

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Minas

ISSN 0104-0553

BT/PMI/132

**Contribuição à Implantação de
um Novo Pólo de Fertilizantes no
Nordeste do Brasil**

Gildo de Araújo Sá C. de Albuquerque
Eduardo Camilher Damasceno



São Paulo – 2001

O presente trabalho é uma versão abreviada da tese de doutorado apresentada por Gildo de Araújo Sá C. de Albuquerque, sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Camilher Damasceno, "Contribuição à Implantação de um Novo Polo de Fertilizantes no Nordeste do Brasil" com defesa realizada em 09/02/01, na EPUSP.

A íntegra da tese encontra-se à disposição dos interessados com o autor e na Biblioteca do Depto. de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Albuquerque, Gildo de Araújo Sá Cavalcanti de
Contribuição à implantação de um novo pólo de fertilizantes
no nordeste do Brasil / G.A.S.C. de Albuquerque, E.C. Damas-
ceno. – São Paulo : EPUSP, 2001.

33 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, De-
partamento de Engenharia de Minas, BT/PMI/132)

1. Fertilizantes – Polo no nordeste 2. Fertilizantes – Merca-
do I. Damasceno, Eduardo Camilher II. Universidade de São
Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Mi-
nas III. Título IV. Série

ISSN 0104-0553

CDU 631.8(812/813)
338.433

GILDO DE ARAÚJO SÁ CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

EDUARDO CAMILHER DAMASCENO

**CONTRIBUIÇÃO À IMPLANTAÇÃO DE
UM NOVO PÓLO DE FERTILIZANTES
NO NORDESTE DO BRASIL**

Edição abreviada de tese de doutorado
apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em
Engenharia

SÃO PAULO

2000

SUMÁRIO

Página

Resumo	
Abstract	
Objetivos	
Metodologia	
1. INTRODUÇÃO	1
2. A INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES E OS PRINCIPAIS NUTRIENTES	2
3. PRODUÇÃO E CONSUMO DE FERTILIZANTES	2
3.1. Produção e Consumo de Fertilizantes no Mundo	2
3.2. Produção e Consumo de Fertilizantes no Brasil	5
3.3. Produção e Consumo de Fertilizantes no Nordeste do Brasil	5
4. A DISPONIBILIDADE DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES NA REGIÃO NORDESTE	7
5. A CONCEPÇÃO DO PROJETO INDUSTRIAL DO NOVO PÓLO.....	11
6. ANÁLISES ECONÔMICO-FINANCEIRAS DO PROJETO INDUSTRIAL	17
6.1. Premissas básicas	22
6.2. Investimentos, Cronograma de Desembolso e Custos Operacionais	23
6.3. Projeções dos Fluxos de Caixa	25
6.4. Análises de sensibilidade	26
6.5. Comentários sobre os resultados obtidos	26
7. CONCLUSÕES	29
8. BIBLIOGRAFIA	31

RESUMO

O presente trabalho objetiva trazer subsídios à real possibilidade de implantação de um novo pólo de fertilizantes no Nordeste do Brasil. Este novo pólo tem como sua principal característica a viabilidade de utilização de matérias-primas regionais (a exceção do enxofre), contribuindo também para evitar o uso de moedas fortes na aquisição de fertilizantes necessários à expansão da agricultura regional.

Inicialmente são feitos alguns comentários abrangendo os três maiores nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio). A seguir, são sinteticamente abordadas as produções e o comércio de fertilizantes no mundo, no Brasil e no Nordeste do Brasil, mostrando, no último caso, a carência de fosfatados e a importância de produção autóctone, principalmente levando-se em conta os diversos projetos agrícolas previstos, tanto em programas de governo, quanto em investimentos privados.

São posteriormente discutidas, em capítulos especialmente dedicados a tais apreciações, as possíveis fontes regionais de matérias-primas, bem como a formatação e localização do pólo previsto, em função das condições de mercado vigentes na Região.

Complementando os estudos realizados, são feitas análises econômico-financeiras do projeto aqui delineado, permitindo a definição de sua viabilidade, aliada à oportunidade do investimento e ao largo alcance social advindo de sua implantação. Como parte final estão incluídas considerações sobre os diversos impactos oriundos da implantação do novo pólo de fertilizantes, além de conclusões sobre o tema abordado na Tese.

ABSTRACT

The goal of the present work is to subsidize a real possibility of implementing in the Brazilian Northeast a fertilizers production pole. Its main characteristic is to become viable the use of regional raw materials (except sulfur) and, also contributing to avoid the expenditure of hard currency in the acquisition of the needed fertilizers to improve the regional agriculture.

The paper begins with some considerations including the three larger nutrients as nitrogen, phosphorus and potassium. In a resumed form is approached the production and trade of fertilizers in the world, in Brazil, as well as in the Northeast of Brazil, showing, in the last case, the deficiency of phosphate products and the importance of autochthonous production, mainly taking into account the several foreseen agricultural projects, so much in government's program as in private investments.

Later on are focused in chapters especially dedicated, the sources of possible raw materials, the location and types of industrial units of the foreseen pole, contingent to the effective market's conditions of the Region.

Complementing the accomplished studies, economic-financial analysis of the project are made showing the definition of its viability, the investment opportunity and the social importance that will certainly appears after materialization. As final part are included considerations on the several impacts originating from the construction of the new pole of fertilizers, besides conclusions on the theme approached in the Thesis.

OBJETIVOS

O primeiro objetivo do presente trabalho foi analisar a possibilidade de mineração de novas fontes de fosfato na Região Nordeste do Brasil, a partir de dados geológicos e tecnológicos já conhecidos. O segundo objetivo, o qual originou o tema de tese, foi estudar a viabilidade de um novo pólo de fertilizantes naquela Região, preferencialmente no interior, utilizando o superávit de nitrogênio e potássio, cuja produção regional supera em muito a demanda existente.

Considerando que o crescimento da agricultura naquela Região é mais acentuado nas áreas irrigadas do semi-árido, a análise da viabilidade de interiorização da indústria de fertilizantes, vem inclusive ao encontro das metas previstas no Plano Plurianual de Governo (PPA-2000). Saliente-se que o novo conceito de eixos de desenvolvimento, privilegia para o Nordeste o chamado Eixo São Francisco, exatamente pelas possibilidades agrícolas no entorno do mesmo.

Atualmente, com exceção do superfosfato simples (SSP) produzido pela CIBRAFÉRTIL em Camaçari-BA, e pela Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., em Luiz Eduardo Magalhães (ex-Mimoso do Oeste)-BA, ambas utilizando parcialmente, a partir de 1998, concentrado fosfático produzido em Irecê-BA, todos os demais produtos fosfatados consumidos no Nordeste são alóctones. Somente as importações de outros países superam US\$ 50 milhões anuais.

Visando ao estudo pretendido, foi inicialmente levantada a disponibilidade na Região Nordeste de matérias-primas para a produção de fertilizantes fosfatados, bem como definidas as produções da mina e do complexo industrial projetado. A produção mineral foi determinada em função das reservas melhor conhecidas e do possível mercado, enquanto o perfil produtivo das unidades químicas obedeceu à demanda de produtos fosfatados, mais previsível em futuro próximo.

Objetivou-se, ainda, com a realização de análises econômico-financeiras, demonstrar que o novo pólo seria lucrativo, possibilitando o interesse de empresários do setor de fertilizantes. Pretendeu-se, também, realçar a importância social de todo o projeto, a qual, aliada à viabilidade tecnológica de minimizar os impactos ambientais decorrentes, inserem o novo pólo no rol de empreendimentos mais propícios ao desenvolvimento sustentável do Nordeste.

METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico inicial abrangeu as informações disponíveis sobre produção e consumo de fertilizantes, particularizando-se o melhor conhecimento de tais parâmetros na Região Nordeste do Brasil. Paralelamente, foram pesquisadas as fontes bibliográficas contendo dados geológicos e tecnológicos sobre as diversas ocorrências e/ou jazidas de fosfato na mesma Região. Dos estudos realizados adquiriu solidez a constatação da viabilidade de lavra da jazida de fosfato localizada em Angico dos Dias/Caracol (BA/PI) e a possibilidade de implantar um pólo de fertilizantes contendo os principais macronutrientes N, P e K.

Após determinação da tonelagem anual de concentrado a ser produzida na jazida, em função de suas características geológicas e tecnológicas, foi fixado o melhor perfil produtivo do complexo químico, tendo em vista as necessidades do mercado a ser atendido. O estudo do mercado de fertilizantes, principalmente as perspectivas para os próximos anos, utilizou os dados estatísticos disponíveis, bem como as informações coletadas junto a produtores e consumidores regionais. Sabendo-se as origens das diversas matérias-primas, bem como a destinação final mais provável dos produtos fosfatados, foi determinada a localização do complexo químico.

Considerando que a mineração tem como uma de suas principais características a rigidez locacional, a localização do novo pólo de fertilizantes tornou-se uma função direta das melhores condições de investimentos e custos encontrados para a implantação do complexo químico. O cálculo para a fixação do local levou em conta os custos de aquisição e transporte das matérias-primas, os investimentos para implantação das unidades industriais, o custo operacional das mesmas e as despesas previstas para acesso ao mercado. A otimização dos fatores envolvidos, aliada a algumas importantes características locais, apontou a cidade de Juazeiro-BA como a opção mais indicada.

Em seguida, com base nos dados obtidos, foram feitas análises econômico-financeiras interessando o novo pólo, bem como discriminados os mais importantes impactos decorrentes da mineração do fosfato e da sua posterior industrialização. Os resultados encontrados asseguram que o novo pólo é viável, tanto sob o ponto de vista econômico-financeiro, quanto sob os aspectos ambiental e social.

1. INTRODUÇÃO

As substâncias e/ou produtos que fornecem aos vegetais os nutrientes imprescindíveis ao seu crescimento e à sua produtividade são chamados de fertilizantes. Os componentes dos fertilizantes (Figura 1) podem ser divididos em quatro categorias fundamentais: macronutrientes naturais [carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O)]; macronutrientes primários [nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K)]; macronutrientes secundários [cálcio (Ca), enxofre (S) e magnésio (Mg)] e micronutrientes [boro (B), cloro (Cl), cobalto (Co), cobre (Cu) ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn)]. Enquanto os macronutrientes não naturais, principalmente os primários, são utilizados em maiores proporções, da ordem de quilos por hectare, os micronutrientes, como o nome indica, são medidos em gramas por hectare.

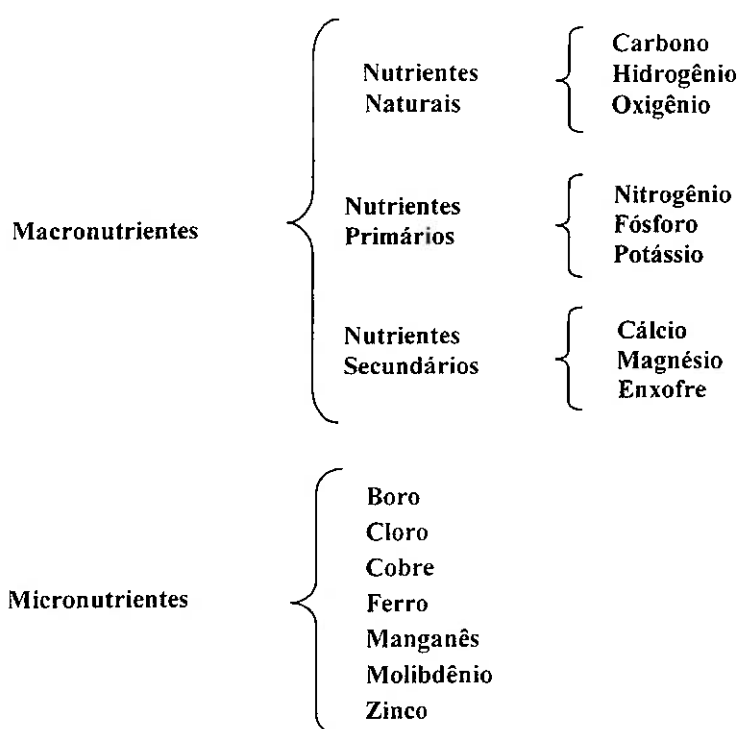


Figura 1 – Os elementos químicos essenciais para o crescimento das plantas.

É óbvio que a disponibilidade local de recursos naturais, requeridos na produção de fertilizantes, determina a capacidade de produção interna dos mesmos. A dimensão do consumo porém, é mais fortemente determinada pela maior ou menor expressão agrícola e pela capacidade econômica dos países.

2. A INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES E OS PRINCIPAIS NUTRIENTES

Muito embora fertilizantes ou adubos naturais tenham lugar na produção agrícola, somente os produtos industrializados, em níveis elevados, aliados a outros fatores, tais como melhor manejo do solo, mecanização agrícola, aplicação adequada de defensivos agrícolas e desenvolvimento de semente selecionadas, é que têm permitido o extraordinário crescimento da agricultura em escala mundial.

A Figura 2 mostra um fluxograma da produção industrial de fertilizantes, permitindo a visualização da seqüência de transformação de matérias-primas em produtos intermediários, seguindo-se os fertilizantes básicos mais frequentes e as misturas de formulação N-P-K.

Como matérias-primas básicas figuram a amônia (NH_3), a rocha fosfática [concentrado de $\text{CaF}_2(\text{PO}_4)_6$] e o enxofre (S). Como matérias-primas intermediárias ou produtos intermediários aparecem o ácido sulfúrico (H_2SO_4), o ácido fosfórico (H_3PO_4) e o ácido nítrico (HNO_3).

Os fertilizantes básicos podem ser assim relacionados: MAP ou fosfato de monoamônio ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), DAP ou fosfato de diamônio [$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$], SSP ou superfosfato simples [$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$], TSP ou superfosfato triplo [$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$], termosfosfato (misturas), fosfato natural parcialmente acidulado (rocha fosfática com ácido sulfúrico), uréia (NH_2CONH_2), nitrato de amônio (NH_4NO_3), nitrocálcio (mistura de nitrato de amônio com pó calcário), sulfato de amônio [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] e cloreto de potássio (KCl).

A partir dos fertilizantes básicos são feitas as misturas e/ou produtos granulados de formulação N-P-K. As formulações são normalmente expressas por 3 números como, por exemplo: 04-14-08; o primeiro número fornece o teor de nitrogênio do fertilizante, medido em N, o segundo dá o teor de fósforo, medido em P_2O_5 e o terceiro equivale ao teor de potássio, medido em K_2O .

No caso do fósforo existe também a medida em BPL (*Bone Phosphate of Lime*), pouco usada atualmente. A correlação para passagem do teor em BPL para P_2O_5 é dividir o teor em BPL por 2,184. Quanto ao potássio a relação entre K_2O e KCl é obtida multiplicando-se por 1,6 o teor em K_2O para se obter o valor em KCl.

3. PRODUÇÃO E CONSUMO DE FERTILIZANTES

3.1. Produção e Consumo de Fertilizantes no Mundo

As diferentes relações de consumo de N-P-K dizem respeito não apenas ao tipo de solo e clima de uma região, como, ainda, ao tipo de agricultura praticado e espécie de cultivo ao qual se destina o fertilizante.

No Brasil, a relação média N-P-K é de 1-1,41-1,49, enquanto a relação média mundial é de 1-0,40-0,28. Há no Brasil um maior consumo relativo de fósforo e potássio, quando comparados com a média mundial.

Na Tabela 1, é apresentado o consumo dos 20 países maiores consumidores de fertilizantes, no ano de 1998, mostrando que o Brasil é o quarto maior consumidor mundial de nutrientes.

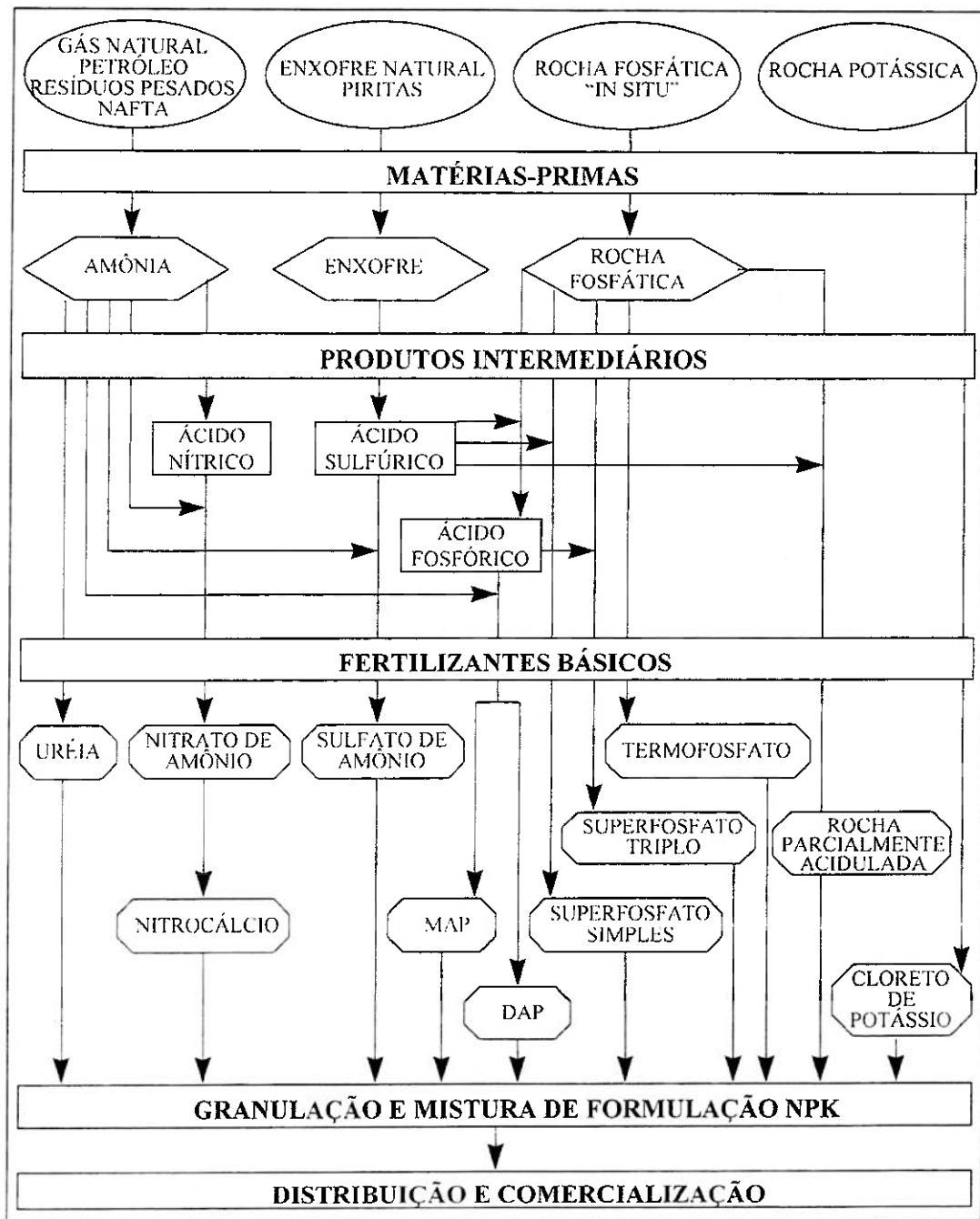


Figura 2 - Fluxograma da produção de fertilizantes.

Fonte: PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ (Ano 1992) - Modificado.

Tabela 1 - Consumo mundial de fertilizantes por País. (Ano 1998)

País	Consumo em 10 ³ t de nutrientes	Participação
China	33.709	24,9%
Estados Unidos	20.203	15,0%
Índia	16.195	12,0%
Brasil	5.492	4,1%
França	4.989	3,7%
Alemanha	2.857	2,1%
Canadá	2.718	2,0%
Paquistão	2.659	2,0%
Reino Unido	2.316	1,7%
Indonésia	2.258	1,7%
Austrália	2.184	1,6%
Espanha	2.171	1,6%
Turquia	1.825	1,4%
Itália	1.815	1,3%
Polônia	1.604	1,2%
Federação Russa	1.550	1,1%
Vietnã	1.544	1,1%
Japão	1.505	1,1%
Tailândia	1.479	1,1%
México	1.456	1,1%
Outros	24.495	18,2%
TOTAL	135.024	100,0%

Fonte: IFA *apud* ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999

Na Tabela 2 estão comparados os dados brasileiros de produção de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes com idênticos dados em abrangência mundial, ainda referentes ao ano de 1998.

Tabela 2 - Participação do Brasil na produção mundial de matérias-primas e produtos intermediários para a produção de fertilizantes. (Ano 1998)

PRODUTORES PRODUTOS	Produção Mundial		Produção Brasil	
	Em 10 ³ t	%	Em 10 ³ t	%
Amônia (em t de N)	104.943	100	949	0,9
Enxofre Elementar (em t de S)	39.815	100	-	-
Ácido Sulfúrico (em t de H ₂ SO ₄)	155.108	100	4.506	2,9
Rocha Fosfática (em t de conc.)	137.895	100	4.421	3,2
Potássio (em t de K ₂ O)	25.470	100	315	1,2

Fonte: IFA *apud* ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999.

3.2. Produção e Consumo de Fertilizantes no Brasil

Como já visto, a relação entre N-P-K no Brasil é diferente da média mundial, tendo maior apelo ao consumo de fósforo e potássio. Tal fato, além dos fatores climáticos e do cultivo existente, recebe uma extraordinária influência do tipo de solo.

A ANDA – Associação Nacional para a Difusão de Adubos, estima que o consumo de fertilizantes no Brasil, para atender à demanda de produtos agrícolas, tanto destinados à exportação, quanto ao consumo interno, cresça cerca de 30%, entre 1999 e 2008. Na Região Sul o crescimento deverá ser mais modesto, da ordem de 19%. A Região Norte/Nordeste, atualmente com pequena produção agrícola, deverá apresentar taxa de 36%, a maior do País. A Região Centro, compreendendo o Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Tocantins, terá o consumo de fertilizantes crescendo à taxa de 31%, no mesmo período (ANDA, 1999).

Considerando as estatísticas da ANDA, verifica-se que a produção brasileira de P_2O_5 fertilizante, em 1999, a partir de rocha nacional, alcançou 1.216 mil toneladas, para o total de 1.967 mil toneladas de P_2O_5 de fertilizantes fosfatados entregue ao consumidor final. Há, portanto, um déficit nacional da ordem de 40%, em P_2O_5 . Para o nitrogênio (N) e o potássio (K_2O), os déficits a partir da produção nacional de matérias-primas para fertilizantes foram, respectivamente, de 23% e 83%, no mesmo ano de 1999.

Quaisquer que sejam as projeções adotadas para o consumo de fertilizantes no Brasil, verifica-se facilmente que o déficit já existente, a ser coberto por importações, tende a ser crescente, caso novos projetos não sejam implantados, em áreas nas quais ocorra viabilidade para tanto.

3.3. Produção e Consumo de Fertilizantes no Nordeste do Brasil

No Nordeste, como de resto em todo o Brasil, o consumo de fertilizantes teve início com a importação de misturas N-P-K. Posteriormente, no começo dos anos 50, foram implantadas as primeiras misturadoras e uma fábrica de SSP no estado de Pernambuco, hoje desativada. Foram assim dados os primeiros passos na substituição de importações de produtos acabados pela importação de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes. As misturas passaram a ser feitas regionalmente.

Em agosto de 1957 teve início a produção de rocha fosfática no Nordeste do Brasil, com o projeto da Fosforita Olinda S.A. - FASA, em Olinda - PE, aproveitando depósito sedimentar de composição similar aos existentes na Flórida e no Norte da África, embora em volumes bem mais modestos e com maior capeamento estéril (EVANS, 1959). Apesar da competência da equipe técnica responsável pelo projeto, liderada pelos Engenheiros de Minas Francisco Moacyr de Vasconcellos e Sandoval Carneiro de Almeida, não foi possível superar dificuldades, principalmente externas, que garroteavam a colocação do concentrado fosfático no mercado nacional, levando a produção a ser encerrada em 1968, em caráter definitivo.

Somente ao final da década dos anos 70 e início dos anos 80, o Nordeste retomaria a produção de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes, porém, fora do âmbito dos fosfatados. A implantação do Pólo Petroquímico de Camaçari-BA, permitiu a produção de nitrogenados e a exploração dos depósitos potássicos de Taquari-Vassouras-SE, deu início à produção de cloreto de potássio no Brasil. Em termos de rocha fosfática no Nordeste, apenas em 1998, ou seja, trinta anos após o fechamento da Fosforita Olinda S.A., o Grupo Galvani, utilizando técnicas de

concentração a seco, desenvolvidas no Brasil, retomou em Irecê-BA a produção de concentrado fosfático na Região.

Especificamente com relação ao Nordeste, as Tabelas 3 e 4, respectivamente, mostram a produção de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes (período 1994/1999), bem como o consumo de fertilizantes no período 1995/1999.

Tabela 3 – Produção nordestina de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes (em t/ano)

Anos Item	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Crescimento (em % ao ano)
Produto	1.269.681	1.385.184	1.334.917	1.526.784	1.584.861	1.735.973	6,4
N	313.666	349.701	305.231	355.398	312.839	368.916	3,3
P ₂ O ₅ (*)	23.216	32.915	36.471	39.235	53.935	49.464	16,3
K ₂ O	229.365	224.128	240.695	281.381	326.486	347.836	8,7

Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES (1995-1999)

(*) Inclui SSP feito com rocha importada

Tabela 4 - Consumo de fertilizantes no Nordeste, expresso em toneladas(*)

Estado	A n o					Crescimen to ao ano (%)
	1995	1996	1997	1998	1999	
Maranhão	46.698	79.981	92.473	133.528	103.582	22,0
	21.307	35.072	39.745	57.315	43.794	19,7
Piauí	12.667	21.250	22.718	24.839	29.379	23,4
	5.491	9.192	9.749	10.535	12.238	22,2
Ceará	13.223	15.935	23.041	22.315	17.106	6,6
	5.501	6.630	9.445	9.492	7.339	7,4
Rio Grande do Norte	34.384	28.828	38.885	45.281	38.561	2,9
	13.933	12.003	14.926	17.503	15.070	2,0
Paraíba	37.655	37.103	46.780	41.780	29.376	- 6,4
	14.087	14.109	17.232	16.521	11.512	- 5,2
Pernambuco	158.164	180.183	189.613	157.858	129.846	- 5,0
	63.188	66.148	70.473	61.110	51.202	- 5,4
Alagoas	230.508	236.123	210.579	209.098	162.792	- 9,0
	90.112	92.778	79.409	76.466	57.215	- 12,0
Sergipe	14.895	18.420	18.563	22.326	17.253	3,7
	5.693	7.708	6.597	8.625	7.006	5,3
Bahia	465.459	525.718	611.309	688.619	691.642	10,4
	187.986	199.474	222.339	251.810	267.994	9,3
TOTAL	1.016.653	1.143.541	1.253.961	1.345.644	1.219.537	4,6
	407.298	443.114	469.915	509.377	473.370	3,8
Total de N	119.902	121.784	122.031	135.484	119.986	1,0
Total de P ₂ O ₅	129.494	144.016	161.787	164.200	153.017	4,3
Total de K ₂ O	157.902	177.314	186.097	209.693	200.367	6,1

Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES (1995-1999)

(*) O número superior indica o total em produtos; o inferior expressa os nutrientes

Verifica-se pelas tabelas anteriores que atualmente o Nordeste é auto-suficiente em uréia e cloreto de potássio, os quais exporta até para outras regiões. As importações regionais destes produtos, quando ocorrem, revelam simples

oportunidades comerciais, porém, nunca prementes necessidades. Já com relação aos fosfatados, a situação é bem diferente, devido à carência de produção e às necessidades agrícolas regionais.

O P_2O_5 é praticamente todo importado, seja sob a forma de rocha fosfática para a produção de SSP, seja sob a forma de TSP ou MAP. Apenas a Galvani, no município de Luiz Eduardo Magalhães (ex- Mimoso do Oeste-BA) e a Cibrafertil, em Camaçari-BA, utilizam o concentrado de Irecê-BA, em suas produções de SSP. Em 1999 a contribuição da rocha baiana foi pouco inferior a 10% do consumo regional em P_2O_5 . Para o corrente ano espera-se que essa contribuição alcance de 20 a 25% da demanda.

A Tabela 5 apresenta projeções de consumo dos nutrientes N, P_2O_5 e K_2O , no Nordeste. A análise da mesma deixa antever que, pelo menos até 2010, haverá auto-suficiência regional em N, com relação à atual produção, existindo ainda grandes excedentes exportáveis. Quanto ao K_2O , apenas a partir de 2007, na hipótese de maior demanda, ou somente após 2010, na hipótese de menor demanda, a Região deixará de ser auto-suficiente, ainda com relação à atual produção. No que diz respeito ao P_2O_5 , verifica-se desde já uma absoluta carência, a qual continuará a ser suprida com o crescimento de importações.

Para evitar o excessivo aumento da dependência externa, urge serem analisadas alternativas que possam minimizar a aquisição de fosfatados importados, possíveis de serem produzidos no próprio Nordeste, a partir de depósitos regionais de rocha fosfática.

Tabela 5 – Projeções de consumo de fertilizantes no Nordeste, para os anos 2003, 2007 e 2010 (em 10^3 t)

Nutriente	Produção Atual 1999	Consumo Atual 1999	Demanda em 2003		Demanda em 2007		Demanda em 2010	
			(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
N	369	120	138	125	158	130	175	134
P_2O_5	49	153	176	181	201	214	223	243
K_2O	348	200	229	253	263	321	292	383

Fonte: ANDA, 1999 a, com adaptações do autor: (1) adotando-se percentual de crescimento global de 3,5% a. a.; (2) adotando-se os percentuais anuais de crescimento real, vigentes no período 95/99, ou seja: 1,0% para N; 4,3% para P_2O_5 e 6,1% para K_2O .

4. A DISPONIBILIDADE DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES NA REGIÃO NORDESTE

Segundo Damasceno et alli., 1988, depósitos fosfáticos, conhecidos na Região Nordeste ocorrem nos Estados do Maranhão, Ceará, Pernambuco e Bahia. No Maranhão as reservas são de fosfato aluminoso (Trauíra, Pirocáua e Itacupim), não se prestando à produção de fosfatados solúveis convencionais. No máximo, a exemplo da jazida de Lam-Lam, no Senegal, poderiam ser utilizados em processos produtivos de termofosfatos.

No Estado do Ceará, os depósitos fosfáticos ocorrem associados ao urânio e se localizam na Fazenda Itataia, município de Santa Quitéria, 220 km ao Sul da capital Fortaleza. A INB – Indústrias Nucleares do Brasil S. A., detentora dos direitos

minerários da área, estima as reservas lavráveis de fosfato uranífero em cerca de 79,5 milhões de toneladas de minério, com 11,17% P_2O_5 e 998 ppm de U_3O_8 . Além de dificuldades específicas, relativas ao beneficiamento do próprio minério, as reservas de Itaia estão comprometidas com a necessidade de equacionamento do problema do alto teor de urânio nelas contido. Estando o urânio na rede cristalina da apatita, sua recuperação só é possível a partir do ácido fosfórico produzido, ou seja, o concentrado não pode ser utilizado diretamente. Tal impossibilidade inviabiliza a produção local de SSP e TSP, fertilizantes largamente usados na Região Nordeste.

Quanto às reservas fosfáticas de Pernambuco, situadas nos municípios de Olinda e Paulista, vizinhos à capital Recife, embora da ordem de 6,3 milhões de toneladas de P_2O_5 , não podem as mesmas ser atualmente lavradas. Além de restrições ambientais, relacionadas com nascentes de água potável e defesa de manguezais, a acelerada urbanização do Recife incorporou as áreas das jazidas em seu processo de expansão. Qualquer tentativa de lavra a céu aberto será tolhida pela existência local de grandes conjuntos habitacionais. Por outro lado, a lavra subterrânea, tentada anteriormente pela FASA – Fosforita Olinda S. A. (PEREIRA, N.M., 1970), se mostrou absolutamente antieconômica.

No Estado da Bahia são conhecidas duas jazidas de fosfatos: a primeira em Irecê e a segunda em Angico dos Dias, município de Campo Alegre de Lourdes. De acordo com citação de DAMASCENO et alli., 1988, os depósitos de Irecê têm origem orgânica e são associados a rochas do grupo Bambuí. Segundo MONTEIRO, 1995, o minério superficial, resultante da lixiviação dos carbonatos associados, constitui um depósito fosfático supergênico, possuindo uma reserva medida de $3,92 \times 10^6$ toneladas, com um teor médio de 14,72% P_2O_5 . O minério primário subjacente tem reservas medidas de $6,2 \times 10^6$ toneladas e reservas indicadas/inferidas de $30,68 \times 10^6$ toneladas, ambas com teor médio de 17,7% P_2O_5 .

A outra jazida fosfática existente na Bahia está em Angico dos Dias, localidade situada a Noroeste do Estado, no município de Campo Alegre de Lourdes, tendo extensão para o fronteiro município de Caracol, no Estado do Piauí. Os estudos ali realizados pela CBMM – Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia, então detentora dos direitos minerários da área, levaram à definição de um corpo carbonatítico de idade Pré-cambriana, mineralizado em fosfato. O complexo Angico dos Dias é caracterizado pela presença de mineralizações de apatita, disseminadas tanto no metacarbonatito inalterado quanto no seu produto de alteração.

Considerando-se exclusivamente as reservas medidas de minério fosfático residual em Angico dos Dias/Caracol, constantes nos Relatórios de Pesquisa (MINERAÇÃO DIADEMA LTDA., 1992; LIBERAL, 1989), pode ser estabelecida a disponibilidade de minério constante do Quadro 1.

Quadro 1 – Reservas medidas de minério fosfático residual em Angico dos Dias (BA) e Caracol (PI)

Tipo de Minério	Local	Toneladas de minério	% P_2O_5	Toneladas de P_2O_5
Apatitito + Apatitito recristalizado	Angico dos Dias	6.780.525	22,04	1.494.428
Apatitito	Caracol	1.364.000	19,40	264.616
Subtotal	Angico dos Dias + Caracol	8.144.525	21,60	1.759.044
Outros tipos (micáceo, magnesiano e carbonatítico)	Angico dos Dias	8.250.848	11,11	916.669
Reserva medida total	Angico dos Dias + Caracol	16.395.373	16,32	2.675.713

Fonte: MINERAÇÃO DIADEMA LTDA., 1992 e LIBERAL, 1989

As pesquisas realizadas por LINS & MONTE, 1999, conquanto ainda não publicadas, permitem explicitar os seguintes pontos:

- o aumento da intensidade do campo magnético (até 21.000 G) resulta em aumento da remoção de ferro, bem como elevação dos teores em P_2O_5 no concentrado não magnético;
- os melhores resultados nos ensaios de separação magnética de alta intensidade, a seco, foram obtidos com a fração – 1,19 + 0,074 mm, após o material ser submetido à atrição;
- a recuperação de P_2O_5 no concentrado não magnético atingiu pouco mais de 60% do fosfato contido na amostra original, obtendo-se teores de P_2O_5 no concentrado, superiores a 37,0%;
- nos concentrados não magnéticos de maior teor em P_2O_5 , os teores de SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 e MgO , estão, respectivamente, ao redor de 19,1%, 1,5%, 1,8% e 0,3%, demonstrando a possibilidade de obtenção de concentrados adequados à produção de ácido fosfórico e fosfatados solúveis, por concentração a seco.

Os resultados já obtidos a seco, aliados aos dados de separação magnética a úmido (KAHN et alli., 1990), permitem concluir que a concentração a seco do apatitito e do apatitito recristalizado, os quais representam cerca de 65,7% do P_2O_5 contido no minério residual de Angico dos Dias/Caracol, é uma operação plenamente viável. Tais minérios, além de possuírem maior teor de P_2O_5 "in situ" do que a amostra estudada no CETEM, registram teores de SiO_2 expressivamente inferiores aos da amostra já referida.

A grande vantagem de ser possível a concentração a seco de pouco mais da metade das reservas medidas, é a possibilidade de redução das necessidades de água. Projetando-se, por exemplo, uma recuperação global de 75% do P_2O_5 contido (lavra + beneficiamento) e levando-se em conta que a vida útil de um depósito mineral normalmente não deve ser inferior à faixa entre 18/20 anos, em qualquer estudo mais acurado de viabilidade econômica, chega-se a um valor máximo de produção possível em Angico dos Dias/Caracol da ordem de 108.000 t/ano P_2O_5 , ou seja, 300.000 t/ano de concentrado fosfático, a 36% P_2O_5 , segundo dados do Quadro 1, permitindo seu amplo uso industrial.

Assim sendo, desde a concepção do projeto básico de beneficiamento, a alternativa de uma solução mista para a concentração do minério fosfático residual de Angico dos Dias/Caracol, tem que ser considerada. Já o minério primário, de uso futuro, cuja existência está provada, sem contudo existirem quantificações do mesmo, somente poderá ser beneficiado por métodos convencionais de flotação, em face da presença acentuada de carbonato de cálcio, associado à apatita.

A implantação da unidade de concentração deverá custar cerca de R\$ 50,00 por tonelada de concentrado produzido por ano, ou seja, R\$ 15.000.000,00. Essa estimativa considerou parâmetros levantados em recentes instalações que produzem concentrado fosfático em Irecê-BA e Lagamar-MG, bem como incorporou dados atualizados de antigo projeto (PAULO ABIB ENGENHARIA S.A., 1988a), além de prever a contratação da lavra com terceiros. As inversões previstas na mineração se encontram explicitadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Cronograma de desembolso para a implantação da mineração em Angico dos Dias (em R\$ 1.000,00)

Atividades	Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4
	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre	TOTAL
1. Projeto básico	300	-	-	-	-	-	300
2. Projeto detalhado	-	800	300	-	-	-	1.100
3. Suprimentos	-	3.000	3.500	2.000	-	-	8.500
4. Obras civis (incluindo poço e adutora)	-	5.000	1.500	1.000	-	-	7.500
5. Montagem	-	-	200	600	400	-	1.200
6. Pré-operação	-	-	-	-	600	800	1.400
TOTAL	300	8.800	5.500	3.600	1.000	800	20.000

Fonte: PAULO ABIB ENGENHARIA S.A., 1988a, com adaptações do autor.

Um resumo dos custos operacionais do empreendimento também pode ser feito, utilizando-se as mesmas fontes dos parâmetros anteriores, e acrescentando-se dados específicos do minério de Angico dos Dias/Caracol. Inicialmente, no tocante à lavra, verifica-se que uma solução mista de concentração, com recuperação global de 75% P_2O_5 requererá (Quadro 1) 3,27 toneladas de minério por tonelada de concentrado, o que significa cerca de 1.000.000 de t/ano de alimentação ao beneficiamento. Contratando-se a lavra e o transporte à usina de concentração por um valor razoável (R\$ 3,00/t) ter-se-á um custo de lavra de R\$ 3.000.000,00/ano.

A folha de pagamento, nela incluídos os encargos sociais e benefícios, foi estimada em R\$ 2.000.000,00/ano. Considerando outros itens do custo operacional e adotando-se para os mesmos os percentuais indicados pelos estudos da PAULO ABIB ENGENHARIA S.A. (1988a), aliados às estimativas de custos obtidas em Irecê e Lagamar, é possível estabelecer a Tabela 7, contemplando os custos operacionais previstos.

Tabela 7 – Previsão de custos operacionais para a produção de concentrado fosfático em Angico dos Dias/Caracol.

Itens	Valor anual em R\$	Custo em R\$/t de concentrado
Lavra contratada	3.000.000,00	10,00
Mão-de-obra (c/ encargos)	2.000.000,00	6,67
Material de manutenção e consumo	1.500.000,00	5,00
Reagentes	700.000,00	2,33
Energia elétrica	1.200.000,00	4,00
Combustíveis e lubrificantes	750.000,00	2,50
Despesas diversas	350.000,00	1,17
CUSTO OPERACIONAL	9.500.000,00	31,67

Fontes: PAULO ABIB ENGENHARIA S.A. (1988A). GALVANI INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA., com adaptações do autor.

Como o investimento total previsto é de R\$ 20.000.000,00, a depreciação anual de 12% representa R\$ 2.400.000,00, ou seja, R\$ 8,00/tonelada de concentrado. Considerando ainda que o investimento seja financiado em 50%, o capital próprio será de R\$ 10.000.000,00. Os juros anuais incidentes sobre o capital próprio foram estimados em 8%, o que representa R\$ 800.000,00 por ano ou uma incidência de R\$ 2,67/tonelada de concentrado. Assim sendo, o custo industrial total da tonelada de concentrado a ser produzido em Angico dos Dias/Caracol, está calculado em R\$ 42,34.

Para efeito de cálculo de rentabilidade do complexo químico, será considerado um preço de venda FOB de R\$ 60,00 por tonelada de concentrado. Prevendo-se uma incidência de impostos de 3,65% sobre o faturamento (PIS, COFINS) e despesas de 4% referentes a custos diversos, inclusive CFEM – Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, *royalties* do superficiário, bem como movimentação e carregamento do concentrado, a mineração ainda terá uma margem operacional da ordem de 22% sobre o faturamento bruto, o que é bastante razoável.

5. A CONCEPÇÃO DO PROJETO INDUSTRIAL DO NOVO PÓLO

As diversas alternativas para a concepção de um projeto industrial, a partir de 300.000 toneladas de concentrado fosfático, a 36% P_2O_5 , foram objeto de discussão com vários produtores e distribuidores da Região, tendo sido adotada neste trabalho o perfil produtivo que melhor obedece às seguintes premissas:

- a tecnologia a ser empregada no projeto, deve ter sido testada e aprovada em projetos similares, porém, também, deve ser compatível com os preceitos do desenvolvimento sustentável;
- a produção de fertilizantes destinada ao consumidor final não deve exceder 25% do mercado em 2003, ou seja, deve ser inferior a 350.000 toneladas/ano;
- o projeto industrial deve incorporar um leque de produtos que permita ampliações e/ou retrações da produção de determinados itens, em função de maior ou menor demanda de um produto específico;
- o abastecimento de rocha fosfática para atender às próximas necessidades da unidade de SSP, instalada no município de Luiz Eduardo Magalhães (ex-Imoso do Oeste), na região de Barreiras/BA, deve ser priorizado;

- os preços a serem praticados deverão ter competitividade com aqueles atualmente vigentes, nas mais importantes regiões de consumo;
- as perspectivas de mercado adotadas devem guardar coerência com a realidade que já começou a ser implantada no Nordeste, e manter sintonia com as previsões de crescimento mais factíveis;
- o consumo de produtos fosfatados não explicitados nas estatísticas da ANDA, deve ser objeto de atenção, tendo em vista que já são hoje adquiridos de fontes externas à Região.

Com relação aos últimos produtos citados, foram examinados os consumos de ácido fosfórico em solução (50% P_2O_5) e fosfato bicálcico (42% P_2O_5). O primeiro é utilizado em perímetros irrigados, isolada ou conjuntamente com outros nutrientes, especificamente na irrigação por gotejamento. Já o fosfato bicálcico é um importante componente da alimentação animal.

Considerando os números da ANDA referentes a fertilizantes entregues ao consumidor final no Nordeste, em 1999, bem como as estimativas feitas acerca da utilização do ácido fosfórico em solução e da aquisição de fosfato bicálcico, pode ser estabelecido o perfil de consumo constante da Tabela 8, projetando-se para 2003 o consumo dos fertilizantes, a uma taxa mínima de 3,5% ao ano, enquanto são mantidas para o ácido fosfórico em solução e para o fosfato bicálcico as mesmas estimativas anteriormente descritas.

Tabela 8 – Consumo em toneladas de alguns produtos fosfatados no Nordeste Anos 1999 e 2003 (previsão)

Produtos	Consumo Ano 1999	Consumo Ano 2003 (e)
Fertilizantes simples	408.860	469.176
Formulações em pó	6.685	7.671
Formulações granuladas	803.992	922.600
Total de fertilizantes	1.219.537	1.399.447
Ácido fosfórico solução	10.000	14.600
Fosfato bicálcico	57.000	70.000

Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999 e estimativas do autor (e)

A Tabela 9 foi elaborada utilizando-se parâmetros estequiométricos e rendimentos industriais habitualmente conseguidos. Saliente-se ainda que em decorrência da produção prevista serão obtidos como subprodutos cerca de 300.000 t/ano de fosfogesso, 4.700 t/ano de ácido fluossilícico e disponibilizados, em co-geração, 4,0 MW, com o uso do calor produzido pela reação exotérmica do enxofre, ao ser transformado em ácido sulfúrico.

Na concepção do processamento posterior, a ser efetuado no futuro pólo, foi considerado o elenco de produtos intermediários e fertilizantes básicos constantes da Tabela 9 e levado em conta o consumo de produtos fosfatados previsto para o Nordeste em 2003 (Tabela 8). Dentro deste balizamento foi montado o quadro de produção explicitado na Tabela 10, considerando-se a utilização no pólo de matérias-primas adquiridas a terceiros, quais sejam: calcário, amônia anidra (82% N), uréia (45% N), cloreto de potássio "standard" (60% K_2O) e cloreto de potássio granulado (60% K_2O). Os custos de aquisição de matérias-primas e embalagens e produtos finais constam da Tabela 11.

Tabela 9 – Produção e consumo de produtos intermediários e fertilizantes básicos previstos para o novo pólo a ser implantado (em t/ano)

ITENS	PRODUÇÃO	CONSUMOS DAS MATÉRIAS-PRIMAS					GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS		
		ENXOFRE	ROCHA	SULFÚRICO	FOSFÓRICO	FOSFOGESSO	ÁCIDO FLUOSSILÍCICO	ENERGIA	
Ácido Sulfúrico (98% H ₂ SO ₄)	200.000	68.000	-	-	-	-	-	4,0 MW	
Ácido Fosfórico (100% P ₂ O ₅)	60.000	-	180.000	160.000		300.000	3.200	-	
TSP pó (42% P ₂ O ₅)	48.000	-	20.000	-	14.700	-	300	-	
SSP pó (18% P ₂ O ₅)	110.000	-	60.000	40.000		-	1.200	-	
SOMA		68.000	260.000	200.000	14.700	300.000	4.700	4,0 MW	

Tabela 10 – Quantidades de produtos finais previstas para produção no novo pólo de fertilizantes no Nordeste e consumo das matérias-primas (em t/ano)

Produtos	Produção Total	Distribuição da Produção		Consumo das matérias-primas nas produções (t/ano)										
		Vendas	Consumo na Mistura	Amônia	Fosfórico	Uréia	TSP pó	TSP gr	SSP pó	SSP gr	MAP gr	Cloreto de potássico		Calciário
												Standard	Granulado	
Ácido fosfórico solução (50% P ₂ O ₅)	7.000	7.000	-	-	3.500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fosfato bicálcico (19% P ou 42% P ₂ O ₅)	30.000	30.000	-	-	12.600	-	-	-	-	-	-	-	-	18.000
MAP granulado (11-53-00)	45.000	30.000	15.000	6.300	24.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TSP granulado (44% P ₂ O ₅)	45.000	30.000	15.000	-	-	-	48.000	-	-	-	-	-	-	-
SSP granulado (20% P ₂ O ₅)	60.000	40.000	20.000	-	-	-	-	-	67.150	-	-	-	-	-
N-P-K granulado (02-18-18)	70.000	70.000	-	1.890	5.200	-	-	-	42.850	-	-	21.000	-	-
N-P-K mistura de grânulos (8,7 – 26,5 – 8,5)	70.000	70.000	-	-	-	10.000	-	15.000	-	20.000	15.000	-	10.000	-
Ácido fluossilícico (20% de concentração)	4.700	4.700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S O M A	331.700	281.700	50.000	8.190	45.300	10.000	48.000	15.000	110.000	20.000	15.000	21.000	10.000	18.000

Tabela 11 – Necessidades e custos de matérias-primas para o novo pólo de fertilizantes, incluindo embalagens previstas para o produto final.

Produtos	Origem	Consumo (t/a)	Custo FOB (R\$/t)	TOTAL Em R\$ 1.000,00
Enxofre	Importado	68.000	130,00	8.840
Rocha fosfática (36% P ₂ O ₅)	Angico dos Dias	260.000	60,00	15.600
Calcário	Local	18.000	20,00	360
Amônia anidra (82% N)	PETROBRÁS/SE	8.190	300,00	2.457
Uréia (45% N)	PETROBRÁS/SE	10.000	280,00	2.800
Cloreto de potássio ST (60% K ₂ O)	CVRD/SE	21.000	205,00	4.305
Cloreto de potássio GR (60% K ₂ O)	CVRD/SE	10.000	240,00	2.400
Soma das necessidades de matérias-primas		395.190	-	36.762
Embalagem – Sacaria (quantidade)	Bahia	2.000.000	0,42/saco	840
Bombonas plásticas (quantidade)	S.Paulo	245.000	5,00/bombona	306,25

OBSERVAÇÕES:

- 1) A produção total de rocha fosfática em Angico dos Dias será de 300.000 t/ano, das quais 40.000 t/ano serão enviadas para a unidade industrial da Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., no município de Luiz Eduardo Magalhães.
- 2) O custo da rocha foi estabelecido em R\$ 60,00/t de concentrado, considerando que o mesmo grupo deverá operar a mina e o complexo químico.
- 3) Os demais custos foram levantados junto aos produtores, obtendo-se o custo do enxofre por consulta a importadores.
- 4) O custo das embalagens foi obtido por consulta a produtores na Bahia e em São Paulo.

A Tabela 12 apresenta, de forma sintética, o resultado dos levantamentos realizados, em grande parte subsidiados pela contabilidade analítica das empresas que permitiram acesso aos seus dados internos. Tanto no que se refere a investimentos, quando no que diz respeito a custos, foram adotados parâmetros médios que pressupõem a existência de razoável infra-estrutura local, compatível com o porte do projeto. Em condições mais ínvias, haverá a necessidade de adoção de fatores multiplicativos, que contemplem a nova realidade.

Quanto à mão-de-obra prevista na Tabela 12, pode-se considerar um custo direto e indireto da ordem de R\$ 4.500.000,00 por ano. Para a energia elétrica, prevê-se que a co-geração responda conservadoramente por 60% do consumo, havendo, portanto, necessidade anual de aquisição a terceiros de cerca de 13,6 milhões de kWh. Assim sendo, pode-se considerar em R\$ 1.200.000,00, com boa margem de segurança, o custo da energia a ser adquirida a terceiros.

Tabela 12 – Estimativas de investimentos e custos para implantação e operação do novo pólo de fertilizantes a ser instalado no Nordeste

SETORES PRODUTIVOS	Ácido Sulfúrico 200.000 t/ano de produto	Ácido Fosfórico 60.000 t/ano de P_2O_5	Adubo Líquido 7.000 t/ano de produto	Fosfato Bicalcico 30.000 t/ano de produto	Acidulação 158.000 t/ano de produtos	Granulação 220.000 t/ano de produtos	Mistura de Grânulos NPK 70.000 t/ano de produto	Movimentação 395.190 t/ano de matérias- primas	TOTAL
Investimento fixo por t produzida/ano (em R\$/t)	50,00	333,33(1)	71,43	50,00	12,66	22,73	14,29	12,65	-
Investimento total (em R\$ 1.000,00)	10.000	20.000	500	1.500	2.000	5.000	1.000	5.000	45.000
Consumo de energia (em kWh/t produzida)	34	142	48	57	43	31	20	4	-
Consumo anual de energia (em kWh)	6.800.000	8.520.000	336.000	1.710.000	6.794.000	6.820.000	1.400.000	1.581.000(2)	33.961.000
Previsão de mão-de-obra (3) (em homens/setor produtivo)	36	40	4	20	30	50	10	10	200
Previsão de custo de material de manutenção e consumo (em R\$/t produzida/ano)	4,00	20,00	6,00	5,30	1,30	5,40	3,00	0,5	-
Custo anual de material de manutenção e consumo (em R\$ 1.000,00)	800	1.200	42	159	205	1.188	210	198	4.002
Previsão de custo de combustíveis e lubrificantes (em R\$/t produzida/ano)	0,50	6,70	2,80	1,30	0,60	5,40	0,60	0,30	-
Previsão anual de custo de combustíveis e lubrificantes (em R\$ 1.000,00)	100	402	20	39	95	1.188	42	118	2.004
Despesas diversas (em R\$/t produzida/ano)	0,15	1,00	1,30	1,20	0,10	0,34	0,64	0,07	-
Despesas diversas (em R\$ 1.000,00/ano)	30	60	9	36	16	75	45	28	299

Fontes: Análises de custos coletados junto às empresas Galvani Indústria, Comércio e Serviços Ltda., Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., Paulo Abib Engenharia S.A. (1988a), com adaptações do autor.

OBSERVAÇÕES: (1) Inclui custos para deposição do fosfogesso

(2) Inclui energia consumida em serviços gerais e administrativos do Complexo Químico.

(3) Inclui, distribuído por cada setor produtivo, pessoal responsável por geração de energia, logística, laboratório, segurança industrial, meio ambiente, tratamento de água e de resíduos, manutenção, compras, recursos humanos, vendas, contabilidade e serviços gerais, bem como gerência industrial.

6. ANÁLISES ECONÔMICO-FINANCEIRAS DO PROJETO INDUSTRIAL

Para a determinação da viabilidade econômica do empreendimento, nas condições de produção anteriormente definidas, compreendendo a mineração e o complexo químico, foram analisados inicialmente parâmetros de custos e preços de venda.

Com base na Tabela 12, foi elaborada a Tabela 13. Para tanto, utilizando-se de elementos de gestão industrial, obtidos junto a produtores que permitiram sua disponibilização, foram considerados para a determinação do custo industrial dos produtos: a depreciação anual de 12% do investimento fixo, o capital próprio no projeto de R\$ 20.000.000,00 e os juros anuais de 8% sobre o capital próprio.

Conhecendo-se as proporções das matérias-primas e produtos intermediários envolvidos na elaboração dos produtos finais de venda (Tabelas 9 e 10), seus custos de aquisição (Tabela 11), as estimativas de investimentos (Tabela 12), bem como os custos de industrialização (Tabela 13), pode ser montada a Tabela 14, na qual se determinam os custos finais dos produtos.

A tabela 15 apresenta uma comparação entre os preços atuais de produtos fosfatados, em Petrolina/Juazeiro, e os custos previstos e preços de venda sugeridos para o novo pólo de fertilizantes. Os preços de venda sugeridos levam em conta os custos de transporte, objetivando permitir ao novo pólo concorrer nas mais produtivas áreas agrícolas do Nordeste, com qualquer produto fosfatado alóctone à Região.

Muito embora os preços sugeridos possam ser modificados, em função do mercado, sua escolha não foi aleatória e pode ser bem explicada. Por outro lado, considerando o caráter modular previsto para o novo pólo, pode ser dada prioridade, mais uma vez na dependência do mercado, à elaboração de produtos com maior margem operacional, desde que obedecidas as capacidades máximas de produção, em função dos balanços estequiométricos das unidades industriais. Para a determinação do cronograma de desembolso do complexo químico, adotou-se, como referência, o padrão sugerido em PAULO ABIB ENGENHARIA S.A., 1988a, o que deu origem à Tabela 16.

A partir dos preços sugeridos e conhecendo-se os custos envolvidos na obtenção dos diversos produtos, bem como utilizando-se o perfil produtivo adotado para o novo pólo, foi possível elaborar a Tabela 17, discriminando o faturamento total por vendas, com as respectivas despesas e resultados. Mesmo com o resultado negativo do MAP granulado e com a pequena contribuição do TSP granulado, condições que podem mudar para melhor na fase operativa do complexo, a margem operacional deverá ser de 23%, resultado que pode ser considerado animador aos possíveis investidores.

Com base nos resultados de investimentos, de custos e de faturamento, determinados ao longo do presente trabalho, algumas outras análises econômico-financeiras do novo pólo de fertilizantes podem ser efetuadas, visando a determinar os seguintes indicadores de decisão: Valor Atual Líquido do Fluxo de Caixa Descontado (VAL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Ponto de Nivelamento e *Pay-Back*.

Tabela 13 - Despesas Totais de Produção e sua Distribuição por Setores Produtivos (em % e em R\$ 1.000,00/ano)

CONTA	ÁCIDO SULFÚRICO		ÁCIDO FOSFÓRICO		ADUBO LÍQUIDO		FOSFATO BICÁLCICO		ACIDULAÇÃO		GRANULAÇÃO		N-P-K MISTURA		MOVIMENTAÇÃO		TOTAL ANUAL	
	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor
Mão-de-obra + Enc + Benefícios	18,0	810,0	20,0	900,0	2,0	90,0	10,0	450,0	15,0	675,0	25,0	1 125,0	5,0	225,0	5,0	225,0	100,0	4 500,0
Mat Manutenção e Consumo	20,0	800,0	30,0	1 200,0	1,0	40,0	4,0	160,0	5,0	200,0	30,0	1 200,0	5,0	200,0	5,0	200,0	100,0	4 000,0
Energia Elétrica (com Turbo Gerador)	20,0	240,0	25,0	300,0	1,0	12,0	5,0	60,0	20,0	240,0	20,0	240,0	4,0	48,0	5,0	60,0	100,0	1 200,0
Combustíveis e Lubrificantes	5,0	100,0	20,0	400,0	1,0	20,0	2,0	40,0	5,0	100,0	60,0	1 200,0	2,0	40,0	5,0	100,0	100,0	2 000,0
Despesas Diversas	10,0	30,0	20,0	60,0	3,0	9,0	12,0	36,0	5,0	15,0	25,0	75,0	15,0	45,0	10,0	30,0	100,0	300,0
Totais por Setor	16,5	1 980,0	23,8	2 860,0	1,4	171,0	6,2	746,0	10,3	1 230,0	32,0	3 840,0	4,7	568,0	5,1	615,0	100,0	12 000,0
Toneladas a Produzir/ano	200 000		60 000		7 000		30 000		158 000		220 000		70 000		395 190			
Custos sem depreciação em R\$/t	9,90		47,67		24,43		24,87		7,78		17,45		7,97		1,56			
Investimentos (R\$ 1 000,00)	10 000,0		20 000,0		500,0		1 500,0		2 000,0		5 000,0		1 000,0		5 000,0		45 000,0	
Depreciação anual (% e valor)	12,0	1 200,0	12,0	2 400,0	12,0	60,0	12,0	180,0	12,0	240,0	12,0	600,0	10,0	100,0	6,0	300,0	11,3	5 080,0
Valor depreciação/t	6,00		40,00		8,57		6,00		1,52		2,73		1,43		0,76			
Capital próprio (R\$ 1 000,00)	4 500,0		8 500,0		300,0		700,0		1 000,0		2 500,0		1 000,0		1 500,0		20 000,0	
Juros sobre capital próprio (% e valor)	8,0	360,0	8,0	680,0	8,0	24,0	8,0	56,0	8,0	80,0	8,0	200,0	8,0	80,0	8,0	120,0	8,0	1 600,0
Valor dos juros s/ capital próprio/t	1,80		11,33		3,43		1,87		0,51		0,91		1,14		0,30			
Custo industrial do setor produtivo (em R\$/t)	17,71		99,00		36,43		32,74		9,81		21,09		10,54		2,62			

Fonte: Análise de custos coletados junto às empresas Galvani Indústria, Comércio e Serviços Ltda. e Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., com adaptações do autor.

Tabela 14 - Parâmetros de Produção e Custos dos Produtos (em R\$/t)

PRODUTOS	MATERIAS-PRIMAS E CUSTOS/lt																	
	ROCHA	ENXOFRE	SULFURICO	FOSFORICO	AMÔNIA	URÉIA	SSP pó	SSP gr	TSP pó	TSP gr	MAP gr	KCL pó	KCL gr	Calário	CUSTOS M-Prima	INDUSTRIA-LIZAÇÃO	EMBA-LAGEM	CUSTOS DOS PRODUTOS
	92,62	162,62	73,00	571,55	362,62	317,62	86,86	110,56	223,32	259,37	376,50	242,62	277,62	32,62	-	-	-	-
ÁCIDO SULFURICO (98% H ₂ SO ₄)	-	0,340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55,29	17,71	-	73,00
	-	55,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3,000	-	2,667	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	472,55	99,00	-	571,55
	277,86	-	194,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TSP pó (42% P ₂ O ₅)	0,417	-	-	0,306	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	213,51	9,81	-
SSP pó (18% P ₂ O ₅)	38,62	-	-	174,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,545	-	0,364	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77,05	9,81	-	86,86
	50,48	-	26,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	0,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ÁCIDO FOSFÓRICO SOLUÇÃO (50% P ₂ O ₅)	-	-	-	285,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	285,78	36,43	56,88
FOSFATO BICÁLCICO (42% de P ₂ O ₅)	-	-	-	0,420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,600	259,57	32,74	8,40	300,71
	-	-	-	240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,57	-	-	-	-
	-	-	-	0,533	0,140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	355,41	21,09	-	376,50
	-	-	-	304,64	50,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TSP gr (44% P ₂ O ₅)	-	-	-	-	-	-	-	1,067	-	-	-	-	-	-	238,28	21,09	-
SSP gr (20% P ₂ O ₅)	-	-	-	-	-	-	-	-	238,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	1,030	-	-	-	-	-	-	-	89,47	21,09	-	110,56
	-	-	-	-	-	-	89,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	0,074	0,027	-	0,612	-	-	-	-	0,300	-	-	178,03	21,09	-	199,12
	N-P-K GRANULADO (02-18-18)	-	-	-	42,29	9,79	53,16	-	-	-	-	-	72,79	-	-	-	-	-
N-P-K MISTURA DE GRANULOS (8,7 - 26,5 - 8,5)	-	-	-	-	-	0,143	-	0,286	-	0,214	0,214	-	0,143	-	252,81	10,54	8,40	271,75
	-	-	-	-	-	45,42	-	31,82	-	55,50	80,57	-	39,70	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ÁCIDO FLUOSSILÍCICO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Dados contidos nas Tabelas 9, 10, 11, 12 e 13.

Tabela 15 – Comparação entre preços de produtos fosfatados em Petrolina/Juazeiro, custos previstos no novo pólo de fertilizantes e preços de venda sugeridos para os novos produtos (em R\$/t)

Produtos	Preço calculado vindo de Aratu	Preço calculado vindo de Itaquí	Preço médio de venda em Petrolina/Juazeiro	Custo previsto no novo pólo de fertilizantes	Preço sugerido para o novo produto
Adubo líquido (50% P_2O_5)	-	-	1.125,00	379,09	850,00
Fosfato bicálcico	-	-	630,00	300,71	500,00
MAP gr	451,60	486,60	584,00	376,50	350,00
TSP gr	354,87	389,87	530,00	259,37	280,00
SSP gr	246,74	281,74	324,60	110,56	180,00
N-P-K gr	-	-	-	199,12	310,00
N- P- K mistura de grânulos	465,37	500,37	441,00	271,75	380,00
Ácido fluossilícico	-	-	-	-	30,00

Tabela 16 – Cronograma referencial de desembolso para a implantação do complexo químico (em R\$ 1.000,00)

Atividades	Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4
	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre	TOTAL
1. Projeto básico	500	-	-	-	-	-	500
2. Projeto detalhado	-	2.200	1.100	-	-	-	3.300
3. Suprimentos	-	5.600	8.000	6.600	-	-	20.200
4. Obras civis	-	4.500	5.500	6.000	-	-	16.000
5. Montagem	-	-	810	1.100	810	-	2.720
6. Pré-operação	-	-	-	-	-	2.280	2.280
TOTAL	500	12.300	15.410	13.700	810	2.280	45.000

Fonte: PAULO ABIB ENGENHARIA S.A., 1988a, com adaptações do autor.

Tabela 17 – Demonstrativo de Resultados

PRODUTO	QUANTIDADE (EM Vano)	PREÇO MÉDIO DE VENDA Em R\$/t	FATURAMENTO BRUTO em R\$ 1.000	% DO FATURAMENTO BRUTO	DESPESAS DE VENDAS				CUSTOS INDUSTRIAIS	TOTAIS DAS DESPESAS	FATURAMENTO OPERACIONAL em R\$ 1.000,00	CUSTOS MAT. PRIMA + EMBALAG. em R\$ 1.000,00	RESULTADO OPERACIONAL em R\$ 1.000,00	% DO RESULTADO OPERACIONAL	MARGEM OPERACIONAL (%)	
					IMPOSTOS	FINANC	COMERC									
							3,65%	1,00%								1,00%
Ácido Fosfórico (Solução com 50% P ₂ O ₅)	7.000	850,00	5.950,0	6,23	217,2	59,5			59,5	336,2	255,0	591,2	5.358,8	2.398,6	2.960,2	
Fosfato Bicalcico (19% P ou 42% P ₂ O ₅)	30.000	500,00	15.000,0	15,71	547,5	150,0	150,0	847,5	982,2	1.829,7	13.170,3	8.039,1	5.131,2	23,36	34,2	
MAP gr (11-53-00)	30.000	350,00	10.500,0	11,00	383,3	105,0	105,0	593,3	632,7	1.226,0	9.274,0	10.662,3	- 1.388,3	- 6,32	- 13,2	
TSP gr (44% P ₂ O ₅)	30.000	280,00	8.400,0	8,80	306,6	84,0	84,0	474,6	632,7	1.107,3	7.292,7	7.148,4	144,3	0,66	1,4	
SSP gr (20% P ₂ O ₅)	40.000	180,00	7.200,0	7,54	262,8	72,0	72,0	406,8	843,6	1.250,4	5.949,6	3.578,8	2.370,8	10,80	32,9	
N-P-K granulado (02-18-18)	70.000	310,00	21.700,0	22,72	792,0	217,0	217,0	1.226,0	1.476,3	2.702,3	18.997,7	12.462,1	6.535,6	29,76	30,1	
N-P-K Mistura de Grânulos (8,7 – 26,5 – 8,5)	70.000	380,00	26.600,0	27,85	970,9	266,0	266,0	1.502,9	737,8	2.240,7	24.359,3	18.284,7	6.074,6	27,66	22,8	
Ácido Fluossilcico (20% de concentração)	4.700	30,00	141,0	0,15	5,1	1,4	1,4	7,9	0,0	7,9	133,1	0,0	133,1	0,60	94,4	
TOTAL GERAL	281.700	339,00	95.491,0	100	3.485,4	954,9	954,9	5.395,2	5.560,3	10.955,5	84.535,5	62.574,0	21.961,5		23,0	

6.1. Premissas básicas

Para as simulações de fluxos de caixa, foram adotadas as Hipóteses A e B. Na Hipótese A, a mina se constitui em uma unidade independente, vendendo a terceiros toda a produção de 300.000 t/ano de concentrado. Na Hipótese B, a mina vende a terceiros, apenas, 40.000 t/ano de concentrados, sendo o restante da produção transferido para industrialização e venda no complexo químico.

Na Tabela 18 estão relacionados, em percentuais, os desembolsos anuais referentes à mina e ao complexo químico, com respeito às inversões fixas, às despesas pré-operacionais e ao capital de giro, utilizados nas simulações.

Tabela 18 – Cronograma de Desembolsos na Mina e no Complexo Químico

	Mina (Hipótese A)			Complexo Químico		
	Inversões Fixas	DPO	Capital de Giro	Inversões Fixas	DPO	Capital de Giro
Ano 1	40%	40%		30%	30%	
Ano 2	60%	60%		60%	40%	
Ano 3			50%	10%	30%	30%
Ano 4			50%			40%
Ano 5						30%

A Tabela 19 indica a progressão de ocupação das capacidades instaladas, também em percentuais, utilizada nas Hipóteses A e B. A Tabela 20 sumariza as premissas, hipóteses e parâmetros, adotados no modelo de avaliação.

Tabela 19 – Utilização da Capacidade Instalada nas Hipóteses A e B

	Hipótese. A	Hipótese B
Ano 3	50%	30%
Ano 4	100%	70%
Anos 5 a 21	100%	100%

Tabela 20 – Premissas, Hipóteses e Parâmetros adotados no Modelo de Avaliação

Parâmetros	Valores	
	Unidade	Base
Reservas Lavráveis Totais		
Hipótese A	mil t P ₂ O ₅	2.007
Hipótese B	mil t P ₂ O ₅	2.007
Produção e Vendas		
Hipótese A	mil t/ano	108
Hipótese B	mil t/ano	108
Preços de Venda		
Hipótese A	R\$ / t	166,67
Hipótese B	R\$ / t	906,40
Impostos sobre Vendas		
ICMS - Hipótese A	% da Receita Bruta	0,00
ICMS - Hipótese B	% da Receita Bruta	2,39%
Créd. ICMS	% da Receita Bruta	0,00
PIS	% da Receita Bruta	0,65%
COFINS	% da Receita Bruta	3,00%
Royalties		
CFEM- Hipótese A	% da Receita Líquida	2,00%
CFEM- Hipótese B	% da Receita Líquida	0,37%
Superfidiário	% da CFEM	50%
Outras Deduções da Receita Líquida		
DGA	% da Receita Bruta	2%
Depreciação em 5 anos	% das Inversões Fixas	10%
Depreciação em 10 anos	% das Inversões Fixas	30%
Depreciação em 20 anos	% das Inversões Fixas	60%
Amortizações	Ano	5,00
Impostos sobre Lucro Tributável		
I.Renda s/ LL <= 240 mil UFIR	%	15%
I.Renda s/ LL > 240 mil UFIR	%	25%
Contribuição Social	%	8%
Outros		
UFIR	R\$	1,0641
Taxa de câmbio	R\$ / US\$	1,80
Valor Residual	%	10%
Recomposição Ambiental	R\$ mil	360
Financiamento BNDES		
Juros	% a.a.	12,0%
Montante Financiado	%	50%
Carência	Trimestre	2
Amortização	Trimestre	20

6.2. Investimentos, Cronograma de Desembolso e Custos Operacionais

Na Tabela 21 está contida a composição do investimento total, baseado em dados anteriores (Tabelas 6 e 16). Merece destaque o tratamento dado ao capital de giro, quando da etapa de industrialização. Considerando a sazonalidade no uso de fertilizantes e as dificuldades habituais na liberação de créditos agrícolas, o capital de giro sofreu forte influência destes fatores, tornando-se bastante ponderável na Hipótese B, sendo suficiente para financiar estoques por cerca de dois meses.

Tabela 21 – Composição do Investimento Total

Discriminação	Mina (Hipótese A)		Complexo Químico		Hipótese B	
	US\$ 1.000	R\$ 1.000	US\$ 1.000	R\$ 1.000	US\$ 1.000	R\$ 1.000
I - INVERSÕES FIXAS	9.556	17.200	21.622	38.920	31.178	56.120
Obras Civas	4.167	7.500	8.889	16.000	13.056	23.500
Adução de Água	2.778	5.000	0	0	2.778	5.000
Edificações	1.389	2.500	8.889	16.000	10.278	18.500
Preparação da Lavra	0	0	0	0	0	0
Máquinas e Equipamentos	4.722	8.500	11.222	20.200	15.944	28.700
Lavra	0	0	0	0	0	0
Beneficiamento / Processamento	3.889	7.000	8.333	15.000	12.222	22.000
Utilidades e Equipamentos Auxiliares	833	1.500	2.889	5.200	3.722	6.700
Montagem	667	1.200	1.511	2.720	2.178	3.920
II - DESPESAS PRÉ-OPERACIONAIS	1.556	2.800	3.378	6.080	4.933	8.880
Pesquisa Mineral	111	200	0	0	111	200
Estudo de Viabilidade	167	300	167	300	333	600
Engenharia e Serviço de Compra	444	800	1.389	2.500	1.833	3.300
Gerenciamento de Implantação	167	300	556	1.000	722	1.300
Posta em Marcha	667	1.200	1.267	2.280	1.933	3.480
III - CAPITAL DE GIRO	267	480	8.244	14.840	8.511	15.320
Necessidades ou Ativo Circulante	422	760	11.778	21.200	12.200	21.960
Caixa	222	400	833	1.500	1.056	1.900
Estoque de Produtos	0	0	1.111	2.000	1.111	2.000
Suprimento de Materiais de Consumo	167	300	833	1.500	1.000	1.800
Pecas de Reposição	33	60	111	200	144	260
Financiamento de Vendas	0	0	8.889	16.000	8.889	16.000
Recursos ou Passivo Circulante	156	280	3.533	6.360	3.689	6.640
Salários	39	70	83	150	122	220
Fornecedores de Insumos	28	50	3.167	5.700	3.194	5.750
Fornecedores de Peças de Reposição	22	40	56	100	78	140
Energia Elétrica	6	10	44	80	50	90
Combustível	11	20	44	80	56	100
Impostos	50	90	139	250	189	340
TOTAL	11.378	20.480	33.244	59.840	44.622	80.320
Investimento Unitário (\$/t Instalada)	105,35	189,63	307,82	554,07	413,17	743,70

A Tabela 22 apresenta o cronograma de desembolso decomposto segundo as hipóteses adotadas e a natureza dos investimentos: inversões fixas, despesas pré-operacionais e capital de giro, nas duas hipóteses analisadas. A Tabela 23, também baseada em dados anteriores (Tabelas 7, 11 e 13), discrimina os custos operacionais fixos e variáveis nas Hipóteses A e B.

Tabela 22 – Cronograma de desembolsos nas Hipóteses A e B (em R\$ mil)

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Total
I - Hipótese A	8.000	12.000	240	240	0	20.480
Inversões Fixas	6.880	10.320	0	0	0	17.200
Despesas Pré-Operacionais	1.120	1.680	0	0	0	2.800
Capital de Giro	0	0	240	240	0	480
II – Complexo Químico	13.500	25.784	10.168	5.936	4.452	59.840
Inversões Fixas	11.676	23.352	3.892	0	0	38.920
Despesas Pré-Operacionais	1.824	2.432	1.824	0	0	6.080
Capital de Giro	0	0	4.452	5.936	4.452	14.840
III - Hipótese B	21.500	37.784	10.408	6.176	4.452	80.320
Inversões Fixas	18.556	33.672	3.892	0	0	56.120
Despesas Pré-Operacionais	2.944	4.112	1.824	0	0	8.880
Capital de Giro	0	0	4.692	6.176	4.452	15.320

Tabela 23 – Composição do custo operacional nas Hipóteses A e B

Discriminação	Mina (Hipótese A)		Complexo Químico		Total (Hipótese B)	
	US\$ 1.000	R\$ 1.000	US\$ 1.000	R\$ 1.000	US\$ 1.000	R\$ 1.000
I - CUSTOS FIXOS	1.111	2.000	2.500	4.500	3.611	6.500
Mão-de-Obra	1.111	2.000	2.500	4.500	3.611	6.500
Administrativa	167	300	250	450	417	750
Operação	633	1.140	1.667	3.000	2.300	4.140
Manutenção	222	400	444	800	667	1.200
Laboratório e Apoio Técnico	89	160	139	250	228	410
II - CUSTOS VARIÁVEIS	4.167	7.500	23.772	42.790	27.939	50.290
Lavra	1.667	3.000	0	0	1.667	3.000
Extração Contratada	1.667	3.000				
Combustíveis e Lubrificantes	0	0	0	0	0	0
Explosivos e Acessórios	0	0	0	0	0	0
Peças de Manutenção e Desgaste	0	0	0	0	0	0
Gastos com Pneus e Reparos	0	0	0	0	0	0
Beneficiamento / Processamento	2.500	4.500	23.772	42.790	26.272	47.290
Matérias-Primas (c/fretes e movimentação)	0	0	18.969	34.144	18.969	34.144
Energia Elétrica	667	1.200	667	1.200	1.333	2.400
Reagentes	389	700	0	0	389	700
Combustíveis e Lubrificantes	417	750	1.111	2.000	1.528	2.750
Material de Manutenção e Consumo	833	1.500	2.222	4.000	3.056	5.500
Embalagens e Despesas Diversas	194	350	803	1.446	997	1.796
TOTAL	5.278	9.500	26.272	47.290	31.550	56.790
Custo Variável Unitário (\$ / t)	38,58	69,44	220,11	396,20	258,69	465,65
Custo Total Unitário (\$/t)	48,87	87,96	243,26	437,87	292,13	525,83

6.3. Projeções dos Fluxos de Caixa

A Tabela 24 permite visualizar a simulação de fluxo de caixa na Hipótese A. Simulação semelhante está contida na Tabela 25, referente à Hipótese B. A Taxa Interna de Retorno (TIR), na Hipótese A, foi determinada em 19,4% ao ano. Para a Hipótese B, a TIR é de 22,2% ao ano. Em ambos os fluxos, estão assinalados os Valores Atuais Líquidos (VAL), referentes a diferentes taxas de descontos. Cabe registrar que as projeções de Fluxo de Caixa, das Tabelas 24 e 25, não consideram qualquer participação de recursos de terceiros (financiamentos).

A simulação realizada, considerando financiamento com o BNDES, para 50% dos investimentos efetuados nos três primeiros anos de implantação da mina e do complexo químico, determinou a TIR de 24,1% ao ano, na Hipótese A, sendo de 28,1% ao ano a TIR na Hipótese B, obviamente melhorando os resultados obtidos, na alternativa anterior (100% de capital próprio).

Dos fluxos de caixa analisados no caso-base, pode-se ainda concluir que o ponto de nivelamento na Hipótese A equivale a 22,3% da capacidade instalada de produção de rocha e, na Hipótese B, situa-se em 16,6% da capacidade instalada do novo pólo, considerando-se em conjunto a mina e o complexo químico. O *pay-back* na Hipótese A é de 4,5 anos e, na Hipótese B, 4,6 anos.

O crescimento da TIR na Hipótese B demonstra que a industrialização possibilita a agregação de valor ao concentrado fosfático produzido. Porém, a constatação mais importante, é que a industrialização do concentrado aumenta de forma inequívoca a oportunidade do próprio negócio. Para o possível investidor, não se trata apenas de ocupar espaço no setor de fertilizantes do Nordeste; a industrialização do concentrado fosfático amplia realmente as perspectivas de

lucros, quando comparada à simples venda da rocha, conforme fica evidenciado ao se comparar os indicadores de decisão das Hipóteses A e B.

Estendendo tal avaliação para a óptica social, é importante ressaltar que a agregação de valor, aqui evidenciada, se expressa na forma de geração de emprego e renda, em região carente de alternativas para o seu desenvolvimento.

Todos os valores determinados para a TIR nas Hipóteses A e B, sem ou com financiamento, garantem níveis de rentabilidade extremamente favoráveis ao pólo concebido. Os pontos de nivelamento obtidos, por sua vez, permitem um elevado grau de segurança quanto a possíveis variações do mercado. Em suma, os indicadores de decisão, nas ordens de grandeza encontradas, possuem suficientes margens de segurança, facilitando decisões gerenciais e industriais, no caso de uma eventual conjuntura adversa.

6.4. Análises de sensibilidade

Algumas análises de sensibilidade foram realizadas abrangendo variações no preço de venda, no custo operacional total e no investimento total. Com relação ao preço unitário tomado como base nas Hipóteses A e B simularam-se variações de 5% para mais e para menos. Já para o custo operacional e o investimento totais, a variação adotada foi de 10% para mais e para menos, tomando-se como referência o valor básico constante nos fluxos estudados. Todas as simulações foram feitas sem e com financiamento, a fim de determinar em cada caso a respectiva TIR, conforme está explicitado nas Tabelas 26, 27 e 28.

6.5. Comentários sobre os resultados obtidos

O fundamental é a constatação de que os indicadores de decisão analisados apresentam resultados altamente satisfatórios. Cabe salientar que os preços sugeridos para o novo pólo, conforme anteriormente demonstrado, obedeceram a preceitos conservadores, que o custo operacional e o investimento foram cotejados com projetos similares, sendo estabelecidos com margem de segurança e, finalmente, que existe um real mercado comprador a ser atendido.

Desta forma, pode ser atribuída elevada confiabilidade à demonstração efetuada de viabilidade do pólo de fertilizantes, proposto e concebido no presente documento.

Tabela 26 – Sensibilidade da TIR a variações no preço de venda.

Condições \ Variações	VALOR DA TIR					
	+ 5%		Preço básico de venda		- 5%	
Hipóteses	A	B	A	B	A	B
Sem financiamento	21,6	25,0	19,4	22,2	17,1	19,3
Com financiamento	27,3	32,3	24,1	28,1	20,8	23,8

Tabela 27 – Sensibilidade da TIR a variações no custo operacional

Condições \ Variações	VALOR DA TIR					
	+ 10%		Custo operacional básico		- 10%	
Hipóteses	A	B	A	B	A	B
Sem financiamento	16,7	18,5	19,4	22,2	22,0	25,8
Com financiamento	20,3	22,5	24,1	28,1	27,9	33,5

Tabela 28 – Sensibilidade da TIR a variações no investimento total

Condições \ Variações	VALOR DA TIR					
	+ 10%		Investimento total básico		- 10%	
Hipóteses	A	B	A	B	A	B
Sem financiamento	17,7	20,4	19,4	22,2	21,4	24,4
Com financiamento	21,7	25,4	24,1	28,1	27,0	31,2

7. CONCLUSÕES

Quaisquer que sejam as projeções adotadas para o consumo de fertilizantes no Brasil, verifica-se que o déficit já existente, a ser coberto por importações, tende a ser crescente, caso novos projetos não sejam implantados, em áreas nas quais ocorra viabilidade para tanto.

Já a Região Nordeste do Brasil é superavitária na relação entre disponibilidade versus consumo de nitrogênio e potássio, enquanto sua dependência de fósforo é quase total, havendo apenas uma pequena produção de concentrado fosfático em Irecê-BA.

Pelas projeções de demanda da ANDA, pelo menos até 2010, o Nordeste continuará superavitário em N e K. Em face de tais dados, surge o P como o nutriente chave na possível diminuição da importação regional de fertilizantes, a qual já supera os US\$ 50 milhões anuais, apenas com a compra de fosfatados no exterior. Os valores de importação, caso não seja ampliada a produção local de fertilizantes fosfatados, continuarão acompanhando as necessidades derivadas do crescimento agrícola regional.

Torna-se assim prioritária para o Nordeste a análise de alternativas que possam minimizar a aquisição de fosfatados importados, possíveis de serem produzidos no próprio Nordeste, a partir de depósitos regionais de rocha fosfática. Esta análise foi uma das etapas do presente trabalho.

Os estudos realizados deixaram patente que a jazida de fosfato situada em Angico dos Dias/Caracol (BA/PI) é a que reúne melhores condições para aproveitamento imediato. Com reservas medidas de 16,4 milhões de toneladas de minério, a 16,32% P_2O_5 , a mineração poderá produzir, durante cerca de 18/19 anos,

300.000 t/ano de concentrado, a 36% P_2O_5 , considerando-se uma recuperação global de 75%, em P_2O_5 . Análises tecnológicas e ensaios de beneficiamento realizados por PAULO ABIB ENGENHARIA, 1987 e 1988, LIBERAL, 1989, KAHN et alli., 1990, NEUMANN, 1999 e LINS, 1999, demonstraram a viabilidade da produção de concentrados fosfáticos, de amplo uso industrial, a partir do depósito mencionado.

As diversas alternativas para a concepção de um pólo de fertilizantes, a partir de 300.000 toneladas anuais de concentrado fosfático, a 36% P_2O_5 , foram objeto de discussão com vários produtores e distribuidores do Nordeste. Também foram levadas em consideração as projeções da ANDA, que indicam para 2003, na Região, um consumo mínimo de fertilizantes de 1.400.000 t, ou seja, 138.000 t N, 176.000 t P_2O_5 e 229.000 t K_2O (Tabela 12).

Saliente-se que a produção de granulados, no complexo químico projetado (220.000 t/ano), atenderá cerca de 16% do consumo mínimo previsto para o Nordeste, pela ANDA (1.400.000 t/ano), para o ano 2003, possibilitando assim o desenvolvimento de outros projetos similares.

A área de Petrolina/Juazeiro configurou-se como a solução econômico-financeira mais indicada para a localização do complexo químico. Entre as duas cidades, Juazeiro se revelou como a melhor opção, pelos seguintes atributos: tem porto próprio localizado próximo a rodovias e ferrovias; nas circunvizinhanças do porto existem áreas industriais compatíveis com a operação do pólo; se localiza no Estado líder no consumo de fertilizantes no Nordeste, tornando mais fácil os trâmites do ICMS, por ser a industrialização da rocha realizada na Bahia.

Análises econômico-financeiras foram realizadas, partindo-se das Hipóteses A e B. Na Hipótese A, a mina foi considerada uma unidade independente, vendendo toda a sua produção a terceiros. Na Hipótese B, a mina e o complexo químico formam um único conjunto, vendendo 40.000 t/ano de concentrado a terceiros e industrializando internamente 260.000 t/ano de concentrado.

Na Hipótese A, sem financiamento, a Taxa Interna de Retorno (TIR) foi determinada em 19,4% ao ano, sendo de 24,1% ao ano, no caso de haver financiamento. Para a Hipótese B, nas mesmas condições, a TIR foi, respectivamente, 22,2% e 28,1% ao ano.

Mesmo com variações adversas, com relação ao fluxo de caixa básico, a TIR mantém valores satisfatórios. A queda de 5% no preço básico de venda, na pior condição (Hipótese A, sem financiamento), resulta na TIR de 17,1% ao ano. Na mesma condição, um acréscimo de 10% no custo operacional e, em outra simulação, o aumento de 10% no investimento total, reduzem a TIR, respectivamente, a 16,7% e 17,7% ao ano.

O cotejo entre pontos positivos e negativos, envolvidos na implantação e operação do pólo de fertilizantes, aqui delineado, permite afirmar que o projeto proposto atende aos melhores requisitos para o desenvolvimento sustentável do Nordeste.

O presente trabalho também abre oportunidades para a realização de novos estudos sobre ocorrência de fosfatos no Nordeste e seu aproveitamento. Os futuros estudos poderão contribuir para a implantação e operação de outras minas e complexos químicos, objetivando atender ao déficit de produtos fosfatados que ainda continuará existindo na Região.

8. BIBLIOGRAFIA

- A INDÚSTRIA de fertilizantes fosfatados no Brasil. São Paulo, IBRAFOS, 1991. 44p.
- ABREU, S.F. Recursos minerais do Brasil. 2. ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1973. 2v.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C. Interiorização da indústria de fertilizantes. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 1., Brasília., 1979. Anais. Brasília, IBRAFOS, 1979. p. 53-67.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C.; GIANNERINI, J.F. Aspectos da indústria de rocha fosfática no Brasil. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, v. 43, n. 416, p. 10-5, dez. 1979.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C.; GIANNERINI, J.F. The Paulista phosphate deposit in Pernambuco state, Brazil. In: NOTHOLD, A.J.G.; SHELDON, R.P.; DAVIDSON, D.F., eds. Phosphate deposits of the world. Cambridge, University Press, 1989. v. 2, p. 95-9.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C.; GIANNERINI, J.F. Outlook of the phosphate rock industry in Brazil. 2. ed. São Paulo, IBRAFOS, 1980.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C.; GIANNERINI, J.F. Novas áreas de pesquisa de fosfato no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 2., Brasília, 1981. Anais. Brasília, IBRAFOS, 1981. p. 109-21.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C. Fertilizantes no Nordeste. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 10., Recife, 1981. Atas. Recife, SBG - Núcleo NE, 1982. p. 439-44.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C. A produção de fosfato no Brasil: uma apreciação histórica das condicionantes envolvidas. São Paulo, 1995. 142 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- ALCOVER NETO, A. Caracterização mineralógica de concentrado apatítico do minério fosfático de Angico dos Dias/Caracol (BA/PI): Fase 2. Rio de Janeiro, CETEM, 1999. 31 p. (Relatório Técnico, 57/99)
- ANDERY, P.A. Concentração de apatita do carbonatito de Jacupiranga, estado de São Paulo. São Paulo, 1967. 73p. Tese (Cátedra).
- ANDERY, P.A. Flotation of phosphate containing materials. Int. Cl. 209-167. U.S. 3, 403, 783. October 1, 1968.
- ANDRADE, J.E.P. et al. A indústria de fertilizantes. Rio de Janeiro, BNDES, 1996.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1990.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1991.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1992.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1993.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1994.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1995.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1996.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1997.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1998.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1999.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. Demanda de fertilizantes 1999-2008. São Paulo, ANDA, 1999a. 124 p.
- Demanda regional de fertilizantes 1999-2008: isofretes. São Paulo, ANDA, 1999b. 20 p.
- BARTL, P.E.; ALBUQUERQUE, P.C.W. Alternativas para reciclagem industrial do fosfogesso. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2, 1992, Uberaba, MG. Anais. São Paulo, IBRAFOS, 1992. p. 67-81.
- BOCHICCHIO, V. R. Atlas atual: geografia. São Paulo, Editora Atual, 1999.
- BRASIL. Presidência da República. Plano Plurianual - PPA 2000/2003. Brasília, DF, Gráfica do Senado, 2000. 129 p.

- CARMO, A.J.B. Tecnologia e competitividade na indústria brasileira de fertilizantes fosfatados. São Paulo, 1994. 223p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo.
- CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. Manual econômico da indústria química. 6. ed. Camaçari, CEPED, 1999.
- CHOKSI, A.M. ; MEERAUS A.; STOUTJESDIJK, A. The planning of investment programs in the fertilizer industry. Washington, The World Bank, 1980. v.2.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO. Projeto semi-árido: proposta de desenvolvimento sustentável da bacia do rio São Francisco e do semi-árido nordestino. Brasília, CODEVASF, 1996. 60p.
- DAMASCENO, E.C. et al. Recursos minerais de fosfato no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 4., Brasília, 1988. Anais. Brasília, IBRAFOS, 1988. p. 77-93.
- EVANS, W.H. How Fosforita Olinda S.A. process brazilian phosphate. Engineering and Mining Journal, New York, v. 160, n. 5, p. 86-93, May 1959.
- HANDBOOK on phosphate fertilization. Paris, ISMA, 1982. 210 p.
- INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL S.A. Estudo de viabilidade técnico-econômica de processamento do fosfato de Itataia: revisão 2. Rio de Janeiro, Tecplan Consultoria e Planejamento, 1997.
- ISHERWOOD, K.F. Fertilizer use and the environment. Paris, IFA/UNEP, 2000. 51 p.
- KAHN, H. Caracterização de matérias-primas minerais associadas a complexos alcalino-carbonatíticos. São Paulo, 1999. 216 p. /Texto crítico sistematizando parte da obra acadêmica do autor apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para o Concurso de Livre Docência/
- KAHN, H. et al. Caracterização tecnológica do minério residual de fosfato de Angico dos Dias, BA. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E HIDROMETALURGIA, 14., Salvador, 1990. Anais. São Paulo, ABM, 1990. v.1, p. 196-211.
- KUAE, L.K.N.; BONESIO, M.C.M.; VILLELA, M.C.O. Diretrizes para apresentação de dissertações e teses. São Paulo, Serviço de Bibliotecas da EPUSP, 1991.
- KULAIIF, Y. A nova configuração de indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil. São Paulo, 1997. 220 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LEAL FILHO, L.S., DAMASCENO, E.C., CHAVES, A.P. A evolução do beneficiamento de rocha fosfática no Brasil. Cadernos IG/UNICAMP, Campinas, v. 3, n. 2, p. 96-108, 1993.
- LIBERAL, G.S. Relatório de pesquisa: Processo DNPM 800.218/85. São Paulo, Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração-CBMM/Mineração Iramaia Ltda, 1989. 98 p.
- LIBERAL, G.S.; CASSOLA, H.L. O depósito de fosfato de Angico dos Dias, BA. Geologia, beneficiamento e aproveitamento econômico. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE MINERIA, 2./ CONGRESSO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO, 3., São Paulo, 1989. Coletânea de trabalhos técnicos. Lima, Organismo Latinoamericano de Minería/ Belo Horizonte, Instituto Brasileiro de Mineração, 1989. v.2, p. 266-87.
- LINS, F.A.F.; MONTE, M.B.M. Caracterização mineralógica e tecnológica do minério fosfático de Angico dos Dias/Caracol (BA/PI): fase 2. Rio de Janeiro, CETEM, 1999. 11 p. (Relatório Técnico)
- LUZ, A.B.; ALMEIDA, S.L.M. Manual de usinas de beneficiamento. Rio de Janeiro, CETEM/CNPq/DNPM/FINEP, 1989. 203 p.
- MINERAÇÃO DIADEMA LTDA. Relatório final de pesquisa para minério de fosfato: Processos DNPM 870.434/84, 870.435/84 e 870.436/84. São Paulo, 1992. v. 1: Texto.

- MONTE, M.B.M. et al. Caracterização tecnológica e estudo de concentração do minério fosfático primário de Irecê-BA. Rio de Janeiro, CETEM, 1999. 26 p. (Relatório Técnico, n. 37/99)
- MONTEIRO, M.D. Projeto fosfato supergênico de Irecê: relatório final. Salvador, Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, 1995.
- NEUMANN, R.; ALCOVER NETO, A. Caracterização mineralógica e tecnológica do minério fosfático de Angico dos Dias/Caracol (BA/PI). Rio de Janeiro, CETEM, 1999. 26 p. (Relatório Técnico, n. 09/99)
- OLIVEIRA, N.P.; COSTA, M.L. Os fosfatos aluminosos do Pará e do Maranhão: estágio atual de conhecimento e estratégia para aproveitamento econômico. Ciências da Terra, Salvador, n. 10, p. 16-9, 1984.
- PAULO ABIB ENGENHARIA S.A. Ensaios de beneficiamento e alternativas de processo para o aproveitamento do fosfato residual de Caracol, BA. São Paulo, 1987. 85 p.
-
- Estudo de pré-viabilidade técnico-econômica do Projeto Fosfato Angico dos Dias, BA. São Paulo, 1988a. v. 1.
-
- Caracterização tecnológica das tipologias de minério da jazida de fosfato de Angico dos Dias, BA. São Paulo, 1988b.
-
- Estudo de detalhamento do processo de beneficiamento para minério de fosfato supergênico de Irecê-BA. São Paulo, 1993a.
-
- Estudo complementar de detalhamento do processo de beneficiamento para o minério de fosfato supergênico de Irecê: separações magnéticas a seco com amostras de Juazeiro "C" e São Luiz "C". São Paulo, 1993b.
-
- PEREIRA, N.M. Fosforito no nordeste. São Paulo, EPUSP, 1970. /Apresentado ao Curso de Pós - Graduação, na disciplina Recursos Minerais do Brasil II/
- PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ. A oferta de alimentos e a demanda de fertilizantes na definição de uma política de desenvolvimento sustentável: relatório executivo. Rio de Janeiro, s. n., s.d., 1992. 32 p.
- PLANO nacional de fertilizantes e calcário agrícola. São Paulo, Anda, 1974.
- RAJASTHAN STATE MINES & MINERALS LTD. Beneficiation of rock phosphate from Irecê, Brazil & suitability of the concentrate for manufacture of fertilisers. Rajasthan, s.d. 39 p.
- SILVA, A.B. et al. Depósito de fosfato em carbonatito do pré-cambriano, Angico dos Dias, BA. S.L., CBMM, s.d. (Publicação Interna)
- SILVA, A.B. et al. Geologia e petrografia do complexo Angico dos Dias, BA (Bahia/Brasil) : uma associação carbonatítica precambriana. Geochimica Brasiliensis, v. 2, n. 1, p. 81-108, 1988.
- SILVA, G.A. Termofosfatos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 1., Brasília, 1979. Anais. Brasília, IBRAFOS, 1979. p. 36-44
- SOCIEDADE RURAL BRASILEIRA. O campo pede passagem. São Paulo, Takano Editora, 1999. 206 p.
- THE FERTILIZER INSTITUTE. Manual de fertilizantes. São Paulo, IPT/CEFER, 1980.
- UNITED NATIONS. Industrial Development Organization. Process technologies for phosphate fertilizers. New York, 1978. (Development and Transfer of Technology Series; 8).
- UNITED NATIONS. Industrial Development Organization. Fertilizer manual. Viena, 1980. (Development and Transfer of Technology Series, 13).
- VASCONCELLOS, F.M. O papel da região Norte-Nordeste. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 2., Brasília, 1981. Anais. Brasília, IBRAFOS, 1981. p. 55-60.
- VILLAS BÔAS, R.C. Perspectivas tecnológicas no aproveitamento do fosfogesso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 2, Brasília, 1981. Anais. Brasília, IBRAFOS, 1981. p. 123-139

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PMI/001 - Características Geométricas da Escavação Mecânica em Mineração: Exemplo de Escavadora de Caçamba de Arraste - ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/002 - Prospecção Geoquímica Experimental na Ocorrência de Ouro Tapera Grande - PAULO BELJAVSKIS, HELMUT BORN
- BT/PMI/003 - Estudo de Processo de Dupla Flotação visando o Beneficiamento do Minério Carbonático de Fosfato de Jacupiranga - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/004 - Desenvolvimento de um Equipamento Não-Convencional em Beneficiamento Mineral: A Célula Serrana de Flotação Pneumática - RICARDO NEVES DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/005 - Ajuste de Modelos Empíricos de Operação de Ciclones - HOMERO DELBONI JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/006 - Contribuição ao Estudo dos Explosivos Permissíveis - AMILTON DOS SANTOS ALMEIDA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/007 - Contribuição ao Dimensionamento de Pilares em Minas Subterrâneas de Manganês - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/008 - Exploração Mineral: Conceitos e Papel do Estado - LUIZ AUGUSTO MILANI MARTINS, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/009 - Otimização do Projeto de Pátios de Homogeneização através do Método da Simulação Condicional - FLAVIO MOREIRA FERREIRA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/010 - Considerações Gerais sobre Desmonte de Rocha: Análise de Custo - Índice de Produtividade e Otimização da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/011 - Aglomeração de Rejeitos de Fabricação de Brita para sua Reciclagem - ARTHUR PINTO CHAVES, BRADDLEY PAUL
- BT/PMI/012 - Método de Dimensionamento de Peneiras para a Classificação Granulométrica de Rochas ou Minérios - FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/013 - Processo de Beneficiamento para Obtenção de uma Carga Mineral Nobre a partir do Fosfogesso - WALTER VALERY JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/014 - Estudo da Carboxi-Metil-Celulose como Aglomerante para Pelotização - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/015 - A Influência do Amido de Milho na Eficiência de Separação Apatita/Minerais de Ganga Via Processo Serrana - LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/016 - Beneficiamento de Criolita Natural - Estado da Arte - HENRIQUE KAHN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/017 - Estudo da Variação do Índice Energético Específico - W_i , segundo a Granulometria do Ensaio, Obtida através de um Moinho de Bolas Padrão, em Circuito Fechado - MARIO SHIRO YAMAMOTO, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/018 - Fluorita - FERNANDO FUJIMURA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/019 - O Aproveitamento de Recursos Minerais: Uma Proposta de Abordagem a Nível Nacional - CELSO PINTO FERRAZ, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/020 - Comparação de duas Metodologias - A de Bieniawski e a de Panek, para Dimensionamento de Tirantes em Galerias Subterrâneas de Seção Retangular em Camadas Estratificadas - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/021 - Caracterização de Maciços Rochosos através de Envolvimentos de Resistência por Tratamento Estatístico utilizando Dados de Laboratório do IPT Simulando Condições Geotécnicas do Maciço - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/022 - Avaliação de Impactos Ambientais na Mineração de Combustíveis Fósseis Sólidos - GILDA CARNEIRO FERREIRA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/023 - O Lado Nocivo do Elemento Quartzo no Desgaste Abrasivo de Mandíbula de Britadores - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/024 - Conceitos Básicos de Iluminação de Minas Subterrâneas - SÉRGIO MEDICI DE ESTON, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/025 - Sistema Computadorizado para Ajuste de Balanço de Massas e Metalúrgico - ANTONIO CARLOS NUNES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/026 - Caracterização Mineralógica/Tecnológica das Apatitas de alguns Depósitos Brasileiros de Fosfato - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN
- BT/PMI/027 - Classificação de Maciços quanto à Escarificabilidade - GUILHERME DE REZENDE TAMMERIK, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, LINDOLFO SOARES

- BT/PMI/028 - Análise Comparativa de Métodos de Amostragem de Depósitos Auríferos - FÁBIO AUGUSTO DA SILVA
SALVADOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/029 - Avaliação da Qualidade de Corpos Moedores para o Minério Fosfático de Tapira - MG - GERALDO DA SILVA
MAIA, JOSÉ RENATO B. DE LIMA
- BT/PMI/030 - Contribuição ao Estudo da Cominuição Inicial à Partir da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE
SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/031 - Análises Químicas na Engenharia Mineral - GIULIANA RATTI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/032 - Usos Industriais da Atapulga de Guadalupe (PI) - SALVADOR LUIZ MATOS DE ALMEIDA, ARTHUR PINTO
CHAVES
- BT/PMI/033 - Minerais Associados às Apatitas: Análise de sua Influência na Produção de Ácido Fosfórico e Fertilizantes
Fosfatados - ROBERTO MATTIOLI SILVA, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/034 - Beneficiamento dos Caulins do Rio Capim e do Jari - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/035 - Dimensionamento de Suportes em Vias Subterrâneas - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, WILDOR
THEODORO HENNIES
- BT/PMI/036 - Estudos da Modelagem Matemática da Moagem com Seixos para Talco de Diversas Procedências - MARIO
VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/037 - Mecânica de Rochas Aplicada ao Dimensionamento do Sistema de Atirantamento em Minas Subterrâneas -
LEONCIO TEÓFILO CARNERO CARNERO
- BT/PMI/038 - Geometria de Minas a Céu Aberto: Fator Crítico de Sucesso da Indústria Mineral - FÁBIO JOSÉ PRATI,
ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/039 - Substituição do Aço por Polímero e Compósitos na Indústria Automobilística do Brasil: Determinantes e
Consequências para o Mercado de Minério de Ferro - WILSON TRIGUEIRO DE SOUSA, EDUARDO
CAMILHER DAMASCENO, ANTONIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/040 - Aplicação de uma Metodologia que Simule em Moinho de Laboratório Operações Contínuas de Moagem com
Seixos para Talco - REGINA COELI CASSERES CARRISSO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/041 - A Indústria Extrativa de Rochas Ornamentais no Ceará - FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO
STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/042 - A Produção de Fosfato no Brasil: Uma Apreciação Histórica das Condicionantes Envolvidas - GILDO DE A. DE
SÁ C. DE ALBUQUERQUE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/043 - Flotação em Coluna - Estado de Arte - JULIO CESAR GUEDES CORREIA, LAURINDO SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/044 - Purificação de Talco do Paraná por Flotação e Alveamento Químico - IVAN FALCÃO PONTES, LAURINDO
SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/045 - Pequena Empresa - A Base para o Desenvolvimento da Mineração - GILSON EZEQUIEL FERREIRA,
EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/046 - Máquinas de Flotação - ROGÉRIO CONTATO GUIMARÃES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/047 - Aspectos Tecnológicos do Beneficiamento do Carvão de Candiota (RS) - ANTONIO RODRIGUES DE
CAMPOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/048 - Efeito das Dimensões de Provetas no Dimensionamento de Espessadores - ELDON AZEVEDO MASINI,
ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/049 - Água no Processamento Mineral - RODICA MARIA TEODORESCU SCARLAT, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/050 - Drenagens Ácidas do Estéril Piiritoso da Mina de Urânio de Poços de Caldas: Interpretação e Implicações
Ambientais - VICENTE PAULO DE SOUZA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/051 - "Caracterização Tecnológica de Minérios Auríferos. Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Jazida de
Salamangone, AP." - MARIA MANUELA MAIA LÉ TASSINARI, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/052 - Ensino de Engenharia de Minas - WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/053 - Redistribuição de Tensões e Desenvolvimento da Zona Clástica em Túneis Circulares - FERNANDO
FUJIMURA
- BT/PMI/054 - Projeto de Barragem para Reservação de Mistos de Minerais Pesados Rejeitados pelo Beneficiamento de
Cassiterita na Mina do Pitinga - MARCELO PIMENTEL DE CARVALHO, EDER DE SILVIO, LINDOLFO DE
SILVIO
- BT/PMI/055 - A Segurança e a Organização do Trabalho em uma Mineração Subterrânea de Carvão da Região de Criciúma -
Santa Catarina - DORIVAL BARREIROS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/056 - Diagnóstico de Lixiviação para Minérios de Ouro - VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO
CHAVES
- BT/PMI/057 - O Estado da Arte em Tratamento de Minérios de Ouro - RONALDO DE MOREIRA HORTA, ARTHUR PINTO
CHAVES

- BT/PMI/058 - Vias Subterrâneas em Rocha - Escavação por Explosivos - WILDOR THEODORO HENNIES, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/059 - Aumento da Seletividade na Separação da Fluorita/Calcita/Barita/Apatita por Flotação. Jazida de Mato Preto - PR - MONICA SPECK CASSOLA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMC/060 - Desenvolvimento de Processo para Extração de Gálio do Licor de Bayer por Resinas de Troca-Iônica de Poli (Acrilamidoxima) - WALDEMARAVRITSCHER, LAURINDODESALLES LEALFILHO
- BT/PMI/061 - Estudo de Aspectos Geomecânicos Aplicados ao Projeto de Minas Subterrâneas - EDUARDO CÉSAR SANSONE, LINEU A. AYRES DA SILVA
- BT/PMI/062 - Avaliação da Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração na Região Metropolitana de São Paulo - OMAR YAZBEK BITAR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/063 - Avaliação Técnica dos Processos de Cianetação/Adsorção da Mina de Fazenda Brasileiro - ÁUREA MARIA DIAS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/064 - A Nova Configuração da Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil - YARA KULAIF, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/065 - Estudos de Flotação em Coluna com Finos de Fosfato da Ultrafertil em Escala Piloto - JOSÉ PEDRO DO NASCIMENTO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/066 - Flotação da Apatita da Jazida de Tapira - MG - LUIZ A. F. BARROS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO- LUIZ A. F. BARROS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/067 - Minerais Industriais: Conceituação, Importância e Inserção na Economia - FRANCISCO REGO CHAVES FERNANDES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/068 - Atividades Micro-Sísmicas e a Ruptura de Rochas - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/069 - Metodologia para Caracterização Tecnológica de Matérias Primas Minerais - LÍLIA MASCARENHAS SANTAGOSTINO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/070 - Aplicação de Modelos Numéricos ao Projeto de Escavação por Explosivos de Túneis e Galerias - LUIZ CARLOS RUSILO, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/071 - O Estado da Arte da Cianetação de Minérios Auríferos - ROBERTO GOULART MADEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/072 - Revisão da Indústria Mineral de Titânio - ANTÔNIO HELENO DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/073 - Sistematização de Casos de Instabilidades em Encostas Rochosas no Município de Santos, Através de Nova Metodologia de Avaliação de Estabilidade - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/074 - A Minerio-Metalurgia e suas Ligações com a Geologia e suas Engenharias de Minas, Metalúrgica e Química - RICARDO ALVARES DE CAMPOS CORDEIRO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/075 - A Redução da Umidade de Minérios de Ferro com o Emprego de Microondas - FERNANDO LEOPOLDO VON KRÜGER, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/076 - Estimção de Parâmetros do Modelo Cinético de Moagem - CLÁUDIO FERNANDES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMC/077 - A Bauxita e a Indústria do Alumínio - JOSÉ CRUZ DO CARMO FLÔRES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMC/078 - Técnicas de Tratamento de Minérios para Reciclagem de Vidro - CLEUSA CRISTINA BUENO MARTHA DE SOUZA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/079 - Comparação entre Cylpebs e Bolas na Moagem Secundária da Samarco Mineração - JOAQUIM DONIZETTI DONDA, ANTONIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/080 - Calcários Dolomíticos da Região de Ouro Preto para usos na Metalurgia e como Rochas Ornamentais - MARCÍLIO DIAS DE CARVALHO, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/081 - Estudo de Reoxidação e Redução de Ferro Contido em Caulins - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/082 - Recuperação do Gálio Existente no Licor de Bayer de Poços de Caldas por Flotação Iônica: Estudo dos Coletores - ANA MARGARIDA MALHEIRO SANSÃO, LAURINDO DE SALLES LEAL
- BT/PMI/083 - Contribuição ao Conhecimento de Argilas de Cuba - GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/084 - Determinação da Rugosidade da Superfície de Descontinuidades Rochosas - JOSÉ MARGARIDA DA SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/085 - Serragens de Granitos para Fins Ornamentais - ANTONIO STELLIN JR
- BT/PMI/086 - Evolução Magmática e Modelo Metalogenético dos Granitos Mineralizados da Região de Pitinga, Amazonas, Brasil - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN

- BT/PMI/087 – Considerações sobre o Dimensionamento de Equipamentos de Carga e Transporte em Mineração a Céu Aberto – IESO DO COUTO COUTINHO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/088 – Tratamento do Minério de Transição de Cobre e Ouro de Igarapé Bahia, Carajás, PA – DACILDO RODRIGUES DE SOUZA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/089 – Variáveis que Interferem nos Problemas Ambientais Gerados Durante os Desmontes de Rochas – VALDIR COSTA E SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/090 – Caracterização Mineralógica do Minério de Cobre e Ouro Secundário de Igarapé Bahia – LUIS RODRIGUES ARMÓA GARCIA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/091 – O Topázio na Região de Ouro Preto: Minas do Vermelhão e Capão do Lana – JAIR MAZON JÚNIOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/092 – A Mineralização Aurífera de Fazenda Brasileiro – BA Aspectos Geológicos e Planejamento de Lavra – MARCO ANTONIO DE MORAES SILVA, HELMUT BORN
- BT/PMI/093 – Estudo dos Mecanismos de Adsorção em Meio Ácido dos Metais Chumbo e Zinco em uma Turfa de Jaconé – RJ – MARIA DIONÍSIA COSTA DOS SANTOS, LAURINDO DE SALLES LEAL
- BT/PMI/094 – Cartografia de Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos no Município de Embu – RMSP – CÉLIA MARIA GARIBLADI, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/095 – Revisão da Teoria para Projeto de Taludes Heterogêneos em Minas a Céu Aberto – FLÁVIO MOREIRA FERREIRA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/096 – Estratégias para Remediação de um Sítio Contaminada por Metais Pesados: Estudo de Caso – JOSÉ ÂNGELO SEBASTIÃO ARAUJO DOS ANJOS, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/097 – Estudo dos Elementos Abrasivos de Fios Diamantados para a Lavra de Granitos do Ceará – FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/098 – Caracterização Mineralógica do Depósito de Terras no Complexo Alcalino – Carbonatítico de Barra do Itapirapuã (SP/PR) – Área de Detalhe I – Maria de Lourdes Lorenzi, Henrique Kahn
- BT/PMI/099 – Considerações sobre a Seleção de Equipamentos para o Transporte de Minérios – ALEXANDRE DE SANT'ANNA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/100 – Desgaste Abrasivo em Britadores de Mandíbulas – NILSON MAR BARTALINI, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/101 – Viabilidade do Emprego de Finos de Basalto em Concreto Compactado a Rolo – KLEBER DA SILVA MENDES, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/102 – Sistema Especialista para o Processamento de Minérios de Ouro – VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/103 – Desenvolvimento de Eletrodos de Pasta de Carbono Modificados com a Resina Poliamidoxima (ES-346) para a Determinação Potenciométrica de Gálio – MARCO ROGÉRIO BARRIOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/104 – Desenvolvimento de Processo para o Aproveitamento do Feldspato Contido em Finos de Pedreira de Nefelina Sienito – PAULO FERNANDO ALMEIDA BRAGA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/105 – Os Recursos Minerais e a Economia Internacional: Uma Reavaliação das Teorias – FRANCISCO REGO CHEVES FERNANDES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/106 – Importância dos Aspectos Geológico-Geotécnicos em Obras Implantadas na Serra do Mar – Uma Metodologia de Manutenção Preventiva – ORIOVALDO CUNHA MARTINEZ, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/107 – Lixiviação e Adsorção em Fazenda Brasileiro – CVRD: Uma Questão de Produtividade – ÁUREA MARIA DIAS GOMES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/108 – Análise Quantitativas por Difração de Raios-X em Engenharia Mineral – Aplicação dos Métodos de Rietveld e do Padrão Interno – GABRIELA CAMPOS FRONZAGLIA, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/109 – Avaliação das Principais Causas de Acidentes em Barragens de Contenção de Rejeitos Devido a Fatores Geológicos e Geotécnicos – FERNANDO IVAN VÁSQUEZ ARNEZ, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/110 – Problemas Relacionados a Tensões Naturais Durante a Lavra de Rochas Ornamentais – HUGO ANTONIO MERCONCHINI VEGA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/111 – Sistemas de Classificação na Análise da Estabilidade de Taludes em Maciços Brandos – ANDREA CRISTINA Y. DE MATTOS, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/112 – Metodologia para Amostragem de Material Particulado em Suspensão (MPS) – IVO TORRES DE ALMEIDA, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/113 – Viabilização da Recuperação de Ouro de Minério Primário por Lixiviação em Pilha Mediante o uso de Britadores não Convencionais: Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Mina de Almas-Paiol, TO – SALOMÃO SOLINO EVELIN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/114 – Aplicação de Aditivos Químicos à Filtragem de Polpas de Minerais – LUIZ GUSTAVO ESTEVES PEREIRA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/115 – Proposta de Gerenciamento Ambiental de uma Área Degradada nos Municípios de Mauá e Ribeirão Pires – Região Metropolitana de São Paulo – ÁLVARO GUTIERREZ LOPEZ, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ

- BT/PMI/116 – Experiência de Gerenciamento da Reforma e Adequação de um Moinho de Bolas de 4000 HP para nova Aplicação – AROLDO DUTRA GARCIA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/117 – Efeitos da Viscosidade no Processo de Deslamagem com Microciclones em Polpa Não-Newtoniana de Rocha Fofática – MARIO VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/118 – Caracterização Tecnológica de Depósitos de Cromita da Província de Camagüey, República de Cuba – JULIÁN ANDRÉS MÉNDEZ GARCÉS, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/119 – Garimpo de Ouro no Brasil: Desafios da Legalização – MARIA LAURA TAVEIRA DA MOTA GERALDES DE CARVALHO BARRETO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/120 – Contribuição ao Projeto de Reatores de Ácido Fosfórico para Processamento de Concentrados Apatíticos Brasileiros – ROBERTO MATTIOLI SILVA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/121 – Lixiviação em Pilhas de Minérios Oxidados de Cobre – GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA, ELDON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/122 – Produção de Agregado como Alternativa para Produtores de Corretivo de Solo da Grande Curitiba – PLÍNIO CRISTIANO CAMBOIM DE OLIVEIRA, ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/123 – A Competitividade da Mineração Nacional com Ênfase no Minério de Ferro – GILSON EZEQUIEL FERREIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/124 – Aplicação de Turfa na Recuperação de Solos de Degradados pela Mineração de Areia – JOSÉ GUILHERME FRANCHI, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/125 – Aproveitamento de Materiais Fosfáticos Marginais para a Produção de Fertilizantes Organo-Fosfatados – CARLOS ALBERTO IKEDA OBA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/126 – Abordagem Participativa na Gestão de Recursos Minerais – CARLOS C. PEITER, ROBERTO C. VILLAS BÔAS
- BT/PMI/127 – A Importância dos Condicionantes Geológicos-Geotécnicos na Recuperação de Áreas Degradadas por Lavra de Minas a Céu Aberto – RICARDO DEGUTI DE BARROS SILVA, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/128 – Determinação de Indicadores de Impactos Ambientais Cumulativos Decorrentes da Mineração de Areia no Vale do Paraíba Através de Geoprocessamento – EDER LUIZ SANTO, LUIS HENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/129 – Tecnologia de Corte de Rocha Ornamental com Fio Helicoidal – FERNANDO FUJIMURA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/130 – Diagnóstico da Degradação do Meio Físico e Proposição de Medidas de Recuperação em Áreas de Mineração Abandonadas na Bacia do Guarapiranga, Região Metropolitana de São Paulo – MARIA MARTA TEIXEIRA VASCONCELOS, LUIS ENRIQUE SANCHEZ
- BT/PMI/131 – A Integração Competitiva do Setor Mineral Brasileiro no Cenário Internacional Estudo de Caso: O Setor de Aços Especiais Inoxidáveis – MANOEL RODRIGUES NEVES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO

