

FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER
TECNOLOGIAS INORGANICAS

Abraham Zakon (DPI-DQ-UFRJ)

Hedda Vargas Figueira (CENTEX/CPRM)

Eduardo Silva de Almeida (LAMIN/CPRM)

01. OBJETIVOS E PREMISSAS
02. PROCESSOS, INDUSTRIA E TECNOLOGIA
03. OS AGUPAMENTOS TECNOLOGICOS INORGANICOS
04. CARACTERISTICAS DAS TECNOLOGIAS INORGANICAS
05. A CRIÇÃO DE UMA TECNOLOGIA QUIMICA
06. TIPOS DE LABORATORIOS
07. ANÁLISES TECNOLOGICAS QUÍMICAS
08. ANÁLISES INSTRUMENTAL E CLÁSSICA
09. PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES DE UM LABORATORIO
10. PLANEJAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE UM ORÇAO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
11. PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE UMA PESQUISA
12. ELABORAÇÃO DO FLUXOGRAMA DO PROCESSO
13. ELABORAÇÃO DE PROJETOS
14. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS DE LABORATORIO
15. CONCLUSÕES
16. FONTES DE INFORMAÇÃO
17. AGRACIAMENTOS

A grande deficiência reside nos processos Inorgânicos.

SERIAN/CNRq - 1982.

DPI	FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER TECNOLOGIAS INORGANICAS	AZ, HVP e ESA
		Out/84

FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER
TECNOLOGIAS INORGANICAS

1. OBJETIVOS E PREMISSAS - A pesquisa de novos processos químicos, capazes de substituir tecnologias importadas e importações de produtos químicos ou reduzir custos, envolve, na presente conjuntura, questões de autarquia da produção e do controle da qualidade de matérias-primas, produtos intermediários e finais, além de incluir aspectos de segurança industrial, saúde ocupacional e proteção do meio ambiente abrangendo equipes qualificadas, esclarecidas e bem treinadas, pois segundo Minge e Reagan, "cada tecnólogo é responsável pelos efeitos de seu trabalho sobre outros".

É comum que um profissional recém-saído da Instituição de Ensino recorra à incumbência de organizar um laboratório para controle químico da qualidade (CQ) ou mesmo um setor de pesquisas e desenvolvimento (P & D). Muitos não sabem por onde começar ou possuem dúvidas difíceis de serem eliminadas a curto prazo. Estas preocupações tendem a crescer. Em contrapartida, várias indústrias brasileiras têm admitido tanto para CQ ou P & D profissionais diplomados em Cursos de Mestrado ou Doutorado, que possuem qualificação adequada.

Das premissas podem ser admitidas:

1ª - a Engenharia Química e a Química Industrial começam num laboratório de pesquisa e terminam num de controle de qualidade.

2ª - a Engenharia Industrial pode abarcar reações químicas irreversíveis ou incompletas no processamento de substâncias geralmente impuras; aplica balanceos de massa e energia e estequiometria química.¹⁰

Não é difícil constatar que pouco foi dito, publicado ou divulgado sobre fundamentos, equipes e laboratórios para desenvolver Tecnologias Inorgânicas, motivo originador deste trabalho.

2. PROCESSOS, INDUSTRIA E TECNOLOGIA - De um modo geral, processo pode ser "uma sucessão de atividades, acontecimentos, estados ou mudanças de um sistema, ou "é a maneira pela qual se realiza uma operação, segundo determinadas normas". Qualquer processo possui início, meio e fim. Qualquer material ou informação pode ser processada. Um processo químico quíndico é atualmente denominado conversão química. Uma indústria pode constituir-se de um ou mais processos industriais ou "fábricas" e pode ser representada conforme o esquema da Figura 1.

Um complexo industrial é o conjunto das unidades de processo, sistemas de utilidades e instalações auxiliares que correm uma fábrica.

Tecnologia é um conjunto de informações que atinge o nível de generalidades, reunidas ou pesquisadas com perseverança (mesmo que sejam necessários longos anos de busca) ou descobertas por acaso. Tecnologia é um conjunto de conhecimentos, principalmente científicos, que se aplica a um determinado ramo de atividade, ou seja, é um conjunto de informações. Qualquer etapa ou componente ou componente de uma indústria e seus processos físicos, químicos, biológicos ambientais e computacionais.

DPI	FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER TECNOLOGIAS INORGANICAS	AZ, HVP e ESA
		Mar/85

pode ser considerada como um ramo de atividade ou especialidade tecnológica. Cada In-
 formação tecnológica pode ser acumulada, transmitida e comercializada sob a forma de:
 a - profissionais especialistas; b - tabelas, gráficos e equações matemáticas; c - re-
 vistas técnicas e livros; d - bibliotecas e bancos de patentes; e - computadores,
 equipamentos, aparelhos e seus respectivos acessórios; f - Produtos industriais e ma-
 térias-primas transformadas. Portanto, Tecnologia é o conjunto de informações e docu-
 mentação erigidos pela empresa detentora da tecnologia (licenciador) de uma unidade de
 processo, preferencialmente, restrito ao "projeto do processo".
 A Engenharia de Projeto, no caso específico das indústrias químicas,
 abrange o projeto básico e o projeto de detalhamento.

O Projeto Básico é o conjunto de dados, informações técnicas e docu-
 mentos que compõem o que chamamos de projeto de processo (que incorpora os conheci-
 mentos tecnológicos) e engenharia básica (que instrui a execução do projeto de detalhamen-
 to e a operação das instalações. O Projeto de Detalhamento é o conjunto de documentos
 de engenharia que regem a fase executiva do empreendimento e que são elaborados a par-
 tir do projeto básico, com vistas a permitir a compra de equipamentos e materiais e a
 instituir a construção a montagem eletrônica do complexo industrial.

A caracterização resumida de um processo químico industrial pode /
 ser efetuada relacionando-se os produtos, rota tecnológica, matérias-primas e equipa-
 mentos, condições tecnológicas (vazões, concentrações, pressões, granulometrias, tem-
 peraturas, etc), rendimentos, consumo de utilidade, diagrama de blocos ou fluxograma/
 de processo, e as reações principais.

A conquista da ciência ou domínio de uma tecnologia exige paciência
 e persistência do cientista e dos profissionais de indústria.

Solucionar problemas tecnológicos imprevistos nas fábricas é uma /
 das obrigações frequentes de operadores, técnicos, engenheiros, gerentes e diretores
 industriais. A criatividade revela-se tanto em soluções complexas quanto nas suges-
 tões mais simples. A diferença marcante entre o pessoal da Universidade e o da Indús-
 tria é que os primeiros tem como seus objetivos apresentar produção literária cientí-
 fica, que permite divulgar o acervo de conhecimento acumulados, ao passo que os pro-
 fissionais de indústria tem de produzir produtos comerciais e geralmente não tem tem-
 po para escrever e relatar suas experiências (muitas vezes, são tolhidos pela própria/
 empresa que não se interessa por verdades publicadas).

A tecnologia pode ser desenvolvida ou manipulada (Figura 2).

DPI

A2, HVF e ESA

mar/85

3

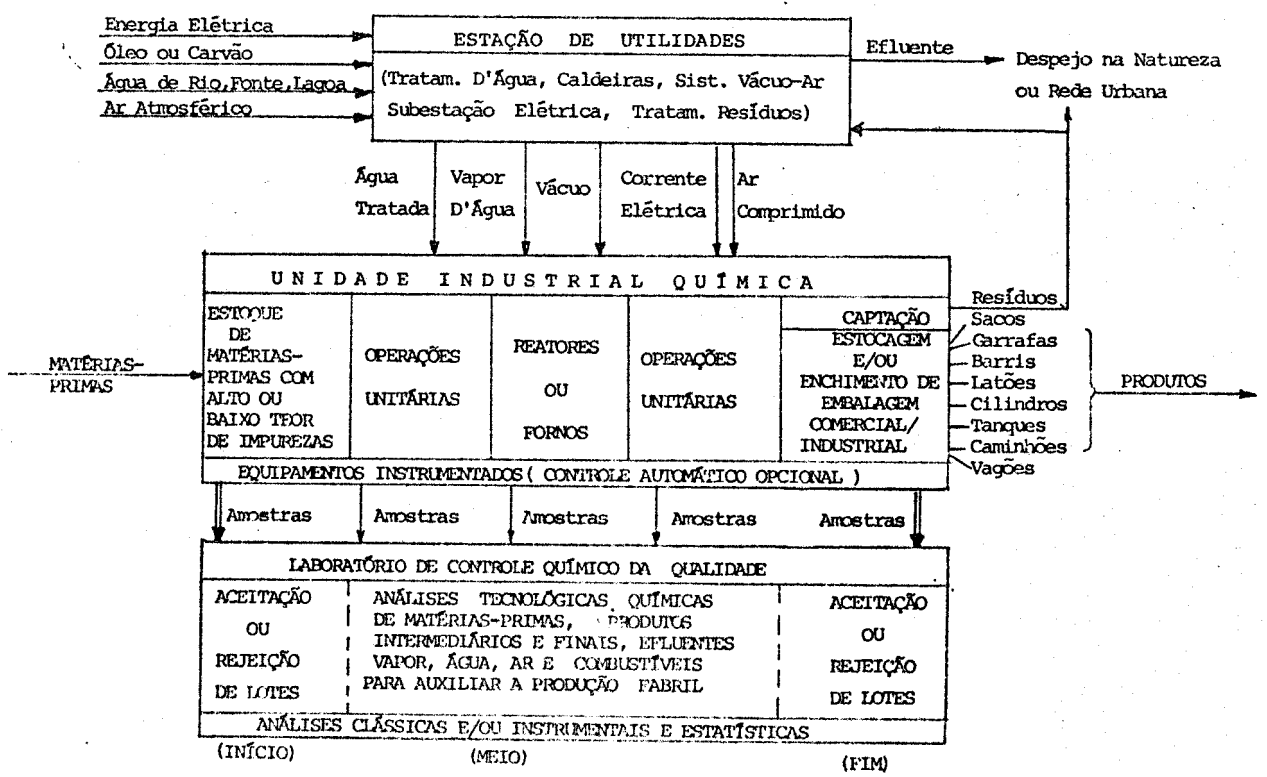


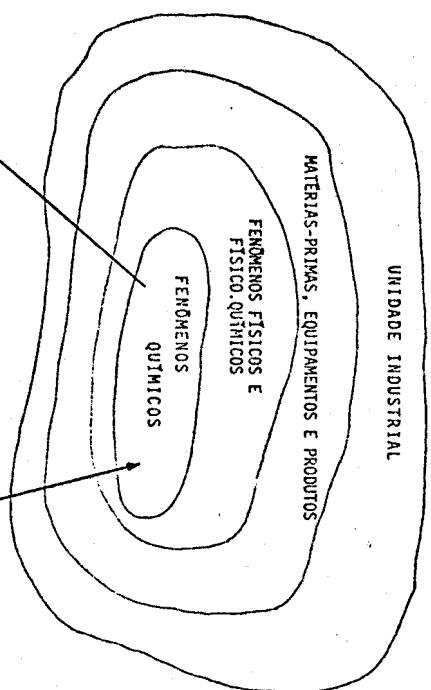
FIGURA 1. ESQUEMA GÊNICO DE UMA FÁBRICA

DPI

FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER
 TECNOLOGIAS INORGÂNICAS

A2, HVF e ESA

out/84



DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA

- * LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO
- * ESTUDO MATEMÁTICO
- * OBSERVAÇÃO EM LABORATÓRIO:
 - ESCALAS DE BANCADA E PILOTO
- * ANÁLISE DE DADOS EXPERIMENTAIS
- * ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO
- * PEDIDO DE PATENTES

MANUSEIO DE TECNOLOGIA DISPONIVEL

- * PROJETO BÁSICO PRONTO
- * EQUIPAMENTOS, INSTRUMENTAÇÃO E OUTROS MATERIAIS EXISTENTES
- * MANUAL DE OPERAÇÕES:
 - BALANÇOS E ALGORITMOS
 - PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS
 - CONTROLE DO PROCESSO
 - CONTROLE DA QUALIDADE
 - CONTROLE AMBIENTAL

FIGURA 2. VETORES E SISTEMAS TECNOLÓGICOS QUÍMICOS

DPI

FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER
TECNOLOGIAS INORGÂNICAS

AZ, HVF e ESA
out/84

3. OS AGRUPAMENTOS TECNOLÓGICOS INORGÂNICOS - São apresentados no QUADRO I. Algumas das características marcantes dos processos químicos inorgânicos são a utilização de minérios e a produção de poeiras e gases

QUADRO I

INDÚSTRIAS DE PRODUTOS INORGÂNICOS

- ALUMINERIAS MINERAIS - cal, cimento, gesso, magnésia Sorel, argilas.
- ÁLCALIS E CLORO - soda cáustica, cloro, barrilha, potassa cáustica e ácido clorídrico, bicarbonato de sódio, bicarbonato de sódio.
- GASES INDUSTRIAIS - oxigênio, nitrogênio, argônio, hidrogênio, acetileno, dióxido de carbono, hélio, dióxido de enxofre e gás de síntese.
- PRODUTOS CERÂMICOS - clássicos (cerâmicas: vermelha e branca, refratários, abrasivos, vidros clássicos, esmaltes e vidrados, cimentos, isolantes térmicos) e modernos (óxidos super-refratários, superduros, fibras eletro-eletrônicas, cerâmica preta, vidros especiais, nucleares).
- VIDROS - à base de soda e cal, de sílica fundida ou vítrea, de silicatos alcalinos, de dumbo, de borossilicato, cerâmica, vidro, de alumina e sílica, fibra de vidro, vidros especiais.
- FERTILIZANTES E SEUS INSÍMIOS - compostos de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e seus ácidos.
- SALIS INORGÂNICOS
- ELÉTROLÍTICOS - alumínio, magnésio, sódio, cloratos e percloratos; baterias.
- EMPIRÉTICOS - abrasivos artificiais, carbureto de cálcio, cristais sintéticos de quartzo.
- CARVÃO E DERIVADOS - negro de fumo, negro de carvão, carvão ativo, grafita e diamantes sintéticos.
- PIGMENTOS - brancos de cobertura, negros, azuis, vermelhos, metálicos, amarelos, alaranjados, verdes, castanhos, metálicos protetores.
- FILIERES - caulim, talco, amianto, sílica, terra alba, estearatos metálicos, gesso, mica, barita, branco fixo.
- AGENTES EXPLOSIVOS E PROPULSORES
- METALÚRGICAS E SIDERÚRGICAS
- NUCLEARES

Fontes: Petrucci, E.G.R., "Materiais de Construção", Editora Globo, PA, 1979
 Shreve, R.N. e Brink, Jr., J.A., "Indústrias de Processos Químicos", Guanabara Dois, RJ, 1980
 Souza Santos, Pérsio, "Tecnologia Cerâmica", Notas de Aulas, IED-UNESP, 1984

DPI

FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER
TECNOLOGIAS INORGÂNICAS

AZ, HVF e ESA
out/84

4. CARACTERÍSTICAS DAS TECNOLOGIAS INORGÂNICAS - São resultantes da aplicação de processos físicos, químicos e bioquímicos para obtenção de substâncias inorgânicas a partir de: minérios e insunços industriais, águas do mar, lagos e rios: ar e gases industriais. Mineral é o elemento ou composto químico que ocorre naturalmente na crosta terrestre. Minério é o mineral ou associação de minerais donde é possível extrair substâncias com vantagens econômicas. As principais fontes de energia/são os combustíveis sólidos, líquidos e gasosos e as formas de energia elétrica, solar e sólida. Os processos físicos e químicos básicos são representados nos exemplos das Figuras 3 e 4.

Os Tratamentos Gerais dos Minérios para obtenção dos produtos inorgânicos são: Mecânico, Igneo ou Pirometalúrgico, Eletrotérmico, Químico ou Hidrometalúrgico, Eletrolítico.

O Tratamento Mecânico emprega métodos físicos e, no máximo, métodos físico-químicos em dois estágios: 1º - fragmentação e classificação do minério; 2º - concentração e separação do material valioso. Com esses objetivos são empregados os seguintes processos: a - britagem, moagem e peneiração; b - concentração gravimétrica, em meio aquoso, usando-se mesas e calhas fixas ou vibratórias para separação por densidade, jigagem (sedimentações sucessivas), flutuação em meio denso; c - flotação; d - separações eletromagnéticas e eletrostáticas; e - separação em misturas "água e óleo" ou "água e graxa"; f - amalgamação.

O Tratamento Igneo ou Pirometalúrgico emprega ação térmica/orlunda de algum tipo de combustão, abrangendo os seguintes processos: a - calcinação; b - ustulação oxidante, sulfatante, cloretante; c - sintetização; d - fusão redutora, neutra, oxidante; e - retortagem; f - refinamento por oxidação seletiva, lixiviação, insolubilização e destilação a vácuo.

O Tratamento Eletrotérmico ou Termelétrico permite operar em temperaturas tão altas quanto 4100°C no passo que os processos de

combustão operam na faixa de até 1700°C. Os tipos principais de fornos/elétricos são: à resistência, à arco, de indução e por aquecimento dielétrico. A fusão termelétrica é o processo de redução de certos óxidos/pelo uso de fornos elétricos.

O Tratamento Químico ou Hidrometalúrgico consiste em: 1º - lixiviar o minério concentrado com solvente adequado, 2º - precipitar o metal da solução por eletrólise ou deslocamento eletroquímico. São aplicados os seguintes tipos de lixiviação: ao tempo, percolação em tanques com fundo filtrante, tanques com agitação mecânica ou pneumática e em contracorrente.

O Tratamento Eletrolítico consiste em provocar a ocorrência/de reações químicas pelo uso de corrente contínua entre dois eletrodos imersos num meio iônico que pode ser uma solução aquosa, um sal fundido, uma solução inorgânica ou orgânica não aquosa. Podem ser obtidos diversos metais, gases e sais inorgânicos, inclusive orgânicos. As células eletrolíticas ou cubas são de dois tipos básicos: a diafragma e a mercúrio. O termo "eletroquímico" abrange "eletrotérmico" e "eletrolítico".

As Fontes dos Gases Industriais são: o ar atmosférico, reações químicas específicas industrializadas e sub-produtos de reações químicas e eletroquímicas. De um modo geral, os gases apresentam-se originalmente impuros, necessitando sofrer um tratamento depurador.

O Tratamento de Poeiras e Gases baseia-se na escolha dos equipamentos de acordo com o diâmetro da partícula, que pode recomendar um dos seguintes mecanismos de coleta: sedimentação gravitacional, deposição inercial, interceptação numa linha corrente, deposição por difusão, deposição eletrostática, precipitação térmica e aglomeração sonora. Os equipamentos empregados são: câmara de sedimentação gravitacional, separadores a impacto, a ciclone, centrífugos, mecanismos, a leito granulado, filtros de saco ou manga, lavadores, precipitadores elétricos, filtros de ar, sendo que os aglomeradores são apresentados o inconveniente de necessitarem um grande isolamento acústico.

FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER
TECNOLOGIAS INORGÂNICAS

AZ, HVF e ESA
out/84

DPPI

FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER
TECNOLOGIAS INORGÂNICAS

AZ, HVF e ESA
out/84

DPPI

O Tratamento de Lixivias e Líquidos envolve a separação a

frio de sólidos e/ou gases. Para separar os sólidos podem ser utilizados: sedimentação gravitacional, separação magnética, filtração, centrifugação (filtrante e sedimentar) e prensagem. Para separar os gases/ de um líquido deve-se considerar a formação de uma dispersão instável/ de gás, fácil de separar, pois as bolhas ascendem à superfície, ou a formação de espumas ou dispersões estáveis, cuja separação é difícil e requer o uso de desespumantes químicos (destruidores) ou agentes antiespumantes (inibidores).

Outros métodos a quente e a frio podem ser encontrados no "Manual de Engenharia Química".

ANEXO I
MATERIAS-PRIMAS PARA IND. QUM. INORGANICAS

1. AS MAIS COMERCIAIS:
ar, coque (carvão mineral), água, calcário, cloro de sódio, pirita ou enxofre, bauxita e argilas.

2. AS MATERIAS-PRIMAS MINERAIS (PROES ABREV(1973))

Carentes

água subterrânea	enxofre	pirites
antimônio	gás natural	prata
cobalto	molibdênio	platina
carvão	ouro	urânio
cobre	petróleo	vanádio

Suficientes

argilas	bromo	lítio
barita	chumbo	mica
amianto (cristotila)	cromo	talco
apatita	fluorita	zinco
bentonita	granadas	

Abundantes

bauxita	gipso	sais de magnésio
berilo	magnesita	terras raras
calcários	manganês	titânio
caolim	níquel	tório
cristal de rocha	nióbio	tungstênio
dolomito	nióbio-tantalatos	zircônio
estanho	pedras preciosas	
ferro	potássio	

3. AS MATERIAS-PRIMAS MINERAIS FUNDAMENTAIS PARA A AUTONOMIA DE UM PAIS

1 - água	11 - salitre	22 - minérios de cobre
2 - ar	12 - sais de potássio	23 - minérios de As
3 - carvão mineral	13 - gesso	24 - minérios de Mg
4 - enxofre	14 - minérios de Pb	25 - minérios de Hg
5 - sal (cloro de sódio)	15 - areia de SiO ₂	26 - minérios de Zn
6 - calcário	16 - minérios de Al	27 - minérios de Sb
7 - sulfetos	17 - minérios de Cr	28 - minérios de B
8 - salmouras	18 - minérios de Fe	29 - minérios de Ba
9 - petróleo	19 - rochas fosfáticas	30 - minérios de Mn
10 - gás natural	20 - água do mar	31 - minérios de Sn
	21 - flúor	32 - minérios de Bi
		33 - minérios de Ag
		34 - minérios de TI

FONTE: Pérsio de Souza Santos, " Alternativas de Matérias Primas para a Indústria Química Brasileira ", Atas do Simpósio ACIESP, 25, pag. 202, 1980.

BQ/CT - UFRJ

DPI

FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER
TECNOLOGIAS INORGÂNICAS

AZ, HVF e ESA

Out/84

1

DPI

FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER
TECNOLOGIAS INORGÂNICAS

AZ, HVF e ESA

Out/84

BQ/CT - UFRJ

12

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Examina o desenvolvimento da indústria mineral brasileira. Contém dados sobre reservas, quantidade e valor da produção, comércio exterior, investimentos financeiros, incentivos fiscais, impostos, concessões de lavra e mão-de-obra utilizada na mineração de substâncias metálicas e não-metálicas. A primeira parte contém estatísticas globais e a segunda parte contém estatísticas por substâncias minerais. Publicação anual. 1972- ISSN 0101 9303

AVALIAÇÃO REGIONAL DO SETOR MINERAL. Analisa a indústria extrativa mineral por regiões brasileiras sob os aspectos geológico, geo-econômico e Industrial. Inclui estudos sobre oportunidades de investimentos na região e a ação governamental necessária. Publicação seriada. 1974- ISSN 0100 3577

BALANÇO MINERAL BRASILEIRO: Apresenta dados estatísticos sobre consumo, demanda, reservas, produção, preços, balança comercial das substâncias minerais divididas em dois grupos: minerais metálicos e minerais não-metálicos. Publicação trienal. 1978- ISSN 0101 2886

BOLETIM DE PREÇOS. Fornece Cotações de preços nacionais e internacionais dos bens minerais, produtos metalúrgicos, produtos químicos correlatos, materiais de construção, gemas, serviços prestados por empresas. Inclui notícias do setor mineral e uma relação de endereços de importadores no exterior. Publicação trimestral. 1974- Grátis ISSN 0101 2932

INVESTIMENTOS:PROJETOS DE MINERAÇÃO E METALURGIA. Demonstra o nível de investimentos em projetos de mineração e metalurgia, ao mesmo tempo que informa a necessidade de afluxos de recursos. Publicação anual. 1981- ISSN 0101 2983

PERFIL ANALÍTICO DE MINERAIS. Estuda cada mineral desde a lavra até sua industrialização e comercialização. Analisa os fatores econômicos, o avanço tecnológico e a legislação incidente. Inclui mapa mineiro e bibliografia. Publicação seriada . 1973- ISSN 0100 3577

SUMÁRIO MINERAL. Baseado em pesquisas de mercado oferece para cada substância mineral dados sobre a oferta mundial, principais estatísticas brasileiras (produção, importação, exportação, consumo, reservas) e informações sobre os projetos empresariais, legislação, incentivos governamentais e tarifas alfandegárias. Inclui um panorama dos principais eventos do setor ocorridos no ano anterior. Publicação anual. 1981- ISSN 0101 2053

PUBLICAÇÃO ELABORADA PELA DIVISÃO DE FOMENTO DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM
CADASTRO GERAL DAS MINAS BRASILEIRAS. Contém todas as minas legalizadas perante o DNPM - 1982

PUBLICAÇÕES ELABORADAS PELAS SECRETARIA GERAL E SECRETARIA DE TECNOLOGIA DO MME

O ESTADO DA ARTE DA TECNOLOGIA MINERAL 1983

PROGRAMA DE TECNOLOGIA MINERAL 1984

PUBLICAÇÃO ELABORADA PELO DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM
INFORMATIVO ANUAL DA INDÚSTRIA CARBONÍFERA - 1984

DPI

FUNDAMENTOS PARA DESENVOLVER
TECNOLOGIAS INORGÂNICAS.

AZ, HVF e ESA

out/84