Anual Concentrado de Minério .....	41
Tabela 25 - Custos horários de propriedade e operação (C.P.O.).....	41
Tabela 26 - Custo de Mineração por Produção Anual de Concentrado de Minério .....	41
Tabela 27 - Custos Administrativos por Produção Anual de Concentrado de Minério .....	41
Tabela 28 - Quadro de Estimativa de Pessoal.....	42
Tabela 29 - Capex de Implantação e Pesquisas.....	43
Tabela 30 - Equipamentos.....	43
Tabela 31 - Resumo das Fontes e Metodologias Utilizadas .....	45
Tabela 32 – Empresas Setor Mineral Utilizadas Para Cálculo Beta .....	45
Tabela 33 - Empresas Setor Agrícola Utilizadas Para Cálculo Beta.....	46
Tabela 34 - Composição do Custo de Capital Próprio (Ke) .....	47
Tabela 35 – Curva projeção Custo de Capital (1 de 3).....	47
Tabela 36 – Curva projeção Custo de Capital (2 de 3).....	47
Tabela 37 – Curva projeção Custo de Capital (1 de 3).....	47
Tabela 38 – Resultado - FCFE .....	51
Tabela 39 – DRE (R\$'000) – 1 de 2.....	52
Tabela 40 – DRE (R\$'000) – 2 de 2.....	52
Tabela 41 – FCFE (R\$'000) - 1 de 2.....	53

Tabela 42 – FCFE (R\$'000) – 2 de 2 .....	53
Tabela 43 – Equipamentos .....	54
Tabela 44 – Custo Total dos Equipamentos .....	55
Tabela 45 – Demais custos operacionais .....	55
Tabela 46 – Custos operacionais – Cenário Alternativo .....	56
Tabela 47 – Cenários com recebimento de <i>Call</i> e <i>Royalties</i> sobre a <i>ROB</i> .....	57
Tabela 48 – DRE (R\$'000) – 1 de 2 .....	58
Tabela 49 – DRE (R\$'000) – 2 de 2 .....	58
Tabela 50 – FCFE (R\$'000) – 1 de 2 .....	59
Tabela 51 – FCFE (R\$'000) – 2 de 2 .....	59
Tabela 52 – Alternativas para pagamento da <i>Call</i> .....	60
Tabela 53 - Cubagem REM < 2 (m <sup>3</sup> /t).....	62
Tabela 54 – Dados do minério .....	62
Tabela 55 – Custos operacionais.....	63
Tabela 56 – Custos operacionais.....	63
Tabela 57 – Investimento em implantação .....	64
Tabela 58 – DRE (R\$'000) – 1 de 2 .....	65
Tabela 59 – DRE (R\$'000) – 2 de 2 .....	66
Tabela 60 – FCFE (R\$'000) – 1 de 2 .....	66
Tabela 61 – FCFE (R\$'000) – 2 de 2 .....	66
Tabela 62 – Sensibilidade Custo por Toneladas por Caminhão .....	67
Tabela 63 - Cubagem REM < 2 (m <sup>3</sup> /t) e teor P2O5 > 8% .....	68
Tabela 64 – Dados do minério .....	68
Tabela 65 – Equipamentos Mineração .....	69
Tabela 66 – Mão de obra .....	69
Tabela 67 – Custos operacionais.....	70
Tabela 68 – Custos operacionais – Projeto Santiago da DuSolo .....	71
Tabela 69 – Custos operacionais – Projeto Miriri - CPRM.....	71
Tabela 70 – Dados do minério .....	74
Tabela 71 – Quantidade de equipamentos .....	75
Tabela 72 – Fator de consumo de combustível (l/HP.h) .....	76
Tabela 73 – Custo com Equipamentos .....	77
Tabela 74 – Custos Administrativos e Beneficiamento .....	77
Tabela 75 – Custos operacionais – Cenário Base .....	78
Tabela 76 – Equipamentos .....	78
Tabela 77 – Custo Total dos Equipamentos .....	79
Tabela 78 – Demais custos operacionais .....	79
Tabela 79 – Custos operacionais – Cenário Alternativo .....	80
Tabela 80 – Cenários com recebimento de <i>Call</i> e <i>Royalties</i> sobre a <i>ROB</i> .....	81
Tabela 81 – DRE (R\$'000) – 1 de 2 .....	82
Tabela 82 – DRE (R\$'000) – 2 de 2 .....	82
Tabela 83 – FCFE (R\$'000) – 1 de 2 .....	83
Tabela 84 – FCFE (R\$'000) – 2 de 2 .....	83
Tabela 85 – Parametrização por faixa de cobertura .....	86
Tabela 86 – Estimativa de recursos - Ceres .....	87

Tabela 87 – Comparativo - Total.....	87
Tabela 88 – Comparativo – REM < 6 (m <sup>3</sup> /t).....	88
Tabela 89 – Dimensionamento Minério .....	93
Tabela 90 - Dimensionamento Estéril .....	94
Tabela 91 - Cronograma Financeiro das Atividades Propostas .....	110

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estudo Inicial CPRM: Modelamento da área .....	16
Figura 2 – Topografia.....	18
Figura 3 – Nuvem de pontos.....	18
Figura 4 - Definição de áreas.....	19
Figura 5 - Definição de limites.....	19
Figura 6 - Redução do corpo de minério.....	20
Figura 7 - N1 Estéril (Wst) .....	21
Figura 8 - N1 Minério (Ore).....	21
Figura 9 - N2 Estéril (Wst) .....	22
Figura 10 - N2 Minério (Ore).....	22
Figura 11 - N3 Estéril (Wst) .....	23
Figura 12 - N3 Minério (Ore).....	23
Figura 13 - Minério.....	24
Figura 14 – Estimativa de recursos - CPRM.....	25
Figura 15 - Relação REM x Cutoff x Tonelagem – Bloco Norte .....	26
Figura 16 - Fator de Potência .....	76
Figura 17 – Estimativa de recursos - CPRM.....	85
Figura 18 – Cronograma Físico das Atividades Propostas .....	111

# Introdução

---

## Objetivo

O Produto 3 se refere a fase de Avaliação Econômica e tem como objetivo a apresentação da metodologia, análises e resultados econômico-financeiros da área da Reserva de Fosfato de Miriri, contemplando análise de Mercado, custos e receitas, fluxo de caixa, entre outras análises.

Para a realização da análise mercadológica, levou-se em consideração a oferta e demanda dos bens minerais, estimativa de preços de curto, médio e longo prazo, análise sucinta sobre a produção, logística e infraestrutura, entre outros aspectos. Já em relação à Avaliação Econômica, identificaram-se os custos com pesquisa mineral complementar, licenciamento e desenvolvimento do projeto, estimativa de início da operação e de vida útil, definição de produto final e nível de produção, estimativa de preços e receitas, investimentos necessários para a produção, amortização e depreciação, tributos incidentes, análise de indicadores financeiros e sensibilidade, estudo de risco e faixa de valores estimados.

Com os resultados gerados, é indicado pela Ceres sugestões relacionadas a possíveis formatos de licitações, visando indicar condições justas para a negociação. Para isso, consideram-se as seguintes opções: Bônus de Assinatura (pagamento inicial no momento de assinatura do contrato), Pagamentos Intermediários (realizados periodicamente), Pagamentos Futuros (realizados ao final dos trabalhos de pesquisa mineral), Participação no resultado da lavra em forma de Royalties, possibilidade de Royalties Progressivos e outros tipos de negociações cabíveis.

Além disso, em anexo, são apresentadas as Notas Técnicas 1,2 e 3, em resposta às solicitações de cenários alternativos pela CPRM.

## Proposição

Foi idealizado um modelo com exploração somente do Bloco Norte, uma vez que este se apresenta com a maior concentração de reservas com médio e alto teor, o que induz a melhor efetividade econômica, bem como da instalação de planta de beneficiamento de concentrado fosfático em suas proximidades.

Embora o nível de estéril/minério seja elevado nesta região, níveis limitados a razão de 4 compõem reservas estimadas em 3 milhões de minerais, sendo destes o valor resultante de 200.640 toneladas de concentrado fosfático. Foram estimados 15 anos para se exaurir tal reserva.

**Tabela 1 - Informações sobre o Bloco Norte**

Bloco Norte		
Item		Dados
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Apatítico na alimentação	%	3,41%
Teor do Concentrado	%	33,8%
Recuperação	%	60%
Relação Minério/Concentrado (base seca)	t/t	10,46
Umidade	%	18%
Produção Anual de Concentrado (base seca)	tpa	200.640
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Contido no Concentrado (base seca)	tpa	67.816
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Contido no Minério (base seca)	tpa	71.565
Alimentação da planta (base seca)	tpa	2.098.690
Alimentação da planta (base úmida)	tpa	2.559.378
Relação Estéril/Minério	t/t	4,06
Produção de Estéril (base úmida)	tpa	10.399.103
Semanas por ano		52
Dias por semana		7
Dias por mês		30
Dias por ano		364
Meses por ano		12
Turnos por dia		3
Horas por turno		8
Horas por mês		728
Horas por ano		8.736
ROM ano (base úmida) (t)	tpa	2.559.378
ROM mensal	t	213.282
ROM diário	t	7.031
ROM hora	t	293
Estéril ano (t)	t	10.399.103
Estéril mensal	t	866.592
Estéril diário	t	28.569
Estéril hora	t	1.190
DMT ROM	km	3
DMT estéril	km	3
Recuperação mina	%	95%
Densidade in situ	t/m <sup>3</sup>	1,80
Produção da usina (tbs)	tpa	200.640

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

Tendo estes níveis estimados de produto e diante dos dados disponibilizados para o Bloco Norte, foram levantados investimentos de novas pesquisas, de exploração, acessos e da planta de beneficiamento, custos operacionais envolvidos, dentre outras estimativas para se prever o fluxo de caixa do negócio com essa configuração.

Importante ressaltar, que embora muitos dos dados levantados sejam definitivos, o objetivo dessa etapa é estabelecer modelo econômico-financeiro coerente, de forma a propor soluções de remuneração ao CPRM, que sejam condizentes com a realidade de mercado e estimulem a

atratividade das áreas que foram licitadas, uma vez que há forte incerteza sobre essas reservas com necessidade de aprofundamento das pesquisas e novas sondagens.

Foram ensaiadas propostas de remuneração e de pagamentos fixos e variáveis. Também foram propostos modelos com base em opções de abandono ou de continuidade, com vistas a estabelecer datas e valores de referência que possam estimular entrantes, com preservação das taxas requeridas para o negócio e da remuneração indicada ao CPRM.

## Disclaimers

Ressalta-se que as informações técnicas e sobre pesquisa a respeito da Reserva de Fosfato de Miriri são restritas, demandando investigações complementares. Dessa forma, as premissas operacionais adotadas, que foram baseadas nas informações fornecidas pela CPRM e pelas análises de engenharia, sobre a reserva podem sofrer alterações.

A Ceres, embora tenha confrontado os dados de fontes particulares diante dos valores de mercado, não é, em nenhum momento, responsável pela veracidade dos mesmos, uma vez que não houve acesso integral aos documentos originadores dessas informações. Ressalta-se, ainda, que mudanças repentinas dos indicadores macroeconômicos e preços de energia podem influenciar os valores indicados nessa avaliação.

Além disso, conforme alinhado entre Ceres e CPRM, não foi realizado novo modelamento sobre os dados do Bloco Sul, uma vez que a quantidade de minério indicado no trabalho da CPRM, é muito inferior ao Bloco Norte e a relação estéril/minério é mais elevada, sendo que seria exigida estrutura específica de implantação para esse bloco, em função da localização. Ou seja, o Bloco Sul foi tratado como inoperável, visto as condições indicadas.

## Sumário Executivo

---

**Objeto:** O presente documento consiste na Avaliação Econômico-Financeira, para a CPRM, do Depósito de Fosfato de Miriri, localizado em Pernambuco e Paraíba, para fins de apuração de Viabilidade do Negócio, apurada por meio da metodologia de fluxo de caixa descontado e projetada a partir de premissas obtidas com base nas informações disponibilizadas pela CPRM, análises da equipe técnica da Ceres e nas condições gerais do mercado nacional de exploração de fosfato.

**Reservas atualizadas:** A partir dos dados disponibilizados pela CPRM, a Ceres fez novo modelamento das reservas do depósito de Fosfato Miriri, limitando pela REM < 6 (m<sup>3</sup>/t) e utilizando as densidades 1,96 t/m<sup>3</sup> (minério) e 1,85 t/m<sup>3</sup> (estéril). O resultado apresentou 38,4 milhões de toneladas de minério e 287,28 milhões de toneladas de estéril, com uma REM média de 4,06 (m<sup>3</sup>/t), 7,51 (t/t) e teor médio 3,22% P2O5. Isso perfaz uma vida útil de 15 anos para a mina, representando um movimento anual de 21,71 milhões de toneladas de estéril e minério por ano, equivalente a produção de concentrado (base seca) de 200,6 mil toneladas por ano.

**Tabela 2 – Dados do minério**

Dados Estéril e Minério - Anual	
Estéril (base úmida)	19.152.298
Minério (base úmida)	2.559.378
Umidade (%)	18,0%
Minério (base seca)	2.098.690
Minério/Concentrado (t/t)	10,46
Produção de concentrado (base seca)	200.640

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

**Receita:** A receita referente a exploração da mina é obtida por meio da multiplicação da quantidade de toneladas de concentrado fosfático e o preço de R\$ 495,9<sup>1</sup>, data base junho de 2017 e ajustado pelo IGPM. A curva de produção anual segue a proporção da curva estimada no projeto Três Estradas, realizado pela Aguiar Resources Limited em 19 de agosto de 2015.

**Custos operacionais:** O custo operacional equivale a R\$ 486,57 por tonelada. Esse valor considera todas as atividades envolvidas no processo de exploração de rocha fosfática e está subdividido em Beneficiamento, Mineração, Pessoal e Administrativo.

---

<sup>1</sup> Preço mensal “Phosphate rock” do World Bank de janeiro de 2017 a outubro de 2017 (US\$ 91,6), multiplicado pela taxa de câmbio média para 2017 do sistema de expectativas do Banco Central do Brasil, 3,19 BRL/USD, e multiplicado pela relação histórica de 69,7% entre o preço praticado no Brasil e Estados Unidos, conforme Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM.

**Tabela 3 - Custos Operacionais**

Custos operacionais	
Tipo	R\$/t concentrado fosfático
Beneficiamento	44,98
Mineração	331,70
Pessoal	106,73
Administrativo	3,15
<b>Total</b>	<b>486,57</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

O custo com mineração e pessoal são os mais representativos e estão correlacionados. Os valores são obtidos buscando atender a necessidade de movimentação de estéril e minério, através da capacidade operacional e cada equipamento, operando em 3 turnos por dia, todos os dias do ano. O detalhamento completo da metodologia aplicada encontra-se na Nota Técnica 3, nos anexos desse documento.

**Impostos e Deduções:** A avaliação considera o regime de Lucro Real e a obtenção do benefício SUDENE, uma vez que o empreendimento atende aos requisitos e se encontra na região incentivada. A alíquota de PIS/COFINS, nesse regime, é 9,25%. Sobre ICMS, considerou-se a isenção ao longo de toda o trabalho, conforme inciso XIII do “caput” do art. 6º do Decreto 1997 nº 18.930.

Com base na Emenda Aglutinativa Global nº6 da MPV nº 789/2017, do PLV nº 38/2017 em processo de aprovação, a CFEM para a substância mineral rochas fosfáticas passará a ser de 0,2% sobre a ROB. Além disso, mais 0,1% da ROB, equivalente a 50% da CFEM, deverá ser pago ao proprietário da terra (superficiário) e também foi considerado no trabalho.

**Investimentos e Financiamentos:** O Capex total considerado na avaliação é R\$ 190,57 milhões e inclui os gastos com equipamentos, desenvolvimento de mina, obras civis e instalações industriais, distribuídos entre 2019 e 2020. Além disso, antes do início da implantação do empreendimento, considerou-se, em 2018, os gastos com novas perfurações e estudos da área analisada.

**Tabela 4 - Capex de Implantação e Pesquisas**

Capex de Implantação e Pesquisas				
Descrição	Valor	2.018	2.019	2.020
Equipamentos de mina	36.240	-	-	100%
Desenvolvimento de mina	4.796	-	50%	50%
Obras civis e outros	7.443	-	71%	29%
Instalações industriais	137.126	-	40%	60%
Perfurações	4.968	100%	-	-
<b>Total</b>	<b>190.574</b>			

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Todos os investimentos, exceto as perfurações, foram considerados 50% financiáveis com parâmetros da linha de financiamento de Longo Prazo do BNDES. O Capex de manutenção corresponde aos Custos de Mineração já considerado em Custos Operacionais.

**Resultados:** O resultado obtido por meio do fluxo de caixa do acionista e taxa de desconto real livre de impostos de 9,27% ao ano, é R\$ 194,6 milhões negativos.

**Tabela 5 – Resultado - FCFE**

Valuation - Projeto Miriri	
FCFE (R\$'000)	(194.565)

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

A elevada relação estéril/minério identificada nas reservas de direito de exploração da CPRM na região da Paraíba e Pernambuco, diante das informações disponibilizadas pelo CPRM, não demonstram viabilidade operacional do negócio. Tampouco, frente ao elevado custo de exploração estimulam pesquisas do setor privado. A partir desse resultado e por solicitação da CPRM, foram trabalhados cenários alternativos com vistas a ampliar as opções de exploração e pesquisa.

**Cenário de Custo de Mercado:** Esse cenário apresenta uma alternativa considerando fontes de mercado para calcular o custo de operação do projeto. Optou-se por utilizar a “Tabela Custo Horário” de junho de 2017, disponibilizado pela SOBRATEMA, mantendo a mesma quantidade de equipamentos do Cenário Base, com vistas a buscar sinergias comumente disponíveis no mercado. O custo operacional encontrado foi R\$ 389,3 por tonelada de concentrado fosfático e resulta no valor do projeto em R\$ 79,2 milhões negativos, diante de uma remuneração de capital próprio, real e depois dos impostos, de 9,27% a.a.

Apesar do resultado negativo da avaliação, o cenário aponta a possibilidade de lançar a mercado o Projeto Miriri como um prospecto ou pesquisa, uma vez que o cálculo da opção de exploração, avaliada por analogia como uma opção financeira de compra (*Call*), calculada pelo período de 1 ano, apresentou resultado positivo de R\$ 2,018 milhões. Foram considerados, ainda, para este cálculo, royalties propostos de 2% para o CPRM, caso o investidor resolva explorar a área e exerça a opção. Alternativas de pagamento desse prêmio foram apresentadas nas Considerações Finais, buscando opções mais atrativas ao mercado.

**Nota Técnica 1:** Essa NT apresenta dois cenários alternativos. O primeiro cenário utiliza polígonos que contemplam todo o perímetro das áreas de interesse que possuem REM < 2 (t), enquanto que o segundo cenário mantém a análise com REM < 6 (t) e modifica os equipamentos utilizados na exploração. Entretanto, os resultados obtidos (R\$ 253,2 milhões negativos) foram piores que o cenário base, e o detalhamento pode ser visto no anexo desse documento.

**Nota Técnica 2:** Essa NT apresenta um comparativo de metodologia com o projeto da DuSolo (referência da CPRM) e um novo cenário de cubagem, considerando os parâmetros REM < 2 (m³/t) e teor de P2O5 > 8%, definidos pela CPRM.

Ao analisar o documento da DuSolo e a metodologia empregada pela Ceres, identificou-se que o procedimento de exploração é idêntico, entretanto, a REM do projeto DuSolo é aproximadamente 10 vezes inferior aos valores obtidos para Miriri, mostrando assim o fator determinante para a inviabilidade de projeto. Além disso, a nova cubagem realizada apresentou níveis de reserva muito baixos, inviabilizando qualquer tentativa de exploração. A Nota Técnica 2, com todo o detalhamento da análise encontra-se no anexo de documento.

**Nota Técnica 3:** Essa NT apresenta um novo estudo considerando uma fonte alternativa para calcular o custo de operação do projeto. Desse modo, optou-se por utilizar a “Tabela Custo Horário” de junho de 2017, disponibilizado pela SOBRATEMA, mantendo a mesma quantidade de equipamentos do cenário base. O resultado encontrado, equivale a R\$ 79,2 milhões negativos, entretanto, o fluxo operacional possibilitou a análise do projeto como um prospecto ou pesquisa, uma vez que a Call, apresentou resultado positivo de R\$ 2,02 milhões, diante de royalties propostos de 2% para o CPRM, caso o investidor resolva explorar a área e exerça a opção. A Nota Técnica 3 e todos os detalhes desse cenário, encontra-se no anexo desse documento.

**Nota Técnica 4:** Essa NT apresenta uma análise crítica do relatório de modelagem e estimativa de recursos da CPRM, conforme indicação do Termo de Referência. A partir dos dados disponibilizados pela CPRM, a equipe técnica da Ceres realizou uma nova estimativa de recursos para o projeto Miriri, possibilitando a formulação de um comparativo entre os resultados.

Ressalta-se que o resultado obtido pela Ceres é muito semelhante ao da CPRM em todos os aspectos, com destaque para a quantidade de minério, REM e teor. Isso valida as estimativas e os dados disponibilizados pela CPRM, e utilizados em todas as análises realizadas.

# Engenharia e Modelagem

## Introdução

Este tópico do Projeto Miriri, é baseado nos estudos Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri – Pernambuco / Paraíba realizado pela equipe do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, que tem como objetivo resgatar e reavaliar os dados e informações geológicas, geoquímicas e geofísicas geradas pela CPRM entre as décadas de 1970 e 1990 e que constituem o patrimônio mineral da empresa.

Além da elaboração própria com base em experiências anteriores, as principais informações foram retiradas de projetos similares como:

- Lucena Phosphate Project - Águia Resources;
- Especificações dos Fertilizantes Minerais Simples - Ministério da Agricultura e Pecuária;
- Positive Preliminary Economic Assessment Demonstrates Robust Economics For Três Estradas - Águia Resources;
- Commodity Markets Outlook - A World Bank Report;

Optou-se por iniciar os trabalhos de lavra na área denominada Bloco Norte, mais precisamente nos setores denominados N 1, N 2 e N 3, em que estes setores foram selecionados pela equipe da CPRM que reestudou o projeto e concluiu como sendo as mais favoráveis. O quadro de reservas a seguir faz parte deste reestudo.

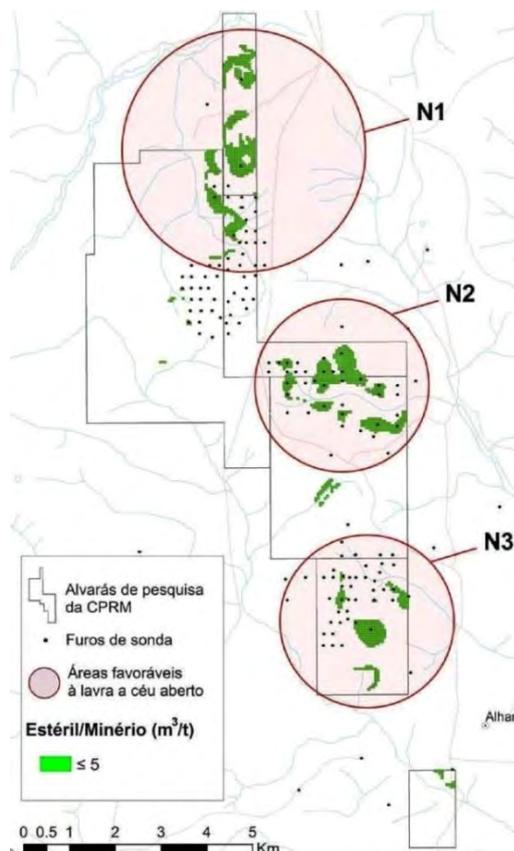
**Tabela 6 - Estudo Inicial CPRM: Área Bloco Norte**

Áreas Bloco Norte - CPRM								
Área	Teor (%)	Minério (t)	Minério (m <sup>3</sup> )	Estéril (t)	Estéril (m <sup>3</sup> )	Dens.	REM t/t	REM m <sup>3</sup> /t
N1	2,70	12.921.900	24.034.734	83.640.874	44.968.212	1,86	6,47	3,48
N2	3,90	10.293.236	18.939.554	64.015.693	34.791.138	1,84	6,22	3,38
N3	4,14	5.425.283	9.874.015	37.422.517	20.561.823	1,82	6,90	3,79
<b>Total</b>	<b>3,41</b>	<b>28.640.419</b>	<b>52.848.303</b>	<b>185.079.085</b>	<b>100.321.172</b>	<b>1,84</b>	<b>6,46</b>	<b>3,51</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base no estudo disponibilizado pela CPRM*

Iniciou-se o estudo de otimização e modelamento trabalhando com o banco de dados disponibilizado pela equipe da CPRM.

**Figura 1 - Estudo Inicial CPRM: Modelamento da área**



Fonte: Estudo disponibilizado pela CPRM

## Status legal das áreas do Projeto Miriri junto ao DNPM

Conforme quadro abaixo, obtido por meio do site do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, pode-se observar que em todas as áreas, “Não foi observado a apresentação do Requerimento de Lavra. Sujeito a caducidade conforme artigos 31 e 32 do CM”.

**Tabela 7 – Processos Projeto Miriri junto ao DNPM**

Processos CPRM - Projeto Miriri							
Numero	Ano	Titular	Substância	Estado	Município	Último evento	Observações
840.302	1.979	CPRM	Fosfato	PB	Alhandra	Aprovação do Relatório de Pesquisa em 20/05/1987.	Não foi observado a apresentação do Requerimento de Lavra. Sujeito a caducidade conforme artigos 31 e 32 do CM.
840.303	1.979	CPRM	Fosfato	PB	Alhandra	Documento diverso protocolado em 18/10/2012.	Não foi observado a apresentação do Requerimento de Lavra. Sujeito a caducidade conforme artigos 31 e 32 do CM.
840.304	1.979	CPRM	Fosfato	PB	Alhandra	Despacho publicado em 06/04/2017.	Não foi observado a apresentação do Requerimento de Lavra. Sujeito a caducidade conforme artigos 31 e 32 do CM.
840.305	1.979	CPRM	Fosfato	PB	Caaporã - Alhandra	Cumprimento de exigência em 01/08/2017.	Não foi observado a apresentação do Requerimento de Lavra. Sujeito a caducidade conforme artigos 31 e 32 do CM.

840.306	1.979	CPRM	Fosfato	PB	Caaporã - Alhandra	Cumprimento de exigência em 01/08/2017.	Não foi observado a apresentação do Requerimento de Lavra. Sujeito a caducidade conforme artigos 31 e 32 do CM.
840.307	1.979	CPRM	Fosfato	PE	Goiana	Documento diverso protocolado em 26/08/1987.	Não foi observado a apresentação do Requerimento de Lavra. Sujeito a caducidade conforme artigos 31 e 32 do CM.
840.446	1.980	CPRM	Fosfato	PB	Alhandra - Pedras de Fogo	Despacho publicado em 24/03/2017.	Não foi observado a apresentação do Requerimento de Lavra. Sujeito a caducidade conforme artigos 31 e 32 do CM.

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base em informações do site*

## Modelamento

### Informações gerais

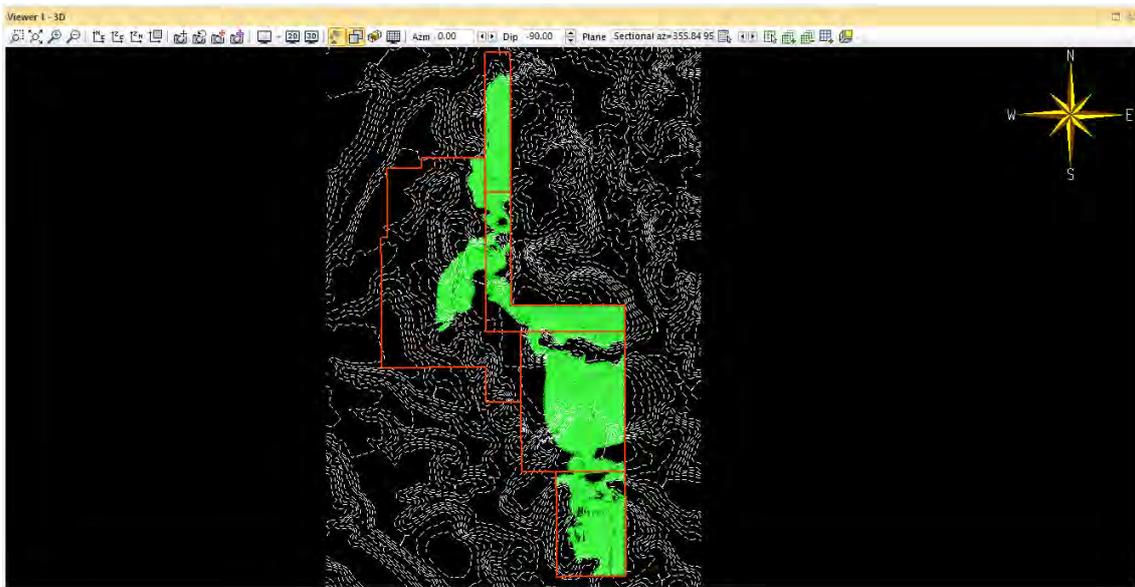
- Foram avaliadas as cavas nas áreas N1, N2 e N3;
- As cavas não deveriam ultrapassar os limites dos decretos;
- Os limites foram fornecidos através de arquivos dwg;
- A topografia de partida utilizada para a realização do trabalho está contida no arquivo “topografia\_srtm\_10tr.dm”;
- O Wireframe utilizado como referência de minério está contido no arquivo “wire\_ore\_miriri\_cprmpt.dm”.

### Importação de dados

Foi importado o arquivo de topografia “topografia\_srtm\_10tr.dm” e através dele geradas as curvas de nível. As curvas iniciam na cota 0 e elevação de 10m entre elas.

Os arquivos “wire\_ore\_miriri\_cprmpt.dm” e Decreto foram importados e verificados quanto à coordenadas e aberturas no sólido.

**Figura 2 – Topografia**

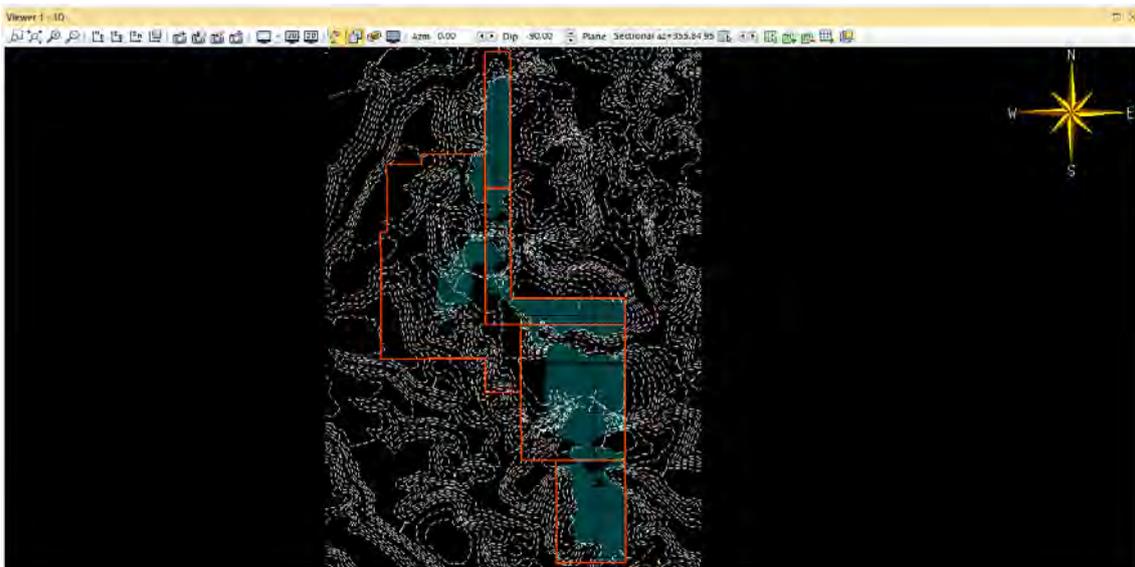


*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

### Validação geométrica

As coordenadas X,Y,Z de cada bloco foram isoladas do arquivo do modelo original, desta forma, foi criado um novo arquivo com estas coordenadas para importação em formato de nuvem de pontos.

**Figura 3 – Nuvem de pontos**

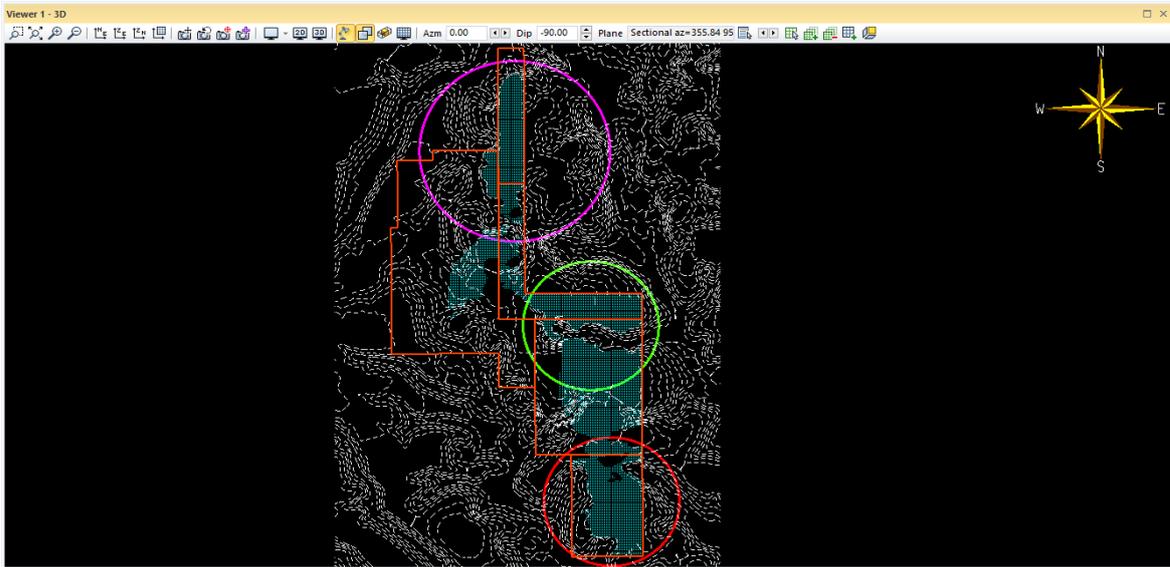


*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Definição de áreas

Foram definidas 3 áreas de interesse para execução das geometrias de lavra. As áreas foram denominadas N1, N2 e N3.

**Figura 4 - Definição de áreas**

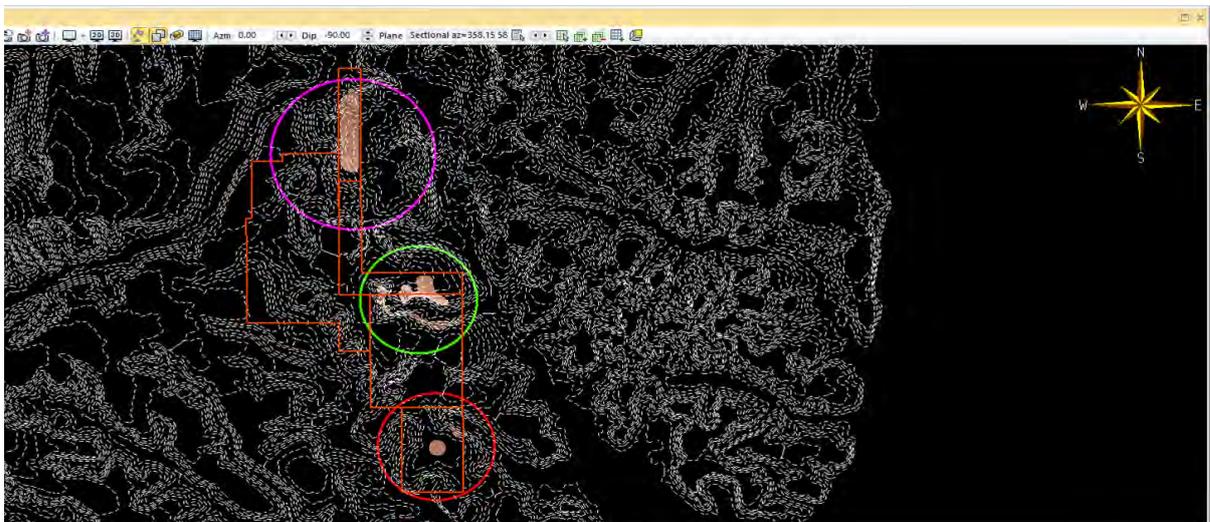


*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Definição de limites

Após definição de áreas, foram criados polígonos limitantes. Os polígonos contemplaram todo o perímetro das áreas de interesse que possuem REM < 6 ( $m^3/t$ ), em que estes, porém não deveriam ultrapassar os limites do Decreto.

**Figura 5 - Definição de limites**

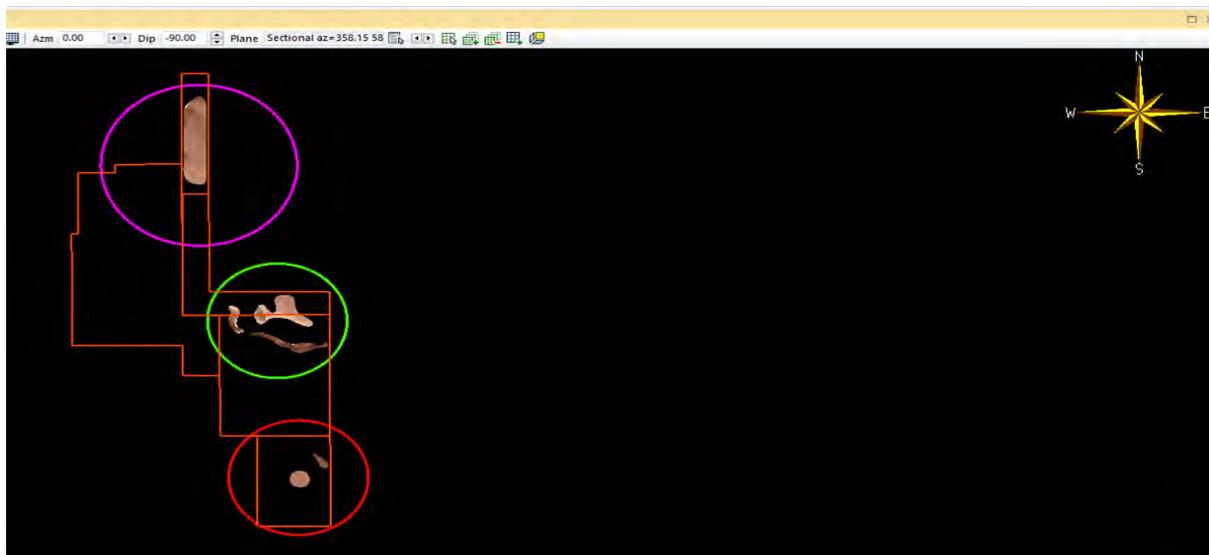


*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Redução do corpo de minério

Com a criação dos novos polígonos a área útil,  $REM < 6$  ( $m^3/t$ ), do corpo de minério foi reduzida.

Figura 6 - Redução do corpo de minério



Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Metodologia

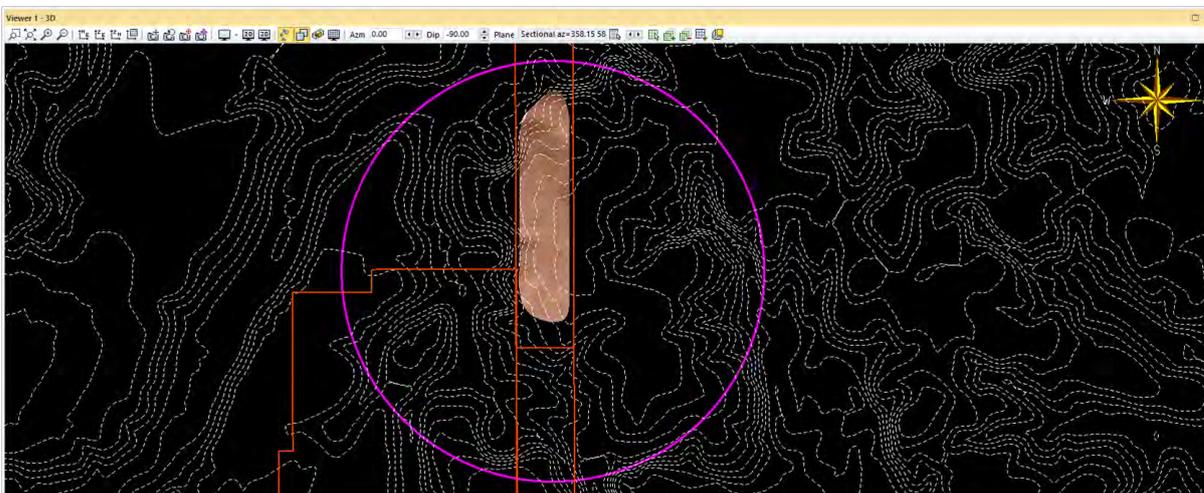
O presente estudo é conceitual e não levou em consideração os parâmetros geotécnicos do material a ser lavrado. Devido ao formato do corpo, optou-se por interceptar o sólido com os limites em  $90^\circ$  e considerar como estéril todo o volume acima deste sólido até a superfície topográfica.

Desta forma, adotou-se como minério o *wireframe* enviado e, conseqüentemente, o material acima dele foi considerado estéril. Em vista das restrições de decreto e áreas de interesse sugeridas, foi gerada uma família de polígonos, sendo eles denominados N1, N2 e N3, a fim de limitar as áreas com possibilidade de atividade de lavra.

No intuito de reduzir a superestimação das áreas devido ao ângulo de talude, estabeleceu-se um afastamento interno de 50m em relação aos limites de lavra propostos. Assim, houve a compensação sobre a não execução utilizando ângulo de talude de acordo com parâmetros geotécnicos. Utilizou-se a  $REM < 6$  ( $m^3/t$ ) e o resultado mostrou-se satisfatório e coerente com o reestudo apresentado pela CPRM. Como os arquivos de referência disponibilizados pela CPRM utilizavam a unidade de medida  $m^3/t$ , foi necessário aplicar a densidade  $1,96 t/m^3$  (minério) e  $1,85 t/m^3$  (estéril), para obter a referência  $t/t$ . Utilizou-se o valor médio da densidade informado na tabela "Tabela 10 – Sumário dos resultados estatísticos de densidade obtidos a partir dos dados de amostras originais e compostas", do Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri (Pernambuco/Paraíba), disponibilizado pela CPRM. Ressalta-se que os cenários apresentados nas Notas Técnicas, utilizam a mesma densidade.

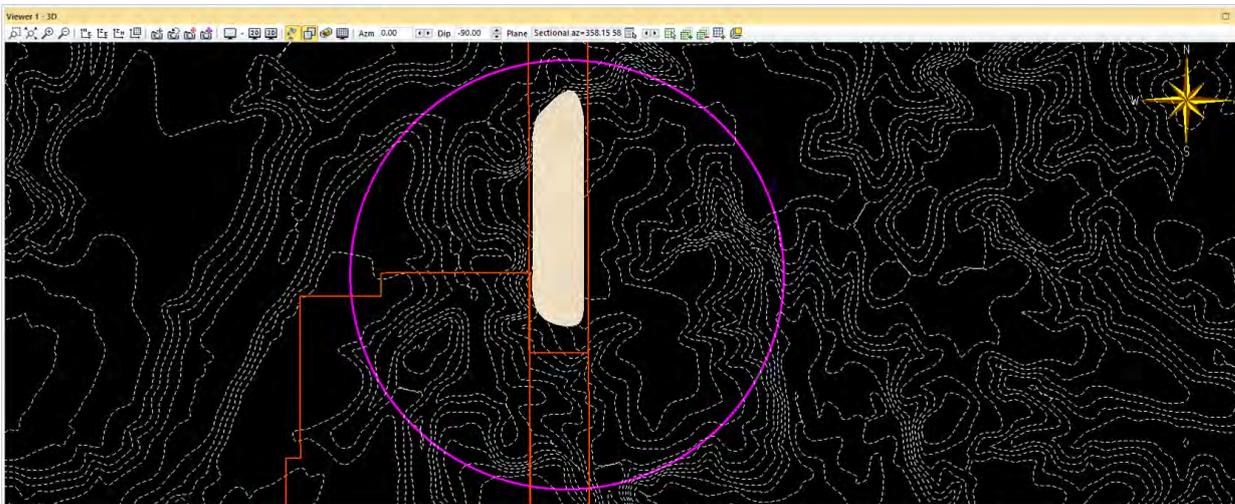
Com as premissas definidas os sólidos de minério e estéril foram criados e cubados para N1, N2 e N3 separadamente.

**Figura 7 - N1 Estéril (Wst)**



Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Figura 8 - N1 Minério (Ore)**



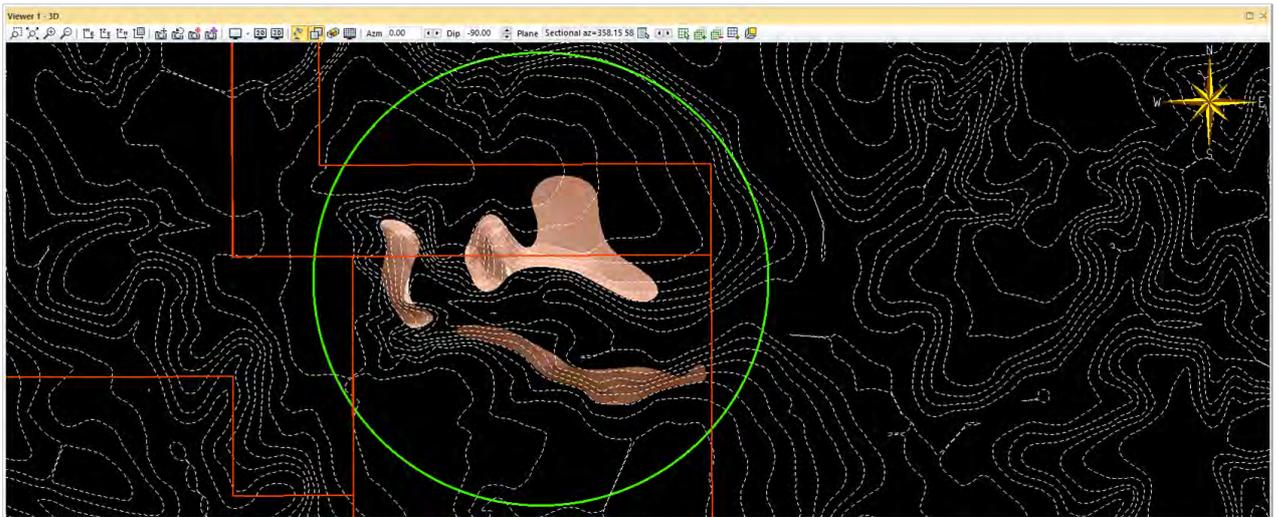
Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Tabela 8 - Cubagem N1**

Resultados Bloco Norte - Modelamento							
Área	Teor (%)	Minério m <sup>3</sup>	Minério t	Estéril m <sup>3</sup>	Estéril t	REM (t/t)	REM (m <sup>3</sup> /t)
N1	2,53	11.605.608	22.746.992	96.427.075	178.390.089	7,84	4,24

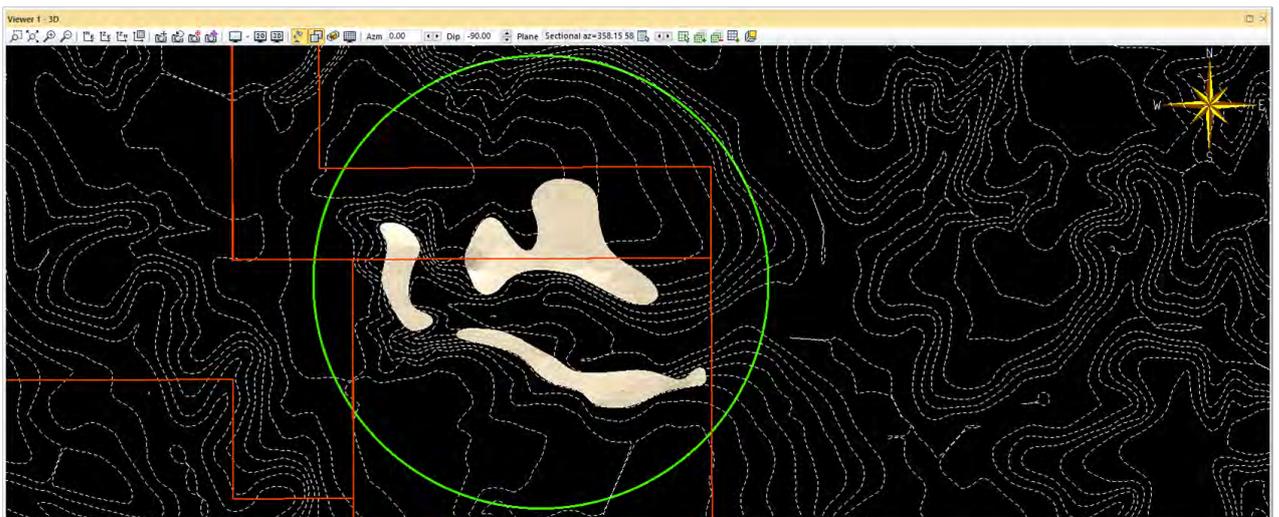
Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Figura 9 - N2 Estéril (Wst)**



Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Figura 10 - N2 Minério (Ore)**



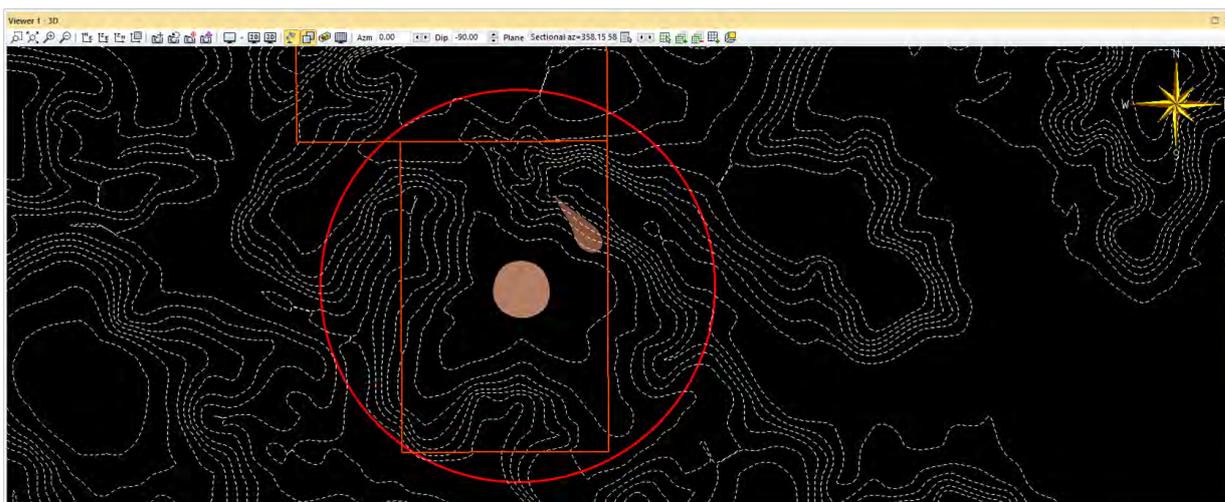
Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Tabela 9 - Cubagem N2**

Resultados Bloco Norte - Modelamento							
Área	Teor (%)	Minério m <sup>3</sup>	Minério t	Estéril m <sup>3</sup>	Estéril t	REM (t/t)	REM (m <sup>3</sup> /t)
N2	3,93	6.033.335	11.825.337	43.055.411	79.652.510	6,74	3,64

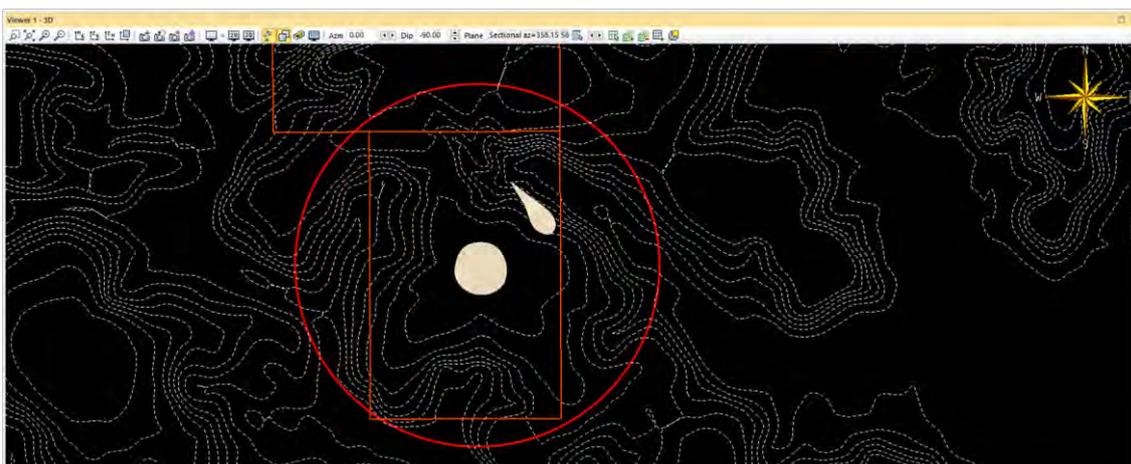
Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Figura 11 - N3 Estéril (Wst)**



Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Figura 12 - N3 Minério (Ore)**



Fonte: Ceres Inteligência Financeira

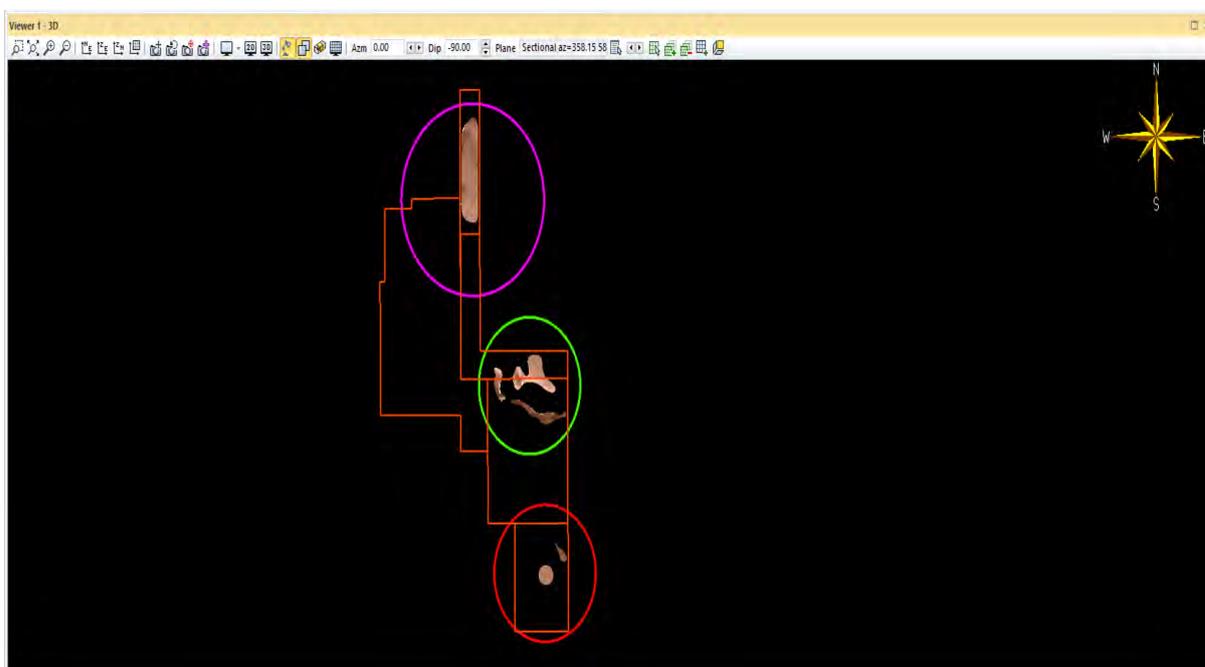
**Tabela 10 - Cubagem N3**

Resultados Bloco Norte - Modelamento							
Área	Teor (%)	Minério m <sup>3</sup>	Minério t	Estéril m <sup>3</sup>	Estéril t	REM (t/t)	REM (m <sup>3</sup> /t)
N3	5,16	1.948.136	3.818.347	15.806.420	29.241.877	7,66	4,14

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Visão geral da área Norte

**Figura 13 - Minério**



*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Cubagem Total (N1, N2 e N3)

O resultado final da cubagem das três áreas, N1, N2 e N3 encontra-se na tabela a seguir:

**Tabela 11 - Cubagem Total (N1, N2 e N3)**

Resultados Bloco Norte - Modelamento							
Área	Teor (%)	Minério m <sup>3</sup>	Minério t	Estéril m <sup>3</sup>	Estéril t	REM (t/t)	REM (m <sup>3</sup> /t)
N1	2,53	11.605.608	22.746.992	96.427.075	178.390.089	7,84	4,24
N2	3,93	6.033.335	11.825.337	43.055.411	79.652.510	6,74	3,64
N3	5,16	1.948.136	3.818.347	15.806.420	29.241.877	7,66	4,14
<b>Total</b>	<b>3,22</b>	<b>19.587.079</b>	<b>38.390.675</b>	<b>155.288.906</b>	<b>287.284.476</b>	<b>7,51</b>	<b>4,06</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Análise crítica dos dados da CPRM e comparativo com modelamento Ceres

### Análise crítica dos dados disponibilizado pela CPRM

#### Estimativa de recursos elaborados pela CPRM

O Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri – Pernambuco / Paraíba realizado pela equipe do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, apresenta as potenciais áreas de mineração e a estimativa de recursos da mina de Miriri. O resultado considera o teor de corte de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 1% e é apresentado na Tabela 37 do Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri – Pernambuco / Paraíba.

“O estudo da relação estéril/minério foi desenvolvido a partir dos modelos de blocos contendo os valores estimados de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e densidade. Dessa maneira, determinou-se, em cada posição x, y dos centroides dos blocos, a espessura total de minério e de estéril existente. Foram considerados neste estudo não só o capeamento estéril posicionado acima das camadas mineralizadas como também os intervalos estéreis intercalados ao minério fosfático.” (p.206 – Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri – Pernambuco / Paraíba).

**Figura 14 – Estimativa de recursos - CPRM**

**Tabela 37 – Parametrização da relação estéril/minério no bloco Norte**

Relação Estéril/Minério – Bloco Norte						
Estéril/Minério	Quantidade de Minério (Mt)	Teor Médio (%)	Densidade Média (m)	Espessura Média Minério (m)	Espessura Média Estéril (m)	Minério Contido P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
0-1	1.974.575	3,79	1,80	3,01	4,28	74.797
1-2	2.073.335	3,77	1,82	3,75	10,75	78.179
2-3	5.495.225	3,19	1,86	9,05	43,42	175.071
3-4	12.489.709	3,18	1,86	7,70	50,86	397.489
4-5	14.958.139	3,24	1,85	6,21	51,38	485.062
5-6	11.208.587	3,36	1,84	4,97	50,21	376.393
6-7	10.784.724	3,66	1,80	4,19	49,14	395.071
7-8	9.811.985	4,16	1,80	3,64	48,93	408.279
8-9	7.754.133	4,50	1,82	3,22	49,67	348.833
9-10	5.106.997	4,18	1,81	2,97	50,84	213.646
>10	21.302.504	5,03	1,79	1,96	52,57	1.036.597
<b>Total</b>	<b>102.959.912</b>	<b>3,87</b>	<b>1,82</b>	<b>4,57</b>	<b>48,67</b>	<b>3.989.416</b>

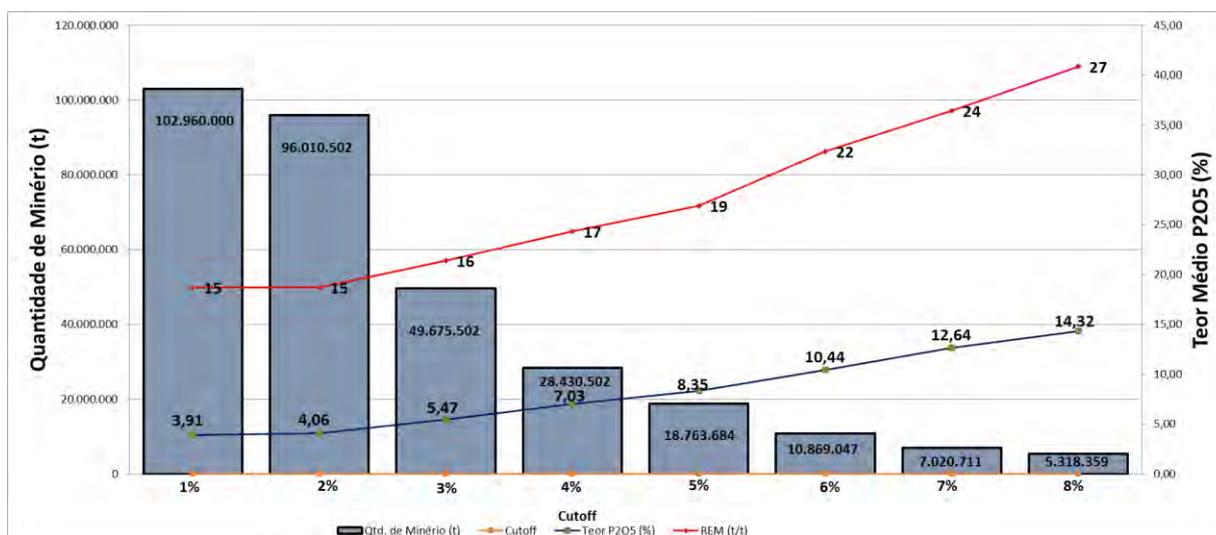
Fonte: Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri – Pernambuco / Paraíba

Tabela 12 – Parametrização por faixa de cobertura - CPRM

Parametrização por faixa de cobertura							
Cobertura (m)	P2O5 (%)	Espessura Mi-nério (m)	Espessura Es-téril (m)	Densi-dade	REM (m³/t)	Tonelada	Tonelada Acumulado
<5	4,23	2,19	2,94	1,76	0,98	1.304.773	1.304.773
5 - 10	4,11	2,72	7,49	1,80	2,29	1.726.191	3.030.963
10 - 15	4,33	3,04	12,88	1,82	3,27	2.414.533	5.445.496
15 - 20	4,61	2,82	17,62	1,82	4,89	2.188.767	7.634.263
20 - 25	4,77	3,04	22,53	1,83	5,95	2.560.574	10.194.837
25 - 30	4,73	3,07	27,62	1,82	7,26	2.870.327	13.065.164
30 - 35	5,36	3,01	32,66	1,82	8,99	3.881.909	16.947.073
35 - 40	5,37	3,10	37,72	1,81	9,68	6.076.596	23.023.669
40 - 45	4,78	3,17	42,67	1,83	9,49	8.912.449	31.936.118
45 - 50	4,39	3,60	47,62	1,83	8,81	10.248.000	42.184.118
50 - 55	3,71	4,59	52,61	1,79	8,86	17.546.000	59.730.118
55 - 60	3,37	4,62	57,32	1,83	9,53	13.957.000	73.687.118
60 - 65	3,41	5,65	62,92	1,84	9,40	19.193.000	92.880.118
65 - 70	2,39	8,80	66,46	1,87	5,15	9.323.717	102.203.835
70 - 75	2,75	4,76	70,67	1,69	8,78	756.165	102.960.000
>75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	102.960.000

Fonte: CPRM

Figura 15 - Relação REM x Cutoff x Tonelagem – Bloco Norte



Fonte: CPRM

### Estimativa de recursos elaborada pela Ceres

A partir dos dados disponibilizados pela CPRM, verificou-se a base de dados e o modelo de blocos. Após essa verificação, fez-se necessário a inserção de variáveis ponderadas pela tonelada, como REM, teor de P2O5 e densidade, uma vez que no modelo fornecido, as informações não consideram essa ponderação, tornando o resultado incoerente. O arquivo de modelo de bloco foi tratado utilizando somente as variáveis de interesse para validação.

Para que a validação mantivesse os parâmetros do estudo anterior, utilizou-se a relação estéril/minério e a parametrização por faixa de capeamento, considerando o intervalo de 5 metros. A pequena diferença identificada nos resultados, pode ocorrer por diferenças nas áreas de borda dos blocos ou arredondamento.

**Tabela 13 – Parametrização por faixa de cobertura - Ceres**

Parametrização por faixa de cobertura							
Cobertura (m)	P205 (%)	Espessura Minério (m)	Espessura Estéril (m)	Densidade	REM (m <sup>3</sup> /t)	Tonelada	Tonelada Acumulado
<5	4,23	2,19	2,94	1,77	0,98	1.304.773	1.304.773
5 - 10	4,11	2,71	7,49	1,80	2,29	1.726.191	3.030.963
10 - 15	4,33	3,04	12,88	1,83	3,27	2.414.533	5.445.496
15 - 20	4,61	2,82	17,62	1,82	4,89	2.188.766	7.634.263
20 - 25	4,77	3,04	22,53	1,83	5,95	2.560.575	10.194.837
25 - 30	4,73	3,07	27,62	1,83	7,26	2.870.327	13.065.164
30 - 35	5,35	3,01	32,66	1,82	8,99	3.881.909	16.947.073
35 - 40	5,37	3,10	37,72	1,81	9,68	6.076.596	23.023.670
40 - 45	4,78	3,17	42,67	1,83	9,49	8.912.449	31.936.118
45 - 50	4,39	3,60	47,62	1,83	8,81	10.248.168	42.184.286
50 - 55	3,71	4,59	52,61	1,80	8,86	17.545.914	59.730.200
55 - 60	3,36	4,62	57,32	1,84	9,53	13.957.085	73.687.285
60 - 65	3,41	5,65	62,92	1,84	9,40	19.192.681	92.879.965
65 - 70	2,39	8,80	66,46	1,87	5,15	9.323.717	102.203.682
70 - 75	2,75	4,76	70,67	1,69	8,78	140.782	102.344.464
>75	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	102.344.464

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

O resultado encontrado pela Ceres, utilizando também do teor de corte de 1% P205, é apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 14 – Estimativa de recursos - Ceres**

Relação Estéril/Minério - Bloco Norte						
Faixa REM	Tonelada Minério	REM (m <sup>3</sup> /t)	P205 (%)	Densidade	Espessura Minério	Espessura Estéril
0 - 1	1.974.575	0,48	3,79	1,80	3,01	2,95
1 - 2	2.073.335	1,53	3,77	1,83	3,75	10,75
2 - 3	5.495.225	2,56	3,19	1,86	9,05	43,42
3 - 4	12.489.709	3,56	3,18	1,87	7,70	50,86
4 - 5	14.958.138	4,48	3,24	1,85	6,21	51,38
5 - 6	11.208.586	5,48	3,36	1,85	4,97	50,21
6 - 7	10.784.724	6,52	3,66	1,81	4,19	49,14
7 - 8	9.811.985	7,47	4,16	1,81	3,64	48,93
8 - 9	7.754.133	8,50	4,50	1,82	3,22	49,67
9 - 10	5.106.997	9,45	4,18	1,81	2,97	50,84
> 10	21.301.420	18,68	5,03	1,80	1,96	52,57
<b>Total</b>	<b>102.958.829</b>	<b>8,22</b>	<b>3,91</b>	<b>1,83</b>	<b>4,57</b>	<b>48,64</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Comparativo

A partir da estimativa da CPRM e do trabalho realizado pela Ceres, realizou-se um comparativo dos resultados, buscando certificar a aderência dos dados de estimativa do modelo de blocos fornecido pela CPRM ou identificar possíveis diferenças e áreas com maior quantidade de minério, melhor teor ou menor relação estéril/minério.

**Tabela 15 – Comparativo Parametrização por faixa de capeamento**

Parametrização por faixa de capeamento														
Cobertura (m)	Teor P2O5 (%)		Esp. minério (m)		Esp. estéril (m)		Densidade		REM m3/t		Tonelada		Acumulado	
	CERES	CPRM	CERES	CPRM	CERES	CPRM	CERES	CPRM	CERES	CPRM	CERES	CPRM	CERES	CPRM
<5	4,23	4,23	2,19	2,19	2,94	2,94	1,77	1,76	0,98	0,98	1.304.773	1.304.773	1.304.773	1.304.773
5 - 10	4,11	4,11	2,71	2,72	7,49	7,49	1,80	1,80	2,29	2,29	1.726.191	1.726.191	3.030.963	3.030.963
10 - 15	4,33	4,33	3,04	3,04	12,88	12,88	1,83	1,82	3,27	3,27	2.414.533	2.414.533	5.445.496	5.445.496
15 - 20	4,61	4,61	2,82	2,82	17,62	17,62	1,82	1,82	4,89	4,89	2.188.766	2.188.767	7.634.263	7.634.263
20 - 25	4,77	4,77	3,04	3,04	22,53	22,53	1,83	1,83	5,95	5,95	2.560.575	2.560.574	10.194.837	10.194.837
25 - 30	4,73	4,73	3,07	3,07	27,62	27,62	1,83	1,82	7,26	7,26	2.870.327	2.870.327	13.065.164	13.065.164
30 - 35	5,35	5,36	3,01	3,01	32,66	32,66	1,82	1,82	8,99	8,99	3.881.909	3.881.909	16.947.073	16.947.073
35 - 40	5,37	5,37	3,1	3,10	37,72	37,72	1,81	1,81	9,68	9,68	6.076.596	6.076.596	23.023.670	23.023.669
40 - 45	4,78	4,78	3,17	3,17	42,67	42,67	1,83	1,83	9,49	9,49	8.912.449	8.912.449	31.936.118	31.936.118
45 - 50	4,39	4,39	3,6	3,60	47,62	47,62	1,83	1,83	8,81	8,81	10.248.168	10.248.000	42.184.286	42.184.118
50 - 55	3,71	3,71	4,59	4,59	52,61	52,61	1,8	1,79	8,86	8,86	17.545.914	17.546.000	59.730.200	59.730.118
55 - 60	3,36	3,37	4,62	4,62	57,32	57,32	1,84	1,83	9,53	9,53	13.957.085	13.957.000	73.687.285	73.687.118
60 - 65	3,41	3,41	5,65	5,65	62,92	62,92	1,84	1,84	9,4	9,40	19.192.681	19.193.000	92.879.965	92.880.118
65 - 70	2,39	2,39	8,8	8,80	66,46	66,46	1,87	1,87	5,15	5,15	9.323.717	9.323.717	102.203.682	102.203.835
70 - 75	2,75	2,75	4,76	4,76	70,67	70,67	1,69	1,69	8,78	8,78	140.782	756.165	102.344.464	102.960.000
>75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102.344.464	102.960.000

Fonte: CPRM

**Tabela 16 – Comparativo Toneladas de Minério - Total**

	CERES	CPRM	CERES/CPRM	CERES/CPRM
Faixa REM	Tonelada Minério	Tonelada Minério	REM (m <sup>3</sup> /t)	P2O5 (%)
0 - 1	1.974.575	1.974.575	0,48	3,79
1 - 2	2.073.335	2.073.335	1,53	3,77
2 - 3	5.495.225	5.495.225	2,56	3,19
3 - 4	12.489.709	12.489.709	3,56	3,18
4 - 5	14.958.138	14.958.139	4,48	3,24
5 - 6	11.208.586	11.208.587	5,48	3,36
6 - 7	10.784.724	10.784.724	6,52	3,66
7 - 8	9.811.985	9.811.985	7,47	4,16
8 - 9	7.754.133	7.754.133	8,5	4,5
9 - 10	5.106.997	5.106.997	9,45	4,18
> 10	21.301.420	21.302.504	18,68	5,03
<b>Total</b>	<b>102.958.829</b>	<b>102.959.912</b>	<b>8,22</b>	<b>3,91</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

**Tabela 17 – Comparativo Toneladas de Minério – REM < 6 (m<sup>3</sup>/t)**

	CERES	CPRM	CERES/CPRM	CERES/CPRM
Faixa REM	Tonelada Minério	Tonelada Minério	REM (m <sup>3</sup> /t)	P2O5 (%)
0 - 1	1.974.575	1.974.575	0,48	3,79
1 - 2	2.073.335	2.073.335	1,53	3,77
2 - 3	5.495.225	5.495.225	2,56	3,19
3 - 4	12.489.709	12.489.709	3,56	3,18
4 - 5	14.958.138	14.958.139	4,48	3,24
5 - 6	11.208.586	11.208.587	5,48	3,36
<b>Total (REM&lt;6)</b>	<b>48.199.569</b>	<b>48.199.569</b>	<b>3,96</b>	<b>3,29</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

Ressalta-se que o resultado obtido pela Ceres é muito semelhante ao da CPRM em todos os aspectos, com destaque para a quantidade de minério, REM e teor. Ao considerar apenas as regiões com REM < 6 (m<sup>3</sup>/t), a quantidade de minério estimada pela CPRM e pela Ceres equivale a 48,199,569 milhões de toneladas de minério, com REM média de 3,96 e teor médio P2O5 de 3,29%.

Com base no exposto, o trabalho de estimativa de minério realizado pela Ceres valida os cálculos elaborados pela CPRM, uma vez que os resultados são muito semelhantes e reforçam a tese de que as reservas de direito de exploração da CPRM na região da Paraíba e Pernambuco possuem elevada relação estéril/minério.

## Comparativo entre os recursos apresentados pela CPRM e os recursos reavaliados no modelamento

O item 18.3.1 Bloco Norte, do Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri (Pernambuco/Paraíba), disponibilizado pela CPRM, apresenta as informações utilizadas para realização da cubagem, utilizando REM < 5 m<sup>3</sup>/t como limitador. A “Tabela 40 – Áreas selecionadas, resultados do cálculo de recursos e demais aspectos de cada área”, do mesmo relatório, apresenta os resultados obtidos, com 28,6 milhões de toneladas de minério, nas áreas definidas como N1, N2 e N3, com REM média de 3,51 (m<sup>3</sup>/t) e teor médio de 3,41% P2O5.

A partir dessas informações, relacionou-se a quantidade de minério, com a REM e a densidade informada, possibilitando uma estimativa da quantidade de estéril, em toneladas, associado a essa quantidade de minério.

**Tabela 18 - Resultado Cubagem Bloco Norte**

Áreas Bloco Norte - CPRM						
Área	Teor (%)	Minério (t)	Estéril (t)	Dens. Minério	REM t/t	REM m <sup>3</sup> /t
N1	2,70	12.921.900	83.640.874	1,86	6,47	3,48
N2	3,90	10.293.236	64.015.693	1,84	6,22	3,38
N3	4,14	5.425.283	37.422.517	1,82	6,90	3,79
<b>Total</b>	<b>3,41</b>	<b>28.640.419</b>	<b>185.079.085</b>	<b>1,84</b>	<b>6,46</b>	<b>3,51</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base no relatório da CPRM

A partir da metodologia descrita ao longo do tópico “Modelamento”, desse documento, e com base nos documentos disponibilizados pela CPRM, realizou-se uma reavaliação dos recursos, utilizando a REM < 6 m<sup>3</sup>/t, ao invés de 5 < m<sup>3</sup>/t (modelamento CPRM), e o resultado é apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 19 - Reavaliação Bloco Norte**

Resultados Bloco Norte - Modelamento						
Área	Teor (%)	Minério t	Estéril t	Dens. Minério	REM (t/t)	REM (m <sup>3</sup> /t)
N1	2,53	22.746.992	178.390.089	1,96	7,84	4,24
N2	3,93	11.825.337	79.652.510	1,96	6,74	3,64
N3	5,16	3.818.347	29.241.877	1,96	7,66	4,14
<b>Total</b>	<b>3,22</b>	<b>38.390.675</b>	<b>287.284.476</b>	<b>1,96</b>	<b>7,51</b>	<b>4,06</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

A diferença na REM entre os dois modelamentos, dificulta um comparativo entre os resultados, entretanto, pode-se observar uma grande variação na área N1, com a quantidade de minério aumentando em 76%, enquanto que o estéril aumentou 113%. A área N2, apresentou a menor variação entre os resultados e novamente, houve maior variação nos níveis de estéril do que minério. Já a área N3, apresentou resultados muito divergentes, com a quantidade de estéril e

minério no modelamento da Ceres, inferiores a quantidade do modelamento apresentado pela CPRM.

Ao somar os resultados das áreas N1, N2 e N3, dos dois modelamentos, observa-se que o cenário encontrado pela Ceres, com REM < 6 (m<sup>3</sup>/t), apresentou em média 34% mais minério do que o trabalho da CPRM, com REM < 5 (m<sup>3</sup>/t).

**Tabela 20 – Comparativo CPRM e Reavaliação de quantidade de Estéril e Minério (toneladas em mil)**

	N1			N2			N3			Total		
	Minério	Estéril	REM (t/t)									
CPRM	12.922	83.641	6,47	10.293	64.016	6,22	5.425	37.423	6,90	28.640	185.079	6,46
Ceres	22.747	178.390	7,84	11.825	79.653	6,74	3.818	29.242	7,66	38.391	287.284	7,48
Diferença	76,0%	113,3%	21,2%	14,9%	24,4%	8,3%	-29,6%	-21,9%	11,0%	34,0%	55,2%	15,8%

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Reservas e vida útil

### Quadro de reservas

As reservas apresentadas pelo reestudo da CPRM foram de 28.640.712 t de minério e 100.527.871 t de estéril, valor obtido pela REM informada.

As reservas apresentadas pelo trabalho de modelamento foram de 38.390.675 t de minério e 287.284.476 t de estéril.

### Vida útil

O Projeto Miriri terá uma produção anual de ROM da ordem de 2.559.378 de t e estéril de 19.152.298 t. Portanto uma produção total, estéril e minério, de 21.711.677 t. Isto perfaz uma vida útil para o projeto de cerca de 15 anos.

**Tabela 21 - Vida útil do empreendimento**

Vida útil do empreendimento	
Minério (t)	38.390.675
Estéril (t)	287.284.476
Total (t)	325.675.151
Vida útil (anos)	15
Movimentação anual (t)	21.711.677

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## A Mineração

### Projeto de lavra

Antes do início efetivo da produção, haverá uma etapa de preparação ou desenvolvimento da mina. Nesta etapa a mina será preparada para garantir a continuidade da produção de minério, necessária e suficiente para alimentar a planta, sem risco de descontinuidade. Esta etapa deve anteceder o início efetivo da operação da planta.

Normalmente a preparação da mina inicia-se pela retirada da cobertura vegetal da área planejada para a fase de desenvolvimento. Como a região já foi muito modificada, tanto pela cultura de cana de açúcar quanto pela extração de areia, esta etapa não será considerada neste trabalho.

Devido às características topográficas e geológicas, esta lavra será totalmente mecanizada e conduzida a céu aberto. As bancadas possuirão altura média de 5 m com faces sub-verticais e bermas com 6 m de largura. A previsão é que o avanço da lavra ocorrerá de forma descendente em três ou mais frentes de lavra.

Um projeto de mineração nunca é um "projeto definitivo", portanto os números aqui apresentados dizem respeito às reservas, teores, recuperações e práticas metalúrgicas que poderão se modificar ao longo dos anos.

Portanto, é importante que a empresa continue a estudar alternativas de processo e estudando os minérios buscando sempre as melhores práticas e alternativas processuais para seu projeto.

### Limites da mina

Os limites da cava são definidos tanto geologicamente quanto economicamente. As peculiaridades condicionantes do traçado do pit de lavra para este empreendimento:

- Melhores condições de saída de materiais, estéril e minério;
- Melhores condições para implantação da estrutura produtiva;
- Condições topográficas favoráveis ao deslocamento tanto para a pilha de estéril quanto para a planta de beneficiamento.

### Estradas e acessos

As estradas e acessos foram projetadas com largura mínima de 10 metros e gradiente máximo de 10%.

### Sistema de limpeza das frentes

Na evolução da lavra, todo material estéril será prontamente removido para a pilha do gênero, paralelamente ao transporte do minério para as instalações de beneficiamento. Nos locais onde

será aberta a mina e onde serão depositados os estéreis, desmatados e limpas, procurando-se separar o material que possa servir como lenha para diversos usos.

O solo orgânico, rico em substâncias nutrientes, será removido e armazenado para uso futuro. Esta remoção será realizada por tratores de esteiras, escavadeiras, pás carregadeiras e caminhões basculantes, sendo o material estocado em locais adequadamente selecionados, para posterior utilização nas operações de revegetação das áreas degradadas.

## Materiais estéreis

Foram considerados como estéreis, os materiais com teores inferiores a 2,53% em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Blocos com teores inferiores a esse, foram considerados como integrantes do estéril, presente entre o minério e a superfície topográfica, e a sua remoção se fará com os usos de escavadeiras, caminhões basculantes e, eventualmente, com o uso de pá carregadeira.

## Sistema de drenagem

A drenagem na área do empreendimento é uma medida decisiva para obtenção de bons resultados tanto na recuperação da área a ser explorada como na proteção do ambiente contra os impactos causados pela lavra.

O solo a ser desnudado não oferece condições ideais para absorção de todas as águas e todos os volumes de águas pluviais que atingem a área. Assim, torna-se imprescindível à construção de um sistema racional de drenagem capaz de captar as águas e conduzi-las para um local adequado, evitando-se, então, o desenvolvimento de processos erosivos.

O Sistema Diretor de Drenagem integrado de drenagem consiste em coletar as águas pluviais que se precipitam na área impactada e, através de canaletas, conduzi-las para fora da área de lavra lançando-as em pequenas bacias e diques de erocamento localizados estrategicamente, evitando assim o carreamento de material particulado. Estas canaletas terão inclinação de 1 a 2% e poderão ser revestidas com pedras de mão de diâmetro médio de 15 cm, para agir como dissipadores de energia. Os diques serão construídos em pedra de mão empilhada ou com gabões, com a face de montante revestida.

A locação conveniente do sistema diretor de drenagem deverá ser feita observando a direção preferencial do fluxo pluvial para as vertentes naturais.

O sistema de drenagem para as áreas retaludadas deverá ter um ângulo de berma, definido como o ângulo que a berma faz com a horizontal, com um valor que permita o escoamento das águas pluviais para as canaletas posicionadas longitudinalmente no pé do talude. Canaletas deverão conduzir as águas para o sistema diretor de drenagem, quando assim for possível.

Para um perfeito escoamento das águas, a área de lavra deverá ter inclinação razoável nas praças de serviços direcionando o fluxo para o sistema diretor de drenagem localizado nos pés das bancadas. Estas canaletas são posicionadas a distância adequada dos pés dos bancos de maneira que não sejam obstruídas por um eventual desmoronamento da face do banco superior.

As canaletas apresentarão uma declividade em torno de 2%, de tal forma que as águas coletadas sejam conduzidas sem erodir o seu fundo.

Integradas ao sistema de drenagem da mina deverão ser construídas canaletas nos acessos internos. Todas as águas das praças de serviços, bem como da área de lavra e acessos, deverão ser direcionadas para o sistema diretor.

Com isso, prevê-se a captação e direcionamento das águas pluviais durante toda a vida útil da mina, culminando, com a fase de exaustão, na total implantação das drenagens necessárias a garantir a estabilidade não só da cava como também de toda área do empreendimento, possibilitando a sua reintegração, pós-lavra, com o meio ambiente local.

## Disposição de estéreis

### Introdução

A disposição do estéril deverá ser em pilhas construídas de forma controlada e obedecendo a uma sequência de plataformas ascendentes, ou seja, da base para o topo. Este sistema conduzirá a uma melhor compactação e estabilidade da pilha, proporcionará um controle de suas características geométricas e permitirá uma maior eficiência na aplicação de medidas de segurança contra deslizamentos incipientes ou de maior vulto.

### Volume das pilhas

As pilhas a serem construídas deverão ser suficientes para toda a vida útil do empreendimento dentro dos padrões de produção atual. Ao longo do desenvolvimento da mina, assim que uma pilha chegar ao seu máximo, novos locais para deposição de estéreis serão estudados.

Os parâmetros considerados foram os seguintes:

### Localização das pilhas

O local de disposição do estéril deve possuir as características apresentadas a seguir:

- a) situar-se fora dos limites da Cava de Exaustão;
- b) situar-se sobre solo comprovadamente estéril;
- c) situar-se sobre solo com características mecânicas adequadas para suportar os esforços a serem produzidos pela pilha;
- d) situar-se em um local que permita, através de medidas adequadas, minimizar o impacto ambiental resultante desta disposição;
- e) situar-se em local desprovido de vegetação de porte;

f) possuir dimensões suficientes para conter o volume total a ser gerado durante o período planejado.

### O conceito

A compactação da pilha será obtida através do trânsito de caminhões e demais equipamentos, tratores, motoniveladora, carregadeira, etc. que transitarão ao longo de sua confecção. Esta compactação juntamente com a baixa declividade será uma garantia maior a estabilidade da mesma.

A pilha será dotada de um sistema de drenagem capaz de promover o esgotamento das águas de chuvas, cujo acúmulo no seu interior poderia, eventualmente, provocar o seu colapso. O contato do terreno com as pilhas necessitará de um preparo prévio de forma a propiciar a aderência necessária entre ambos.

Assim, tornar-se-á necessário que se proceda à remoção da vegetação porventura existente, já que a sua permanência e posterior deterioração no interior da pilha causaria uma superfície de descontinuidade, propiciando o aparecimento de caminhos preferenciais de água, dando origem a deformações e comprometendo a integridade da pilha.

Quando forem observados materiais inconsistentes, por meio de mapeamento ou sondagem, sua remoção também se fará necessária, sendo o solo orgânico estocado para posterior utilização nas atividades de revegetação.

## Beneficiamento

### Descrição do processo

A descrição das diversas unidades operacionais das Instalações de Beneficiamento é apresentada a seguir.

### Britagem Primária

Será composta por uma moega com alimentador a mesma para alimentação direta do Britador tipo "Sizer". O produto do britador alimentará uma correia transportadora inclinada que funcionará como uma empilhadeira (1ª CT) e empilhará o minério no pátio de homogeneização.

Além de homogeneizar o minério britado, a pilha terá a função de estoque-pulmão para alimentar o beneficiamento.

### Retomada

O minério homogeneizado será retomado no sentido transversal à pilha, através de uma pá carregadeira de rodas e alimentará uma correia transportadora plana lateral ao pátio. Esta correia

alimentara outra correia transportadora inclinada que abastecera um silo regulador de vazão do Beneficiamento.

## Britagem Secundária

Um alimentador retira o material do silo regulador de vazão e alimenta a planta de beneficiamento, através de uma correia transportadora inclinada controlada por balança que alimenta um britador secundário tipo “sizer” onde se adiciona água.

## Moagem de Bolas Primário

O produto da Britagem Secundária alimenta por gravidade um moinho de bolas primário.

## Pré-classificação

O minério moído no primeiro moinho passará por um ciclone pré-classificador que terá a função de classificar o material em 150 micras. O underflow desse ciclone (material acima de 150 micras) será direcionado para o Moinho de Bolas Secundário. O overflow do ciclone (material abaixo de 150 micras) será encaminhado para a etapa de Deslamagem.

## Deslamagem

Baterias de ciclones serão utilizadas para deslamagem do material que sai no overflow do ciclone da pré-classificação. O objetivo é fazer um corte em 10 micras para proporcionar o mínimo de perdas de  $P_2O_5$  nas lamas. O material que sai no underflow desses ciclones será direcionado para os condicionadores, já o overflow (material menor que 10 micras) será encaminhado para a barragem de rejeitos.

## Moagem de Bolas Secundário

Após a moagem de bolas primário, o material passará pelo moinho de bolas secundário para que o P80 seja igual a 0,150 mm.

## Condicionamento e Flotação

O produto da moagem do Moinho de bolas secundário alimenta quatro condicionadores dispostos em degraus, onde se adicionam os reagentes na seguinte sequência: no primeiro condicionador adiciona-se a soda para correção do pH (10,5) e depois o reagente depressor (amido gelatinizado); no terceiro condicionador, adiciona-se o coletor (óleo graxo de soja).

Após o quarto tanque, o produto acondicionado é diluído, com água proveniente do reservatório de água reciclada, por gravidade e bombeado para um distribuidor de polpa que alimenta a coluna (Rougher).

O concentrado da coluna (Rougher) será encaminhado por gravidade, através de calha lateral, para a coluna (Cleaner) e depois na sequência para a coluna (Recleaner), também por gravidade, para fazer uma limpeza e melhorar a qualidade do produto. O rejeito da coluna Cleaner e da coluna Recleaner serão bombeados separadamente para a caixa que alimenta a coluna Rougher, fechando o circuito. O rejeito da flotação da coluna Rougher será direcionado para barragem.

## Estocagem e Preparação de Reagentes

Os reagentes do processo de flotação, descritos a seguir, atuam na superfície dos minerais, para realizar a separação do mineral apatita ( $P_2O_5$ ) dos demais minerais contidos no minério.

- Soda - NaOH (Hidróxido de Sódio)

A soda é usada para controle de pH nos condicionadores, preparação do coletor (óleo soja + óleo de arroz saponificado) e gelatinização do depressor (amido gelatinizado). A Soda é recebida a granel, em carreta, na concentração de 50 % e é descarregada através de bomba e armazenada em tanque com dique de contenção. Do tanque é bombeada para os condicionadores para a gelatinização de depressor e para a pré saponificação do coletor.

- Depressor

É um amido de milho (amido ou fubá) que na sua forma natural é inerte ao processo de flotação, sendo necessária alteração na sua cadeia química. Esta alteração ou abertura da cadeia química do amido se chama gelatinização e pode ser feita com aumento de temperatura ou soda. Após a gelatinização, adiciona dosagens definidas de água, amido e soda. Após a preparação, é bombeado para um tanque pulmão do qual vai para as dosagens nos condicionadores.

O amido é recebido em BIG BAG, descarregado com empilhadeira em área coberta e içado por uma talha elétrica para abastecer o silo.

- Coletor

O Coletor de Apatita usado é um óleo de soja, na forma de ácido graxo, que nesta condição possui aproximadamente 70% de matéria ativa, sendo o restante inerte ao processo de flotação. A saponificação é a reação que transforma a parte inerte do óleo em matéria ativa, chegando a 95 %, melhorando o aproveitamento do óleo e seu poder de atuação como coletor de Apatita. Para que a reação atinja este valor, será necessária a adição de soda e aumento de temperatura, realizando assim a pré-saponificação. Após a preparação, o sabão é bombeado para um tanque

pulmão do qual vai para as dosagens nos condicionadores. O óleo é recebido a granel, em carreta, descarregado com bomba centrífuga e armazenado em tanque com dique de contenção.

## Desmagnetização de Baixo Campo e Alto Campo

O concentrado da coluna Recleaner vai por gravidade para desmagnetização de baixo campo e, em seguida, este concentrado passa pela desmagnetização de alto campo, eliminando o ferro presente no material. Os rejeitos magnéticos dos desmagnetizadores de baixo e alto campo caem, por gravidade, em um “sump” de onde é bombeado para a barragem de rejeitos, juntamente com os rejeitos das colunas Rougher.

## Classificação do Concentrado

O produto não magnético é classificado em uma bateria de hidrociclones colocada acima do filtro de esteira. O underflow dos ciclones é formado por concentrado grosso (+ 200 # = 74 micras) e o overflow é formado por concentrado fino (- 200 # 74 micras).

## Filtragem do Concentrado Grosso

O underflow dos hidrociclones (concentrado grosso) vai para o filtro de esteira a vácuo. Após a filtragem, o concentrado é transportado por correias até um silo pulmão alimenta a secagem. A água removida do material no filtro é recuperada e enviada para o espessador de concentrado fino.

## Secagem do Concentrado Grosso

O concentrado do silo pulmão é retomado para etapa de secagem em secador tipo tambor rotativo. O combustível do secador é cavaco de madeira.

## Espessamento e Filtragem do Concentrado Fino

O concentrado fino do “overflow” dos hidrociclones vai para o espessador, para adensar a polpa e retirar boa parte da água incorporada. Esta polpa espessada será bombeada para um tanque agitado para mantê-la homogênea e daí a polpa será bombeada para um filtro prensa, que vai retirar o excesso da água da polpa. A água recuperada no espessador e no filtro será reaproveitada no processo, retornando para flotação, na mesma caixa de bomba que alimenta as colunas (Rougher).

## Armazenagem do Concentrado Fino

O concentrado fino filtrado é armazenado em galpão que possui uma saída para carregamento rodoviário.

# Modelo Financeiro

---

## Receitas Previstas

O preço da tonelada da Rocha Fosfática na avaliação equivale a R\$ 495,9 por tonelada na data base junho de 2017 e ajustado pelo IGP-M. Esse valor considera a média do preço mensal “Phosphate rock” do World Bank de janeiro de 2017 a outubro de 2017, e equivale US\$ 91,6, a taxa de câmbio média para 2017 do sistema de expectativas do Banco Central do Brasil, 3,19 BRL/USD, e a relação histórica de 69,7% entre o preço praticado no Brasil e Estados Unidos, conforme Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM.

É importante ressaltar que o preço da tonelada de Rocha Fosfática pode variar significativamente com a distância entre a planta de beneficiamento e o cliente final.

Assume-se que a mina será exaurida em 15 anos e que a operação será iniciada em 2021, uma vez que 2018 é destinado aos investimentos em pesquisa e perfurações nas áreas do projeto, 2019 e 2020 para Capex de instalação, composto pelos gastos com Desenvolvimento de mina, Obras civis, Instalações industriais e Equipamento de mina. A curva que representa a quantidade em toneladas comercializada anualmente, seguiu a proporção da curva estimada no projeto Três Estradas, realizado pela Aguiar Resources Limited em 19 de agosto de 2015, como referência.

**Tabela 22 – Toneladas Comercializadas**

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Rocha Fosfática (000)	128	165	204	204	204	188	204	204	204	217	217	217	217	217	217

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Impostos e Deduções

### PIS/COFINS

Uma vez que a empresa é enquadrada no regime de Lucro Real, utilizou-se a alíquota de 9,25%.

### ICMS

Conforme inciso XIII do “caput” do art. 6º do Decreto 1997 nº 18.930 a exploração de fosfato é isenta de ICMS. Essa isenção que se encerraria em 2017, foi prorrogada até 30 de abril de 2019, conforme Decreto nº 37.760 de 31 de outubro de 2017. Visto que a isenção ocorre desde 1997, adotou-se a premissa de que a empresa será isenta de ICMS ao longo de toda avaliação.

## CFEM

Com base na Emenda Aglutinativa Global nº6 da MPV nº 789/2017, do PLV nº 38/2017 em processo de aprovação, a CFEM para a substância mineral rochas fosfáticas passará a ser de 0,2% sobre a ROB. Além disso, mais 0,1% da ROB, equivalente a 50% da CFEM, deverá ser pago ao proprietário da terra. Desse modo, a alíquota de 0,3% sobre a ROB é considerada na avaliação.

## IR/CSLL

Como a receita operacional bruta ultrapassa o volume de R\$ 78 milhões, limite para o enquadramento no regime de lucro presumido, adotou-se a premissa de que a empresa estará enquadrada no regime de lucro real ao longo de toda a avaliação. Portanto, as alíquotas consideradas são de 25% para Imposto de Renda e 9% para Contribuição Social.

Uma vez que o empreendimento atende aos requisitos e se encontra na região incentivada pela SUDENE, considerou-se a possibilidade de benefício fiscal sobre o imposto de renda aplicável a partir de 2021. Tal benefício reduz esse imposto para 25% do valor total a ser pago e o prazo do benefício é de 10 anos, renovados por mais 10 anos. Desse modo, a empresa é beneficiada pela redução do imposto ao longo de toda a avaliação.

## Custos Operacionais

O custo operacional equivale R\$ 486,57 por tonelada. Esse valor considera todas as atividades envolvidas no processo de exploração de rocha fosfática e está subdividido em Beneficiamento, Mineração, Pessoal e Administrativo.

**Tabela 23 - Custos Operacionais**

Custos operacionais	
Tipo	R\$/t concentrado fosfático
Beneficiamento	44,98
Mineração	331,70
Pessoal	106,73
Administrativo	3,15
<b>Total</b>	<b>486,57</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

O custo de Beneficiamento é de R\$ 44,98 por tonelada e representa os gastos com Energia Elétrica, Barras e Boias de moinho, entre outros.

**Tabela 24 - Custos Operacionais de Beneficiamento por Produção Anual Concentrado de Minério**

Custo operacional de beneficiamento		
Item	Fator de consumo	R\$/t concentrado fosfático
Energia elétrica	180,00	20,25
Barras de moinho	0,80	8,88
Bolas de moinho	1,80	7,70
Óleo de arroz	1,80	3,51
Amido	1,80	1,38
Soda cáustica	2,70	3,27
<b>Total</b>		<b>44,98</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

O custo de Mineração engloba os custos de operação e manutenção das horas trabalhadas de cada equipamento utilizado na mina, R\$ 331,70 por tonelada. A metodologia para definição desse custo relaciona a quantidade de minério e estéril da mina com a capacidade de cada equipamento e seus operadores.

**Tabela 25 - Custos horários de propriedade e operação (C.P.O.)**

Custos Mineração	Caterpillar 345	Trator D 8	Carregadeira 966	Caminhão Scania	Patrol	Pipa	Comboio	Caminhonete	Veículo
Horas trabalhadas por ano	7.884	2.700	2.700	7.884	2.700	7.884	7.884	3.942	3.942
Custo horário produtivo (R\$)	211,56	211,23	153,31	213,34	141,00	213,34	69,94	77,18	56,57
Quantidade	8	1	1	29	1	1	1	2	1
<b>Total (R\$)</b>	<b>13.343.508</b>	<b>570.313</b>	<b>413.941</b>	<b>48.777.833</b>	<b>380.710</b>	<b>1.681.994</b>	<b>551.368</b>	<b>608.498</b>	<b>222.988</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Tabela 26 - Custo de Mineração por Produção Anual de Concentrado de Minério**

Cálculo de Custo de Mineração		
Base	Unidade	Valor
Produção anual	tpa	200.640
Custos Mineração	R\$	66.551.154
<b>Custos por tonelada</b>	<b>R\$/t</b>	<b>331,70</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Além desses, a conta Administrativo considera os custos com os escritórios, meio ambiente e manutenção de veículos administrativos, totalizando R\$ 3,15 por tonelada.

**Tabela 27 - Custos Administrativos por Produção Anual de Concentrado de Minério**

Despesas administrativas anuais		
Tipo	R\$	R\$/t concentrado fosfático
Escritório	120.000	0,60
Manutenção de veículos	12.000	0,06
Meio ambiente	500.000	2,49
<b>Total</b>	<b>632.000</b>	<b>3,15</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

A conta de Pessoal, considera todas os setores envolvidos na exploração, como mina, beneficiamento e administrativo, com um total de 230 funcionários. Com isso, o custo é de R\$ 106,73 por tonelada. O total de funcionário foi definido relacionando a quantidade de turnos trabalhados, a capacidade de movimentação dos equipamentos e a quantidade total de minério e estéril da mina. O detalhamento do método encontra-se no anexo desse relatório.

**Tabela 28 - Quadro de Estimativa de Pessoal**

Quadro de Pessoal - Projeto Miriri							
Cargo	Localização	Qdade	Salário mensal	Encargos	Salário anual c/ encargos	Salário anual c/ encargos - Total	R\$/t concentrado fosfático
Gerente	Adm	1	18.740	18.740	487.240	487.240	2,43
Técnico de segurança	Mina	1	4.685	4.685	121.810	121.810	0,61
Secretária	Adm	1	2.811	2.811	73.086	73.086	0,36
Comprador	Adm	1	2.811	2.811	73.086	73.086	0,36
Serviços gerais	Adm	1	2.811	2.811	73.086	73.086	0,36
Expedição	Adm	1	2.811	2.811	73.086	73.086	0,36
Vigias	Adm	4	1.874	1.874	48.724	194.896	0,97
Encarregado de mecânica	Mina	4	3.748	3.748	97.448	389.792	1,94
Mecânico	Mina	4	2.811	2.811	73.086	292.344	1,46
Borracheiro	Mina	4	1.874	1.874	48.724	194.896	0,97
Soldador	Mina	4	2.811	2.811	73.086	292.344	1,46
Ajudante de mecânico	Mina	4	1.874	1.874	48.724	194.896	0,97
Operador de trator	Mina	4	3.748	3.748	97.448	389.792	1,94
Operador de escavadeira	Mina	32	3.748	3.748	97.448	3.118.336	15,54
Operador de carregadeira	Mina	4	3.748	3.748	97.448	389.792	1,94
Operador de caminhão	Mina	116	3.748	3.748	97.448	11.303.968	56,34
Operador de patrol	Mina	1	3.748	3.748	97.448	97.448	0,49
Engenheiro Mecânico	Benef.	1	9.370	9.370	243.620	243.620	1,21
Supervisor de planta	Benef.	4	4.685	4.685	121.810	487.240	2,43
Supervisor de manutenção	Benef.	4	4.685	4.685	121.810	487.240	2,43
Operadores	Benef.	8	3.280	3.280	85.267	682.136	3,40
Mecânicos	Benef.	4	2.811	2.811	73.086	292.344	1,46
Eletricistas - instrumentistas	Benef.	4	3.748	3.748	97.448	389.792	1,94
Operador de filtragem	Benef.	4	3.280	3.280	85.267	341.068	1,70
Ajudante de produção	Benef.	12	1.874	1.874	48.724	584.688	2,91
Analistas	Benef.	1	2.811	2.811	73.086	73.086	0,36
Auxiliar de laboratório	Benef.	1	2.811	2.811	73.086	73.086	0,36
<b>TOTAL</b>							<b>106,73</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Investimentos Previstos

O Capex de Implantação foi distribuído entre 2018 e 2020, em que é possível observar os percentuais ao longo dos três anos na tabela a seguir.

**Tabela 29 - Capex de Implantação e Pesquisas**

Capex de Implantação e Pesquisas				
Descrição	Valor	2.018	2.019	2.020
Equipamentos de mina	36.240	-	-	100%
Desenvolvimento de mina	4.796	-	50%	50%
Obras civis e outros	7.443	-	71%	29%
Instalações industriais	137.126	-	40%	60%
Perfurações	4.968	100%	-	-
<b>Total</b>	<b>190.574</b>			

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

Equipamentos de mina contemplam as máquinas diretamente relacionados com a operação e foram concentrados em 2020, último ano da implementação do empreendimento, totalizando R\$ 36,2 milhões, indexado ao IGP-M.

**Tabela 30 - Equipamentos**

Equipamentos					
Tipo	Quantidade	Utilização	Turnos	Valor unit. (R\$ mil)	Valor total (R\$ mil)
Caminhão 8x4	29	Transporte Minério e Estéril	3	650	18.850
Escavadeira 4 m <sup>3</sup>	8	Escavação e carga minério	3	1.600	12.800
Carregadeira 966	1	Apoio	2	750	750
Trator D-8	1	Apoio	3	960	960
Patrol 160 k	1	Manutenção de acessos	1	780	780
Pipa d'água 20.000 l	1	Umectação de vias	3	470	470
Caminhão Comboio	1	Abastecimento e lubrificação	3	460	460
Camionete 4x4	2	Supervisão e manutenção	3	150	300
Munck	1	Manutenção	1	480	480
Veículo Pequeno	1	Pequenos deslocamentos	1	40	40
Onibus	1	Transporte de Pessoal	3	350	350
<b>Total</b>	<b>47</b>				<b>36.240</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

Os gastos com Desenvolvimento de mina contemplam os projetos e a construção de estradas de acesso a mina e de transporte do minério e do estéril. Esse investimento foi distribuído igualmente ao longo de 2019 e 2020, e equivale a R\$ 4,8 milhões, indexado ao IGP-M.

Obras civis contemplam os projetos e construção de instalações administrativas como escritórios, vestiários, restaurantes, ambulatório, portaria, almoxarifado, entre outros. O total estimado é de R\$ 8,3 milhões.

As Instalações industriais correspondem a aproximadamente 75% do Capex de instalação e contempla todos os gastos com os projetos, britagem, moagem, flotação, desaguamento, secagem, entre outros. O total equivale a R\$ 137,1 milhões, indexado ao IGP-M.

O investimento em Perfurações busca reduzir o raio dos elipsoides e assim melhorar a qualidade das informações sobre os recursos minerais. Propõe-se o fechamento das malhas de sondagem nos pontos mais favoráveis apontados pela geofísica. O total estimado equivale a R\$ 4,97 milhões e foi estimado por meio de cotações de mercado ao custo de R\$ 450,00 por metro perfurado, para 282 perfurações com profundidade média de 40 metros. A readequação destas pesquisas é de suma importância para o futuro do projeto, uma vez que o aumento das reservas minerais pode modificar os resultados da avaliação do empreendimento.

Todos os investimentos, exceto as perfurações, são 50% financiáveis com parâmetros da linha de financiamento de Longo Prazo do BNDES. Além disso, o Capex de manutenção corresponde aos Custos de Mineração já considerado em Custos Operacionais.

## Custo de Capital

### Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (Capital Asset Pricing Model - CAPM)

#### Custo de Capital Próprio ( $K_e$ )

Para a taxa livre de risco foi considerada a remuneração dos *Treasury Bonds* de 30 anos. Os dados das taxas e suas respectivas maturidades foram coletados do site *Yahoo Finance (Bonds Center)* e, em seguida, foram interpolados utilizando-se a metodologia *Cubic Spline* para obter a curva.

Para a estimação do *Market Risk Premium* foi considerada a diferença entre o retorno do *S&P500*, corrigido para dividendos e o retorno dos *Treasury Bonds*. Para o cálculo do retorno dos *T-Bonds*, são considerados os *constant maturity bonds*, títulos perpétuos com maturidade de 10 anos, marcados a mercado, pressupondo a recompra do título no final de cada ano. Assim, esse retorno é composto por dois componentes: a remuneração contratada para o ano em que o título ficou em posse do investidor e a variação de preço do papel a mercado devido às mudanças na taxa de juros ofertada no fim do ano. Extraiu-se, assim, o Prêmio de Risco de Mercado de 4,44% a.a., considerando uma janela temporal desde 1977, média geométrica e o título de longo prazo (10 anos) com cupom.

O Prêmio Cambial Real é calculado com base na diferença entre as taxas do Depósito Interbancário (DI) e o FRA de Cupom Cambial. Destaca-se que este indicador, para ser calculado em

termos reais, é descontado pela diferença entre a inflação do Brasil (IPCA) e a inflação norte americana (CPI).

As bases de dados para o FRA de Cupom e o Depósito Interbancário (DI) foram coletados no Sistema Pregão da BM&F Bovespa. Em seguida, os dados foram interpolados pela metodologia *Cubic Spline*, de forma a obter as curvas das taxas.

Além do FRA de Cupom e do Depósito Interbancário, também são necessárias as projeções do *Consumer Price Index* (CPI) e do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para a composição do Risco Cambial. Enquanto a projeção do IPCA foi obtida no Sistema de Expectativas de Mercado do Boletim Focus, disponibilizado pelo Banco Central (Bacen), a projeção do CPI foi extraída de informações disponibilizadas no site oficial da cidade de Seattle, com base em dados do *The Puget Sound Economic Forecaster* preparados pela *Conway Pedersen Economics, Inc.*

**Tabela 31 - Resumo das Fontes e Metodologias Utilizadas**

Descrição	Medida	Metodologia	Fonte
Taxa Livre de Risco	Treasury Bonds	Interpolação Cubic Spline	Yahoo Finance (Bonds Center)
Beta Desalavancado	Preço dos ativos	Média Ponderada pelo EV	Enfoque, BM&F Bovespa e CVM
Prêmio de Risco de Mercado	S&P500 X T-Bonds 10 anos	Média Geométrica desde 1975	Base de Dados Damodaran
Inflação Norte Americana	Consumer Price Index (CPI)	Projeção (Forecast)	The Puget Sound Economic Forecaster
Inflação Brasileira	IPCA	Projeção (Forecast)	Bacen (Focus - Expect. de Mercado)
Fra de Cupom	Fra de Cupom (FRC)	Interpolação Cubic Spline	BM&F Bovespa (Sistema Pregão)
DI Futuro	Depósito Interbancário (DI1)	Interpolação Cubic Spline	BM&F Bovespa (Sistema Pregão)

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Inicialmente o cálculo da estrutura de capital foi idealizado para os projetos de instalações das operações, disposição de rejeitos, transportes (minério, energia, água, instalações e etc.). Notou-se no desenvolvimento do trabalho, no entanto, que os riscos associados às atividades auxiliares se encontram incorporadas no custo de capital de empresas mineradoras, que compõe o negócio principal.

Para cálculo do Beta, que mede o risco associado às mineradoras foram utilizados os ativos cotados na bolsa americana (NYSE) pertencente ao setor de *Mining & Quarrying of Nonmetallic Minerals (No Fuels)* e com cotações disponíveis desde 11/2012. O mesmo cálculo foi feito para o setor *Agricultural Chemicals* com vistas a verificar o risco comercial de produtos relacionados ao Concentrado de Fosfato, principal componente produzido e que é aplicado em Fertilizantes. As tabelas abaixo indicam as empresas utilizadas para o cálculo do Beta do setor mineral e agrícola.

**Tabela 32 – Empresas Setor Mineral Utilizadas Para Cálculo Beta**

Symbol	Name	MarketCap	Industry
VMC	Vulcan Materials Company	16,44	Mining & Quarrying of Nonmetallic Minerals (No Fuels)
SQM	Sociedad Quimica y Minera S,A,	15,28	Mining & Quarrying of Nonmetallic Minerals (No Fuels)

MLM	Martin Marietta Materials; Inc,	13,13	Mining & Quarrying of Nonmetallic Minerals (No Fuels)
TECK	Teck Resources Ltd	11,97	Mining & Quarrying of Nonmetallic Minerals (No Fuels)
MDU	MDU Resources Group; Inc,	5,16	Mining & Quarrying of Nonmetallic Minerals (No Fuels)
CMP	Compass Minerals International; Inc,	2,23	Mining & Quarrying of Nonmetallic Minerals (No Fuels)
HL	Hecla Mining Company	1,83	Mining & Quarrying of Nonmetallic Minerals (No Fuels)
IPI	Intrepid Potash; Inc	0,53	Mining & Quarrying of Nonmetallic Minerals (No Fuels)

Fonte: Nasdaq

**Tabela 33 - Empresas Setor Agrícola Utilizadas Para Cálculo Beta**

Symbol	Name	MarketCap	Industry
AGU	Agrium Inc,	14,97	Agricultural Chemicals
AVD	American Vanguard Corporation	0,67	Agricultural Chemicals
CF	CF Industries Holdings; Inc,	8,99	Agricultural Chemicals
CGA	China Green Agriculture; Inc,	0,05	Agricultural Chemicals
UAN	CVR Partners; LP	0,41	Agricultural Chemicals
MON	Monsanto Company	53,01	Agricultural Chemicals
MOS	Mosaic Company (The)	7,89	Agricultural Chemicals
POT	Potash Corporation of Saskatchewan Inc,	16,32	Agricultural Chemicals
SMG	Scotts Miracle-Gro Company (The)	5,83	Agricultural Chemicals
SYT	Syngenta AG	42,56	Agricultural Chemicals
TNH	Terra Nitrogen Company; L,P,	1,53	Agricultural Chemicals

Fonte: Nasdaq

Os Betas Calculados para os setores de Mineração e Agrícola foram, 1.01 e 1.06 respectivamente. Devida a proximidade entre os valores obtidos, optou-se por utilizar o Beta encontrado para o setor de Mineração. Para os betas calculados acima, foram utilizadas as medianas dos Betas das empresas de cada setor.

Com isso, a composição do custo de capital próprio (Ke) encontrado para a empresa pode ser visualizado na tabela seguinte. A medida de tendência central utilizada foi a média geométrica das curvas projetadas.

O Ke é obtido por meio da curva de juros, inicialmente calculado período a período, de 2018 a 2047, caracterizando diferentes vencimentos desses fluxos, como ocorre em títulos com vencimentos definidos. O imposto obedece a mesma dinâmica de incidência sobre o resgate, ou seja, considera-se a taxa apurada como o retorno bruto efetivo do período, capitaliza-se a quantidade de períodos existentes e aplica-se o imposto ao final, descapitalizando-se o fluxo líquido de impostos para o período anual. Dessas taxas líquidas obtidas em cada período, será calculada a média geométrica para essa curva Ke líquida de impostos.

**Tabela 34 - Composição do Custo de Capital Próprio (Ke)**

<b>Cost of Equity (Capital Asset Pricing Model)</b>	<b>9,27%</b>
Imposto sobre a renda (Ke)	15,00%
Imposto sobre a renda (Beta e WACC)	34,00%
Debt to Equity (D/E)	54,28%
Beta Desalavancado	
Beta Realavancado	1,01
Prêmio de Risco de Mercado	4,44%
Size Premium	
Taxa Livre de Risco (T-Bonds)	2,21%
Risco País	2,50%
Risco Cambial	5,13%
Consumer Price Index (CPI)	2,30%
Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)	4,01%
Certificado de Depósito Interbancário (DI Futuro)	10,14%
Fra de Cupom Cambial (FRC)	4,76%
<b>Custo de Capital Próprio (Ke) Nominal</b>	<b>14,80%</b>
<b>Custo de Capital Próprio (Ke) Nominal Livre de Impostos</b>	<b>13,65%</b>
<b>Custo de Capital Próprio (Ke) Real Livre de Impostos</b>	<b>9,27%</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base nos domínios eletrônicos Yahoo Finance (Bonds Center), CVM, SEC, Base de Dados Damodaran, BM&F Bovespa (Boletim Diário e Sistema Pregão), The Puget Sound Economic Forecaster e Bacen (Focus - Expectativas de Mercado)

**Tabela 35 – Curva projeção Custo de Capital (1 de 3)**

	<b>Média Geométrica</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
<b>Ke Nominal</b>	<b>14,80%</b>	11,7%	12,3%	13,4%	14,1%	14,5%	14,7%	14,8%	14,9%	15,0%	15,1%
<b>Imposto sobre a renda (Ke)</b>	<b>15,00%</b>	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
<b>Ke Nominal Livre de Impostos</b>	<b>13,65%</b>	10,0%	10,5%	11,6%	12,3%	12,8%	13,0%	13,2%	13,4%	13,6%	13,7%
<b>IPCA</b>	<b>4,01%</b>	4,0%	4,2%	4,1%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
<b>Ke Real Livre de Impostos</b>	<b>9,27%</b>	5,7%	6,1%	7,2%	8,0%	8,4%	8,7%	8,9%	9,1%	9,2%	9,3%

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Tabela 36 – Curva projeção Custo de Capital (2 de 3)**

	<b>Média Geométrica</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>	<b>2036</b>	<b>2037</b>
<b>Ke Nominal</b>	<b>14,80%</b>	15,1%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%
<b>Imposto sobre a renda (Ke)</b>	<b>15,00%</b>	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
<b>Ke Nominal Livre de Impostos</b>	<b>13,65%</b>	13,8%	13,9%	14,0%	14,0%	14,1%	14,1%	14,2%	14,2%	14,3%	14,3%
<b>IPCA</b>	<b>4,01%</b>	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
<b>Ke Real Livre de Impostos</b>	<b>9,27%</b>	9,5%	9,5%	9,6%	9,7%	9,7%	9,8%	9,8%	9,8%	9,9%	9,9%

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Tabela 37 – Curva projeção Custo de Capital (1 de 3)**

	<b>Média Geométrica</b>	<b>2038</b>	<b>2039</b>	<b>2040</b>	<b>2041</b>	<b>2042</b>	<b>2043</b>	<b>2044</b>	<b>2045</b>	<b>2046</b>	<b>2047</b>
<b>Ke Nominal</b>	<b>14,80%</b>	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%	15,2%
<b>Imposto sobre a renda (Ke)</b>	<b>15,00%</b>	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
<b>Ke Nominal Livre de Impostos</b>	<b>13,65%</b>	14,3%	14,4%	14,4%	14,4%	14,5%	14,5%	14,5%	14,5%	14,5%	14,6%
<b>IPCA</b>	<b>4,01%</b>	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
<b>Ke Real Livre de Impostos</b>	<b>9,27%</b>	9,9%	10,0%	10,0%	10,0%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,1%	10,2%

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Custo Médio Ponderado de Capital (WACC)

Para avaliação do potencial de mercado, foi calculado o custo médio ponderado de capital, taxa WACC, com estruturas indicativas de mercado. Para tanto, levantou-se os níveis de custos financeiros, representados pelo  $K_d$  e o custo de capital próprio  $K_e$ , relativo a esta estrutura.

## Custo de Capital de Terceiros ( $K_d$ )

Para o custo de Capital de Terceiros, utilizou-se o valor de 125% do DI. Este parâmetro é considerado como uma taxa referência de mercado para a obtenção de empréstimos. Abaixo se encontram as taxas do custo de capital de terceiros, em termos reais e nominais.

## Referência de Mercado

---

Os Royalties consistem nos tributos ou encargos que incidem sobre a atividade de mineração, em que a administração pode ser realizada pelo fisco nacional ou por outras instituições governamentais. Há três principais formas de Royalties: os específicos, os *ad valorem* e os impostos mineiros (*mining taxes*). O primeiro está relacionado no pagamento de uma quantia fixa por cada unidade produzida, que pode ser medida em peso ou volume. Já os royalties *ad valorem* consistem no percentual do valor do produto mineral. Por fim, *mining taxes* são cobrados sobre o lucro ou a renda gerada na atividade e, dessa forma, consideram receitas e custos.

No Brasil, A Lei nº 7.990, de 28/12/1989, definiu que a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) seria de 2%, para rochas fosfáticas, sobre o valor do faturamento líquido advindo da venda do produto mineral, obtido após a última etapa do processo de beneficiamento e antes da transformação industrial. Assim, a CFEM corresponde a um royalty *ad valorem*, em que as alíquotas definidas podem ser agrupadas em quatro grupos:

- Minério de Alumínio, manganês, sal-gema e potássio: 3%;
- Ferro, fertilizante, carvão e demais substâncias: 2%;
- Pedras preciosas, pedras coradas lapidáveis, carbonados e metais nobres: 0,2%;
- Ouro: garimpeiros são isentos. Extraído por empresas mineradoras: 1%.

Para os regimes de concessão e licenciamento, é garantida ao proprietário da terra (superficiário) a participação no resultado da lavra de 50% do valor apurado para a CFEM, conforme estabelecido pela legislação (Lei nº 8.901/94).

A Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais (CFEM) é calculada com base no faturamento líquido, sendo o total das receitas de vendas, excluídos os tributos incidentes sobre a comercialização do produto (ICMS, COFINS e PIS), as despesas de seguro e transporte. Para os casos em que não ocorre a venda do bem mineral, em que este é consumido, transformado ou utilizado pelo próprio minerador, considera-se como base de cálculo a soma das despesas diretas e indiretas ocorridas até a utilização do produto mineral.

Caso o proprietário seja tanto do solo quanto dos recursos minerais, ou seja, haja concessão do direito exclusivo de uso, exaustão e geração de renda econômica, não se aplica a cobrança de royalty pelo governo brasileiro. Além disso, eventuais danos nas terras onde há atividade de mineração não são compensados por meio de pagamento de royalties, havendo, no entanto, a possibilidade de acordo entre a empresa de mineração e o proprietário da área.

Entretanto, é importante destacar que foi enviada à Câmara dos Deputados a Emenda Aglutinativa Global nº6 da Medida Provisória nº 789/2017, do PLV nº 38/2017 que modifica a Lei nº 7.990

de dezembro de 1989 e a Lei nº 8.001 de março de 1990, e dentre os principais aspectos modificados estão a redução da alíquota (de 2% para 0,2%) e modificação da base de cálculo (de faturamento líquido para faturamento bruto) da CFEM para a substância mineral rochas fosfáticas.

Assumiu-se a aprovação dessa Medida Provisória. Desse modo, a CFEM para a substância mineral rochas fosfáticas, considerada no estudo é 0,2% sobre a ROB. Além disso, mais 0,1% da ROB, equivalente a 50% da CFEM, deverá ser pago ao proprietário da terra (superficiário) e também foi considerado.

# Resultados e Formato para licitação do depósito

---

## Resultados

A Ceres deve apresentar sugestões de possíveis formatos para as licitações do depósito, buscando indicar condições justas para a negociação. Entre as opções citadas contratualmente o Bônus de Assinatura consiste na proposta de pagamento inicial no momento da assinatura do contrato como forma de diferenciação entre as demais sugestões.

Também foram analisadas outras alternativas de propostas que preveem flexibilização do recebimento de royalties como estímulo aos licitantes proponentes para o exercício da exploração, como o modelo de pagamentos intermediários e futuros, o pagamento de royalties fixos e royalties progressivos sobre a produção.

Uma outra alternativa trabalhada é o modelo de opções de abandono e incentivo a pesquisas futuras como opção de compra. Foi estruturado o modelo em que o potencial investidor desenvolvesse a fase de pesquisas adicionais e pudesse assim verificar as condições de reservas de fosfatos de forma mais precisa, incluindo teor e níveis de estéril/minério relacionados.

Esse formato daria a opção de abandono após 2 anos desses investimentos de pesquisa complementar. Seria dada uma opção de saída (abandono), caso este julgasse, diante das novas pesquisas realizadas, que a remuneração não seria satisfatória. Estes valores de investimento realizado seriam comparados com o valor da exploração vista como uma opção de compra, diante da penalização de cada ano não explorado.

Entretanto, como o resultado da avaliação por meio do método do fluxo de caixa do acionista, com taxa de desconto depois dos impostos de 9,27% ao ano, equivale a R\$ 194,6 milhões negativos, os formatos de licitação com pagamento de outorga, pagamentos intermediários, royalties fixos e variáveis, foram descartados uma vez que o estudo não se mostrou viável, considerando as informações e pesquisas desenvolvidas até o momento.

A opção de compra também não apresentou valor devido aos fluxos operacionais negativos previstos. Assim, o modelo de opções também não se aplica, uma vez que não há estímulo suficiente para esse investidor desenvolver tais pesquisas, de forma a gerar contrapartidas à CPRM.

**Tabela 38 – Resultado - FCFE**

Valuation - Projeto Miriri	
FCFE (R\$'000)	(194.565)

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Demonstrações Financeiras Cenário Base

### DRE

Tabela 39 – DRE (R\$'000) – 1 de 2

DRE (R\$'000)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Receita Operacional Bruta</b>	-	-	-	<b>71.449</b>	<b>96.303</b>	<b>123.984</b>	<b>129.104</b>	<b>134.436</b>	<b>128.666</b>
(-) Deduções	-	-	-	(6.609)	(8.908)	(11.468)	(11.942)	(12.435)	(11.902)
<b>Receita Operacional Líquida</b>	-	-	-	<b>64.840</b>	<b>87.395</b>	<b>112.515</b>	<b>117.162</b>	<b>122.001</b>	<b>116.764</b>
(-) Beneficiamento	-	-	-	(6.518)	(8.772)	(11.279)	(11.731)	(12.200)	(11.662)
(-) Mineração	-	-	-	(48.063)	(64.687)	(83.176)	(86.503)	(89.963)	(85.994)
(-) Pessoal	-	-	-	(15.465)	(20.814)	(26.763)	(27.833)	(28.947)	(27.670)
(-) Administrativo	-	-	-	(456)	(614)	(790)	(821)	(854)	(817)
(-) CFEM	-	-	-	(214)	(289)	(372)	(387)	(403)	(386)
<b>EBITDA</b>	-	-	-	<b>(5.877)</b>	<b>(7.781)</b>	<b>(9.865)</b>	<b>(10.113)</b>	<b>(10.366)</b>	<b>(9.764)</b>
(-) Depreciação e Amortização	-	-	-	(17.664)	(17.664)	(17.664)	(17.664)	(17.664)	(10.443)
<b>EBIT</b>	-	-	-	<b>(23.541)</b>	<b>(25.445)</b>	<b>(27.529)</b>	<b>(27.778)</b>	<b>(28.030)</b>	<b>(20.206)</b>
(-) Despesas Financeiras	-	(2.232)	(7.527)	(8.108)	(6.753)	(5.517)	(4.345)	(3.174)	(2.002)
(+) Receitas Financeiras	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT antes do JCP</b>	-	<b>(2.232)</b>	<b>(7.527)</b>	<b>(31.649)</b>	<b>(32.198)</b>	<b>(33.046)</b>	<b>(32.123)</b>	<b>(31.204)</b>	<b>(22.208)</b>
(-) Juros sobre Capital Próprio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT</b>	-	<b>(2.232)</b>	<b>(7.527)</b>	<b>(31.649)</b>	<b>(32.198)</b>	<b>(33.046)</b>	<b>(32.123)</b>	<b>(31.204)</b>	<b>(22.208)</b>
(-) Impostos sobre a Renda	-	759	2.559	10.761	10.947	11.236	10.922	10.609	7.551
<b>Lucro Líquido</b>	-	<b>(1.473)</b>	<b>(4.968)</b>	<b>(20.888)</b>	<b>(21.250)</b>	<b>(21.810)</b>	<b>(21.201)</b>	<b>(20.595)</b>	<b>(14.657)</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Tabela 40 – DRE (R\$'000) – 2 de 2

DRE (R\$'000)	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
<b>Receita Operacional Bruta</b>	<b>145.770</b>	<b>151.790</b>	<b>158.059</b>	<b>174.672</b>	<b>181.886</b>	<b>189.398</b>	<b>197.220</b>	<b>205.365</b>	<b>213.847</b>
(-) Deduções	(13.484)	(14.041)	(14.620)	(16.157)	(16.824)	(17.519)	(18.243)	(18.996)	(19.781)
<b>Receita Operacional Líquida</b>	<b>132.286</b>	<b>137.750</b>	<b>143.439</b>	<b>158.515</b>	<b>165.061</b>	<b>171.878</b>	<b>178.977</b>	<b>186.369</b>	<b>194.066</b>
(-) Beneficiamento	(13.195)	(13.723)	(14.272)	(15.752)	(16.382)	(17.038)	(17.719)	(18.428)	(19.165)
(-) Mineração	(97.304)	(101.196)	(105.244)	(116.160)	(120.807)	(125.639)	(130.665)	(135.891)	(141.327)
(-) Pessoal	(31.309)	(32.561)	(33.863)	(37.376)	(38.871)	(40.426)	(42.043)	(43.725)	(45.474)
(-) Administrativo	(924)	(961)	(999)	(1.103)	(1.147)	(1.193)	(1.241)	(1.290)	(1.342)
(-) CFEM	(437)	(455)	(474)	(524)	(546)	(568)	(592)	(616)	(642)
<b>EBITDA</b>	<b>(10.883)</b>	<b>(11.147)</b>	<b>(11.414)</b>	<b>(12.401)</b>	<b>(12.692)</b>	<b>(12.986)</b>	<b>(13.282)</b>	<b>(13.582)</b>	<b>(13.883)</b>
(-) Depreciação e Amortização	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)
<b>EBIT</b>	<b>(21.326)</b>	<b>(21.590)</b>	<b>(21.857)</b>	<b>(22.844)</b>	<b>(23.135)</b>	<b>(23.428)</b>	<b>(23.725)</b>	<b>(24.024)</b>	<b>(24.326)</b>
(-) Despesas Financeiras	(830)	(24)	-	-	-	-	-	-	-
(+) Receitas Financeiras	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT antes do JCP</b>	<b>(22.156)</b>	<b>(21.614)</b>	<b>(21.857)</b>	<b>(22.844)</b>	<b>(23.135)</b>	<b>(23.428)</b>	<b>(23.725)</b>	<b>(24.024)</b>	<b>(24.326)</b>
(-) Juros sobre Capital Próprio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT</b>	<b>(22.156)</b>	<b>(21.614)</b>	<b>(21.857)</b>	<b>(22.844)</b>	<b>(23.135)</b>	<b>(23.428)</b>	<b>(23.725)</b>	<b>(24.024)</b>	<b>(24.326)</b>
(-) Impostos sobre a Renda	7.533	7.349	7.431	7.767	7.866	7.966	8.067	8.168	8.271
<b>Lucro Líquido</b>	<b>(14.623)</b>	<b>(14.265)</b>	<b>(14.426)</b>	<b>(15.077)</b>	<b>(15.269)</b>	<b>(15.463)</b>	<b>(15.659)</b>	<b>(15.856)</b>	<b>(16.055)</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## FCFE

**Tabela 41 – FCFE (R\$'000) - 1 de 2**

Free Cash Flow to Equity (R\$'000)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
(+) EBITDA	-	-	-	(5.877)	(7.781)	(9.865)	(10.113)	(10.366)	(9.764)
(-) CAPEX	(4.959)	(65.172)	(133.764)	-	-	-	-	-	-
(+) Recebimentos	-	32.586	60.217	-	-	-	-	-	-
(-) Amortização do Principal	-	-	(8.015)	(12.212)	(12.239)	(12.246)	(12.246)	(12.246)	(12.246)
(-) Juros Pagos	-	(613)	(6.551)	(7.838)	(6.685)	(5.517)	(4.345)	(3.174)	(2.002)
<b>FCFE (Nominal)</b>	<b>(4.959)</b>	<b>(33.199)</b>	<b>(88.113)</b>	<b>(25.927)</b>	<b>(26.705)</b>	<b>(27.628)</b>	<b>(26.705)</b>	<b>(25.785)</b>	<b>(24.011)</b>
<b>FCFE Acumulado (Nominal)</b>	<b>(4.959)</b>	<b>(38.158)</b>	<b>(126.271)</b>	<b>(152.197)</b>	<b>(178.903)</b>	<b>(206.530)</b>	<b>(233.235)</b>	<b>(259.020)</b>	<b>(283.031)</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Tabela 42 – FCFE (R\$'000) – 2 de 2**

Free Cash Flow to Equity (R\$'000)	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
(+) EBITDA	(10.883)	(11.147)	(11.414)	(12.401)	(12.692)	(12.986)	(13.282)	(13.582)	(13.883)
(-) CAPEX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Recebimentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Amortização do Principal	(12.246)	(2.041)	-	-	-	-	-	-	-
(-) Juros Pagos	(830)	(24)	-	-	-	-	-	-	-
<b>FCFE (Nominal)</b>	<b>(23.959)</b>	<b>(13.212)</b>	<b>(11.414)</b>	<b>(12.401)</b>	<b>(12.692)</b>	<b>(12.986)</b>	<b>(13.282)</b>	<b>(13.582)</b>	<b>(13.883)</b>
<b>FCFE Acumulado (Nominal)</b>	<b>(306.990)</b>	<b>(320.202)</b>	<b>(331.617)</b>	<b>(344.018)</b>	<b>(356.710)</b>	<b>(369.695)</b>	<b>(382.978)</b>	<b>(396.559)</b>	<b>(410.443)</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

# Cenário de Custos de Mercado

## Referência de mercado utilizada

De forma alternativa, foi trabalhada a hipótese de custos médios informados pelo mercado para operação e manutenção com vistas a capturar as sinergias aplicáveis ao negócio.

Os custos associados com equipamentos de mina foram baseados na “Tabela Custo Horário<sup>2</sup>” de junho de 2017, disponibilizado pela Associação Brasileira de Tecnologia para Construção e Mineração – SOBRATEMA. A associação possui mais de 29 anos de atuação e se dedica a difundir o conhecimento, as informações e propor soluções para o desenvolvimento tecnológico do setor de construção e mineração no mercado brasileiro.

Segundo o site da SOBRATEMA, “a entidade conta com o apoio de mais de 1 mil associados (profissionais e empresas de construção, de locação, fabricantes e prestadores de serviços) e de parceiros estratégicos, que englobam as principais entidades representativas de profissionais no Brasil e no exterior.”.

## Cálculo do custo horário do equipamento

A partir das condições e necessidades estimadas para a exploração da mina, foram selecionados os equipamentos na tabela disponibilizada pela SOBRATEMA. A tabela abaixo apresenta os equipamentos do Cenário Base e os equivalentes, selecionados na tabela. Cabe ressaltar que a SOBRATEMA não apresenta referência para “Caminhonete” e “Veículo”, desse modo, optou-se por manter os valores apresentados no Cenário Base, uma vez que os mesmos possuem baixa representatividade no custo total.

**Tabela 43 – Equipamentos**

Equipamento	Cenário Base	Cenário referência SOBRATEMA
Escavadeira	Caterpillar 345 (268 HP)	Hidráulica (40 a 50 t)
Trator	Caterpillar D 8 (350 HP)	Trator de esteiras (250 a 380 hp)
Carregadeira	Caterpillar 966 (260 HP)	Carregadeira de pneus (2,6 a 3,5 m <sup>3</sup> )
Caminhão	Scania P 440 8x4 (440 HP)	Caminhão basculante rodoviário 8x4 (36 a 45 t)
Motoniveladora	Caterpillar 160 k (215 HP)	Motoniveladora (140 a 170 hp)
Pipa	Scania P 440 8x4 (440 HP)	Caminhão irrigadeira 6x4 (18.000 litros)
Comboio	Scania (240 HP)	Caminhão comboio misto 4x2 (6 reservatórios - 5.000 L)

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base na Tabela Custo Horário – SOBRATEMA*

<sup>2</sup> Tabela Custo Horário, elaborada pela SOBRATEMA, disponível em: <http://www.sobratema.org.br/CustoHorario/Tabela>

O custo horário dos equipamentos é composto pelo custo com Manutenção, Material Rodante, Combustível e Lubrificantes, Peças Desgaste, Mão de Obra de Operação. A soma de todos esses itens, multiplicado pela quantidade de equipamentos e pela quantidade de horas trabalhadas desses equipamentos por ano, equivale ao custo total anual dos equipamentos por ano. Desconsiderou-se o custo horário de Propriedade, por entender que o mesmo está incluído no Capex e depreciação já incluídos na avaliação.

**Tabela 44 – Custo Total dos Equipamentos**

Equipamento (SOBRATEMA)	Escavadeira	Trator	Carregadeira	Caminhão	Motoni- veladora	Pipa	Comboio	Caminhonete	Veículo
Manutenção	120,7	224,1	61,2	57,7	47,9	34,9	30,6	8,6	4,5
Material Rodante	18,7	34,7	8,4	7,8	6,0	4,1	3,4	8,1	8,1
Combustível/Lubrificantes	157,7	146,4	67,6	50,7	60,1	33,8	35,7	60,5	44,0
Peças Desgaste	20,8	38,6	9,4	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Mão de obra Operação	48,9	45,0	36,0	31,5	54,0	34,2	30,2	0,0	0,0
Total (hora trabalhada)	366,7	488,8	182,6	147,6	174,7	107,0	99,8	77,2	56,6
Horas Trabalhadas (ano)	7.884	2.700	2.700	7.884	2.700	7.884	7.884	3.942	3.942
Custo Total por equipamento	2.891.230	1.319.679	493.020	1.164.029	471.609	843.430	787.139	304.249	222.988
Quantidade de equipamentos	8	1	1	29	1	1	1	2	1
<b>Total</b>	<b>23.129.837</b>	<b>1.319.679</b>	<b>493.020</b>	<b>33.756.847</b>	<b>471.609</b>	<b>843.430</b>	<b>787.139</b>	<b>608.498</b>	<b>222.988</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base na Tabela Custo Horário – SOBRATEMA

A soma do custo total de todos os equipamentos, por ano, equivale a R\$ 61,6 milhões, o que equivale a R\$ 307,2 por tonelada de concentrado fosfático (base 200,4 mil toneladas por ano).

## Demais custos operacionais

Além do custo dos equipamentos, foram considerados os custos com Beneficiamento, Administrativo e de Pessoal diretamente associado a mina, exceto operadores, como técnicos de segurança, mecânicos, soldador, entre outros.

**Tabela 45 – Demais custos operacionais**

Administrativo	
Pessoal administrativo (9 pessoas)	992.160
Escritório	120.000
Manutenção de veículos	12.000
Meio ambiente	500.000
<b>Total Administrativo</b>	<b>1.624.160</b>
<b>Total por tonelada de concentrado</b>	<b>8,09</b>
Beneficiamento	
Pessoal Beneficiamento (43 pessoas)	3.720.600
Energia elétrica	4.062.952
Barras de moinho	1.781.680
Bolas de moinho	1.543.922
Óleo de arroz	704.245
Amido	276.281
Soda cáustica	656.091
<b>Total Beneficiamento</b>	<b>12.745.771</b>
<b>Total por tonelada de concentrado</b>	<b>63,53</b>
Pessoal Mina	

Encarregado de mecanica (4 pessoas)	396.864
Mecanico (4 pessoas)	396.864
Borracheiro (4 pessoas)	396.864
Soldador (4 pessoas)	396.864
Ajudante de mecanico (4 pessoas)	396.864
Técnico de segurança (1 pessoa)	124.020
<b>Total Mina</b>	<b>2.108.340</b>
<b>Total por tonelada de concentrado</b>	<b>10,51</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Custo Operacional Total

A soma dos custos com equipamentos, beneficiamento, administrativo e mina, no cenário onde há exploração anual média de 200,4 mil toneladas de concentrado fosfático, equivale a R\$ 78,11 milhões por ano, ou R\$ 389,3 por tonelada de concentrado fosfático.

**Tabela 46 – Custos operacionais – Cenário Alternativo**

Custo	R\$/ (t) de concentrado	(R\$'000)
Administrativo	8,1	1.624
Beneficiamento	63,5	12.746
Mina	10,5	2.108
Equipamentos	307,2	61.633
<b>Total</b>	<b>389,3</b>	<b>78.111</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base na Tabela Custo Horário – SOBRATEMA

## Resultado

Com base no exposto, foram substituídos os novos custos operacionais no modelo de avaliação do Cenário Base, mantendo as demais premissas idênticas, como quantidade de concentrado fosfático, relação de estéril/minério, preço, tributação, encargos, benefícios fiscais, Capex, depreciação, financiamento entre outros. O resultado encontrado, não considerando pagamento de Royalties para a CPRM, equivale a R\$ 79,2 milhões negativos, diante de uma remuneração de capital próprio, real e depois dos impostos, de 9,27% a.a.

## Condição de Prospecto – Cálculo da opção financeira de compra

Apesar do resultado negativo da avaliação, motivado pela elevada relação estéril/minério identificada nas reservas de direito de exploração da CPRM na região da Paraíba e Pernambuco, diante das informações disponibilizadas pelo CPRM, existe a possibilidade de lançar a mercado o Projeto Miriri como um prospecto ou pesquisa, uma vez que o cálculo da opção financeira de compra (*Call*), calculada pelo período de 1 ano, apresentou resultado positivo de R\$ 2,018 milhões, diante de royalties propostos de 2% para o CPRM, caso o investidor resolva explorar a

área e exerça a opção. Essa estimativa trata a opção de explorar como uma opção de compra, método utilização na Teoria de Opções Reais.

No cenário da *Call*, o investidor além de pagar à CPRM o valor da *Call*, também é obrigado a comprovar o investimento mínimo em pesquisa de R\$ 5,992 milhões, ao longo do primeiro ano e a partir disso, decidir se explora a área ou não, ou seja, se exerce a opção pela continuidade.

Uma vez que os novos estudos e perfurações na reserva podem apresentar melhores características para a mina de Miriri, realizou-se a simulação de pagamento de Royalties sobre a Receita Operacional Bruta, buscando oferecer alternativas de modelos de remuneração para a CPRM. Ou seja, nesses cenários, a CPRM receberá o valor referente a *Call*, além de Royalties sobre a ROB, no cenário onde o investidor decide continuar com a exploração após realizar a pesquisa mínima exigida.

**Tabela 47 – Cenários com recebimento de *Call* e Royalties sobre a ROB**

<b>Valor da Call (R\$'000)</b>	<b>% de Royalties sobre a ROB</b>
3.314	0,0%
2.963	0,5%
2.631	1,0%
2.314	1,5%
<b>2.018</b>	<b>2,0%</b>
1.743	2,5%
1.491	3,0%
1.260	3,5%
1.049	4,0%
860	4,5%
694	5,0%
547	5,5%
421	6,0%
314	6,5%
225	7,0%
154	7,5%
100	8,0%
60	8,5%
32	9,0%
15	9,5%
6	10,0%

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Demonstrações Financeiras Cenário de custo de mercado

### DRE

**Tabela 48 – DRE (R\$'000) – 1 de 2**

DRE (R\$'000)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Receita Operacional Bruta</b>	-	-	-	<b>71.449</b>	<b>96.303</b>	<b>123.984</b>	<b>129.104</b>	<b>134.436</b>	<b>128.666</b>
(-) Deduções	-	-	-	(6.609)	(8.908)	(11.468)	(11.942)	(12.435)	(11.902)
<b>Receita Operacional Líquida</b>	-	-	-	<b>64.840</b>	<b>87.395</b>	<b>112.515</b>	<b>117.162</b>	<b>122.001</b>	<b>116.764</b>
(-) Beneficiamento	-	-	-	(9.205)	(12.388)	(15.929)	(16.566)	(17.229)	(16.469)
(-) Mineração	-	-	-	(46.032)	(61.954)	(79.662)	(82.848)	(86.162)	(82.361)
(-) Administrativo	-	-	-	(1.173)	(1.579)	(2.030)	(2.111)	(2.195)	(2.099)
(-) CFEM	-	-	-	(214)	(289)	(372)	(387)	(403)	(386)
<b>EBITDA</b>	-	-	-	<b>8.215</b>	<b>11.185</b>	<b>14.522</b>	<b>15.249</b>	<b>16.011</b>	<b>15.450</b>
(-) Depreciação e Amortização	-	-	-	(17.664)	(17.664)	(17.664)	(17.664)	(17.664)	(10.443)
<b>EBIT</b>	-	-	-	<b>(9.449)</b>	<b>(6.479)</b>	<b>(3.142)</b>	<b>(2.415)</b>	<b>(1.653)</b>	<b>5.007</b>
(-) Despesas Financeiras	-	(2.232)	(7.527)	(8.108)	(6.753)	(5.517)	(4.345)	(3.174)	(2.002)
(+) Receitas Financeiras	-	-	-	-	-	-	8	36	124
<b>EBT antes do JCP</b>	-	<b>(2.232)</b>	<b>(7.527)</b>	<b>(17.557)</b>	<b>(13.232)</b>	<b>(8.659)</b>	<b>(6.752)</b>	<b>(4.791)</b>	<b>3.129</b>
(-) Juros sobre Capital Próprio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT</b>	-	<b>(2.232)</b>	<b>(7.527)</b>	<b>(17.557)</b>	<b>(13.232)</b>	<b>(8.659)</b>	<b>(6.752)</b>	<b>(4.791)</b>	<b>3.129</b>
(-) Impostos sobre a Renda	-	759	2.559	5.969	4.499	2.944	2.296	1.629	(353)
<b>Lucro Líquido</b>	-	<b>(1.473)</b>	<b>(4.968)</b>	<b>(11.588)</b>	<b>(8.733)</b>	<b>(5.715)</b>	<b>(4.457)</b>	<b>(3.162)</b>	<b>2.776</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Tabela 49 – DRE (R\$'000) – 2 de 2**

DRE (R\$'000)	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
<b>Receita Operacional Bruta</b>	<b>145.770</b>	<b>151.790</b>	<b>158.059</b>	<b>174.672</b>	<b>181.886</b>	<b>189.398</b>	<b>197.220</b>	<b>205.365</b>	<b>213.847</b>
(-) Deduções	(13.484)	(14.041)	(14.620)	(16.157)	(16.824)	(17.519)	(18.243)	(18.996)	(19.781)
<b>Receita Operacional Líquida</b>	<b>132.286</b>	<b>137.750</b>	<b>143.439</b>	<b>158.515</b>	<b>165.061</b>	<b>171.878</b>	<b>178.977</b>	<b>186.369</b>	<b>194.066</b>
(-) Beneficiamento	(18.635)	(19.380)	(20.156)	(22.246)	(23.136)	(24.062)	(25.024)	(26.025)	(27.066)
(-) Mineração	(93.193)	(96.921)	(100.798)	(111.253)	(115.703)	(120.331)	(125.145)	(130.150)	(135.356)
(-) Administrativo	(2.375)	(2.470)	(2.568)	(2.835)	(2.948)	(3.066)	(3.189)	(3.316)	(3.449)
(-) CFEM	(437)	(455)	(474)	(524)	(546)	(568)	(592)	(616)	(642)
<b>EBITDA</b>	<b>17.646</b>	<b>18.523</b>	<b>19.443</b>	<b>21.657</b>	<b>22.728</b>	<b>23.851</b>	<b>25.028</b>	<b>26.261</b>	<b>27.553</b>
(-) Depreciação e Amortização	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)
<b>EBIT</b>	<b>7.203</b>	<b>8.081</b>	<b>9.000</b>	<b>11.214</b>	<b>12.286</b>	<b>13.409</b>	<b>14.585</b>	<b>15.818</b>	<b>17.110</b>
(-) Despesas Financeiras	(830)	(24)	-	-	-	-	-	-	-
(+) Receitas Financeiras	337	1.071	2.586	4.315	6.268	8.409	10.749	13.304	16.090
<b>EBT antes do JCP</b>	<b>6.710</b>	<b>9.127</b>	<b>11.586</b>	<b>15.529</b>	<b>18.554</b>	<b>21.817</b>	<b>25.334</b>	<b>29.122</b>	<b>33.200</b>
(-) Juros sobre Capital Próprio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT</b>	<b>6.710</b>	<b>9.127</b>	<b>11.586</b>	<b>15.529</b>	<b>18.554</b>	<b>21.817</b>	<b>25.334</b>	<b>29.122</b>	<b>33.200</b>
(-) Impostos sobre a Renda	(795)	(1.224)	(1.840)	(2.664)	(3.443)	(4.290)	(5.212)	(6.212)	(7.297)
<b>Lucro Líquido</b>	<b>5.915</b>	<b>7.903</b>	<b>9.746</b>	<b>12.865</b>	<b>15.111</b>	<b>17.527</b>	<b>20.123</b>	<b>22.910</b>	<b>25.903</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## FCFE

Tabela 50 – FCFE (R\$'000) – 1 de 2

Free Cash Flow to Equity (R\$'000)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
(+) EBITDA	-	-	-	8.215	11.185	14.522	15.249	16.011	15.450
(-) Impostos de Renda	-	-	-	-	-	-	-	-	(325)
(-) CAPEX	(4.959)	(65.172)	(133.764)	-	-	-	-	-	-
(+) Recebimentos	-	32.586	60.217	-	-	-	-	-	-
(-) Amortização do Principal	-	-	(8.015)	(12.212)	(12.239)	(12.246)	(12.246)	(12.246)	(12.246)
(-) Juros Pagos	-	(613)	(6.551)	(7.838)	(6.685)	(5.517)	(4.345)	(3.174)	(2.002)
<b>FCFE (Nominal)</b>	<b>(4.959)</b>	<b>(33.199)</b>	<b>(88.113)</b>	<b>(11.835)</b>	<b>(7.739)</b>	<b>(3.241)</b>	<b>(1.342)</b>	<b>591</b>	<b>877</b>
<b>FCFE Acumulado (Nominal)</b>	<b>(4.959)</b>	<b>(38.158)</b>	<b>(126.271)</b>	<b>(138.105)</b>	<b>(145.845)</b>	<b>(149.085)</b>	<b>(150.428)</b>	<b>(149.836)</b>	<b>(148.960)</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Tabela 51 – FCFE (R\$'000) – 2 de 2

Free Cash Flow to Equity (R\$'000)	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
(+) EBITDA	17.646	18.523	19.443	21.657	22.728	23.851	25.028	26.261	27.553
(-) Impostos de Renda	(680)	(860)	(961)	(1.197)	(1.311)	(1.431)	(1.557)	(1.689)	(1.827)
(-) CAPEX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Recebimentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Amortização do Principal	(12.246)	(2.041)	-	-	-	-	-	-	-
(-) Juros Pagos	(830)	(24)	-	-	-	-	-	-	-
<b>FCFE (Nominal)</b>	<b>3.890</b>	<b>15.598</b>	<b>18.482</b>	<b>20.460</b>	<b>21.417</b>	<b>22.420</b>	<b>23.471</b>	<b>24.572</b>	<b>25.726</b>
<b>FCFE Acumulado (Nominal)</b>	<b>(145.070)</b>	<b>(129.472)</b>	<b>(110.990)</b>	<b>(90.530)</b>	<b>(69.113)</b>	<b>(46.693)</b>	<b>(23.222)</b>	<b>1.350</b>	<b>27.077</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Considerações Finais

A elevada relação estéril/minério identificada nas reservas de direito de exploração da CPRM na região da Paraíba e Pernambuco, diante das informações disponibilizadas pelo CPRM, não demonstram viabilidade para instalação e operação do empreendimento.

Foi testado Cenário Alternativo com vistas a permitir o CPRM a escolha de alguma opção que possa ter algum apelo de mercado. Não há como garantir o interesse desses investidores, diante das informações atuais desfavoráveis, especialmente relativas ao nível de estéril/minério. No entanto, caso o CPRM resolva insistir nessa proposta, a condição de Prospecto e opção de compra tem como referência os valores mencionados no Cenário de custos de mercado.

Para uma definição de royalties de 2%, equivalente a R\$ 11,983 milhões<sup>3</sup>, se houver, a continuidade da exploração requer que sejam pagos R\$ 2,018 milhões para a aquisição do direito (*Call*), e comprovar ao longo de 1 ano o investimento em novas pesquisas de R\$ 5,992 milhões. Nesse caso, buscando oferecer opções atrativas ao mercado, são apresentadas alternativas para o fluxo de pagamentos da *Call*, onde há um pagamento como bônus de assinatura do contrato, e o segundo pagamento ao final de 12 meses, ajustado pelo Ke real livre de impostos.

**Tabela 52 – Alternativas para pagamento da *Call***

Cenários	Valor na assinatura (R\$'000)	Final de 12 meses (R\$'000)	Total Prêmio Nominal (R\$'000)	Total Prêmio Dez/2017 (R\$'000)	Royalties (2%) Dez/2017 (R\$'000)	Total Dez/2017 (R\$'000)
Pagamento 10% na assinatura	202	1.984	2.186	2.018	11.983	14.001
Pagamento 20% na assinatura	404	1.764	2.168	2.018	11.983	14.001
Pagamento 30% na assinatura	605	1.544	2.149	2.018	11.983	14.001
Pagamento 40% na assinatura	807	1.323	2.130	2.018	11.983	14.001
Pagamento 50% na assinatura	1.009	1.103	2.112	2.018	11.983	14.001
Pagamento 60% na assinatura	1.211	882	2.093	2.018	11.983	14.001
Pagamento 70% na assinatura	1.413	661	2.074	2.018	11.983	14.001
Pagamento 80% na assinatura	1.615	440	2.055	2.018	11.983	14.001
Pagamento 90% na assinatura	1.816	221	2.037	2.018	11.983	14.001
Pagamento 100% na assinatura	2.018	0	2.018	2.018	11.983	14.001

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

É necessário que sejam identificadas, a partir das pesquisas associadas à *Call*, áreas com menor grau de estéril/minério e em maior quantidade para melhoria das condições de exploração. Novas tecnologias de exploração, a otimização de áreas adjacentes ou a própria comercialização

<sup>3</sup> Valor Presente dos Fluxos projetados de Royalties (2%), data base dezembro de 2017, descontado pelo IPCA e Custo de Capital real livre de impostos (Ke) da avaliação.

de produtos como a areia podem melhorar as condições do negócio e podem ser revisitadas em análises futuras.

Ressalta-se, ainda, que o Bloco Sul foi descartado da análise, porque sua exploração, impactaria negativamente o resultado da avaliação, impossibilitando inclusive a alternativa de prospecto apresentada no cenário de custos de mercado, uma vez que as condições para exploração são piores que as do Bloco Norte.

## Nota Técnica 1 – Cenários Alternativos - Projeto Miriri

Devido ao resultado negativo da avaliação econômico-financeira apresentado pela Ceres, no Laudo de Avaliação Final – Produto 3, a CPRM solicitou a realização de cenários alternativos onde a reserva mineral de Miriri pudesse ser analisada como um prospecto. Foram estudados, assim, dois cenários. O primeiro cenário utiliza polígonos que contemplam todo o perímetro das áreas de interesse que possuem REM < 2 (m<sup>3</sup>/t), enquanto que o segundo cenário mantém a análise com REM < 6 (m<sup>3</sup>/t) e modifica os equipamentos utilizados na exploração e os investimentos associados a eles, com vistas a buscar uma otimização dos resultados.

### Cenário: REM < 2 (m<sup>3</sup>/t)

O resultado final da cubagem considerando a REM <2 (m<sup>3</sup>/t) é apresentado no quadro abaixo.

**Tabela 53 - Cubagem REM < 2 (m<sup>3</sup>/t)**

Resultados Bloco Norte - Modelamento V3							
Área	Teor (%)	Minério m <sup>3</sup>	Minério t	Estéril m <sup>3</sup>	Estéril t	REM (t/t)	REM (m <sup>3</sup> /t)
N1	3,40	904.193	1.772.218	3.183.728	5.889.896	3,32	1,8
N2	3,47	1.556.570	3.050.877	5.105.774	9.445.682	3,1	1,67
N3	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>3,44</b>	<b>2.460.763</b>	<b>4.823.096</b>	<b>8.289.502</b>	<b>15.335.578</b>	<b>3,18</b>	<b>1,72</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Com o resultado da cubagem, estima-se a exploração total de 378,1 mil toneladas de concentrado fosfático, que equivale a 25,2 mil toneladas por ano, durante 15 anos.

**Tabela 54 – Dados do minério**

Dados do minério		
Vida útil	ano	15
Alimentação da planta (base úmida)	tpa	321.540
Alimentação da planta (base seca)	tpa	263.663
Produção Anual de Concentrado (base seca)	tpa	25.207
Preço concentrado fosfático	R\$/t	495,9
P2O5 Apatítico na alimentação	%	3,41%
Teor do Concentrado	%	33,80%

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Nesse cenário, apesar da redução da quantidade de pessoal e equipamentos, incluindo nestes: caminhões, escavadeiras e pessoal, o custo operacional mínimo para a exploração de uma tonelada de concentrado fosfático foi estimado em R\$ 1.098,3, o que representa aproximadamente

2,2 vezes o preço de comercialização do produto (R\$ 495,9 por tonelada). Portanto, a redução de 200,6 mil para 25,2 mil toneladas de concentrado fosfático inviabiliza ainda mais a operação do empreendimento.

**Tabela 55 – Custos operacionais**

Custos Operacionais	
Custos	R\$/t conc
Beneficiamento	45,0
Mineração	673,6
Pessoal	354,7
Administrativo	25,1
<b>Total</b>	<b>1.098,3</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

### Cenário: Substituição de equipamentos operacionais e investimentos

O segundo cenário mantém a avaliação com REM < 6 (m<sup>3</sup>/t) e exploração anual de 200,6 mil toneladas de concentrado fosfático, mas modifica os investimentos em equipamentos, buscando aumentar a capacidade de transporte dos caminhões e das escavadeiras. A capacidade do caminhão passou de 30 para 55 toneladas e a capacidade da escavadeira passou de 4 m<sup>3</sup> para 6 m<sup>3</sup>, impactando assim, o custo de mineração e com pessoal.

### Custos operacionais

O custo operacional total equivale a R\$ 510,7 por tonelada, um aumento de 5,0% ante ao valor da avaliação econômico financeira, que era de R\$ 486,6.

**Tabela 56 – Custos operacionais**

Custos Operacionais 55t	
Custos	R\$/t conc
Beneficiamento	44,98
Mineração	386,92
Pessoal	75,65
Administrativo	3,15
<b>Total</b>	<b>510,7</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

Ao utilizar a metodologia que relaciona a quantidade de minério e estéril da mina, o preço dos equipamentos e a capacidade de cada equipamento foi estimado o custo com Mineração de R\$

386,92 por tonelada, contra R\$ 331,7 por tonelada da avaliação original. Esse aumento de aproximadamente 17%, deve-se ao preço dos caminhões com capacidade para transportar 55 toneladas e das escavadeiras de 6 m<sup>3</sup> ser considerado na metodologia de formação de custo operacional da exploração (R\$ 4,2 milhões para caminhões de 55 t contra R\$ 650 mil para caminhões de 30 t). O preço da escavadeira foi proporcionalizado a sua capacidade utilizando o valor de R\$ 800 mil para 4 m<sup>3</sup> como referência.

A conta de Pessoal ajustada considera um total de 166 funcionários, uma redução de aproximadamente 28%. Com isso, o custo passou de R\$ 106,73 por tonelada, para R\$ 75,65. O total de funcionários foi definido pela relação da quantidade de turnos trabalhados e a nova capacidade de movimentação dos equipamentos.

Os custos de Beneficiamento e Administrativos foram mantidos e equivalem a R\$ 44,98 e R\$ 3,15 por tonelada, respectivamente.

## Investimentos

Os investimentos em equipamentos de mina contemplam as novas máquinas diretamente relacionados com a operação e foram concentrados em 2020, último ano da implementação do empreendimento, totalizando R\$ 75,1 milhões, contra R\$ 36,2 milhões da avaliação econômico-financeira. Apesar da redução da quantidade de caminhões, de 29 para 15, e de escavadeiras, de 8 para 6, o investimento torna-se mais elevado.

Os investimentos com desenvolvimento de mina, obras civis, instalações industriais e a distribuição do Capex entre 2018 e 2020 foram mantidos, conforme avaliação econômico financeira.

**Tabela 57 – Investimento em implantação**

Investimentos	
Descrição	R\$ mil
Equipamentos de mina	75.135
Desenvolvimento de mina	4.796
Obras civis	7.443
Instalações industriais	137.126
<b>Total</b>	<b>224.500</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Resultados

O resultado da avaliação por meio do método do fluxo de caixa do acionista, com taxa de desconto depois dos impostos de 9,27% ao ano, é de R\$ 253,2 milhões negativos, o que equivale a R\$ 58,6 milhões a menos, quando comparado com o *valuation* da avaliação econômico-financeira original.

Além disso, o fluxo operacional do empreendimento, considerando a mesma taxa de desconto, corresponde a R\$ 96,2 milhões negativos. Desse modo, os formatos de licitação com pagamento de outorga, pagamentos intermediários, royalties fixos e variáveis e a opção de compra, foram descartados uma vez que o estudo não se mostrou viável e não há estímulo suficiente para que algum investidor desenvolva algum estudo ou prospecto na região, de forma a gerar contrapartidas à CPRM.

## Demonstrações Financeiras Cenário Alternativo I

### DRE

Tabela 58 – DRE (R\$'000) – 1 de 2

DRE (R\$'000)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Receita Operacional Bruta</b>	-	-	-	<b>71.449</b>	<b>96.303</b>	<b>123.984</b>	<b>129.104</b>	<b>134.436</b>	<b>128.666</b>
(-) Deduções	-	-	-	(6.609)	(8.908)	(11.468)	(11.942)	(12.435)	(11.902)
<b>Receita Operacional Líquida</b>	-	-	-	<b>64.840</b>	<b>87.395</b>	<b>112.515</b>	<b>117.162</b>	<b>122.001</b>	<b>116.764</b>
(-) Beneficiamento	-	-	-	(6.518)	(8.772)	(11.279)	(11.731)	(12.200)	(11.662)
(-) Mineração	-	-	-	(56.063)	(75.454)	(97.021)	(100.902)	(104.938)	(100.308)
(-) Pessoal	-	-	-	(10.961)	(14.752)	(18.968)	(19.727)	(20.516)	(19.611)
(-) Administrativo	-	-	-	(456)	(614)	(790)	(821)	(854)	(817)
(-) CFEM	-	-	-	(214)	(289)	(372)	(387)	(403)	(386)
<b>EBITDA</b>	-	-	-	<b>(9.373)</b>	<b>(12.486)</b>	<b>(15.915)</b>	<b>(16.406)</b>	<b>(16.910)</b>	<b>(16.019)</b>
(-) Depreciação e Amortização	-	-	-	(25.414)	(25.414)	(25.414)	(25.414)	(25.414)	(10.443)
<b>EBIT</b>	-	-	-	<b>(34.787)</b>	<b>(37.901)</b>	<b>(41.330)</b>	<b>(41.820)</b>	<b>(42.325)</b>	<b>(26.462)</b>
(-) Despesas Financeiras	-	(2.232)	(8.847)	(9.790)	(8.154)	(6.662)	(5.247)	(3.832)	(2.417)
(+) Receitas Financeiras	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT antes do JCP</b>	-	<b>(2.232)</b>	<b>(8.847)</b>	<b>(44.578)</b>	<b>(46.055)</b>	<b>(47.991)</b>	<b>(47.067)</b>	<b>(46.157)</b>	<b>(28.879)</b>
(-) Juros sobre Capital Próprio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT</b>	-	<b>(2.232)</b>	<b>(8.847)</b>	<b>(44.578)</b>	<b>(46.055)</b>	<b>(47.991)</b>	<b>(47.067)</b>	<b>(46.157)</b>	<b>(28.879)</b>
(-) Impostos sobre a Renda	-	759	3.008	15.156	15.659	16.317	16.003	15.693	9.819
<b>Lucro Líquido</b>	-	<b>(1.473)</b>	<b>(5.839)</b>	<b>(29.421)</b>	<b>(30.396)</b>	<b>(31.674)</b>	<b>(31.064)</b>	<b>(30.464)</b>	<b>(19.060)</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Tabela 59 – DRE (R\$'000) – 2 de 2

DRE (R\$'000)	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
<b>Receita Operacional Bruta</b>	<b>145.770</b>	<b>151.790</b>	<b>158.059</b>	<b>174.672</b>	<b>181.886</b>	<b>189.398</b>	<b>197.220</b>	<b>205.365</b>	<b>213.847</b>
(-) Deduções	(13.484)	(14.041)	(14.620)	(16.157)	(16.824)	(17.519)	(18.243)	(18.996)	(19.781)
<b>Receita Operacional Líquida</b>	<b>132.286</b>	<b>137.750</b>	<b>143.439</b>	<b>158.515</b>	<b>165.061</b>	<b>171.878</b>	<b>178.977</b>	<b>186.369</b>	<b>194.066</b>
(-) Beneficiamento	(13.195)	(13.723)	(14.272)	(15.752)	(16.382)	(17.038)	(17.719)	(18.428)	(19.165)
(-) Mineração	(113.501)	(118.041)	(122.762)	(135.496)	(140.916)	(146.552)	(152.414)	(158.511)	(164.851)
(-) Pessoal	(22.190)	(23.078)	(24.001)	(26.491)	(27.550)	(28.652)	(29.798)	(30.990)	(32.230)
(-) Administrativo	(924)	(961)	(999)	(1.103)	(1.147)	(1.193)	(1.241)	(1.290)	(1.342)
(-) CFEM	(437)	(455)	(474)	(524)	(546)	(568)	(592)	(616)	(642)
<b>EBITDA</b>	<b>(17.961)</b>	<b>(18.508)</b>	<b>(19.070)</b>	<b>(20.851)</b>	<b>(21.480)</b>	<b>(22.125)</b>	<b>(22.787)</b>	<b>(23.467)</b>	<b>(24.164)</b>
(-) Depreciação e Amortização	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)
<b>EBIT</b>	<b>(28.404)</b>	<b>(28.951)</b>	<b>(29.513)</b>	<b>(31.294)</b>	<b>(31.923)</b>	<b>(32.568)</b>	<b>(33.230)</b>	<b>(33.910)</b>	<b>(34.607)</b>
(-) Despesas Financeiras	(1.002)	(29)	-	-	-	-	-	-	-
(+) Receitas Financeiras	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT antes do JCP</b>	<b>(29.406)</b>	<b>(28.981)</b>	<b>(29.513)</b>	<b>(31.294)</b>	<b>(31.923)</b>	<b>(32.568)</b>	<b>(33.230)</b>	<b>(33.910)</b>	<b>(34.607)</b>
(-) Juros sobre Capital Próprio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT</b>	<b>(29.406)</b>	<b>(28.981)</b>	<b>(29.513)</b>	<b>(31.294)</b>	<b>(31.923)</b>	<b>(32.568)</b>	<b>(33.230)</b>	<b>(33.910)</b>	<b>(34.607)</b>
(-) Impostos sobre a Renda	9.998	9.853	10.034	10.640	10.854	11.073	11.298	11.529	11.766
<b>Lucro Líquido</b>	<b>(19.408)</b>	<b>(19.127)</b>	<b>(19.479)</b>	<b>(20.654)</b>	<b>(21.069)</b>	<b>(21.495)</b>	<b>(21.932)</b>	<b>(22.380)</b>	<b>(22.841)</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## FCFE

Tabela 60 – FCFE (R\$'000) – 1 de 2

Free Cash Flow to Equity (R\$'000)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
(+) EBITDA	-	-	-	(9.373)	(12.486)	(15.915)	(16.406)	(16.910)	(16.019)
(-) CAPEX	(4.959)	(65.172)	(176.039)	-	-	-	-	-	-
(+) Recebimentos	-	32.586	79.664	-	-	-	-	-	-
(-) Amortização do Principal	-	-	(9.409)	(14.745)	(14.778)	(14.786)	(14.786)	(14.786)	(14.786)
(-) Juros Pagos	-	(613)	(7.795)	(9.465)	(8.072)	(6.662)	(5.247)	(3.832)	(2.417)
<b>FCFE (Nominal)</b>	<b>(4.959)</b>	<b>(33.199)</b>	<b>(113.579)</b>	<b>(33.583)</b>	<b>(35.337)</b>	<b>(37.363)</b>	<b>(36.439)</b>	<b>(35.529)</b>	<b>(33.222)</b>
<b>FCFE Acumulado (Nominal)</b>	<b>(4.959)</b>	<b>(38.158)</b>	<b>(151.737)</b>	<b>(185.319)</b>	<b>(220.656)</b>	<b>(258.019)</b>	<b>(294.458)</b>	<b>(329.987)</b>	<b>(363.210)</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Tabela 61 – FCFE (R\$'000) – 2 de 2

Free Cash Flow to Equity (R\$'000)	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
(+) EBITDA	(17.961)	(18.508)	(19.070)	(20.851)	(21.480)	(22.125)	(22.787)	(23.467)	(24.164)
(-) CAPEX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Recebimentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Amortização do Principal	(14.786)	(2.464)	-	-	-	-	-	-	-
(-) Juros Pagos	(1.002)	(29)	-	-	-	-	-	-	-
<b>FCFE (Nominal)</b>	<b>(33.750)</b>	<b>(21.002)</b>	<b>(19.070)</b>	<b>(20.851)</b>	<b>(21.480)</b>	<b>(22.125)</b>	<b>(22.787)</b>	<b>(23.467)</b>	<b>(24.164)</b>
<b>FCFE Acumulado (Nominal)</b>	<b>(396.959)</b>	<b>(417.962)</b>	<b>(437.032)</b>	<b>(457.883)</b>	<b>(479.363)</b>	<b>(501.488)</b>	<b>(524.275)</b>	<b>(547.742)</b>	<b>(571.906)</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Sensibilidade dos custos operacionais

Buscando identificar um cenário ótimo de custos operacionais, foi realizado um estudo de sensibilidade relacionando o custo operacional e a capacidade de transporte de cada caminhão. Adotou-se a simplificação de proporcionalizar o preço do caminhão com a capacidade de transporte, utilizando R\$ 4,2 milhões como referência, e o preço da escavadeira, utilizando R\$ 800 mil como referência.

O resultado obtido mostra que o caminhão de 60 toneladas permite a exploração da mina com o menor custo operacional, R\$ 482,44 por tonelada. Mesmo nesse cenário, o fluxo operacional da empresa é negativo em R\$ 52,1 milhões e o *valuation* em R\$ 216,5 milhões negativos.

**Tabela 62 – Sensibilidade Custo por Toneladas por Caminhão**

Sensibilidade Toneladas por Caminhão	
t	Custo Operacional
45	510,49
50	533,53
55	510,70
60	482,44
65	489,81
70	507,42
75	496,68
80	483,24
85	498,14
90	513,05
95	494,18
100	507,73

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Considerações Finais

A elevada relação estéril/minério identificada nas reservas de direito de exploração da CPRM na região da Paraíba e Pernambuco, diante das informações disponibilizadas pelo CPRM, não demonstram viabilidade operacional do negócio. Tampouco, frente ao elevado custo de exploração estimulam pesquisas do setor privado. Foram trabalhados cenários alternativos com vistas a ampliar as opções de exploração e pesquisa. No entanto, nenhum desses cenários se mostrou viável de forma a estimular novas pesquisas pelo setor privado.

É necessário que sejam identificadas áreas com menor grau de estéril/minério e em maior quantidade para melhoria das condições de exploração. Novas tecnologias de exploração, a otimização de áreas adjacentes ou a própria comercialização de produtos como a areia podem melhorar as condições do negócio e podem ser revisitadas em análises futuras.

## Nota Técnica 2 – Cenários Alternativos - Projeto Miriri

Devido ao resultado negativo da avaliação econômico-financeira apresentado pela Ceres, nos documentos “Laudo de Avaliação Final – Produto 3 e Nota Técnica – CPRM”, a CPRM solicitou a realização de nova cubagem, considerando os parâmetros REM < 2 (m<sup>3</sup>/t) e teor de P2O5 > 8%, definindo, assim, regiões muito específicas onde seriam implantados os processos de mineração. Além disso, buscando validar as informações apresentadas nos documentos anteriores, foi realizado uma análise comparativa dos custos operacionais projetados pela Ceres e os custos do Projeto Santiago da DuSolo<sup>4</sup>, conforme indicação da CPRM.

Cenário: REM < 2 (m<sup>3</sup>/t) e teor P2O5 > 8%

O resultado da cubagem com REM < 2 (m<sup>3</sup>/t) e teor P2O5 > 8% é apresentado no quadro abaixo.

**Tabela 63 - Cubagem REM < 2 (m<sup>3</sup>/t) e teor P2O5 > 8%**

Resultados Bloco Norte - Modelamento						
Minério (m <sup>3</sup> )	Minério (t)	Estéril (m <sup>3</sup> )	Estéril (t)	REM (t/t)	REM (m <sup>3</sup> /t)	P2O5 (%)
65.711	118.280	225.275	428.022	3,62	1,9	11,83

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Com o resultado da cubagem, estima-se a exploração total de 118,28 mil toneladas de concentrado fosfático (base úmida), que equivale a 1,85 mil toneladas de concentrado (base seca) por ano, durante 5 anos.

**Tabela 64 – Dados do minério**

Dados do minério		
Vida útil	anos	5
Alimentação da planta (base úmida)	t	118.280
Alimentação da planta (base úmida)	tpa	23.656
Alimentação da planta (base seca)	tpa	19.368
Produção Anual de Concentrado (base seca)	tpa	1.854
Preço concentrado fosfático	R\$/t	495,9
P2O5 Apatítico na alimentação	%	11,83%

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

---

<sup>4</sup> DANF Santiago Project, Tocantins, Brazil: Independent Technical Report – Preliminary Economic Assessment – DuSolo Fertilizers Inc; Realizado por GE21 Ltda; Dec/2016 Disponível no site: <http://du-solo.com/investors/tech-docs/>

A partir da quantidade de estéril e minério calculados, foi definido que a operação ocorreria em apenas 1 turno de 8 horas, 5 dias por semana e com equipamentos de menor capacidade. As tabelas abaixo mostram a quantidade de equipamentos e pessoas envolvidos na operação.

**Tabela 65 – Equipamentos Mineração**

Equipamento Mineração	Quantidade
Caminhão (20t)	1
Escavadeira 3 m <sup>3</sup>	1
Carregadeira 966	1
Trator D-8	1
Patrol 160 k	1
Pipa d'água 20.000 l	1
Caminhão Comboio	1
Camionete 4x4	1
Munck	1
Veículo Pequeno	1
Onibus	1
<b>Total</b>	<b>11</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

**Tabela 66 – Mão de obra**

Cargo	Locação	Quantidade
Gerente	Administrativo	1
Secretária	Administrativo	1
Comprador	Administrativo	1
Serviços gerais	Administrativo	1
Vigias	Administrativo	4
Técnico de segurança	Mina	1
Mecânico	Mina	1
Borracheiro	Mina	1
Soldador	Mina	1
Ajudante de mecânico	Mina	1
Operador de trator	Mina	1
Operador de escavadeira	Mina	1
Operador de carregadeira	Mina	1
Operador de caminhão	Mina	1
Operador de patrol	Mina	1
Supervisor de planta	Beneficiamento	1
Supervisor de manutenção	Beneficiamento	1
Operador	Beneficiamento	1
Mecânico	Beneficiamento	1
Eletricistas - instrumentistas	Beneficiamento	1
Operador de filtragem	Beneficiamento	1
Ajudante de produção	Beneficiamento	3
Analistas	Beneficiamento	1
Auxiliar de laboratório	Beneficiamento	1
<b>Total</b>		<b>29</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

Apesar da redução da quantidade de pessoal e equipamentos, o custo operacional anual é R\$ 4,17 milhões, o que equivale a R\$ 2,2 mil para cada tonelada de concentrado fosfático. Isso representa aproximadamente 4,5 vezes o preço de comercialização do produto (R\$ 495,9 por tonelada). Portanto, a produção anual de 1,85 mil toneladas de concentrado fosfático, não é operacionalmente viável, dada a relação de estéril/minério e as características da reserva de Miriri e o custo operacional mínimo de uma mina de concentrado fosfático.

**Tabela 67 – Custos operacionais**

<b>Custos Operacionais</b>	
<b>Custos</b>	<b>R\$/t conc</b>
Beneficiamento	30,0
Mineração	1.427,2
Pessoal	709,4
Administrativo	82,0
<b>Total</b>	<b>2.248,6</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Comparativo custos operacionais Projeto Miriri – CPRM e Projeto Santiago - DuSolo

O depósito de fosfato de Santiago faz parte do Projeto Bonfim da DuSolo, localizado nos municípios de Campo Belo (GO) e Arraias (TO). Segundo tabela 14.6.4\_2 do Projeto Santiago da DuSolo, o total minerado é 6,68 milhões de toneladas, sendo 3,85 milhões de minério e 2,83 milhões de estéril, apresentando um teor médio de P2O5 de 8,12% e relação estéril/minério 0,74 (t/t). Com isso, o trabalho aponta uma produção anual de 100 mil toneladas por ano de concentrado fosfático, com um custo operacional de US\$ 18,84 por tonelada, composto por US\$ 17,50 para mineração e US\$ 1,34 associado ao estéril.

### Método de exploração da reserva

O método de exploração do Projeto Miriri inclui equipamentos convencionais, como caminhões de 20 toneladas, escavadeiras, carregadeiras e tratores. Conforme exposto no capítulo 16 do Projeto Santiago da DuSolo, o método de mineração da mina de Santiago também será executado por meio de frotas convencionais de mineração, utilizando caminhões de 20 toneladas, escavadeiras e carregadeiras. Portanto, pode-se concluir que os dois projetos utilizam métodos semelhantes de exploração.

### Custos operacionais – Projeto Santiago DuSolo

A tabela 21.2\_2 do Projeto Santiago da DuSolo, mostra a decomposição de custos operacionais, em dólar, com base na produção anual de 100 mil toneladas por ano de concentrado fosfático.

Para comparar com os custos operacionais estimados pela Ceres para o projeto Miriri, utilizou-se a cotação Dólar/Real de R\$ 3,38, Ptax banco central 15 de dezembro de 2016. A tabela abaixo apresenta a composição do custo total anual de R\$ 6,37 milhões de reais.

**Tabela 68 – Custos operacionais – Projeto Santiago da DuSolo**

Dusolo - Santiago		100.000	
Custos Operacionais	US\$ Total ano	R\$ Total ano	R\$/t
<b>Mining Cost</b>	<b>1.038.796</b>	<b>3.511.130</b>	<b>35,11</b>
Ore Transport (30 km distance)	555.556	1.877.779	18,78
Mining Cost + Water Trucks	242.223	818.714	8,19
Road Maintenance	61.248	207.018	2,07
Mine Development	45.769	154.699	1,55
Waste Rock	134.000	452.920	4,53
<b>Plant Cost</b>	<b>510.771</b>	<b>1.726.406</b>	<b>17,26</b>
Mobile Equipments (FEL+Truck)	229.271	774.936	7,75
Maintenance	143.224	484.097	4,84
Electricity	128.276	433.573	4,34
Other Plant Costs	10.000	33.800	0,34
<b>General Costs</b>	<b>334.335</b>	<b>1.130.052</b>	<b>11,30</b>
Payroll - Campos Belos	175.902	594.549	5,95
Employee Lunch	36.444	123.181	1,23
Employee Transport	17.778	60.090	0,60
Land and Facilities Rental	82.211	277.873	2,78
Other	22.000	74.360	0,74
<b>Total Operating Cost</b>	<b>1.883.902</b>	<b>6.367.589</b>	<b>63,68</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base do Projeto Santiago da DuSolo

## Custos operacionais – Projeto Miriri - CPRM

O custo operacional utilizado em critério de comparação é associado a cubagem com REM < 2 (m³/t) e teor de P2O5 de 8%, uma vez que essas características são as mais próximas ao Projeto Santiago da DuSolo. O custo operacional total equivale a R\$ 4,17 milhões é composto pelas contas de mineração, pessoal, administrativo e beneficiamento. A tabela a seguir mostra o detalhamento desse custo e o custo por tonelada de R\$ 2,249 mil.

**Tabela 69 – Custos operacionais – Projeto Miriri - CPRM**

CPRM - Miriri		1.854	
Custos Operacionais	R\$ Total ano	R\$/t	
<b>Mineração (Equipamentos)</b>	<b>2.646.803</b>	<b>1.427,2</b>	
Escavadeira	365.165	196,9	
Trator D 8	146.451	79,0	
Carregadeira 966	106.296	57,3	
Caminhão	1.207.486	651,1	
Patrol	97.763	52,7	
Pipa	147.918	79,8	
Comboio	48.488	26,1	
1 Caminhonete	304.249	164,1	
Veículo	222.988	120,2	
<b>Pessoal</b>	<b>1.315.548</b>	<b>709,4</b>	

Administrativo - 8 pessoas	450.697	243,0
Mina - 10 pessoas	426.335	229,9
Beneficiamento - 11 pessoas	438.516	236,5
<b>Administrativo</b>	<b>152.000</b>	<b>82,0</b>
Escritório	24.000	12,9
Manutenção Veículos	8.000	4,3
Meio Ambiente	120.000	64,7
<b>Beneficiamento</b>	<b>55.625,47</b>	<b>30,0</b>
Energia elétrica	25.036	13,5
Barras de moinho	10.979	5,9
Bolas de moinho	9.514	5,1
Óleo de arroz	4.340	2,3
Amido	1.702	0,9
Soda cáustica	4.056	2,2
<b>Custo Operacional Total</b>	<b>4.169.977</b>	<b>2.249</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Resultado

Com base no exposto, pode-se observar que o custo operacional total do Projeto Santiago da DuSolo é aproximadamente 53% superior ao custo operacional do Projeto Miriri – CPRM, entretanto, a quantidade de minério explorado pela DuSolo é 100mil toneladas por ano, enquanto que em Miriri, ao considerar os parâmetros que aproximam as características das duas minas, tem-se 1,9 mil toneladas por ano. Uma vez que a método de mineração são semelhantes e os parâmetros mínimos para a exploração não permitem maior redução dos custos na mina de Miriri, o custo por tonelada de Miriri fica aproximadamente 35 vezes o custo da DuSolo. Portanto, a elevada relação estéril/minério nas reservas de direito de exploração da CPRM na região da Paraíba e Pernambuco e o baixo nível das reservas estimadas torna o projeto inviável.

## Considerações Finais

A elevada relação estéril/minério identificada nas reservas de direito de exploração da CPRM na região da Paraíba e Pernambuco, diante das informações disponibilizadas pelo CPRM, não demonstram viabilidade operacional do negócio. Tampouco, frente ao elevado custo de exploração estimulam pesquisas do setor privado. Foram trabalhados cenários alternativos com vistas a ampliar as opções de exploração e pesquisa. No entanto, nenhum desses cenários se mostrou viável de forma a estimular novas pesquisas pelo setor privado.

É necessário que sejam identificadas áreas com menor grau de estéril/minério e em maior quantidade para melhoria das condições de exploração. Novas tecnologias de exploração, a otimização de áreas adjacentes ou a própria comercialização de produtos como a areia podem melhorar as condições do negócio e podem ser revisitadas em análises futuras.

## Referências

- DANF Santiago Project, Tocantins, Brazil: Independent Technical Report – Preliminary Economic Assessment – DuSolo Fertilizers Inc; Realizado por GE21 Ltda; Dec/2016 Disponível no site: <http://dusolo.com/investors/tech-docs/>

## Nota Técnica 3 – Cenários Alternativos - Projeto Miriri

Devido ao resultado negativo da avaliação econômico-financeira apresentado pela Ceres, nos documentos “Laudo de Avaliação Final – Produto 3, Nota Técnica 1 – Cenário Alternativo - Projeto Miriri e Nota Técnica 2 – Cenário Alternativo - Projeto Miriri”, a CPRM solicitou a realização de um novo estudo considerando uma fonte alternativa para calcular o custo de operação do projeto. Desse modo, busca-se apresentar um detalhamento da metodologia utilizada para definir a quantidade de equipamentos e referências de custos aplicados nos cenários anteriores e a aplicação de parâmetros médios de mercado para custos de manutenção, no Cenário Alternativo apresentado por esta Nota Técnica 3.

### Metodologia para definir quantidade de equipamentos

O Cenário Base da avaliação considera a cubagem das áreas delimitadas como N1, N2 e N3, e não aplica limitadores associados a relação estéril/minério e teor de P2O5. Com isso, as reservas calculadas na cubagem, a partir dos dados disponibilizados pela CPRM, foram 38.390.675 toneladas de minério (base úmida) e 287.284.476 toneladas de estéril (base úmida), representando uma relação estéril minério de 7,51 (t/t) e vida útil de 15 anos para a mina. Portanto, estima-se 2.559.378 toneladas de minério (base úmida) por ano.

Para encontrar a quantidade de concentrado fosfático, foi considerado, com base nas informações da engenharia e parâmetros de mercado, o teor de 18% de umidade e a relação minério/concentrado (base seca) de 10,46 (t/t). Assim, temos a produção anual de 200.460 toneladas de concentrado por ano, a partir da movimentação de 21.711.677 toneladas de minério e estéril (base úmida) por ano. A quantidade de estéril e minério movimentada forma a base para o cálculo da quantidade de equipamentos necessária para a exploração da mina.

**Tabela 70 – Dados do minério**

<b>Dados Estéril e Minério - Anual</b>	
Estéril (base úmida)	19.152.298
Minério (base úmida)	2.559.378
Umidade (%)	18,0%
Minério (base seca)	2.098.690
Minério/Concentrado (t/t)	10,46
Produção de concentrado (base seca)	200.640

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

Para definir a quantidade de caminhões necessários, considerou-se que um caminhão com capacidade efetiva de 33,52 toneladas de estéril (base úmida) gaste aproximadamente 18 minutos para se posicionar, ser carregado e percorrer a distância de 3km até o ponto de descarga e retornar mais 3 km até o ponto de carregamento, com eficiência horária de 95% e eficiência operacional de 90%. Portanto cada caminhão possui capacidade horária de movimentar aproximadamente 99 toneladas. Além disso, estimou-se 7.884,2 horas de operação por ano, o que

equivale a 3 turnos de 8 horas, todos os dias da semana, durante as 52 semanas do ano, com 95% de fator de disponibilidade e 95% de fator de utilização.

O detalhamento anterior mostra que cada caminhão consegue movimentar anualmente 779,7 mil toneladas de estéril por ano, mostrando a necessidade de 25 caminhões para conseguir movimentar as 19,153 milhões de toneladas de estéril anuais.

Parâmetros semelhantes foram utilizados para a movimentação de minério, com pequenas modificações no fator de carga efetiva do caminhão, devido às características distintas entre minério e estéril. Com isso, estima-se que a capacidade de movimentação horária de um caminhão de minério seja de aproximadamente 90 toneladas, mostrando a necessidade de 4 caminhões para movimentar 2,559 milhões de toneladas de minério anuais.

Para definir a quantidade de escavadeiras necessárias, utilizou-se uma caçamba com capacidade de carga efetiva de aproximadamente 4,8 toneladas para o estéril, sendo necessário 7 caçambadas para carregar um caminhão de estéril. Com isso, a produtividade horária de uma escavadeira é 334 toneladas movimentadas por hora, mostrando a necessidade de aproximadamente 7 escavadeiras operando a mesma quantidade de horas que os caminhões. No caso da escavadeira para o minério, foi considerado carga efetiva de aproximadamente 5 toneladas de minério e conseqüentemente, produtividade de 318 toneladas movimentadas por hora. Dada a quantidade de minério anual, uma única escavadeira é capaz de atender a demanda da mina.

O quadro a seguir apresenta a quantidade de equipamentos operacionais considerados na avaliação.

**Tabela 71 – Quantidade de equipamentos**

Equipamento	Modelo	Quantidade	Turnos	Utilização
Escavadeira	Caterpillar 345 (268 HP)	8	3	Escavação e carga minério
Trator	Caterpillar D 8 (350 HP)	1	3	Apoio
Carregadeira	Caterpillar 966 (260 HP)	1	2	Apoio
Caminhão	Scania P 440 8x4 (440 HP)	29	3	Transporte Minério e Estéril
Motoniveladora	Caterpillar 160 k (215 HP)	1	1	Manutenção de acessos
Pipa	Scania P 440 8x4 (440 HP)	1	3	Umectação de vias
Comboio	Scania (240 HP)	1	3	Abastecimento e lubrificação
Camionete	Hilux 4x4	2	3	Supervisão e manutenção
Veículo	Veículo pequeno	1	1	Pequenos deslocamentos

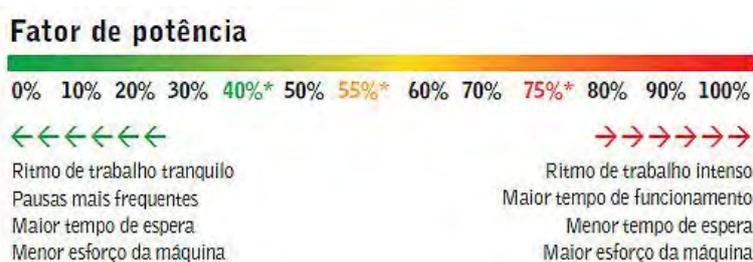
*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Definição de custos – Cenário Base

O custo horário dos equipamentos do cenário base consideram a quantidade de equipamentos estimados para a exploração e os gastos associados com Combustível, Lubrificantes, Filtros, Manutenção e Material Rodante. Cabe ressaltar que o custo com operadores dos equipamentos foi considerado na rubrica de custo com pessoal e está considerada separadamente. Para os custos com manutenção, considerou-se o índice de coeficiente de reparos de 0,009% sobre o preço do equipamento, por hora trabalhada.

Para definir o custo com Combustível dos equipamentos, utilizou-se a metodologia da equipe de engenharia do projeto, condizente com o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, lote 3, atualizado em julho de 2017 e diversos outros meios de publicações como a revista “Equipe da Obra” de janeiro de 2012 e a edição 24 da revista Cultivar Máquinas de 2003. A fórmula consiste na potência em HP do equipamento, multiplicado pelo fator de intensidade da operação (55% para todos os equipamentos da mina) e pelo fator de consumo de combustível específico de cada equipamento (L/HP.h). Além disso, para os lubrificantes, considera-se um valor equivalente a 25% do total gasto com combustível e para os filtros, 12,5% do total gasto com combustível.

**Figura 16 - Fator de Potência**



Fonte: revista Equipe da Obra - Janeiro 2012

**Tabela 72 – Fator de consumo de combustível (l/HP.h)**

Equipamento	Modelo	l/HP.h
Escavadeira	Caterpillar 345 (268 HP)	0,157
Trator	Caterpillar D 8 (350 HP)	0,147
Carregadeira	Caterpillar 966 (260 HP)	0,147
Caminhão	Scania P 440 8x4 (440 HP)	0,147
Motoniveladora	Caterpillar 160 k (215 HP)	0,147
Pipa	Scania P 440 8x4 (440 HP)	0,147
Comboio	Scania (240 HP)	0,147
Camionete	Hilux 4x4	0,147
Veículo	Veículo pequeno	0,147

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Tabela 73 – Custo com Equipamentos**

Equipamento	Escavadeira	Trator	Carregadeira	Caminhão	Motoni- veladora	Pipa	Comboio	Caminhonete	Veículo
Manutenção	108,0	86,4	58,5	58,5	61,2	58,5	58,5	8,6	4,5
Material Rodante	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
Combustível	69,4	84,9	63,1	106,7	52,1	106,7	2,4	44,0	32,0
Lubrificantes	17,4	21,2	15,8	26,7	13,0	26,7	0,6	11,0	8,0
Filtros	8,7	10,6	7,9	13,3	6,5	13,3	0,3	5,5	4,0
Total (por hora trabalhada)	211,6	211,2	153,3	213,3	141,0	213,3	69,9	77,2	56,6
Horas Trabalhadas (ano)	7.884	2.700	2.700	7.884	2.700	7.884	7.884	3.942	3.942
Custo Total por equipamento	1.667.989	570.313	413.941	1.682.045	380.710	1.681.994	551.368	304.249	222.988
Quantidade de equipamentos	8	1	1	29	1	1	1	2	1
<b>Total</b>	<b>13.343.914</b>	<b>570.313</b>	<b>413.941</b>	<b>48.779.318</b>	<b>380.710</b>	<b>1.681.994</b>	<b>551.368</b>	<b>608.498</b>	<b>222.988</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

A soma do custo total de todos os equipamentos, por ano, equivale a R\$ 66,6 milhões, o que equivale a R\$ 331,7 por tonelada de concentrado fosfático (base 200,4 mil toneladas por ano).

O custo com pessoal está diretamente associado a quantidade de equipamentos e minérios beneficiados, e no Cenário Base, a rubrica de Pessoal, considera 230 funcionários, sendo que 178 são operadores e funcionários da mina, 9 administrativos e 43 no beneficiamento. O custo total com pessoal, já considerando salários e todos os encargos, é R\$ 21,4 milhões, o que equivale a R\$ 106,7 por tonelada de concentrado fosfático (base 200,4 mil toneladas por ano).

Os custos com Beneficiamento e Administrativos são apresentados na tabela abaixo.

**Tabela 74 – Custos Administrativos e Beneficiamento**

Administrativo	
Escritório	120.000
Manutenção de veículos	12.000
Meio ambiente	500.000
<b>Total Administrativo</b>	<b>632.000</b>
<b>Total por tonelada de concentrado</b>	<b>3,15</b>
Beneficiamento	
Energia elétrica	4.062.952
Barras de moinho	1.781.680
Bolas de moinho	1.543.922
Óleo de arroz	704.245
Amido	276.281
Soda cáustica	656.091
<b>Total Beneficiamento</b>	<b>9.025.171</b>
<b>Total por tonelada de concentrado</b>	<b>44,98</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

O custo operacional total é R\$ 97,6 milhões, e equivale a R\$ 486,57 por tonelada de concentrado fosfático (base 200,4 mil toneladas por ano).

**Tabela 75 – Custos operacionais – Cenário Base**

<b>Custo</b>	<b>R\$/ (t)</b>	<b>(R\$'000)</b>
Administrativo	3,1	632
Beneficiamento	45,0	9.025
Pessoal	106,7	21.414
Equipamentos	331,7	66.553
<b>Total</b>	<b>486,6</b>	<b>97.624</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Definição de custos – Cenário Alternativo

De forma alternativa, foi trabalhada a hipótese de custos informados pelo mercado para operação e manutenção. Os custos associados com equipamentos de mina foram baseados na “Tabela Custo Horário<sup>5</sup>” de junho de 2017, disponibilizado pela Associação Brasileira de Tecnologia para Construção e Mineração – SOBATEMA. A associação possui mais de 29 anos de atuação e se dedica a difundir o conhecimento, as informações e propor soluções para o desenvolvimento tecnológico do setor de construção e mineração no mercado brasileiro.

Segundo o site da SOBATEMA, “a entidade conta com o apoio de mais de 1 mil associados (profissionais e empresas de construção, de locação, fabricantes e prestadores de serviços) e de parceiros estratégicos, que englobam as principais entidades representativas de profissionais no Brasil e no exterior.”.

## Cálculo do custo horário do equipamento

A partir das condições e necessidades estimadas para a exploração da mina, foram selecionados os equipamentos na tabela disponibilizada pela SOBATEMA. A tabela abaixo apresenta os equipamentos do Cenário Base e os equivalentes, selecionados na tabela. Cabe ressaltar que a SOBATEMA não apresenta referência para “Caminhonete” e “Veículo”, desse modo, optou-se por manter os valores apresentados no Cenário Base, uma vez que os mesmos possuem baixa representatividade no custo total.

**Tabela 76 – Equipamentos**

<b>Equipamento</b>	<b>Cenário Base</b>	<b>Cenário referência SOBATEMA</b>
Escavadeira	Caterpillar 345 (268 HP)	Hidráulica (40 a 50 t)
Trator	Caterpillar D 8 (350 HP)	Trator de esteiras (250 a 380 hp)
Carregadeira	Caterpillar 966 (260 HP)	Carregadeira de pneus (2,6 a 3,5 m <sup>3</sup> )

<sup>5</sup> Tabela Custo Horário, elaborada pela SOBATEMA, disponível em: <http://www.sobratema.org.br/CustoHorario/Tabela>

Caminhão	Scania P 440 8x4 (440 HP)	Caminhão basculante rodoviário 8x4 (36 a 45 t)
Motoniveladora	Caterpillar 160 k (215 HP)	Motoniveladora (140 a 170 hp)
Pipa	Scania P 440 8x4 (440 HP)	Caminhão irrigadeira 6x4 (18.000 litros)
Comboio	Scania (240 HP)	Caminhão comboio misto 4x2 (6 reservatórios - 5.000 L)

Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base na Tabela Custo Horário – SOBRATEMA

O custo horário dos equipamentos é composto pelo custo com Manutenção, Material Rodante, Combustível e Lubrificantes, Peças Desgaste, Mão de Obra de Operação. A soma de todos esses itens, multiplicado pela quantidade de equipamentos e pela quantidade de horas trabalhadas desses equipamentos por ano, equivale ao custo total anual dos equipamentos por ano. Desconsiderou-se o custo horário de Propriedade, por entender que o mesmo está incluído no Capex e depreciação já incluídos na avaliação.

**Tabela 77 – Custo Total dos Equipamentos**

Equipamento (SOBRATEMA)	Escavadeira	Trator	Carregadeira	Caminhão	Motoni- veladora	Pipa	Comboio	Caminhonete	Veículo
Manutenção	120,7	224,1	61,2	57,7	47,9	34,9	30,6	8,6	4,5
Material Rodante	18,7	34,7	8,4	7,8	6,0	4,1	3,4	8,1	8,1
Combustível/Lubrificantes	157,7	146,4	67,6	50,7	60,1	33,8	35,7	60,5	44,0
Peças Desgaste	20,8	38,6	9,4	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Mão de obra Operação	48,9	45,0	36,0	31,5	54,0	34,2	30,2	0,0	0,0
Total (hora trabalhada)	366,7	488,8	182,6	147,6	174,7	107,0	99,8	77,2	56,6
Horas Trabalhadas (ano)	7.884	2.700	2.700	7.884	2.700	7.884	7.884	3.942	3.942
Custo Total por equipamento	2.891.230	1.319.679	493.020	1.164.029	471.609	843.430	787.139	304.249	222.988
Quantidade de equipamentos	8	1	1	29	1	1	1	2	1
<b>Total</b>	<b>23.129.837</b>	<b>1.319.679</b>	<b>493.020</b>	<b>33.756.847</b>	<b>471.609</b>	<b>843.430</b>	<b>787.139</b>	<b>608.498</b>	<b>222.988</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base na Tabela Custo Horário – SOBRATEMA

A soma do custo total de todos os equipamentos, por ano, equivale a R\$ 61,6 milhões, o que equivale a R\$ 307,2 por tonelada de concentrado fosfático (base 200,4 mil toneladas por ano).

## Demais custos operacionais

Além do custo dos equipamentos, foram considerados os custos com Beneficiamento, Administrativo e de Pessoal diretamente associado a mina, exceto operadores, como técnicos de segurança, mecânicos, soldador, entre outros.

**Tabela 78 – Demais custos operacionais**

Administrativo	
Pessoal administrativo (9 pessoas)	992.160
Escritório	120.000
Manutenção de veículos	12.000
Meio ambiente	500.000
<b>Total Administrativo</b>	<b>1.624.160</b>
<b>Total por tonelada de concentrado</b>	<b>8,09</b>
Beneficiamento	
Pessoal Beneficiamento (43 pessoas)	3.720.600
Energia elétrica	4.062.952

Barras de moinho	1.781.680
Bolas de moinho	1.543.922
Óleo de arroz	704.245
Amido	276.281
Soda cáustica	656.091
<b>Total Beneficiamento</b>	<b>12.745.771</b>
<b>Total por tonelada de concentrado</b>	<b>63,53</b>
<b>Pessoal Mina</b>	
Encarregado de mecanica (4 pessoas)	396.864
Mecanico (4 pessoas)	396.864
Borracheiro (4 pessoas)	396.864
Soldador (4 pessoas)	396.864
Ajudante de mecanico (4 pessoas)	396.864
Técnico de segurança (1 pessoa)	124.020
<b>Total Mina</b>	<b>2.108.340</b>
<b>Total por tonelada de concentrado</b>	<b>10,51</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Custo Operacional Total

A soma dos custos com equipamentos, beneficiamento, administrativo e mina, no cenário onde há exploração anual média de 200,4 mil toneladas de concentrado fosfático, equivale a R\$ 78,11 milhões por ano, ou R\$ 389,3 por tonelada de concentrado fosfático.

**Tabela 79 – Custos operacionais – Cenário Alternativo**

Custo	R\$/ (t) de concentrado	(R\$'000)
Administrativo	8,1	1.624
Beneficiamento	63,5	12.746
Mina	10,5	2.108
Equipamentos	307,2	61.633
<b>Total</b>	<b>389,3</b>	<b>78.111</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira, com base na Tabela Custo Horário – SOBATEMA

## Resultado

Com base no exposto, foram substituídos os novos custos operacionais no modelo de avaliação do cenário base, mantendo as demais premissas idênticas, como quantidade de concentrado fosfático, relação de estéril/minério, preço, tributação, encargos, benefícios fiscais, Capex, depreciação, financiamento entre outros. O resultado encontrado, não considerando pagamento de Royalties para a CPRM, equivale a R\$ 79,2 milhões negativos, diante de uma remuneração de capital próprio, real e depois dos impostos, de 9,27% a.a.

Apesar do resultado negativo da avaliação, motivado pela elevada relação estéril/minério identificada nas reservas de direito de exploração da CPRM na região da Paraíba e Pernambuco, diante das informações disponibilizadas pelo CPRM, existe a possibilidade de lançar a mercado

o Projeto Miriri como um prospecto ou pesquisa, uma vez que o cálculo da opção financeira de compra (*Call*), calculada pelo período de 1 ano, apresentou resultado positivo de R\$ 2,018 milhões, diante de royalties propostos de 2% para o CPRM, caso o investidor resolva explorar a área e exerça a opção. No cenário da *Call*, o investidor além de pagar à CPRM o valor da *Call*, também é obrigado a comprovar o investimento mínimo em pesquisa de R\$ 5,992 milhões, ao longo do primeiro ano e a partir disso, decidir se explora a área ou não, ou seja, se exerce a opção pela continuidade.

Uma vez que os novos estudos e perfurações na reserva podem apresentar melhores características para a mina de Miriri, realizou-se a simulação de pagamento de Royalties sobre a Receita Operacional Bruta, buscando oferecer alternativas de modelos de remuneração para a CPRM. Ou seja, nesses cenários, a CPRM receberá o valor referente a *Call*, além de Royalties sobre a ROB, no cenário onde o investidor decide continuar com a exploração após realizar a pesquisa mínima exigida.

**Tabela 80 – Cenários com recebimento de *Call* e Royalties sobre a ROB**

Valor da Call (R\$'000)	% de Royalties sobre a ROB
3.314	0,0%
2.963	0,5%
2.631	1,0%
2.314	1,5%
<b>2.018</b>	<b>2,0%</b>
1.743	2,5%
1.491	3,0%
1.260	3,5%
1.049	4,0%
860	4,5%
694	5,0%
547	5,5%
421	6,0%
314	6,5%
225	7,0%
154	7,5%
100	8,0%
60	8,5%
32	9,0%
15	9,5%
6	10,0%

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

## Demonstrações Financeiras Cenário Alternativo III

### DRE

Tabela 81 – DRE (R\$'000) – 1 de 2

DRE (R\$'000)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Receita Operacional Bruta</b>	-	-	-	<b>71.449</b>	<b>96.303</b>	<b>123.984</b>	<b>129.104</b>	<b>134.436</b>	<b>128.666</b>
(-) Deduções	-	-	-	(6.609)	(8.908)	(11.468)	(11.942)	(12.435)	(11.902)
<b>Receita Operacional Líquida</b>	-	-	-	<b>64.840</b>	<b>87.395</b>	<b>112.515</b>	<b>117.162</b>	<b>122.001</b>	<b>116.764</b>
(-) Beneficiamento	-	-	-	(9.205)	(12.388)	(15.929)	(16.566)	(17.229)	(16.469)
(-) Mineração	-	-	-	(46.032)	(61.954)	(79.662)	(82.848)	(86.162)	(82.361)
(-) Administrativo	-	-	-	(1.173)	(1.579)	(2.030)	(2.111)	(2.195)	(2.099)
(-) CFEM	-	-	-	(214)	(289)	(372)	(387)	(403)	(386)
<b>EBITDA</b>	-	-	-	<b>8.215</b>	<b>11.185</b>	<b>14.522</b>	<b>15.249</b>	<b>16.011</b>	<b>15.450</b>
(-) Depreciação e Amortização	-	-	-	(17.664)	(17.664)	(17.664)	(17.664)	(17.664)	(10.443)
<b>EBIT</b>	-	-	-	<b>(9.449)</b>	<b>(6.479)</b>	<b>(3.142)</b>	<b>(2.415)</b>	<b>(1.653)</b>	<b>5.007</b>
(-) Despesas Financeiras	-	(2.232)	(7.527)	(8.108)	(6.753)	(5.517)	(4.345)	(3.174)	(2.002)
(+) Receitas Financeiras	-	-	-	-	-	-	8	36	124
<b>EBT antes do JCP</b>	-	<b>(2.232)</b>	<b>(7.527)</b>	<b>(17.557)</b>	<b>(13.232)</b>	<b>(8.659)</b>	<b>(6.752)</b>	<b>(4.791)</b>	<b>3.129</b>
(-) Juros sobre Capital Próprio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT</b>	-	<b>(2.232)</b>	<b>(7.527)</b>	<b>(17.557)</b>	<b>(13.232)</b>	<b>(8.659)</b>	<b>(6.752)</b>	<b>(4.791)</b>	<b>3.129</b>
(-) Impostos sobre a Renda	-	759	2.559	5.969	4.499	2.944	2.296	1.629	(353)
<b>Lucro Líquido</b>	-	<b>(1.473)</b>	<b>(4.968)</b>	<b>(11.588)</b>	<b>(8.733)</b>	<b>(5.715)</b>	<b>(4.457)</b>	<b>(3.162)</b>	<b>2.776</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Tabela 82 – DRE (R\$'000) – 2 de 2

DRE (R\$'000)	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
<b>Receita Operacional Bruta</b>	<b>145.770</b>	<b>151.790</b>	<b>158.059</b>	<b>174.672</b>	<b>181.886</b>	<b>189.398</b>	<b>197.220</b>	<b>205.365</b>	<b>213.847</b>
(-) Deduções	(13.484)	(14.041)	(14.620)	(16.157)	(16.824)	(17.519)	(18.243)	(18.996)	(19.781)
<b>Receita Operacional Líquida</b>	<b>132.286</b>	<b>137.750</b>	<b>143.439</b>	<b>158.515</b>	<b>165.061</b>	<b>171.878</b>	<b>178.977</b>	<b>186.369</b>	<b>194.066</b>
(-) Beneficiamento	(18.635)	(19.380)	(20.156)	(22.246)	(23.136)	(24.062)	(25.024)	(26.025)	(27.066)
(-) Mineração	(93.193)	(96.921)	(100.798)	(111.253)	(115.703)	(120.331)	(125.145)	(130.150)	(135.356)
(-) Administrativo	(2.375)	(2.470)	(2.568)	(2.835)	(2.948)	(3.066)	(3.189)	(3.316)	(3.449)
(-) CFEM	(437)	(455)	(474)	(524)	(546)	(568)	(592)	(616)	(642)
<b>EBITDA</b>	<b>17.646</b>	<b>18.523</b>	<b>19.443</b>	<b>21.657</b>	<b>22.728</b>	<b>23.851</b>	<b>25.028</b>	<b>26.261</b>	<b>27.553</b>
(-) Depreciação e Amortização	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)	(10.443)
<b>EBIT</b>	<b>7.203</b>	<b>8.081</b>	<b>9.000</b>	<b>11.214</b>	<b>12.286</b>	<b>13.409</b>	<b>14.585</b>	<b>15.818</b>	<b>17.110</b>
(-) Despesas Financeiras	(830)	(24)	-	-	-	-	-	-	-
(+) Receitas Financeiras	337	1.071	2.586	4.315	6.268	8.409	10.749	13.304	16.090
<b>EBT antes do JCP</b>	<b>6.710</b>	<b>9.127</b>	<b>11.586</b>	<b>15.529</b>	<b>18.554</b>	<b>21.817</b>	<b>25.334</b>	<b>29.122</b>	<b>33.200</b>
(-) Juros sobre Capital Próprio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBT</b>	<b>6.710</b>	<b>9.127</b>	<b>11.586</b>	<b>15.529</b>	<b>18.554</b>	<b>21.817</b>	<b>25.334</b>	<b>29.122</b>	<b>33.200</b>
(-) Impostos sobre a Renda	(795)	(1.224)	(1.840)	(2.664)	(3.443)	(4.290)	(5.212)	(6.212)	(7.297)
<b>Lucro Líquido</b>	<b>5.915</b>	<b>7.903</b>	<b>9.746</b>	<b>12.865</b>	<b>15.111</b>	<b>17.527</b>	<b>20.123</b>	<b>22.910</b>	<b>25.903</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## FCFE

Tabela 83 – FCFE (R\$'000) – 1 de 2

Free Cash Flow to Equity (R\$'000)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
(+) EBITDA	-	-	-	8.215	11.185	14.522	15.249	16.011	15.450
(-) Impostos de Renda	-	-	-	-	-	-	-	-	(325)
(-) CAPEX	(4.959)	(65.172)	(133.764)	-	-	-	-	-	-
(+) Recebimentos	-	32.586	60.217	-	-	-	-	-	-
(-) Amortização do Principal	-	-	(8.015)	(12.212)	(12.239)	(12.246)	(12.246)	(12.246)	(12.246)
(-) Juros Pagos	-	(613)	(6.551)	(7.838)	(6.685)	(5.517)	(4.345)	(3.174)	(2.002)
<b>FCFE (Nominal)</b>	<b>(4.959)</b>	<b>(33.199)</b>	<b>(88.113)</b>	<b>(11.835)</b>	<b>(7.739)</b>	<b>(3.241)</b>	<b>(1.342)</b>	<b>591</b>	<b>877</b>
<b>FCFE Acumulado (Nominal)</b>	<b>(4.959)</b>	<b>(38.158)</b>	<b>(126.271)</b>	<b>(138.105)</b>	<b>(145.845)</b>	<b>(149.085)</b>	<b>(150.428)</b>	<b>(149.836)</b>	<b>(148.960)</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Tabela 84 – FCFE (R\$'000) – 2 de 2

Free Cash Flow to Equity (R\$'000)	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
(+) EBITDA	17.646	18.523	19.443	21.657	22.728	23.851	25.028	26.261	27.553
(-) Impostos de Renda	(680)	(860)	(961)	(1.197)	(1.311)	(1.431)	(1.557)	(1.689)	(1.827)
(-) CAPEX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Recebimentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Amortização do Principal	(12.246)	(2.041)	-	-	-	-	-	-	-
(-) Juros Pagos	(830)	(24)	-	-	-	-	-	-	-
<b>FCFE (Nominal)</b>	<b>3.890</b>	<b>15.598</b>	<b>18.482</b>	<b>20.460</b>	<b>21.417</b>	<b>22.420</b>	<b>23.471</b>	<b>24.572</b>	<b>25.726</b>
<b>FCFE Acumulado (Nominal)</b>	<b>(145.070)</b>	<b>(129.472)</b>	<b>(110.990)</b>	<b>(90.530)</b>	<b>(69.113)</b>	<b>(46.693)</b>	<b>(23.222)</b>	<b>1.350</b>	<b>27.077</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Considerações Finais

A elevada relação estéril/minério identificada nas reservas de direito de exploração da CPRM na região da Paraíba e Pernambuco, diante das informações disponibilizadas pelo CPRM, não demonstram viabilidade para instalação e operação do empreendimento.

Foi testado Cenário Alternativo com vistas a permitir o CPRM a escolha de alguma opção que possa ter algum apelo de mercado. Não há como garantir o interesse desses investidores, diante das informações atuais desfavoráveis, especialmente relativas ao nível de estéril/minério.

No entanto, caso o CPRM resolva insistir nessa proposta, a condição de Prospecto e opção de compra tem como referência os valores mencionados no Cenário Alternativo e na Tabela 11.

Para uma definição de royalties de 2%, se houver, a continuidade da exploração requer que sejam pagos R\$ 2,018 milhões para a aquisição do direito (*Call*), e comprovar ao longo de 1 ano o investimento em novas pesquisas de R\$ 5,992 milhões.

É necessário que sejam identificadas, a partir das pesquisas associadas à *Call*, áreas com menor grau de estéril/minério e em maior quantidade para melhoria das condições de exploração. Novas tecnologias de exploração, a otimização de áreas adjacentes ou a própria comercialização de produtos como a areia podem melhorar as condições do negócio e podem ser revisitadas em análises futuras.

## Nota Técnica 4 – Análise crítica da estimativa de recurso - Projeto Miriri

### Análise crítica da estimativa de recursos

Conforme indicação do Termo de Referência, a Ceres deve realizar uma análise crítica do relatório de modelagem e estimativa de recursos da CPRM. Desse modo, a partir dos dados disponibilizados pela CPRM, a equipe técnica da Ceres realizou uma nova estimativa de recursos para o projeto Miriri, possibilitando a formulação de um comparativo entre os resultados da CPRM e da Ceres.

### Estimativa de recursos elaborados pela CPRM

O Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri – Pernambuco / Paraíba realizado pela equipe do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, apresenta as potenciais áreas de mineração e a estimativa de recursos da mina de Miriri. O resultado considera o teor de corte de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 1% e é apresentado na Tabela 37 do Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri – Pernambuco / Paraíba.

*“O estudo da relação estéril/minério foi desenvolvido a partir dos modelos de blocos contendo os valores estimados de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e densidade. Dessa maneira, determinou-se, em cada posição x, y dos centroides dos blocos, a espessura total de minério e de estéril existente. Foram considerados neste estudo não só o capeamento estéril posicionado acima das camadas mineralizadas como também os intervalos estéreis intercalados ao minério fosfático.”* (p.206 – Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri – Pernambuco / Paraíba).

**Figura 17 – Estimativa de recursos - CPRM**

**Tabela 37 – Parametrização da relação estéril/minério no bloco Norte**

Relação Estéril/Minério – Bloco Norte						
Estéril/Minério	Quantidade de Minério (Mt)	Teor Médio (%)	Densidade Média (m)	Espessura Média Minério (m)	Espessura Média Estéril (m)	Minério Contido P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
0-1	1.974.575	3,79	1,80	3,01	4,28	74.797
1-2	2.073.335	3,77	1,82	3,75	10,75	78.179
2-3	5.495.225	3,19	1,86	9,05	43,42	175.071
3-4	12.489.709	3,18	1,86	7,70	50,86	397.489
4-5	14.958.139	3,24	1,85	6,21	51,38	485.062
5-6	11.208.587	3,36	1,84	4,97	50,21	376.393
6-7	10.784.724	3,66	1,80	4,19	49,14	395.071
7-8	9.811.985	4,16	1,80	3,64	48,93	408.279
8-9	7.754.133	4,50	1,82	3,22	49,67	348.833
9-10	5.106.997	4,18	1,81	2,97	50,84	213.646
>10	21.302.504	5,03	1,79	1,96	52,57	1.036.597
<b>Total</b>	<b>102.959.912</b>	<b>3,87</b>	<b>1,82</b>	<b>4,57</b>	<b>48,67</b>	<b>3.989.416</b>

Fonte: Relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral Fosfato Miriri – Pernambuco / Paraíba

## Estimativa de recursos elaborados pela Ceres

A partir dos dados disponibilizados pela CPRM, verificou-se a base de dados e o modelo de blocos. Todo o material resultante da análise, onde pode-se observar as metodologias aplicadas e os resultados obtidos foram disponibilizadas em arquivo Excel “Validação Modelo De Blocos Exportado CPRM Miriri”.

Após a avaliação do modelo de blocos e da base de dados com os parâmetros de variáveis, fez-se necessário a inserção de variáveis ponderadas pela tonelada, como REM, teor de P2O5 e densidade, uma vez que no modelo fornecido, as informações não consideram essa ponderação, tornando o resultado incoerente. O arquivo de modelo de bloco foi tratado utilizando somente as variáveis de interesse para validação.

Para que a validação mantivesse os parâmetros do estudo anterior, utilizou-se a relação estéril/minério e a parametrização por faixa de capeamento, considerando o intervalo de 5 metros. A pequena diferença identificada nos resultados, pode ocorrer por diferenças nas áreas de borda dos blocos ou arredondamento.

**Tabela 85 – Parametrização por faixa de cobertura**

Parametrização por faixa de cobertura							
Cober- tura (m)	P2O5 (%)	Espessura Minério (m)	Espessura Estéril (m)	Densi- dade	REM (m³/t)	Tonelada	Tonelada Acumulado
<5	4,23	2,19	2,94	1,77	0,98	1.304.773	1.304.773
5 - 10	4,11	2,71	7,49	1,80	2,29	1.726.191	3.030.963
10 - 15	4,33	3,04	12,88	1,83	3,27	2.414.533	5.445.496
15 - 20	4,61	2,82	17,62	1,82	4,89	2.188.766	7.634.263
20 - 25	4,77	3,04	22,53	1,83	5,95	2.560.575	10.194.837
25 - 30	4,73	3,07	27,62	1,83	7,26	2.870.327	13.065.164
30 - 35	5,35	3,01	32,66	1,82	8,99	3.881.909	16.947.073
35 - 40	5,37	3,10	37,72	1,81	9,68	6.076.596	23.023.670
40 - 45	4,78	3,17	42,67	1,83	9,49	8.912.449	31.936.118
45 - 50	4,39	3,60	47,62	1,83	8,81	10.248.168	42.184.286
50 - 55	3,71	4,59	52,61	1,80	8,86	17.545.914	59.730.200
55 - 60	3,36	4,62	57,32	1,84	9,53	13.957.085	73.687.285
60 - 65	3,41	5,65	62,92	1,84	9,40	19.192.681	92.879.965
65 - 70	2,39	8,80	66,46	1,87	5,15	9.323.717	102.203.682
70 - 75	2,75	4,76	70,67	1,69	8,78	140.782	102.344.464
>75	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	102.344.464

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

O resultado encontrado pela Ceres, utilizando também do teor de corte de 1% P205, é apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 86 – Estimativa de recursos - Ceres**

Relação Estéril/Minério - Bloco Norte						
Faixa REM	Tonelada Minério	REM (m³/t)	P205 (%)	Densidade	Espessura Minério	Espessura Estéril
0 - 1	1.974.575	0,48	3,79	1,80	3,01	2,95
1 - 2	2.073.335	1,53	3,77	1,83	3,75	10,75
2 - 3	5.495.225	2,56	3,19	1,86	9,05	43,42
3 - 4	12.489.709	3,56	3,18	1,87	7,70	50,86
4 - 5	14.958.138	4,48	3,24	1,85	6,21	51,38
5 - 6	11.208.586	5,48	3,36	1,85	4,97	50,21
6 - 7	10.784.724	6,52	3,66	1,81	4,19	49,14
7 - 8	9.811.985	7,47	4,16	1,81	3,64	48,93
8 - 9	7.754.133	8,50	4,50	1,82	3,22	49,67
9 - 10	5.106.997	9,45	4,18	1,81	2,97	50,84
> 10	21.301.420	18,68	5,03	1,80	1,96	52,57
<b>Total</b>	<b>102.958.829</b>	<b>8,22</b>	<b>3,91</b>	<b>1,83</b>	<b>4,57</b>	<b>48,64</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Comparativo

A partir da estimativa da CPRM e do trabalho realizado pela Ceres, realizou-se um comparativo dos resultados, buscando certificar a aderência dos dados de estimativa do modelo de blocos fornecido pela CPRM ou identificar possíveis diferenças e áreas com maior quantidade de minério, melhor teor ou menor relação estéril/minério.

**Tabela 87 – Comparativo - Total**

Faixa REM	CERES	CPRM	CERES/CPRM	CERES/CPRM
	Tonelada Minério	Tonelada Minério	REM (m³/t)	P205 (%)
0 - 1	1.974.575	1.974.575	0,48	3,79
1 - 2	2.073.335	2.073.335	1,53	3,77
2 - 3	5.495.225	5.495.225	2,56	3,19
3 - 4	12.489.709	12.489.709	3,56	3,18
4 - 5	14.958.138	14.958.139	4,48	3,24
5 - 6	11.208.586	11.208.587	5,48	3,36
6 - 7	10.784.724	10.784.724	6,52	3,66
7 - 8	9.811.985	9.811.985	7,47	4,16
8 - 9	7.754.133	7.754.133	8,5	4,5
9 - 10	5.106.997	5.106.997	9,45	4,18
> 10	21.301.420	21.302.504	18,68	5,03
<b>Total</b>	<b>102.958.829</b>	<b>102.959.912</b>	<b>8,22</b>	<b>3,91</b>

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

**Tabela 88 – Comparativo – REM < 6 (m³/t)**

Faixa REM	CERES	CPRM	CERES/CPRM	CERES/CPRM
	Tonelada Minério	Tonelada Minério	REM (m³/t)	P2O5 (%)
0 - 1	1.974.575	1.974.575	0,48	3,79
1 - 2	2.073.335	2.073.335	1,53	3,77
2 - 3	5.495.225	5.495.225	2,56	3,19
3 - 4	12.489.709	12.489.709	3,56	3,18
4 - 5	14.958.138	14.958.139	4,48	3,24
5 - 6	11.208.586	11.208.587	5,48	3,36
<b>Total (REM&lt;6)</b>	<b>48.199.569</b>	<b>48.199.569</b>	<b>3,96</b>	<b>3,29</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

Ressalta-se que o resultado obtido pela Ceres é muito semelhante ao da CPRM em todos os aspectos, com destaque para a quantidade de minério, REM e teor. Ao considerar apenas as regiões com REM < 6 (m³/t), a quantidade de minério estimada pela CPRM e pela Ceres equivale a 48,199,569 milhões de toneladas de minério, com REM média de 3,96 e teor médio P2O5 de 3,29%.

## Resultado

Com base no exposto, o trabalho de estimativa de minério realizado pela Ceres valida as estimativas elaboradas pela CPRM, uma vez que os resultados são muito semelhantes e reforçam a tese de que as reservas de direito de exploração da CPRM na região da Paraíba e Pernambuco possuem elevada relação estéril/minério. Ressalta-se que para a análise econômico-financeira do Projeto Miriri, foram utilizadas as estimativas inicialmente realizadas pela CPRM.

Como o trabalho realizado pela Ceres valida a estimativa da CPRM, todos os resultados apresentados no Relatório Final e Notas Técnicas 1, 2 e 3 são mantidos. Desse modo, uma vez que foram estressadas ao extremo as premissas de quantidade de minério, REM e custos envolvidos na exploração do projeto, caso a CPRM resolva insistir em algum modelo com apelo ao mercado, a Ceres indica o cenário apresentado na Nota Técnica 3, embora não haja como garantir o interesse de investidores, diante das informações desfavoráveis do projeto.

## Infraestrutura de apoio

É apresentada, a seguir, uma descrição sumária das principais unidades de apoio operacional e administrativo a serem construídas junto à Área Industrial para melhor atender aos seus objetivos e facilitar a supervisão de suas operações.

### Portaria

Será construída na entrada do Complexo Industrial com as finalidades de controlar a entrada e saída de pessoal, veículos e materiais. A área construída será de 15 m<sup>2</sup>, referentes a uma sala para os vigilantes e recepcionista, instalações sanitárias e outra sala para atendimento dos visitantes.

Lateralmente, existirão duas áreas cobertas, uma na entrada e outra na saída, para proteção dos usuários contra intempéries.

Os portões de entrada e de saída de veículos serão comandados manualmente.

### Escritório central

O escritório será construído em um único pavimento, dividido em 3 alas, a saber: ala das chefias, da produção e administrativa, ocupando uma área total de 120 m<sup>2</sup>.

### Vestiários

As instalações dos vestiários terão capacidade para atendimento de cerca de 170 funcionários, escalonados em três turnos, e terá uma área construída de 230 m<sup>2</sup>.

Será constituído de salões para armários, boxes para banho, instalações sanitárias e lavatórios. Externamente ao vestiário será instalado um relógio de Ponto para controle dos horários de entradas e saídas de pessoal.

### Oficinas e posto de serviços

O sistema de manutenção de toda a unidade industrial, envolvendo Mina, Instalações de Beneficiamento e outras, será centralizado em uma Oficina Central, com área total de 350 m<sup>2</sup>, localizada próxima à Usina de Concentração, constituída de um único prédio de dois pavimentos, subdividido em 6 áreas, a saber:

- oficina de máquinas operatrizes, caldeiraria, solda e ajustagem;
- oficina de veículos pesados e máquinas;
- oficina de manutenção elétrica;
- almoxarifado e ferramentaria, e
- sanitários e escritório, ambos sobre o almoxarifado.

O posto de serviços, utilizado para abastecimento de combustíveis, lavagem, lubrificação e serviços de borracharia será construído próximo à Oficina Central e terá 85 m<sup>2</sup> de área construída. Externamente à oficina central, está prevista uma área descoberta de 50 m<sup>2</sup> para armazenagem de peças pesadas, pneus, material de desgaste etc.

## Refeitório

O refeitório terá 90 m<sup>2</sup> de área e servirá todo o pessoal administrativo e de operação da Mina e das Instalações de Beneficiamento.

Além das áreas destinadas à cozinha e ao refeitório, haverá áreas para o depósito de gêneros alimentícios, câmara frigorífica, sala para nutricionista e sanitários.

Próximo ao Refeitório existirá uma edificação, protegida de acordo com a legislação específica, destinada a um depósito de cilindros de gás combustível para cozinha.

## Laboratório

Edifício com 75 m<sup>2</sup>, destinado ao recebimento e preparação de amostras, análises granulométricas, físicas e químicas. Serão necessárias instalações especiais para água, gás combustível e eletricidade, para atendimento aos diversos equipamentos a serem instalados; além destas, serão instalados sistema de exaustão e insuflamento de ar.

## Ambulatório

O ambulatório será destinado aos atendimentos rotineiros e de primeiros socorros, em caso de acidentes, e ocupará uma área de 30 m<sup>2</sup> e disporá, basicamente, de salas de consultas, curativos, sala de espera e varanda.

## Água de processo

O uso de água no empreendimento ocorre no processo de concentração e beneficiamento da rocha fosfática, na planta química e nas utilidades e serviços gerais do empreendimento.

## Moradias e condições de habitabilidade

O quadro de pessoal estimado para o empreendimento é de 170 pessoas que residirão nas imediações.

## Transporte de pessoal

A empresa irá fornecer o transporte para os seus empregados.

## Sinalização

A sistemática de sinalização (horizontal e vertical) a ser aplicada terá como base a NR-26 e a NRM 12 (Normas Reguladoras de Mineração – NRM Sinalização de Áreas de Trabalho e de Circulação).

Deverão ser instaladas placas para a identificação dos ambientes; indicação de perigo de incêndio e explosão; indicação dos extintores contra incêndios; contagem de dias sem acidentes nas entradas das áreas industriais; indicativas de obrigação de uso de EPI's; avisos de não fumar nas áreas de permanência de pessoas; indicativas de limites de velocidade de veículos automotores; indicativas de direção de circulação de veículos e máquinas nas estradas e áreas internas de circulação; indicativas de áreas de estacionamento.

As áreas de estacionamento, locais de extintores contra incêndios, circulação de pessoas em áreas industriais, deverão ser limitadas e sinalizadas tendo o piso pintado com cores padrão de acordo com as normas.

## Equipamentos de mina

Na seleção dos equipamentos da mina, levou-se em conta as necessidades normais para a execução das atividades cíclicas básicas de desmonte, carregamento e transporte do minério e do estéril. Em se tratando de mineração a céu aberto há que se atentar ao fato de conspícua disponibilidade de frotas de equipamentos de terraplenagem por parte de empreiteiros nacionais e é muito provável que os equipamentos aqui necessários sejam terceirizados na região, minimizando assim os dispêndios iniciais de capital. Isto em caso de terceirização.

É comum ressaltar que essa prática é bastante difundida na mineração brasileira, tanto de pequeno quanto de grande porte. Atualmente as minerações fazem contratos onde são garantidos a disponibilidade física das frotas, onde a manutenção é de responsabilidade do empreiteiro.

Em que pese esta situação, os estudos realizados poderão servir de base para tomadas de preço de serviços, bem como para exercer um rigoroso controle das operações e da qualidade das produções que virão a suceder.

## Dimensionamento dos equipamentos

No dimensionamento dos equipamentos foram levados em conta os seguintes aspectos:

- produções requeridas;
- características dos materiais a manusear;
- uniformização dos equipamentos;
- robustez dos mesmos;
- regime de trabalho;

- fatores de correção inerentes aos equipamentos;
- eficiência operacional ou rendimento (disponibilidade) do equipamento;
- acoplamento entre as operações;
- umidade do minério;
- mercado brasileiro de máquinas de mineração e custos de aquisição e de operação.

Nos dimensionamentos dos equipamentos e frotas, os índices de eficiência são definidos conforme segue:

- Disponibilidade mecânica:  $D = HD / HP$ ;
- Utilização:  $U = HT / HD$ ;
- Rendimento (ou eficiência da operação):  $R = HT / HP$ .

Em que:

- HD - Número de horas que o equipamento se encontra mecanicamente disponível;
- HP - Número de horas programadas para o equipamento;
- HT - Número de horas efetivamente trabalhadas pelo equipamento.

Das expressões supra, concluímos imediatamente que  $R = D \times U$ .

Os equipamentos adotados para a escavação e o transporte, tanto do minério quanto do estéril, foram os seguintes: para escavação e carga a escavadeira com caçamba de  $4 \text{ m}^3$ , e para carga um caminhão para 30 t 8 x 4.

O dimensionamento e a compatibilidade entre os equipamentos de lavra, tanto minério quanto estéril, é demonstrado pelas planilhas a seguir.

Assim sendo, necessitaremos de 29 caminhões e 8 escavadeiras tanto para o minério quanto para o estéril.

Tabela 89 – Dimensionamento Minério

Dimensionamento Escavadeira x Caminhão				
Plano de Lavra - Minério				
1.0	Dados		Performance do Caminhão	
1.0.1	Produção anual - base úmida (t)	2.559.378	Distancia total (m)	6.000
1.0.2	DMT (m)	3.000	Tempo total (s)	360
1.0.3	Recuperação (%)	95	Tempo de descarga (s)	360
2.0	Qualidade do minério		Consumo médio (l/h)	9
2.0.1	Dens. in situ (t/m <sup>3</sup> )	1,80	Veloc.média (km/h)	60
2.0.2	Dens. empolada (t/m <sup>3</sup> )	1,32	Compatibilidade Carregadeira Caminhão	
3.0	Condições operacionais		Caçambada (t)	5,03
3.0.1	Semanas por ano	52	Qdade Caçambas	5,97
3.0.2	Dias por semana	7	Caçambadas adotadas	6
3.0.3	Turnos por dia	3	Fator de carga caminhão	101%
3.0.4	Horas por turno	8	Cap.efetiva de transp.(t)	30,16
3.0.5	Horas por ano	8.736	Performance da frota	
			Ciclo caminhão (s)	1.028
4.0	Parâmetros para Dimensionamento			
4.1	Escavadeiras			
4.1.1	Cap. da caçamba (m <sup>3</sup> )	4,00	Pdt. do caminhão (t/h)	90,57
4.1.2	Fator de enchimento	95%		
4.1.3	Disponibilidade	95%	Pdt. escavadeira (t/h)	318,20
4.1.4	Utilização	95%		
4.1.5	Eficiência operacial	90%	Dimensionamento	
4.1.6	Tempo de caçambada (s)	18	Frota de Caminhão	
4.1.7	Espera e posicionamento (s)	200	H. trab.anuais	7.884,24
4.2.1	Caminhão		Quantidade	3,58
4.2.1.1	Tara (t)	18	Qdade-corrigido	4
4.2.1.2	Lotação (t)	48	H. para frota corrigida	7.064,80
4.2.1.3	Capacidade máxima (t)	30	Utilização corrigida	85,13%
4.2.1.4	Vel. máx.cheio (km/h)	40	Escavadeira	
4.2.1.5	Disponibilidade	95%	Horas trabalháveis	7.884,24
4.2.1.6	Utilização	95%	Quantidade	1,02
4.2.1.7	Eficiência horária	95%	Qdade-corrigida	1
4.2.1.8	Eficiência operacional	90%	H. para frota corrigida	8.043,42
			Utilização corrigida	96,92%

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

Tabela 90 - Dimensionamento Estéril

Dimensionamento Escavadeira x Caminhão					
Plano de Lavra - Estéril					
1.0	Dados		4.2.2	Performance do Caminhão	
1.0.1	Produção anual - base úmida (t)	19.152.298	4.2.2.1	Distancia total (m)	6.000
1.0.2	DMT (m)	3.000	4.2.2.2	Tempo total (s)	360
1.0.3	Recuperação (%)	95	4.2.2.3	Tempo de descarga (s)	360
2.0	Densidade		4.2.2.4	Consumo médio (l/h)	9
2.0.1	Dens. in situ (t/m <sup>3</sup> )	1,80	4.2.2.5	Veloc.média (km/h)	60
2.0.2	Dens. empolada (t/m <sup>3</sup> )	1,26	4.3	Compatibilidade Carregadeira Caminhão	
3.0	Condições operacionais		4.3.1	Caçambada (t)	4,79
3.0.1	Semanas por ano	52	4.3.2	Qdade Caçambas	6,27
3.0.2	Dias por semana	7	4.3.3	Caçambadas adotadas	7
3.0.3	Turnos por dia	3	4.3.4	Fator de carga cam.	112%
3.0.4	Horas por turno	8	4.3.5	Cap.efetiva de transp.(t)	33,52
3.0.5	Horas por ano	8.736	4.4	Performance da frota	
			4.4.1	Ciclo caminhão (s)	1.046
4.0	Parâmetros para Dimensionamento				
4.1	Escavadeiras		4.4.2	Pdt. do caminhão (t/h)	98,90
4.1.1	Cap. da caçamba (m <sup>3</sup> )	4,00			
4.1.2	Fator de enchimento	95%	4.4.3	Pdt. escavadeira (t/h)	334,03
4.1.3	Disponibilidade	95%			
4.1.4	Utilização	95%	4.5	Dimensionamento	
4.1.5	Eficiência operacial	90%	4.5.1	Frota de Caminhão	
4.1.6	Tempo de caçambada (s)	18	4.5.1.1	H. trab.anuais	7.884,24
4.1.7	Espera e posicionamento (s)	200	4.5.1.2	Quantidade	24,56
4.2.1	Caminhão		4.5.1.3	Qdade-corrigido	25,00
4.2.1.1	Tara (t)	18	4.5.1.4	H. para frota corrigida	7.746,17
4.2.1.2	Lotação (t)	48	4.5.1.5	Utilização corrigida	93,34%
4.2.1.3	Capacidade máxima (t)	30	5.0	Escavadeira	
4.2.1.4	Vel. máx.cheio (km/h)	40	5.0.1	Horas trabalhaveis	7.884,24
4.2.1.5	Disponibilidade	95%	5.0.2	Quantidade	7,27
4.2.1.6	Utilização	95%	5.0.3	Qdade-corrigida	7
4.2.1.7	Eficiência horária	95%	5.0.4	H. para frota corrigida	8.191,03
4.2.1.8	Eficiência operacional	90%	5.0.5	Utilização corrigida	98,70%

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## Barragem de Rejeitos

A barragem de rejeitos irá receber o rejeito da flotação da coluna Rougher, o rejeito da desmagnetização de baixo campo e alto campo, além de toda a drenagem pluvial da planta de Mineração.

A água recuperada da barragem será estocada e distribuída por gravidade para os pontos de consumo na planta de beneficiamento.

O método construtivo da barragem é com solo compactado com drenagem interna e superficial. O sistema deverá constar da barragem e seus acessórios (extravasor, drenagens interna e superficial, sistema de monitoramento, etc.), além de adutora de condução dos rejeitos em forma de lama, da planta de beneficiamento até ao reservatório da barragem e adutora de retomada de água industrial.

## Plano de Fechamento de Mina (PFM)

### Introdução

O conceito de descomissionamento originou-se de um requerimento formal para a indústria nuclear, no Canadá e logo se estendeu para mineração de urânio e depois para outras minerações (Lima e Wathern, 1999).

O Fechamento de Mina é entendido pelo DNPM como a “cessação definitiva das operações mineiras”. Caso esta cessão seja temporária caracterizaria uma “suspensão das operações mineiras”, cujo tratamento é diferente. No entanto, o direito brasileiro permite, mesmo na cessação definitiva, a retomada das operações mineiras, numa mesma área, posteriormente.

De uma maneira geral, porém, se pode considerar a desativação de um empreendimento mineiro como um processo de encerramento das atividades de lavra por razões de ordem técnica, legal ou econômica, em virtude de esgotamento ou exaustão da reserva mineral ou em razão da inexistência de condições outras que permitam a continuidade da lavra de uma jazida.

Um Plano de Fechamento de Mina é um aspecto importante do projeto de mineração e deve ser gerenciado desde os estudos de viabilidade de um projeto de mineração até o término da atividade mineradora. A reabilitação física da área é o aspecto mais focado e de maior custo num programa de Fechamento de Mina, porém os planos de fechamento não podem menosprezar os impactos socioeconômicos gerados pelo encerramento da atividade de mineração, principalmente na área de sua influência.

Para confecção do presente Plano de Descomissionamento de Mina usaremos como referência o item **20.4 da NRM 20 do DNPM** que dispõe sobre a Suspensão, Fechamento de Mina e Retomada das Operações Mineiras.

Segundo este item, em um Plano de Fechamento de Mina deve constar:

- a) Relatório dos trabalhos efetuados;
- b) Plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infraestrutura do empreendimento mineiro indicando o destino a ser dado aos mesmos;
- c) Atualização de todos os levantamentos topográficos da mina;

- d) Planta da mina na qual conste as áreas lavradas recuperadas, áreas impactadas recuperadas e por recuperar, áreas de disposição do solo orgânico, estéril, minérios e rejeitos, sistemas de disposição, vias de acesso e outras obras civis;
- e) Programas de acompanhamento e monitoramento relativos a:
  - sistemas de disposição e de contenção;
  - taludes em geral;
  - comportamento do lençol freático e
  - drenagem das águas.
- f) Plano de controle da poluição do solo, atmosfera e recursos hídricos, com caracterização de parâmetros controladores;
- g) Plano de controle de lançamento de efluentes com caracterização de parâmetros controladores;
- h) Medidas para impedir o acesso à mina de pessoas estranhas e interditar com barreiras os acessos às áreas perigosas;
- i) Definição dos impactos ambientais nas áreas de influência do empreendimento levando em consideração os meios físico, biótico e antrópico;
- j) Aptidão e intenção de uso futuro da área;
- k) Conformação topográfica e paisagística levando em consideração aspectos sobre a estabilidade, controle de erosões e drenagens;
- l) Relatório das condições de saúde ocupacional dos trabalhadores durante a vida útil do empreendimento mineiro;
- m) Cronograma físico e financeiro das atividades propostas.

## Processo de descomissionamento da mina

### Relatório dos trabalhos efetuados

Ao final da vida útil da mina será apresentado ao DNPM, relatório dos trabalhos efetuados. Este relatório será realizado por profissional legalmente habilitado e conterá, principalmente, as seguintes informações:

- áreas degradadas recuperadas;
- áreas degradadas em recuperação;
- áreas degradadas a serem recuperadas;
- destinação dada aos rejeitos e resíduos gerados na usina;
- oficina e demais dependências da mina;
- situação estrutural e paisagística das áreas mineradas e áreas de deposição de estéril;
- segurança da área;
- situação das drenagens;
- situação estrutural e paisagística das bacias de contenção de rejeitos;

- situação das construções civis;
- uso da área após encerramento das atividades de mineração;
- cronograma físico e financeiro das áreas degradadas ainda a serem recuperadas após fechamento da mina;
- forma de monitoramento dos processos de recuperação;
- cronograma de recuperação;
- prazo de transferência da área aos proprietários.

### Plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infraestrutura do empreendimento mineiro

Ao final da vida útil do empreendimento todos os equipamentos utilizados na lavra e usina, como: Tratores, escavadeiras, caminhões, equipamentos da usina, etc., serão enviados a outros empreendimentos da empresa. SUPRESSÃO TOTAL - As construções civis serão demolidas. O produto da demolição será destinado ao aterro municipal ou onde os órgãos ambientais indicarem.

### Atualização de todos os levantamentos topográficos da mina

Ao final das atividades mineiras será apresentada ao DNPM, juntamente com o relatório já citado a Planta de Detalhe contendo todos os levantamentos topográficos, atualizados, das áreas mineradas. Esta planta será apresentada em AutoCAD ou programa similar, em escala adequada e georeferenciada através de coordenadas UTM e/ou Geográficas, com indicação do Norte Verdadeiro.

### Planta da mina

A Planta da Planta da Mina deve constar áreas lavradas recuperadas, áreas impactadas recuperadas e por recuperar, áreas de disposição do solo orgânico, estéril, minérios e rejeitos, sistemas de disposição, vias de acessos e outras obras civis.

Ao longo dos trabalhos de lavra, as frentes já exauridas serão devidamente recuperadas de acordo com o planejamento descrito no PRAD apresentado ao órgão ambiental competente.

Quando do Fechamento da Mina será apresentada ao DNPM a Planta de Detalhe delimitando as áreas lavradas e recuperadas, as áreas impactadas recuperadas e por recuperar, áreas de disposição do estéril, minério e rejeitos, sistema de disposição desses materiais, vias de acesso e obras civis existentes. Esta planta será apresentada em AutoCAD ou programa similar, em escala adequada e georeferenciada através de coordenadas UTM e/ou Geográficas, com indicação do Norte Verdadeiro.

## Programas de acompanhamento e monitoramento

### Sistemas de disposição e de contenção de estéril.

O minério lavrado nesta área será transportado em forma bruta para a instalação de beneficiamento, pertencente à mesma empresa e instalada em área próxima.

Os rejeitos da planta de beneficiamento, em forma de polpa, serão bombeados para a barragem de rejeitos, onde, após a decantação dos sólidos, parte da água será recuperada e o material sólido, seco, poderá servir para recomposição das áreas degradadas, visto que é constituído de material fosfático.

Durante a atividade da lavra o material considerado estéril será depositado em pilhas especialmente dimensionadas para tal. Este material, também, poderá ser posteriormente utilizado como cobertura de solo nas áreas a serem recuperadas. Quando a pilha estiver completamente formada serão revegetadas.

O programa de acompanhamento e monitoramento dos sistemas de disposição e de contenção de rejeitos será feito durante a vida útil da mina e se estenderá após o término das atividades.

Durante a vida útil da mina o monitoramento será feito trimestralmente e, após o término das atividades, semestralmente até entrega definitiva da área a novos proprietários.

O acompanhamento e monitoramento terão por objetivo detectar falhas nos sistemas de disposição e contenção e observar crescimento da revegetação realizada. Quando detectada qualquer falha no sistema de disposição, esta será prontamente corrigida.

## Revegetação dos depósitos de estéreis

### Recomposição topográfica

As pilhas de estéril serão construídas em forma de bancadas e terão conformação final com inclinação e largura das bermas obedecendo às normas da ABNT. A drenagem da pilha será construída de forma que as águas pluviais sejam desviadas das cristas dos taludes. As águas pluviais serão direcionadas por meio de canaletas construídas no pé dos taludes com área de escape lateral por meio de dissipadores de energia.

De maneira geral o processo de revegetação envolve as seguintes etapas:

- Recomposição topográfica do terreno;
- Condicionamento do substrato de plantio;
- Seleção de espécies nativas;
- Plantio;
- Práticas culturais de manutenção.

A revegetação de depósitos de estéreis pode ser realizada a partir de duas abordagens distintas: uma com o material em processo de consolidação e outra já com o material plenamente consolidado.

Para os aterros de depósito de estéreis a abordagem a ser utilizada compreende a realização de aplicação de manta geotextil sobre o material não consolidado e o plantio de espécies florestais nativas, após a aplicação de uma camada de solo superficial, em material consolidado.

Em função de sua localização e características do substrato, não deverá ser realizada a reconstrução topográfica da área.

### Revegetação do material estéril não consolidado

Para uma abordagem com o material não consolidado é necessário que as características químicas deste não sejam uma forte barreira ao estabelecimento de vegetação e que a correção destas possa ser, pelo menos parcialmente realizada. Da mesma forma, a conformação topográfica e paisagística da área deve ser considerada como definitiva, não sendo necessária sua reconstrução topográfica.

O processo de revegetação envolve duas fases: uma fase inicial de incorporação de carbono e nutrientes ao substrato por meio de aplicação de manta geotextil e, uma segunda fase, já com o material consolidado, por meio do plantio manual de mudas de espécies arbóreas nativas da região. Desta forma, a etapa de condicionamento do substrato é realizada simultaneamente com a primeira fase, sendo a vegetação inicialmente implantada, responsável pelo “input” inicial de carbono e nitrogênio no sistema. Esta abordagem de duas fases é apresentada e discutida por Griffith et al. (1996) e Dias et al. (2004).

A realização da primeira fase envolve o uso de espécies leguminosas herbáceas e arbustivas tolerantes ao ambiente árido. Sementes dessas espécies são semeadas juntamente com fertilizantes e inoculantes de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico que se associam às espécies leguminosas.

A implantação da segunda fase é realizada de um a dois anos após a primeira fase, dependendo da dinâmica de consolidação do substrato e do ciclo das espécies utilizadas. Após a seleção de espécies e preparo das mudas, é realizado o coveamento, adubação e plantio. Essas operações normalmente são realizadas manualmente e os procedimentos adotados são rotineiros nos processos de implantação de espécies florestais.

Para a realização da semeadura serão utilizadas sementes das seguintes espécies:

- 4,0 kg/ha *Gliricidia Sepium* - Gliricidia;
- 4,0 kg/ha *Caesalpinia Férra* - Jucá;
- 2,0 kg/ha *Mimosa Hostilis* – Jurema Preta;
- 2,0 kg/ha *Leucaena Leucocephala* - Leucena;
- 2,0 kg/ha *Mimosa Caesalpinifolia* - Sabiá;
- 2,0 kg/ha *Parkinsonia Aculeata* - Turco;
- 3,0 kg/ha *Cajanus Cajan* - Feijão Guandu.

As sementes serão misturadas com as seguintes quantidades de fertilizantes:

- 300,0 kg/ha de termofosfato magnesiano;

- 50,0 kg/ha de sulfato de potássio;
- 50,0 kg/ha de cloreto de potássio;
- 25,0 kg/ha FTE BR12 (micronutrientes).

Além das sementes, fertilizantes e celulose para maior adesão das sementes, recomenda-se a utilização de 100 g de inoculantes para cada tanque de 5.000 litros (estirpes selecionadas de bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> atmosférico para cada espécie de leguminosa) que poderão ser adquiridos na EMBRAPA.

Após o período de 12 a 18 meses o rejeito deverá estar consolidado, permitindo que o plantio manual de espécies arbóreas seja realizado.

### Revegetação do material estéril consolidado

A revegetação dos aterros de depósito de estéril consolidado pode ser realizada a partir de procedimentos usualmente empregados na revegetação de áreas remanescentes da extração de minérios. Devido à ausência de matéria orgânica, baixa capacidade de retenção de água e baixa disponibilidade de nutrientes, o uso de uma camada de cobertura com horizontes superficiais de solo é fortemente recomendável.

Conforme descrito por Dias et al (2007), o retorno do horizonte orgânico superficial do solo ou camada superficial após a exploração é uma atividade amplamente utilizada, quando possível, por minerações a céu aberto e tem papel fundamental no processo de revegetação. A camada superficial de um solo pode conter a memória do ambiente local, parte da resiliência do sistema que é de grande importância no processo de revegetação.

Como memória, compreende-se os materiais orgânicos oriundos da vegetação e, principalmente, os propágulos (sementes, plântulas, rizomas, etc.) e a microbiota do solo. A matéria orgânica tem como principal fonte de Carbono, os resíduos vegetais e animais depositados no solo, e apresenta características quantitativas e qualitativas que refletem as comunidades anteriormente existentes na área. Da mesma forma, a maior parte dos propágulos e a microbiota são resultantes do ambiente anterior ao impacto, no qual se inclui a vegetação.

Assim, a preservação e o retorno das camadas superficiais do solo (a memória do sistema) podem, de maneira efetiva, contribuir para o sucesso da revegetação, tanto que diferentes agências estaduais e estrangeiras adotam esta prática como obrigatória para a recuperação de áreas mineradas.

Por outro lado, existem situações em que o solo original se apresenta pouco desenvolvido, como os Litossolos/Neossolos, por exemplo, não sendo possível seu retorno à área minerada. Nesse caso, é comum lançar mão de outros materiais ou solo de outro local (empréstimo) para recomposição da camada superficial que irá sustentar a vegetação. Ao utilizar solo de outro local ou materiais que não o solo (rejeitos, por exemplo), é fundamental o conhecimento prévio das características físicas e químicas do material no sentido de serem feitas correções que favoreçam o estabelecimento de plantas (Dias, 1998).

Para uma abordagem sem o retorno do solo superficial o procedimento a ser adotado será o de plantio direto sobre o material, com a abertura de covas e seu preenchimento com uma mistura de solo superficial, uma fonte de matéria orgânica e fertilizantes. Este procedimento mostrou-se eficaz na revegetação de tanques de depósito de rejeito de beneficiamento de minério de zinco em Vazante-MG (Piagentini, et al. 2002), cujas características físicas e químicas não são muito distintas das observadas para o rejeito da moagem da rocha fosfática.

A seleção de espécies para a revegetação de áreas degradadas deve ser realizada com base em levantamentos florísticos e fitossociológicos das áreas a serem impactadas e de seu entorno. Com base nas informações já existentes sobre a área e outros levantamentos realizados na região, uma lista de espécies arbóreas com potencial para serem utilizadas na revegetação das áreas degradadas foi apresentado nos projetos ambientais e submetido ao órgão ambiental.

Para condicionamento do substrato de áreas já consolidadas de rejeito será realizada a aplicação de uma camada de 0,30 m de solo superficial previamente armazenado. Após a aplicação do solo superficial o substrato deve ser escarificado de maneira que os escarificadores estejam distanciados de 1,50 m um do outro.

Em função dos resultados de análise de solo superficial, não se recomenda a aplicação de calcário para correção da acidez.

A abertura de covas de plantio (0,40 x 0,40 x 0,40 m) deverá ser realizada num espaçamento de 2 x 3 m aproveitando-se as linhas de escarificação para marcação do alinhamento. Desta maneira, a operação é facilitada e permite que as mudas tenham melhor desenvolvimento.

A recomendação de adubação de plantio deverá ser realizada a partir da análise de amostras de solo superficial a serem retiradas na época da revegetação da área. No entanto, com base nas análises de áreas semelhantes, cada cova de plantio deverá receber os seguintes fertilizantes:

- 200 g de superfosfato simples
- 50 g de cloreto de potássio
- 2 litros de esterco de curral curtido
- 10 g de FTE BR 12

A adubação de plantio deverá ser complementada com duas adubações de cobertura com 50 g de sulfato de amônio e 25 g de cloreto de potássio aos 45 e 90 dias após o plantio.

Por um período de seis meses após o plantio o controle quinzenal de ataque de formigas deve ser realizado a fim de garantir o bom estabelecimento das plantas.

Durante a realização das adubações de cobertura uma avaliação da mortalidade de mudas deve ser realizada a fim de que seja realizado o replantio de mudas perdidas, ainda durante a estação chuvosa. Condicionamento do substrato

Em função das características físicas e químicas do material exposto, o condicionamento do substrato deverá ser realizado apenas por meio do uso de escarificadores espaçados de 1,50 m.

## Seleção de espécies

As espécies arbóreas a serem utilizadas serão as mesmas utilizadas para a revegetação das bermas da área de lavra. Deve-se ressaltar a importância do entorno da área como fonte de propágulos.

## Plantio

A abertura de covas de plantio (0,40 x 0,40 x 0,40 m) deverá ser realizada num espaçamento de 2 x 3 m aproveitando-se as linhas de escarificação para marcação do alinhamento. Desta maneira, a operação é facilitada e permite que as mudas tenham melhor desenvolvimento.

A recomendação de adubação de plantio deverá ser realizada a partir da análise de amostras de solo superficial a serem retiradas na época da revegetação da área. No entanto, com base nas análises de áreas semelhantes, cada cova de plantio deverá receber os seguintes fertilizantes

- 200 g de superfosfato simples
- 50 g de cloreto de potássio
- 2 litros de esterco de curral curtido
- 10 g de FTE BR 12

## Práticas culturais de manutenção

A adubação de plantio deverá ser complementada com duas adubações de cobertura a serem realizadas na forma de coroamento, onde cada planta receberá 50 g de sulfato de amônio e 25 g de cloreto de potássio aos 45 e 90 dias após o plantio.

Por um período de seis meses após o plantio o controle quinzenal de ataque de formigas deve ser realizado a fim de garantir o bom estabelecimento das plantas.

Durante a realização das adubações de cobertura uma avaliação da mortalidade de mudas deve ser feita a fim de que seja efetivado o replantio de mudas perdidas, ainda durante a mesma estação chuvosa.

## Taludes em geral

Os taludes serão projetados procurando atender às condições de segurança das operações e estabilidade considerando suas características geológicas e estruturais, estabelecidos de forma a compatibilizá-las com a escala de produção requerida e com os equipamentos a esta adequada.

## Drenagem das Águas

Durante a reconstrução topográfica a rede de drenagem será trabalhada a fim de permitir direcionamento de drenagem pluvial por meio de canaletas nas cabeceiras das encostas com área de escape lateral por meio dissipadores de energia.

Durante a vida útil da mina e após o fechamento da mina, o monitoramento das drenagens será feito durante o período chuvoso, ou seja, de outubro a abril. Observada qualquer falha no sistema, esta será sanada rapidamente a fim de evitar carreamento de sólidos e impurezas para as drenagens naturais existentes.

## Plano de controle da poluição do solo, atmosfera e recursos hídricos, com caracterização de parâmetros controladores

- Indicadores Químicos da Qualidade do Solo

A amostragem do solo será realizada uma vez por ano, ou de acordo com as exigências ambientais, durante e após a vida útil da mina de forma aleatória, retirando-se seis amostras simples em cada parcela amostral nas profundidades de 0 - 2,5; 2,5 - 7,5; 7,5 - 20 cm, que serão peneiradas com peneiras de malhas circulares (2 mm) em campo e misturadas retirando-se cerca de 500 g, constituindo-se uma amostra composta por parcela e profundidade.

As amostras serão analisadas quanto: pH em água; P, K, Fe, Zn, Cu, Mn, e Na disponíveis (Mehlich-1); Ca, Mg e Al trocáveis e acidez total (COT). Com as variáveis determinadas serão calculadas soma de bases (SB), CTC efetiva (t); CTC total (T), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m).

- Indicadores Biológicos da Qualidade do Solo

A amostragem do solo para avaliação de indicadores de sua qualidade biológica será realizada na profundidade de 0 a 10 cm em dois períodos distintos: abril e outubro. As amostras serão analisadas quanto ao carbono (CBM) e nitrogênio da biomassa microbiana (Islam & Weil, 1988). A partir dos valores do CBM e do conteúdo de carbono orgânico total (COT), será calculado o quociente microbiano (qMIC), por meio da seguinte equação:  $qMIC = CBM/COT \times 100$ . A amostragem será realizada após o fechamento da mina, nos mesmos períodos realizados durante a vida útil da mina. Todos os resultados das análises dos solos realizadas, durante a vida útil e após o fechamento da mina, serão inseridos em relatório.

- Qualidade do Ar

O Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar será através da realização da amostragem de partículas totais em suspensão (PTS) como concentração em  $Ug/m^3$  cada 24 horas, utilizando-se como equipamentos de coleta dois amostradores de grande volume (Hi-Vol), semelhantes ao mostrado na figura 3. A determinação é baseada na quantidade de partículas que são retidas num filtro por 24 horas segundo a resolução CONAMA 03/90.

As medições serão realizadas semanalmente, no período de julho a dezembro, nos dois primeiros anos de fechamento da mina. No último ano de fechamento da mina as medições serão realizadas semanalmente, no período de julho a setembro.

As medições de campo serão realizadas em locais de amostragens que apresentam características distintas a serem ainda identificadas, por exemplo:

- Ponto 1 – Refeitório: Captura informações do PTS no ar na área de tráfego veicular;
- Ponto 2 – Portaria da Mina: Captura informações do PTS no ar na área de tráfego veicular.

- Qualidade da Água

O objetivo será analisar as águas dos córregos e poços profundos, através de métodos analíticos físico-químicos e microbiológicos.

Nos pontos definidos serão executadas análises de campo através do uso de aparelhos e equipamentos de hidroanálises onde serão executadas análises de Oxigênio Dissolvido, pH, condutividade, cor, turbidez, sólidos sedimentáveis, sólidos dissolvidos totais, temperatura da amostra e temperatura ambiente.

Os demais parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, tais como; Nitrogênio Amoniaco, Nitrito, Coliformes totais, Coliformes termotolerantes, DBO, DQO, Chumbo, Fósforo Total, Manganês, Ferro, Nitrogênio, Níquel, Alumínio, Cobre, Cádmio, Mercúrio e sólidos serão analisados em laboratórios de empresas devidamente autorizadas.

As amostragens e análises serão feitas durante o período chuvoso, ou seja, de setembro a março, conforme mostrado no Cronograma Físico das Atividades Propostas.

## Plano de controle de lançamento de efluentes com caracterização de parâmetros controladores

Os locais de geração de efluentes na Mina são as oficinas e os sanitários.

Durante a vida útil da mina, os efluentes da oficina, como óleo e graxas, serão direcionados para uma caixa coletora. A limpeza da caixa será realizada sempre que necessário, o rejeito extraído da caixa será colocado em tambores e oportunamente encaminhados a empresa especializada em reciclagem deste material. Após o fechamento da mina, a oficina será demolida e não haverá geração de efluentes neste local. Os equipamentos que por ventura virem a ser necessários durante o fechamento da mina serão abastecidos, reparados e lavados fora da área da mina e em local apropriado para isso.

Os efluentes sanitários serão direcionados para fossa séptica. A limpeza da fossa será realizada sempre que necessário e por empresa especializada.

Após o Fechamento da Mina a fossa passará por processo de limpeza final e será definitivamente fechada com material das demolições.

## Medidas para impedir o acesso à mina de pessoas estranhas e interditar com barreiras os acessos às áreas perigosas

Durante os trabalhos de lavra, o acesso à área será controlado com a instalação de uma portaria, com porteiros 24 horas. Apenas será permitido o acesso de pessoas da empresa e em horário de trabalho.

Será permitida, também, a entrada de visitantes e fiscais dos órgãos controladores, porém sempre acompanhados de funcionários da empresa.

Até desativação completa da mineração, a empresa manterá a portaria com vigilantes 24 horas. Durante o fechamento da mina toda a área será avaliada com a finalidade de identificação das áreas perigosas. Identificadas às áreas perigosas, estas serão cercadas e sinalizadas com placas informando sobre os riscos de acesso às mesmas.

## Definição dos impactos ambientais nos meios físico, biótico e antrópico das áreas de influência do empreendimento.

Os impactos ambientais gerados pelo empreendimento distinguem-se na fase de implantação e operação. Nesse sentido, visando minimizar tais impactos, ou mesmo evitar novos, foram formulados, durante os estudos ambientais, planos e programas direcionados a cada etapa do processo.

Para resolver essas questões será proposta uma estrutura gerencial capaz de garantir que a implementação e o acompanhamento dos Programas Ambientais de Mitigação e, ou, de Compensação a serem feitos por equipe multidisciplinar especializada, alcancem os objetivos preestabelecidos nos estudos.

Isso permitirá uma integração das ações ambientais às das obras, segundo procedimentos e acompanhamentos específicos, visando controlar e minimizar os possíveis impactos.

As seguintes estratégias de ação deverão ser adotadas para prevenir, minimizar ou eliminar impactos decorrentes do empreendimento:

- Conscientização das equipes de trabalho quanto à utilização de práticas operacionais ambientais corretas;
- Minimização da geração de resíduos;
- Minimização do consumo de energia e de recursos naturais;
- Otimização da gestão de resíduos e efluentes líquidos, adequando os equipamentos e locais de coleta e armazenamento nas instalações do Projeto;
- Otimização do controle de efluentes líquidos, implantando e controlando sistemas de drenagem e coleta, tratamento ou destinação do esgoto;
- Prevenção das desconformidades nos serviços de coleta, transporte e tratamento final estabelecido para cada tipo de resíduo, destinando-os às empresas licenciadas;
- Estabelecimento de medidas para controle e acompanhamento do quantitativo de resíduos gerados nas instalações existentes na área do Projeto e garantia do rastreamento até o destino final;

- Maximização da recuperação e reciclagem dos resíduos;
- Prevenção de eventos acidentais que gerem poluição;
- Redução de emissões poluentes de motores a combustão.

<b>IMPACTOS AMBIENTAIS SIGNIFICATIVOS</b>	<b>MONITORAMENTO</b>
Erosões na área de desmatamento	Verificar a obediência às notas de serviço.  Verificar se o desmatamento está restrito às necessidades previstas
Assoreamento de talwegues	
Escorregamentos de taludes e quedas de paredes	
Incêndios, proliferação de vetores	Verificar as operações de remoção e eliminação dos restos de vegetação
Bloqueio de talwegues	Verificar a deposição do material oriundo da limpeza (camada orgânica) para futura reincorporação nas áreas a serem recuperadas, fora dos talwegues.  Não permitir o depósito de restos de vegetação nos talwegues
Degradação do patrimônio cultural	Verificar indícios de sítios arqueológicos e históricos

### Aptidão e intenção de uso futuro da área

A empresa já programou o plano de reabilitação de áreas interferidas, o qual se faz importante para estabelecer o processo de sucessão vegetal e faunístico das áreas anteriormente antropizadas.

Pelo contexto de ocupação local, das áreas adjacentes, as propriedades do entorno imediato serão utilizadas para a agricultura, pecuária e piscicultura, incrementando um novo processo de uso e ocupação do solo. A área será devolvida aos proprietários somente após certificação, pela empresa, da recuperação das áreas; serão também certificados problemas relacionados à segurança da área.

Conformação topográfica e paisagística da área levando em consideração aspectos sobre a estabilidade, controle de erosões e drenagens.

As áreas impactadas, na área da usina, já estão sendo recuperadas. Haverá sempre, por parte da empresa, a preocupação com a conformação topográfica e paisagística das áreas afetadas. Será levada em consideração, durante o processo de conformação topográfica e paisagística, a estabilidade dos taludes, estabilidade das barragens de rejeitos, o controle de erosões e drenagens. As erosões e drenagens serão controladas e monitoradas tanto na área de lavra como nas áreas de acessos.

## Revegetação da área de lavra

### Seleção de espécies

A seleção de espécies arbóreas para a revegetação de bermas e rampas de pequena declividade deve ser realizada com base em levantamentos florísticos e fitossociológicos das áreas impactadas e de seu entorno. Com base nas informações já existentes sobre a área e outros levantamentos realizados na região, uma lista de espécies arbóreas com potencial para serem utilizadas na revegetação das áreas de lavra foi apresentada nos estudos ambientais.

Fragmentos florestais no entorno das áreas mostram-se como importantes fontes de propágulos para acelerar o processo de revegetação. Neste caso, o plantio de espécies frutíferas e atrativas à fauna é importante para aumentar o trânsito de vetores na área.

A seleção de espécies para a revegetação de taludes deve basear-se em espécies herbáceas e arbustivas pertencentes à família Leguminosae.

### Condicionamento do substrato para bermas e rampas de pequena declividade

O condicionamento do substrato de bermas e rampas de pequena declividade será realizado por meio da aplicação de uma camada de 0,30 m de solo superficial previamente armazenado. Após a aplicação do solo superficial o substrato deve ser escarificado de maneira que os escarificadores estejam distanciados de 1,50 m um do outro.

Em função dos resultados de análise de solo superficial não se recomenda a aplicação de calcário para correção da acidez.

### Condicionamento do substrato para taludes

Para taludes que sofreram retaludamento visando a diminuição da declividade preconiza-se o recobrimento do material exposto com uma camada de 0,20 m de solo superficial. Para taludes de maior declividade não se preconiza o recobrimento com solo superficial.

### Plantio em bermas e rampas de pequena declividade

A abertura de covas de plantio (0,40 x 0,40 x 0,40 m) deverá ser realizada num espaçamento de 2 x 3 m aproveitando-se as linhas de escarificação para marcação do alinhamento. Desta maneira, a operação é facilitada e permite que as mudas tenham melhor desenvolvimento.

A recomendação de adubação de plantio deverá ser realizada a partir da análise de amostras de solo superficial a serem retiradas na época da revegetação da área. No entanto estimamos que cada cova de plantio deverá receber os seguintes fertilizantes:

- 200 g de superfosfato simples
- 50 g de cloreto de potássio

- 2 litros de esterco de curral curtido
- 10 g de FTE BR 12.

#### Plantio em taludes

O plantio em taludes de menor declividade e que receberam a aplicação de solo superficial será realizado por meio da abertura manual de sulcos rasos em curvas de nível, espaçados de 0,40 m. Os sulcos serão manualmente semeados com um coquetel de sementes formados por gramináceas e leguminosas, tais como: Feijão-Guandú, Gliciridia, Jucá, Leucena, Sabiá, Turco, entre outras.

Para taludes de maior declividade e que não receberam a aplicação de solo superficial a revegetação deve ser realizada por meio do coveamento superficial, e semeio manual do coquetel de espécies e recobrimento da superfície com geomantas ou geotextil.

Para ambas as situações, a adubação de plantio é realizada após o coveamento, aplicando-se manualmente 500 kg/ha de um formulado N-P-K 6-30-6.

#### Práticas culturais de manutenção

A adubação de plantio das espécies arbóreas nas bermas deverá ser complementada com duas adubações de cobertura a serem realizadas na forma de coroamento, onde cada planta receberá 50 g de sulfato de amônio e 25 g de cloreto de potássio aos 45 e 90 dias após o plantio.

Por um período de seis meses após o plantio o controle quinzenal de ataque de formigas deve ser realizado a fim de garantir o bom estabelecimento das plantas.

Durante a realização das adubações de cobertura uma avaliação da mortalidade de mudas deve ser realizada a fim de que seja realizado o replantio de mudas perdidas, ainda durante a mesma estação chuvosa.

A adubação de plantio nos taludes deverá ser complementada com a aplicação, via água de irrigação, de 500 kg/ha de sulfato de amônio e 150 kg/ha de cloreto de potássio aos 45 e 90 dias após o plantio.

#### Relatório das condições de saúde ocupacional dos trabalhadores durante a vida útil do empreendimento mineiro

Durante a vida útil do empreendimento, conforme legislação vigente, todos os funcionários passarão por processo de avaliação de saúde ocupacional. Todas as avaliações serão devidamente registradas e arquivadas. Ao final da vida útil da mina, a empresa apresentará ao DNPM e demais órgãos competentes, juntamente com um relatório contendo as condições gerais da saúde das pessoas que trabalharam na empresa.

#### Impactos socioeconômicos

Sempre que uma grande corporação, com forte presença física num local específico, está por encerrar suas atividades, crescem as expectativas da comunidade circundante, quanto aos impactos socioeconômicos. Tal situação é observada especialmente nas regiões em que os residentes dispõem de pouco ou nenhum meio de segurança econômica disponível além das atividades da empresa.

Inevitavelmente, as empresas de mineração ocorrem no âmbito da oferta de uma determinada substância. Neste sentido, tanto a empresa, como a comunidade, depende da oferta de recursos naturais disponíveis no local. No entanto, há uma distinção significativa no sentido de que a empresa de mineração posteriormente fechará as operações e irá para outro lugar, o que não sucede com a comunidade.

Sabendo que a vida da mina é finita, a comunidade e a empresa mineradora devem desenvolver a prática de trabalharem em conjunto, elaborando um plano estratégico, a fim de assegurar uma transição sem acidentes. Um exemplo dessa transição é o retorno à atividade de subsistência em substituição à atividade da indústria mineral (Camelo, 2006).

Durante a vida útil da mina, com objetivo de buscar alternativas econômicas independentes da extração mineral e que minimizam o impacto causado pelo fechamento da mina. Iremos propor a empresa que promova encontros com a participação dos poderes constituídos dos municípios, proprietários dos terrenos, funcionários da empresa e com entidades representantes das comunidades diretamente afetadas.

Estas reuniões deverão ser realizadas até que todos envolvidos descubram uma nova vocação auto-sustentável em longo prazo.

## Cronograma físico e financeiro das atividades propostas

Para os cálculos dos custos de fechamento da mina, na planilha "**Cronograma financeiro das atividades propostas**", levamos em conta o faturamento anual da empresa. Propomos um valor de R\$2.000.000,00 por ano sejam alocados para o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e para o Fechamento da Mina (PRAD e PFM), portanto R\$1.000.000,00 para cada atividade.

Os valores aqui mostrados devem ser entendidos como referenciais, podendo ser alterados de acordo com as necessidades do empreendimento.

**Tabela 91 - Cronograma Financeiro das Atividades Propostas**

<b>Cronograma financeiro das atividades propostas</b>		
<b>CUSTOS DIRETOS</b>	<b>%</b>	<b>Valores</b>
Custo total de remoção de equipamentos e estruturas	25%	250.000
Custo total de terraplenagem	43%	430.000
Custo total de revegetação	3%	30.000
Outros custos totais de reabilitação	1%	10.000
<b>Total dos custos diretos</b>	<b>72%</b>	<b>720.000</b>
<b>CUSTOS INDIRETOS</b>	<b>%</b>	<b>Valores</b>
Mobilização e desmobilização	4%	40.000
Contingências	3%	30.000
Engenharia e replanejamento	3%	30.000
Lucro do empreiteiro	14%	140.000
Taxa de administração do projeto	4%	40.000
<b>Total dos custos indiretos</b>	<b>28%</b>	<b>280.000</b>
<b>Custo total para fechamento da mina</b>	<b>100%</b>	<b>1.000.000</b>

*Fonte: Ceres Inteligência Financeira*

Como mostrado no "**Cronograma físico das atividades propostas**" as atividades referentes ao Programa de Fechamento da Mina serão desenvolvidas ao longo de 3 anos, porém as atividades pertinentes ao fechamento serão sempre cuidadas, planejadas e executadas desde o início das atividades de lavra.

Figura 18 – Cronograma Físico das Atividades Propostas

Cronograma físico das atividades propostas														
	ANO	Fase de fechamento após encerramento das atividades											Pós fechamento	
		ANO I				ANO II				ANO III			ANO	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	?	
<b>ATIVIDADES</b>	Equipamento	TRIMESTRE												
		Inventário	█											
		Desmontagem		█										
		Monitoramento				█								
		Liberação					█							
	Edificações	Inventário	█											
		Monitoramento		█										
		Demolição			█									
		Liberação					█							
	Estruturas	Inventário	█											
		Desmontagem		█										
		Monitoramento			█									
		Liberação				█								
	Adequação topográfica e paisagística. Qualidade do ar e água	Qualidade do ar			█	█			█	█			█	
		Qualidade da água	█		█	█			█	█			█	
		Terraplenagem						█	█	█				
		Obras de controle de erosão e sistema de drenagem						█	█	█				
		Tratos na superfície do solo									█			
		Revegetação, inclusive no entorno das frentes de lavra										█	█	?
		Isolamento das áreas de riscos											█	?
		Controle das formigas cortadeiras											█	?
		Área de disposição de estéril e rejeito										█	█	
		Acessos										█	█	
		Monitoramento												?
		Manutenção												?

? - Significa uma incerteza quanto ao intervalo de tempo necessário ao monitoramento e manutenção pós-fechamento. Em geral, esse tempo é estipulado pelo órgão ambiental competente e órgão regulador.

Fonte: Ceres Inteligência Financeira

## BIBLIOGRAFIA DO PROJETO DE ENGENHARIA

- Bastos, E.; Faria, J.A.; Kashimoto, E.M.; Neto, G.K.; Silva, J.F.M e Zanzini, A.C.S. *Plano de Gestão Ambiental*. 93p. Abril/2007.
- Camelo, M. S. M. e Lima, H.M. *Fechamento de Mina: Análise de casos selecionados sob os focos ambiental, econômico e social*. Tese de Mestrado. UFOP. Escola de Minas. Ouro Preto, MG. 127p. Dezembro 2006.
- Costa, F. L. e Lima, H.M. – *Plano Conceitual de Fechamento para a unidade de concentração de urânio da INB em Caetité, Bahia*. Revista Escola de Minas. Vol.59. nº 4. 7p. Ouro Preto, MG. Outubro/Dezembro. 2006.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. *Portaria 237/2001. Institui Normas Reguladoras de Mineração*. Brasília, DF. 18 de outubro de 2001.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. *Portaria 12/2002. Altera a Portaria 237/2001*. Brasília, DF. 22 de janeiro de 2002.
- Munoz, F.; Souza, E.B. e Veríssimo, E.W. – *Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar. Relatório Anual*. 66p. Dezembro. 2007.

