

9/03

II SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Salvador, Bahia, de 26 a 29 de agosto, 1986

A OPERACIONALIZAÇÃO DO CONTROLE
AMBIENTAL NA INDÚSTRIA DO ALUMÍNIO

AUTORES: MARCELO DRUGG BARRETO VIANNA
GILBERTO VERONESE

IMPACTOS AMBIENTAIS - TEMA 9

II SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Salvador, Bahia, de 26 à 29 de agosto de 1986

A OPERACIONALIZAÇÃO DO CONTROLE
AMBIENTAL NA INDÚSTRIA DO ALUMÍNIO*

RESUMO

São relatadas as estratégias, diretrizes, atividades e instrumentos utilizados pela ALCOA ALUMÍNIO S.A. na implementação de sua política de controle ambiental a nível da corporação e de sua concretização prática em cada unidade produtiva, visando assegurar que todas as operações da empresa no Brasil sejam desenvolvidas em conformidade às exigências de caráter ambiental.

São analisadas todas as fases do processamento industrial do alumínio:-desde a extração da bauxita, seu refino, redução eletrolítica de alumina, até a produção de semi-manufaturados; - caracterizando, em cada etapa, a geração de poluentes e as técnicas e equipamentos utilizados pela ALCOA na redução das emissões, recomposição de áreas mineradas, tratamento, reciclagem e disposição final de resíduos sólidos.

Além da tecnologia de controle, são descritos instrumentos utilizados no acompanhamento sistemático das ações de controle ambiental de cada unidade, constituídos pelas Revisões Ambientais Trimestrais e Planos de Prevenção de Acidentes Ambientais, os quais permitem garantir a eficácia e segurança das ações de controle de caráter prevenivo, identificando e resolvendo situações que possam evoluir no sentido de se tornarem problemas.

Finalmente, são descritos e analisados os programas de monitoramento das emissões e da qualidade dos recursos naturais nas áreas de influência das unidades de produção, constituídos pela avaliação sistemática de qualidade do ar, águas superficiais e subterrâneas, além do registro e interpretação das variáveis hidro-climáticas que interagem na assimilação e dispersão de poluentes.

*Autores: Marcelo Drugg Barreto Vianna, Eng^o Civil, M.Sc. Ph.D., gerente para Assuntos Ambientais, Eng^o Industrial, Segurança e Saúde Ocupacional da ALCOA ALUMÍNIO S.A.

Gilberto Veronese, Eng^o Civil, Sanitarista, Eng^o de Controle Ambiental da ALCOA ALUMÍNIO S.A.

1 - OS CONCEITOS E A POLÍTICA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA 1.
ALCOA ALUMÍNIO S/A

Um dos objetivos fundamentais da ALCOA consiste em "contribuir de maneira positiva para a qualidade de vida das comunidades e sociedades em que opera, tendo sempre em mente suas obrigações econômicas e também o impacto ambiental e econômico de suas atividades sobre essas comunidades".

Desde a década de 20, quando nos Estados Unidos os impactos ambientais das atividades produtivas começaram a ser reconhecidos, a ALCOA tem procurado controlá-los nas áreas de influência de suas unidades, incorporando tal preocupação ao aperfeiçoamento da tecnologia do processo e de operação, através da minimização da geração de poluentes, sua melhor coleta, reciclagem, recuperação de subprodutos e energia anteriormente descartados.

Retornando matéria prima e energia ao processo produtivo, conseguiu-se, além de atender aos mais restritivos padrões de emissão, amortizar substancialmente os custos do controle ambiental.

A ALCOA, além de esforçar-se para manter-se em conformidade às leis e regulamentos ambientais, em muitos casos vai além do exigido localmente, empregando em todas as suas instalações, a melhor tecnologia disponível na época, projetando, construindo e operando suas fábricas de acordo com os padrões aplicáveis aos mais restritivos países, dispendendo cerca de 10 a 15% do investimento global em aquisição e instalação de equipamentos para controle ambiental.

1.1 - Política de controle ambiental

A ALCOA ALUMÍNIO S.A. compartilha do conceito global de proteção do ar, água, solo e demais recursos naturais, entendendo que o setor industrial pode e deve constituir-se em parte integrante e ativa dos esforços para que tais objetivos sejam atingidos, não apenas como cumprimento a uma exigência legal, mas principalmente como questão de consciência.

Nesse sentido, a Companhia estabeleceu sua Política de Controle Ambiental, cujo objetivo consiste em orientar

os estudos e medidas necessárias para evitar e reduzir os impactos ambientais resultantes da mineração da bauxita, seu refino, redução e transformação do alumínio.

As principais diretrizes da referida política são:

- Prevenir e controlar a poluição resultante das operações das fábricas, respeitando a legislação vigente do país, buscando, sempre que possível, os mais altos padrões adotados pela Companhia.
- Promover treinamento e manter pessoal preparado para atuar no controle ambiental em cada fábrica.
- Desenvolver e implementar métodos e técnicas para controlar a qualidade do ar, água e solo e manter estas tecnologias disponíveis para outras empresas.
- Promover estreito contato com órgãos governamentais, universidades, centros de pesquisas e outras entidades que atuam no setor de controle e preservação ambiental e, principalmente, trabalhar e cooperar com todos os órgãos governamentais encarregados do controle da poluição.
- Promover estudos para a preparação de normas e especificações referentes ao controle da qualidade do ar, água, solo e vegetação, e assessorar as entidades do governo no intercâmbio de informações relativas ao controle ambiental e no estabelecimento de padrões equitativos e realistas.

2 - GERENCIAMENTO DO CONTROLE AMBIENTAL A NÍVEL CORPORATIVO

2.1 - O Departamento e suas atribuições

Objetivando operacionalizar as ações de controle, pautadas na filosofia e política expressas nos itens anteriores, a ALCOA ALUMÍNIO S.A. conta com um Departamento de Assuntos Ambientais, o qual se reporta à Diretoria, sendo responsável pelo estabelecimento das diretrizes, objetivos e metas de proteção ambiental para todas as atividades da empresa no país, interagindo com os demais departamentos corporativos e com todas as fábricas, no sentido de compatibilizar as atividades produtivas com o controle ambiental.

Entre as principais funções e atribuições deste Departamento, destacam-se:

- o Estabelecer objetivos e metas relativos ao controle ambiental, a nível de corporação e promover a implementação das mesmas junto às fábricas;
- o Acompanhar, rever e interpretar a legislação ambiental e recomendar ações para o seu cumprimento;
- o Representar a companhia junto às entidades do governo e privadas, nos assuntos referentes ao controle ambiental;
- o Acompanhar e assessorar as fábricas nas medidas que resultem em adequado controle ambiental;
- o Promover e acompanhar os resultados de programas de monitoramento de ar, água, solo e vegetação junto às fábricas;
- o Assessorar as fábricas na obtenção de licenças de instalação e operação;
- o Promover intercâmbio de informações técnicas e manter estreito contato com os órgãos do governo nos assuntos relativos a controle ambiental;
- o Acompanhar e manter informada a Direção da Companhia sobre a situação ambiental das fábricas;
- o Rever os projetos de expansão e os novos empreendimentos, a fim de determinar os equipamentos de controle ambiental;
- o Conduzir estudos para determinar a análise dos Impactos Ambientais dos empreendimentos, quando for necessário;
- o Recomendar e assistir a companhia na solução de problemas ambientais;
- o Promover treinamento e aperfeiçoamento de pessoal no que se refere ao controle ambiental através de palestras, conferências e seminários;
- o Estabelecer e desenvolver pesquisas e estudos dos aspectos ambientais;
- o Desenvolver e implementar programas de reabilitação, preservação e utilização e manejo racional do solo.

2.2 - Instrumentos de Gerenciamento

Objetivando tornar efetivas as ações de controle ambiental em todas as atividades da companhia, o Departamento de Assuntos Ambientais utiliza-se de instrumentos que permitam, além de prestar contínua assistência, verificar a adequação e estágio de desenvolvimento dos planos de ação, bem como detectar situações existentes ou que pos-

sam vir a se tornar problemas de caráter ambiental, propondo medidas para solucioná-los. Tais instrumentos são:

- o Estudos de Impacto Ambiental
- o Assistência técnica e legal sistemática
- o Programa de Revisões Ambientais Trimestrais
- o Plano de Prevenção de Acidentes com Danos Ambientais
- o Programa de Monitoramento

2.2.1 - Estudos de Impacto Ambiental

Constitui-se no mais sofisticado e abrangente instrumento, utilizado quando da concepção e planejamento de novos empreendimentos de grande porte da companhia, consistindo na avaliação das condições não só físico-biológicas, como também os aspectos sócio-econômicos pré-existentes na região, previsão dos impactos benéficos e desfavoráveis, medidas para minimizá-los ou evitá-los e um plano global de acompanhamento dos mesmos após o início da operação.

O estudo realizado pela ALCOA para implantação do Consórcio Alumar em São Luis do Maranhão teve início três anos antes do início da operação, período que possibilitou um completo diagnóstico das condições pré-existentes em relação à meteorologia e qualidade do ar, regime hidrológico e qualidade das águas de chuva, superficiais subterrâneas e estuarinas, variedades e quantidades da flora e fauna existentes na área, solos, geologia e hidrogeologia, entre outros, além dos aspectos sócio-econômicos envolvidos.

Tal sistemática, pela primeira vez aplicada no país, constitui-se na coleta de um acervo de dados, fundamental e imprescindível para comprovar o grau de impacto e a eficiência do controle ambiental ao longo da operação.

Na fase do estudo de impacto ambiental, é montado um completo plano de monitoramento, tanto das emissões, como de seus efeitos sobre as águas, ar, solo e vegetação, sendo o da ALUMAR um dos mais completos do mundo para esse tipo de atividade.

Portanto, mesmo antes da regulamentação da Política Nacional de Meio Ambiente, a qual introduziu a exigência de realização desse tipo de estudo, a ALCOA implementava a partir de 1981, o mais completo estudo de impacto

ambiental já executado para implantação de um complexo industrial no Brasil.

Para o Complexo Industrial da ALCOA em Poços de Caldas, Minas Gerais, embora não tenha sido realizado um estudo prévio como descrito acima, foi implantado um completo sistema de acompanhamento dos impactos decorrentes da operação daquelas unidades - Fábricas de Alumina, Alumínio, Pó de Alumínio e Condutores Elétricos, abrangendo a qualidade do ar, meteorologia, águas superficiais e subterrâneas e avaliação quali-quantitativa da vegetação, num raio superior a 15 km. Os resultados deste programa são reportados trimestralmente à COPAM - órgão de controle ambiental do Estado de Minas Gerais -, como um dos condicionamentos da licença de operação.

2.2.2 - Assistência Técnica e Legal Sistemática

O Departamento de Assuntos Ambientais mantém contínuo intercâmbio com todas as fábricas desempenhando a função de assessor e consultor para todos os aspectos de controle ambiental. A detecção de problemas, o estudo e encaminhamento de alternativas para sua solução, a execução ou acompanhamento dos projetos e sua negociação junto às autoridades de controle ambiental, são funcionalmente executadas por cada fábrica, entretanto assistidas e orientadas pelo Departamento.

Além disso é mantido um vigilante acompanhamento da evolução das legislações ambientais, interpretando-as e orientando todas as unidades, de forma a manter suas operações em conformidade com as mesmas.

A fim de promover o contato com outras entidades relacionadas com o controle ambiental, o Departamento de Assuntos Ambientais representa a ALCOA junto a diversas organizações privadas e governamentais. Membros do Departamento de Assuntos Ambientais da ALCOA participam ativamente da Comissão Permanente de Meio Ambiente da Associação Brasileira do Alumínio - ABAL, assim como em Comissões Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT, na Comissão Permanente de Meio Ambiente - COPEMA da Confederação Nacional das Indústrias - CNI, DMA/FIESP - Departamento de Meio Ambiente e Uso do Solo da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, e junto à entida -

des de pesquisa e universidades, buscando o aperfeiçoamento e desenvolvimento do controle ambiental na indústria.

2.2.3 - Programa de Revisões Ambientais Trimestrais

A ALCOA ALUMÍNIO S.A. estabeleceu, como ferramenta essencial de sua estratégia de controle ambiental a nível corporativo, a sistemática de execução de revisões ambientais trimestrais em todas as unidades da qual é proprietária ou associada.

Através de metodologia adequada, envolvendo o Departamento de Assuntos Ambientais e a estrutura de controle ambiental de cada fábrica, procura-se detectar, avaliar e propor em conjunto soluções para melhoria do controle ambiental ou de situações que possam se constituir em problemas futuros dessa natureza.

Além disso, visa-se detectar instalações, áreas e equipamentos potencialmente sujeitos a riscos de acidentes com danos ambientais associados, propondo-se medidas preventivas que reduzam a possibilidade de tais ocorrências e eliminem os riscos ambientais implícitos.

A implementação deste instrumento tem gerado subsídios fundamentais para a elaboração e avaliação da execução de planos de ação para o controle ambiental, além de ser um efetivo canal de informações mantendo a alta direção da Companhia permanentemente atualizada da evolução dos aspectos ambientais da organização como um todo.

As revisões consistem basicamente na análise das informações disponíveis na unidade, inspeção da área industrial, equipamentos de controle e corpos receptores, elaboração de relatório apontando os aspectos observados e respectivas sugestões e recomendações e finalmente, apresentação das conclusões e plano de ação proposto ao gerente geral da unidade

2.2.4 - Plano de Prevenção de Acidentes com Danos Ambientais (Spill Prevention Plan)

Os fenômenos mais agudos de poluição têm ocorrido, na maioria das vezes, em consequência do derramamento acidental brusco de grandes quantidades de óleo ou de produtos perigosos, em consequência do rompimento de tanques

diques ou mesmo de falhas operacionais.

Visando garantir a segurança de suas fábricas em relação a esse aspecto, a ALCOA ALUMÍNIO S.A., em complementação a seus programas de gestão do controle ambiental, atua de forma preventiva, através da aplicação a cada uma de suas fábricas de Plano de Prevenção de Acidentes com Danos Ambientais.

Tal plano consiste na identificação e inventário de todas as fontes potenciais de derramamentos e outros a cidentes do tipo, avaliação da probabilidade de ocorrência e das consequências e gravidade associadas a cada possível evento, estabelecendo-se as medidas necessárias para contenção e os procedimentos operacionais, de rotina e de emergência, para evitar e como agir no caso de que tais acidentes venham a ocorrer.

A Gerência de Assuntos Ambientais desenvolveu metodologia específica, assessorando e dando suporte à implementação de tais planos em todas as unidades ALCOA, sendo constituído um comitê composto por representantes das áreas que apresentam fontes potenciais e aquelas envolvidas na implantação associados a tais ocorrências, coordenados pela Superintendência local de controle ambiental.

Após a ampla discussão das sugestões de medidas e procedimentos operacionais preventivos, são projetadas e implantadas as estruturas físicas de contenção e as melhorias de processo, procedimentos operacionais e instalações a serem inspecionadas rotineiramente, sistema de alarmes, recursos humanos e técnicos a serem mobilizados em cada tipo de ocorrência e os planos de ação de emergência e de contingência, envolvendo em alguns casos até o plano de evacuação.

Concluindo o plano, passa-se à fase de divulgação em todos os escalões da fábrica, a conscientização de onde e como evitar tais acidentes e de um exaustivo treinamento do pessoal envolvido nas ações de rotina ou emergenciais, sobre quem avisar, como agir, utilização dos equipamentos individuais de segurança e de apoio e combate aos efeitos adversos do evento, bem como instruções detalhadas sobre o manuseio, contenção e neutralização de cada produto envolvido nos diferentes casos possíveis de acidentes.

2.2.5 - Os Programas de Monitoramento

Este instrumento constitui-se em ferramenta essencial para avaliar a eficácia de todas as ações de controle, aferindo a qualidade final de todo processo de gerenciamento ambiental integrado ao processo industrial.

Medindo-se sistematicamente as emissões e a correspondente qualidade dos recursos naturais ar, águas, solo e vegetação, obtêm-se um conjunto de resultados cuja análise estatística nos dá uma visão panorâmica, não só da eficácia dos equipamentos de controle de poluição, mas também da eficiência do processo produtivo como um todo, detectando-se perdas de energia, matéria prima e produtos, as quais, além de se constituírem em prejuízo direto, oneram indiretamente através da sobrecarga dos sistemas de tratamento e disposição de resíduos.

Portanto, em nossa concepção, o monitoramento, além de se constituir na sistemática de verificação e comprovação de nossas operações perante os padrões estabelecidos, também cumpre a função econômica de vigiar desperdícios, zelando pela manutenção e/ou redução dos custos de produção.

3 - O CONTROLE AMBIENTAL NAS FÁBRICAS

3.1 - Estrutura Interna e Atribuições

Cada fábrica operada pela ALCOA tem estabelecido em seu organograma a função de controle ambiental, desempenhada por uma gerência ou superintendência, a depender de seu porte e complexidade, a qual atua como agente local, por um lado gerenciando os planos de ação para o controle em desenvolvimento e por outro verificando a eficiência desse controle, no dia a dia.

Sua função principal é articular a estrutura da fábrica para que, nos diferentes níveis e em todas as funções haja consciência da responsabilidade pelo controle ambiental, de tal forma que os problemas sejam prontamente detectados e suas soluções encaminhadas.

Os departamentos de cada fábrica, ligados à engenharia, projeto, manutenção, produção, laboratório e utilidades compõem, através de seus responsáveis ou representantes

específicos para o diagnóstico e encaminhamento de questões consideradas prioritárias, ou para implementação de planos de controle preventivo e de ações de emergência.

A CIMA constitui-se no organismo colegiado que se reúne periodicamente para analisar, em conjunto, problemas gerais ou específicos das áreas representadas, sugerindo soluções ou procedimentos que os minimizem.

No encaminhamento das soluções sugeridas pela CIMA, ou Comitês específicos, os departamentos atuam de forma integrada, coordenados e assistidos, a nível local, pelo Superintendente de Controle Ambiental e a nível corporativo pelo Departamento de Assuntos Ambientais.

3.2 - Responsabilidade Local e Estrutura de Apoio

Compatível com a política de descentralização gerencial da ALCOA ALUMÍNIO S.A., toda a responsabilidade pelo controle ambiental de cada fábrica repousa sobre a alta direção da mesma, respondendo perante a Diretoria Corporativa, na eventualidade de ocorrer, por determinado tipo de ação ou omissão, sanções e penalidades decorrentes da violação dos padrões ambientais estabelecidos.

Tal responsabilidade implica na autoridade da direção local em alocar recursos técnicos e financeiros para execução e operação das medidas necessárias ao controle ambiental, transferindo e conscientizando todos os níveis subordinados da responsabilidade e do papel de cada um na consecução desse objetivo.

O responsável pelo controle ambiental atua de forma integrada, utilizando-se dos demais setores da fábrica como apoio ou parte integrante no desenvolvimento de seu trabalho. Parte do laboratório do processo é alocado para execução das análises requeridas pelos programas de monitoramento, assim como as áreas de projeto, engenharia e manutenção atuam no detalhamento das alternativas sugeridas pelas áreas de processo, ou oriundas dos trabalhos da CIMA ou dos comitês específicos.

Dependendo do porte e da complexidade do problema, a direção da fábrica, assistida pelo Departamento Corporativo, pode decidir pela execução interna ou contratação de projetista especializado.

Em contrapartida à transferência da responsabilidade para o nível local, o Departamento de Assuntos Ambientais corporativo é colocado à disposição, assistindo e assessorando legal e tecnicamente todos os passos do encaminhamento e negociações para solução dos problemas de caráter ambiental.

A performance de cada fábrica é acompanhada pela direção corporativa através da elaboração mensal de "Relatórios de Controle Ambiental" onde cada unidade informa os principais resultados do monitoramento e o estágio de desenvolvimento dos planos de ação em curso e demais aspectos de interesse que interfiram na quantidade e qualidade de suas emissões.

Além disso, trimestralmente são realizadas Revisões Ambientais, em cada unidade, onde todas as áreas da fábrica e os responsáveis pelo controle ambiental local e corporativo participam de forma integrada. Nesta ocasião a situação geral e as ações de controle são verificadas e reavaliadas. Anualmente, os programas gerais de controle de cada unidade são atualizados, estabelecendo-se novas metas para serem atingidos padrões cada vez melhores de proteção ambiental.

Todo esforço é orientado no sentido de que problemas dessa ordem sejam detectados de forma prematura, de tal sorte sorte que as soluções sejam encaminhadas preventivamente, a nível interno, mesmo que tais providências não tenham sido objeto de qualquer solicitação dos órgãos de controle ambiental.

4 - AS EMISSÕES DA INDÚSTRIA DE ALUMÍNIO E AS TECNOLOGIAS DE CONTROLE AMBIENTAL ADOTADAS PELA ALCOA

4.1 - Alumínio Primário

A produção do alumínio primário envolve as etapas de mineração de bauxita, produção de alumina e sua redução eletrolítica produzindo o alumínio metálico.

É a etapa que consome maior quantidade de energia e insumos básicos, gerando, conseqüentemente a maior quantidade de resíduos, o que implica nos mais sofisticados e caros equipamentos e instalações de controle ambiental de todo o ciclo da indústria do alumínio.

4.1.1 - Mineração da Bauxita

A atividade de mineração consiste basicamente na remoção da camada orgânica do solo, seguida da escavação e transporte da bauxita. Entretanto, mesmo não ocorrendo a dissolução e drenagem de elementos tóxicos, a movimentação de grandes volumes de solo em áreas de declividade acentuada podem provocar acelerados processos de erosão com a conseqüente turbidez das águas e assoreamento de rios e canais, poeiras nos períodos de estiagem, além da degradação paisagística bem como da potencialidade agrícola do solo.

Embora não existam atualmente no Brasil exigências legais que obriguem a reabilitação de áreas mineradas, a ALCOA ALUMÍNIO S.A., desde 1978, já reabilitou 85 hectares de terras mineradas em suas concessões de Poços de Caldas - Minas Gerais, a um custo da ordem de US\$4.000 a 8.000 por hectare, prosseguindo com reabilitação de área de 10 ha/ano.

Os trabalhos de reabilitação, executados por departamento especializado em recuperação do solo e vegetação, foram baseados em metodologia aprimorada por convênio de pesquisa e assistência técnica com o Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Viçosa, contando ainda com a participação da UNICAMP, na seleção e colheita de sementes para incorporação de espécies nativas às áreas recuperadas.

A metodologia de reabilitação consiste em: decapamento e armazenamento da camada de solo superficial, constituição de terraços nas áreas já mineradas, retorno à área do solo inicialmente removido e preparo para o plantio. A seguir implanta-se o sistema de drenagem constituído por canaletas, caixas coletoras e reservatórios para retenção de sedimentos. Finalmente, procede-se a revegetação da área, plantando-se essências arbustivas e arbóreas nativas ao longo dos terraços e espécies exóticas, nas cristas dos taludes, de crescimento mais rápido. A última etapa consiste na hidrossemeadura de gramíneas e leguminosas nos taludes.

As áreas reabilitadas, a partir de então, são consideradas como áreas de preservação permanente, estando previsto sua doação à agência governamental encarregada

de dar continuidade a sua preservação, indefinidamente.

4.1.2 - Refino da Bauxita

A ALCOA ALUMÍNIO S.A. produz atualmente, em suas unidades de Poços de Caldas (Minas Gerais) e São Luis (Maranhão), quantidade superior a 800.000 toneladas anuais de alumina, óxido de alumínio obtido a partir do refino da bauxita (Al_2O_3).

Utiliza-se do Processo Bayer, o qual consiste na digestão a quente da bauxita moída em solução de hidróxido de sódio, a qual solubiliza a alumina. Em seguida é feita a separação da lama, areia e sílica em tanques de decantadores e adensadores. O licor clarificado é filtrado e conduzido aos precipitadores, onde após esfriamento e adição de "sementes", cristais de ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$), ocorre a precipitação do hidrato. Finalmente, em fornos calcinadores, a água de cristalização do hidrato é removida em forno de leito fluidizado, à temperatura de $1.200^{\circ}C$ produzindo a alumina (Al_2O_3) (figura 1).

A tecnologia do controle de emissões de poluentes, no caso específico, está tão incorporada ao processo que se conseguiu eliminar qualquer lançamento de efluentes líquidos, além de uma elevada reciclagem de produtos químicos - soda, alumina, hidrato, e de energia, através da recuperação de calor e re-utilização de condensados, conforme mostrado no quadro 1.

Uma das características mais importantes - senão a mais importante - das plantas de alumina, no que diz respeito à integração dos processos produtivos com a manutenção da qualidade do meio ambiente, refere-se ao resíduo sólido decorrente da extração da alumina da bauxita, o qual, é adequadamente disposto em lagos duplamente protegidos, com manta de PVC e argila. Essa dupla impermeabilização foi projetada de forma a impedir qualquer infiltração e assegurar a consequente proteção das águas subterrâneas. Em complemento, um sistema de drenagem reduz o gradiente hidrostático sobre a manta de impermeabilização e promove a reciclagem do líquido percolado, juntamente com o sobrenadante, para a Refinaria (figura 2).

Além de equacionar o problema dos resíduos gerados, são adotadas medidas para evitar a contaminação das

águas pluviais do escoamento superficial da área da refinaria, através de pisos concretados e muretados contendo todas as áreas de processo, dotados de poços de captação e bombas automáticas para retorno dos vazamentos aos tanques de processo.

Paralelamente desenvolvem-se pesquisas para utilização dos resíduos de bauxita e plano para reabilitação das superfícies dos lagos de resíduos e sua reutilização após os mesmos esgotarem sua capacidade de armazenamento.

Em relação às emissões atmosféricas, conforme mostrado no quadro 1, adota-se a melhor tecnologia de controle em todas as fontes, consistindo de ciclones seguidos de precipitadores eletrostáticos nos fornos de calcinação, filtros de mangas especiais na caldeira a carvão e filtros manga no sistema de transferência de alumina (figura 3).

Todas as áreas destinadas ao armazenamento das matérias primas são dotadas de lagos de sedimentação para contenção de sólidos arrastados pelas águas pluviais e os tanques dotados de contenção secundária visando a prevenção de acidentes ambientais.

4.1.5 - A Redução da Alumina

A alumina (Al_2O_3) é reduzida a alumínio metálico utilizando-se universalmente o processo Hall-Heroult, no qual a alumina é dissolvida em um banho de criolita (AlF_3 , 3 NaF) fundida a $960^\circ C$, em cubas eletrolíticas ligadas em série. A corrente elétrica (4 volts e 100-200KA) passando através do anodo de carbono, banho fundido e catodo de blocos de carbono, dissocia a alumina, liberando alumínio líquido, que se deposita no catodo e consumindo o anodo que reage com o oxigênio liberado formando CO e CO_2 .

Os gases emanados do processo eletrolítico, compostos por dióxido, monóxido de carbono e fluoretos gasosos e particulados, originados da evaporação da criolita fundida, são coletados através de saia ou coifa, dependendo do sistema, sendo encaminhados ao sistema de tratamento central.

A ALCOA ALUMÍNIO S.A. adota em suas reduções dois sistemas, o Soderberg com Pinos Verticais (VSS) e o de a-

nodo pré-cozidos com alimentação central (CWPB), respectivamente em suas unidades de Poços de Caldas, Minas Gerais e São Luis, Maranhão.

No sistema VSS (figura 4) o anodo é constituído por uma pasta, a qual é alimentada continuamente no topo da caixa de aço, onde o calor originado pela fusão do banho cozinha a pasta e remove os materiais voláteis. A parte superior, contida na caixa, ainda mantém-se verde e desagregada, ao passo que a parte inferior, já cozida e consolidada é condutora de corrente. A corrente elétrica é inserida no anodo através de pinos de aço verticais, que vão sendo reajustados à medida que a pasta vai sendo consumida. A pasta é constituída por briquetes obtidos pela dosagem de coque de petróleo moído e peneirado em diferentes granulometrias e pixe.

No sistema pré-cozido (ver figura 5), os anodos são fabricados e cozidos em uma unidade à parte (figura 6), onde são executadas as operações de moagem do coque, limpeza e reutilização dos anodos gastos, prensagem e cozimento dos anodos novos em forno a óleo diesel. A quebra da crosta e adição suplementar de alumina ao banho é executada automaticamente, no centro da cuba, sem necessidade de abertura das coifas.

O fator determinante do controle das emissões do processo de redução da alumina consiste na eficiência da coleta dos gases, de tal forma que o enclausuramento da cuba permita as operações de quebra da crosta para alimentação de alumina, substituição de anodos gastos ou ajuste dos pinos (VSS) e a retirada do alumínio produzido sejam executadas com a mínima exposição possível da superfície do banho ao ambiente externo. No quadro 2 são apresentadas as eficiências de coleta para os diferentes sistemas, constituindo, as emissões não captadas, a maior carga emitida do processo global, em função da altíssima eficiência de remoção de fluoretos conseguida na lavagem dos gases de exaustão, no sistema CWPB.

A ALCOA tem sempre pesquisado e adotado a melhor tecnologia sob o ponto de vista de eficiência do processo e do controle ambiental, fato demonstrado pelas diferenças entre a melhor tecnologia existente há cerca de 15 anos atrás, adotada em Poços e aquela aplicada atualmente

na fábrica de São Luis, Maranhão. A melhor tecnologia disponível anteriormente propiciava uma captação máxima de 85% dos gases, ao passo que a atual atinge 99%, o que reduziu em cinco vezes o total de fluoretos emitidos por tonelada de alumínio produzido. Ressalte-se que o sistema Soderberg continua sendo utilizado no mundo inteiro, ainda considerado econômica e ambientalmente aceito.

portanto, além do sistema de cubas utilizado, os cuidados a serem adotados na manutenção das coifas e nos procedimentos operacionais são fundamentais para minimizar a carga de poluentes emitida. A nova tecnologia ALCOA prevê, em cada cuba, uma comporta para regulagem de vazão de exaustão de gases, podendo até dobrar esse valor por ocasião da abertura de comportas de sua coifa de enclausuramento para realização das operações citadas acima.

Em ambas as unidades ALCOA, os gases captados nas salas de cuba são conduzidos aos reatores de lavagem a seco, processo de tratamento desenvolvido pela própria ALCOA, onde primeiramente os fluoretos gasosos são adsorvidos em um leito fluidizado de alumina e, em seguida, os particulados são retidos no sistema de filtragem constituído por filtros manga (figura 7).

A elevada afinidade dos fluoretos pela alumina promovem o processo de adsorção, removendo mais de 99% desse elemento carregado pelos gases da sala de cubas. Além disso, a alumina reagida sendo encaminhada às cubas permite o retorno do fluoreto ao processo, gerando um retorno econômico para os custos do sistema de tratamento.

Dos 20 Kg de fluoretos totais emanados de cada tonelada de alumínio líquido produzido, 19,4 Kg são captados para o sistema A-398, sendo emitidos para o ambiente apenas 6 gramas, ao passo que as emissões fugitivas perfazem 0,7 Kg/t.

O sistema CWPB engloba ainda a fábrica de anodos, onde as emissões de particulados das operações de moagem e mistura de coque, pixe e anodos gastos recuperados são controladas através de filtros-manga, e as emissões do forno de cozimento de anodos são minimizadas fundamentalmente pela tecnologia de construção do mesmo e eficiência da queima. Os anodos gastos sofrem processo de completa limpeza dos restos do banho solidificado, antes de sua re

incorporação ao processo, possibilitando atingir a emissão de apenas 0,2 kg de fluoretos por tonelada equivalente de alumínio produzido.

Além do mais, considerando o processo de redução como um todo a grande eficiência conseguida no controle das emissões da sala de cubas permite que o total de emissões, considerando o forno de anodos, ainda fique na faixa de 0,9 a 1,1 kg de fluoretos/t, bem abaixo do 1,25kg/t do padrão do EPA/USA e da SERNAT/MA.

Atualmente, o principal desafio ambiental do processo de redução consiste no desenvolvimento da tecnologia econômica e ambientalmente compatível para a reciclagem ou recuperação dos Revestimentos de Cubas Gastos (RCG).

Os RCG, compostos por blocos de carbono impregnados pelos componentes do banho eletrolítico-fluoretos, sódio e alumina, e apresentando traços de cianeto, após cerca de 1.500 dias de utilização, perdem sua capacidade de contenção total, necessitando proceder-se ao desmonte da cuba e sua total substituição.

Os resíduos gerados, cerca de 14 kg/t de alumínio produzido, devido a sua composição química exigem cuidados especiais em seu armazenamento e disposição final em aterros apropriados com camadas impermeabilizantes. Em vista disso, a indústria do alumínio, em geral, e a ALCOA em particular, tem dispendido considerável esforço no sentido de viabilizar a recuperação dos produtos químicos que impregnam os blocos e/ou energia representada pelo seu conteúdo carbonáceo. Atualmente encontram-se em andamento uma série de pesquisas, tanto de combustão em fornos de leito fluidizado com os devidos controles das emissões, em fornos da indústria de cimento como combustível e na indústria siderúrgica, como agente fluxante devido a seu conteúdo de fluoretos. Pesquisas também estão se desenvolvendo no sentido de recuperar produtos reciclando-os no próprio processo de redução.

Tais pesquisas mostram-se promissoras, tanto no aspecto econômico, como de solução ambientalmente aceita para tratamento desse tipo de resíduo, restando ainda alguns problemas tecnológicos de processo e materiais a serem solucionados, devendo tais processos encontrarem-se viáveis sob esses dois aspectos, nos próximos anos.

No quadro 3 apresenta-se uma síntese dos controles adotados na área de redução.

4.2 - A Indústria da Transformação do Alumínio

A ALCOA ALUMÍNIO S.A., além de dedicar-se a produção de 335.000 toneladas por ano de alumínio primário, expande suas atividades em todas as áreas da transformação através de seis unidades produtoras situadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco, conforme mostrado no quadro 4.

O potencial poluidor de tais atividades é significativamente menor que aquele apresentado pela obtenção do alumínio primário, apresentado nos itens anteriores, não devendo ser, entretanto, negligenciado.

Da mesma forma a ALCOA mantém o controle ambiental de suas unidades de transformação cujas principais emissões e controle adotados são explicitados a seguir.

4.2.1 - Extrusão

Consiste na fabricação de perfis, dos mais diversos tipos e formatos, através da prensagem de cilindros de alumínio aquecidos a 450°C através dos moldes com as especificações desejadas, a semelhança de se comprimir um tubo de pasta de dentes, a qual toma a forma do bocal de saída.

Os principais aspectos ambientais são relacionados ao controle de perdas de óleos de corte e hidráulico e os líquidos de resfriamento, que normalmente circulam em circuitos fechados, e os efluentes líquidos das operações de limpeza e tratamento térmico das matrizes, ferramentas que dão o formato aos perfis.

A limpeza das matrizes é realizada através da dissolução do alumínio de incrustação por banho de soda cáustica e posterior lavagem. O banho com a utilização vai substituindo-se de aluminato de sódio, necessitando ser substituído.

O tratamento desse efluente e das águas utilizadas na lavagem é realizado através da neutralização com ácido sulfúrico, floculação e decantação do lodo químico formado, que após secagem é disposto em aterro industrial.

Na fase seguinte, a matriz sofre o tratamento tér

mico, que consiste na imersão da peça em banho de sais fundidos de cianeto. O banho somente é repostado, não sendo descartado, sendo os resíduos de limpeza desse banho e as águas de rinsagem contaminadas com cianetos tratadas separadamente, executando-se a destruição dos cianetos com hipoclorito de sódio.

4.2.2 - Laminação

A fabricação de chapas, lâminas e folhas de alumínio é realizada através de sucessivas passagens de uma chapa de grande espessura, através de rolos de aço, o que as torna cada vez mais longas e de menor espessura.

Trata-se de um processo que praticamente não emite efluentes, consistindo o controle nos cuidados para evitar perdas e acidentes com o óleo de laminação. O qual funciona em circuito fechado, passando por um sistema de filtragem e recondicionamento do óleo.

Os filtros são constituídos por terras diatomáceas, necessitando serem periodicamente substituídas. Tal resíduo sólido, gerado em pequena quantidade, é convenientemente disposto.

4.2.3 - Anodização

Consiste no tratamento superficial do alumínio, após sua decapagem em banho de soda cáustica, pela imersão em tanque de ácido sulfúrico e a passagem de corrente contínua. Entre esses banhos, há uma série de operações de rinsagem e selamento em água desmineralizada, gerando grande quantidade de efluentes, cáusticos e ácidos, contendo grande quantidade de sólidos em suspensão e dissolvidos.

O tratamento desses efluentes é realizado através de operações de neutralização, ajuste do pH ótimo de floculação e decantação.

As soluções exauridas concentradas de soda e ácido são armazenadas e utilizadas nas operações de neutralização.

O pH é corrigido através de dosagem eletronicamente comandada dos agentes neutralizantes, sendo o lodo gerado na etapa final do tratamento, desaguado em filtro prensa e encaminhado para aterro industrial.

O maior problema de anodização consiste nas caracte

terísticas e quantidades de lodo gerado no sistema de tratamento. Em Itapissuma, a ALCOA pesquisa a viabilidade econômica de produzir, a partir desse lodo, solução de sulfato de alumínio para utilização em tratamento de águas ou efluentes industriais.

4.2.4 - Peças Fundidas

Os principais aspectos ambientais desse processo referem-se às emissões atmosféricas da refusão e tratamento do alumínio fundido e os resíduos sólidos gerados nas operações de desmoldagem das peças.

Na refusão, o principal aspecto refere-se às emissões do SO_2 contido no óleo combustível, problema que a ALCOA está solucionando pela utilização de energia elétrica e gás natural. Nos casos em que tal substituição não é possível, o controle da eficiência da combustão e a dispersão de chaminés tem se mostrado suficiente para o controle.

Em relação ao tratamento do alumínio fundido, objetivando a remoção de sódio, magnésio, hidrogênio e incrustações, tradicionalmente têm-se utilizado pastilhas de hexacloro-etano, boratos e uma série de anti-encrustantes e fundentes disponíveis no mercado. Em tais operações, os gases emitidos são captados e tratados em lavador de gases com solução alcalina. Paralelamente, a ALCOA desenvolveu uma série de sistemas para filtragem e degaseificação do alumínio utilizando-se de filtros de alumina tubular e grande porcentagem de gases inertes, como o nitrogênio e o argônio o que praticamente torna a operação limpa, não necessitando equipamento de controle para as emissões atmosféricas.

No aspecto resíduos sólidos, dependendo da técnica de moldagem utilizada, em areia, coquilhas e machos (Shell Molding), são geradas maiores ou menores quantidades de areia de fundição, contendo quantidades mínimas de resina fenólica, mogul e bentonita, que se constituem em resíduos praticamente inertes, dispostos em aterros industriais para resíduos não perigosos.

Outros resíduos como as escórias da refusão e a paras o alumínio são vendidos para recuperação ou reciclados no próprio processo ou por terceiros.

5 - PROGRAMAS DE MONITORAMENTO

Em função da complexidade e porte de cada unidade, levando em consideração as características hidro-climáticas do local, a ALCOA ALUMÍNIO S.A. programa e opera sistemas de monitoragem que abrangem os principais pontos de descarga de efluentes e a área de influência das emissões, avaliando sistematicamente a performance do controle ambiental na qualidade dos recursos naturais.

Tais programas procuram ser os mais abrangentes possíveis, sendo os mais completos executados junto aos complexos integrados de produção de alumina-alumínio de São Luiz e Poços de Caldas. Para as demais localidades que sediam atividades de transformação primária do alumínio, as emissões e o correspondente potencial poluidor são significativamente menores, comportando programas de menor magnitude, conforme mostrado no quadro 4.

5.1 - Monitoramento da Qualidade do Ar

As principais fontes de emissão para a atmosfera são apresentadas no quadro 5, a seguir, nos diferentes segmentos das atividades da ALCOA.

Face à magnitude das cargas emitidas, somente para os complexos integrados refinaria-redução, justificam-se programas sistemáticos de medição das descargas atmosféricas, sendo que nas atividades de transformação de alumínio, são executadas medições eventuais para caracterização das fontes.

Os programas de monitoramento da qualidade do ar ambiente são executados através do registro e interpretação dos dados meteorológicos em estações próprias (São Luis e Poços) ou de órgãos públicos e da manutenção de redes de placas passivas que fixam o dióxido de enxofre e os fluoretos presentes na atmosfera, e através da operação de estações automáticas de medição e registro contínuo de SO_2 , fluoretos e material particulado (High Vol), à montante e na área de maior influência das emissões.

Além disso, nos mesmos locais das estações de amostragem da qualidade do ar são observadas sistematicamente e coletadas amostras de diferentes espécies de vegetação para análise de seu conteúdo de fluoretos e dióxido de enxofre.

fre, bem como amostras do solo superficial e a diferentes profundidades, visando acompanhar os efeitos da qualidade do ar sobre a vegetação e a incorporação de poluentes ao solo.

A interpretação conjunta dessa série de dados obtidos simultaneamente permite estabelecer correlações entre emissões, fatores meteorológicos e seus efeitos sobre a qualidade do ar, vegetação e solo, permitindo ainda detectar e diferenciar os danos à vegetação causados por pragas ou insetos fitófagos, daqueles realmente provocados por agentes poluidores.

5.2 - Monitoramento da Qualidade das Águas

São mantidos programas de determinação sistemática da qualidade dos efluentes líquidos e águas pluviais de drenagem dos pátios industriais, visando detectar a eficiência dos sistemas de tratamento e de controle de perdas, além de verificar a conformidade aos padrões de lançamento estabelecidos.

Nos corpos receptores e demais recursos hídricos nas áreas de influência de operação das fábricas são estabelecidos locais de amostragem da qualidade das águas, sendo desenvolvidos extensos programas de medição e interpretação, principalmente nos igarapês e ambiente estuarino em São Luis (22 estações) e córregos na área das fábricas de Poços de Caldas (9 estações).

Todos os locais onde se situam instalações para disposição de resíduos de bauxita, lagos de resfriamento das águas de recirculação das refinarias e aterros para disposição de resíduos sólidos industriais são circundados por piezômetros para coleta e análise da qualidade das águas subterrâneas, possibilitando a detecção de qualquer vazamento nas camadas impermeabilizantes de tais instalações, perfazendo cerca de 100 (cem) poços de monitoragem em todas as suas unidades.

A contínua interpretação da variação do nível do lençol subterrâneo e da evolução da qualidade de suas águas permitem detectar eventuais problemas em tempo hábil para o acionamento de medidas preventivas e corretivas.

5.3 - Estudos em Convênio com Entidades de Pesquisa

Além dos extensos programas de monitoramento ambien

tal executados com equipes e laboratórios próprios, a ALCOA ALUMÍNIO S.A. mantém convênios, com universidades e institutos de pesquisa objetivando conhecer melhor os ambientes naturais das áreas onde atua e desenvolver conhecimentos que permitam a melhor proteção ambiental de tais áreas.

Nesse sentido, desde fins de 1980, o Laboratório de Hidrobiologia da Universidade Federal do Maranhão vem realizando pesquisas que abrangem os aspectos geológicos, características químicas das águas, dados de circulação das águas, características físicas do ambiente, conhecimento qualitativo e quantitativo dos organismos planctônicos (fito e zooplacton); produção primária e clorofila; densidade dos organismos bentônicos do médio e infra litoral; inventário e estudos biológicos da ictiofauna com maior abundância e significado econômico; estudo de ovos e larvas de peixes, incluindo a estatística de desembarque e identificação das principais espécies que compõem a formação de mangues, zoneamento dessas espécies e densidade de plantas por área do manguezal.

O Instituto Biológico de São Paulo firmou convênio técnico-científico, através do qual vem realizando o levantamento das doenças e pragas presentes na vegetação da área ocupada pela fábrica de São Luis. Tais estudos vizam conhecer e identificar os sintomas produzidos por agentes parasitários e fatores fisiológicos, em plantas da região, para distinguí-los das causas artificiais ligadas à indústria.

Em relação à reabilitação de áreas mineradas, na região de Poços de Caldas, Minas Gerais, foram efetuados convênios com a Universidade de Viçosa e UNICAMP, visando o condicionamento agrícola do solo e o restabelecimento de vegetação heterogênea nativa para a recuperação das mesmas.

6 - CONCLUSÃO

Tentamos apresentar, de forma suscinta, a política de controle ambiental da ALCOA ALUMÍNIO S.A., os aspectos da geração e tecnologia de controle e monitoragem das emissões referentes aos processos de produção de alumínio pri

mário e as sucessivas transformações que o mesmo sofre ao longo do processo produtivo, bem como o esforço empreendido objetivando que tais operações se processem com o mínimo impacto à qualidade dos recursos ambientais e, por consequência, à qualidade de vida.

Os resultados obtidos através de pesquisas e redes de monitoramento, têm demonstrado a eficácia das medidas de controle implantadas, tornando compatível as atividades da indústria do alumínio convenientemente planejadas nos aspectos de localização e tecnologia de processo e controle, com as demais atividades, sem a ocorrência de conflitos de decorrentes da poluição ambiental.

A ALCOA reconhece sua responsabilidade na questão da proteção ambiental, não só pelo seu aspecto legal, mas, principalmente por uma questão de ética, de consciência e de cidadania, mantendo todo um conjunto de atividades que visam garantir a adequação de todas suas operações aos padrões, normas e legislações ambientais gerais e específicas de suas licenças de instalação e funcionamento, buscando, sempre que possível, os mais altos padrões adotados pela Companhia.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - UNEP - United Nations Environment Programme - Industry & Env. Guidelines Series - Guidelines for Env. Management of Aluminum Smelters - Second Draft - Paris, september 85
- 2 - UNEP - United Nations Env. Programme - Firts Draft of a Technical Review on the Env. Aspects of Aluminium Smelters - Paris, oct/79
- 3 - The Aluminium Association - Aluminium and the Env., Washington DC, USA, nov/84
- 4 - Aluminum Company of America - Alcoa and the Environment - Care, Control, Commitment - Pittsburgh, USA jan/85
- 5 - Alcoa Australia Limited - Alcoa Portland Environment Effects Statement - Austrália, jan/80

- 6 - Barreto Vianna, M.D. - Aspectos de Controle Ambiental em Fábrica de Alumínio, revista Eng. Sanitária, ABES, v. 22 nº1, 101-105, jan/mar - 1983
- 7 - Barreto Vianna, M.D. - A Indústria do Alumínio e o Controle Ambiental, XII Congresso Brasileiro de Eng. Sanitária e Ambiental, Camboriú, SC, nov/83
- 8 - IPAI - International Primary Aluminium Institute - Env. Committee Report - Fluoride Emissions Control :Updated Costs for new Aluminium Reduction Plants - London, UK feb/85
- 9 - Willians, D.D. - Sugestões para a Implantação de Programas de Reabilitação de Áreas Mineradas - I Seminário Nacional de Lavra a céu aberto - IBRAM - Belo Horizonte, MG, março/82
- 10 - Willians, D.D. - Reabilitação de Minas de Bauxita Exauridas em Poços de Caldas - MG - Alcoa Alumínio S.A. Coletânea de Trabalhos Técnicos sobre Controle Ambiental na Mineração, DNPM, Ministério das Minas e Energia, Brasília, 1985
- 11 - Dias, A.C. - Recomposição Paisagística de Áreas Mineradas de Bauxita em Poços de Caldas - MG - III Simpósio Nacional de Ecologia, julho 1981, Belo Horizonte, MG
- 12 - Dias, A.C. - Recomposição Paisagística de Áreas Mineradas de Bauxita - I Seminário Regional sobre Conservação da Natureza, MG, junho 1981, 12 p.

QUADRO 1 - O CONTROLE AMBIENTAL NAS REFINARIAS DA ALCOA ALUMINIO S.A.

FASE DO PROCESSO	CONTROLE INTERNO	EMISSÕES	INSTALAÇÃO OU EQUIPAMENTO DE CONTROLE
DIGESTÃO CLARIFICAÇÃO PRECIPITAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Lavagem em contra-corrente dos resíduos separados, recuperando NaOH • Retorno do líquido sobrenadante e da drenagem de fundo do lago de resíduos para a refinaria. • Recirculação de todos os efluentes através do Lago de Resfriamento. • Retorno do licor, após precipitação, para os digestores. • Recuperação de calor para evaporação do licor gasto. 	RESÍDUOS DE BAUXITA	<ul style="list-style-type: none"> • Lago de contenção das águas pluviais e sistema de neutralização. • Lago de Resfriamento para armazenamento e recirculação de efluentes contendo soda, impermeabilizado com argila e PVC, com sistema de piezômetros de monitoramento. • Lago para Disposição dos Resíduos de Bauxita. Dotado de impermeabilização (Argila, PVC), sistema de monitoramento, tubulação para retorno do sobrenadante e da drenagem de fundo, para recuperação de soda. • Bateria de Poços Profundos para contenção de poluição acidental do aquífero
CALCINAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização dos gases quentes de exaustão do forno para secagem do hidrato. • Pré-aquecimento de parte do ar dos quemadores utilizando o calor do resfriamento da alumina calcinada. • Recuperação da alumina dos gases de exaustão. 	MATERIAL PARTICULADO ALUMINA SO ₂ .	<ul style="list-style-type: none"> • Multiciclone seguido de Precipitadores Eletrostáticos.
GERAÇÃO DE VAPOR	<ul style="list-style-type: none"> • Carvão Importado com baixos teores de Cinzas e Enxofre (S.Luis). • Caldeiras Elétricas (Poços de Caldas) 	PARTICULADOS/SO ₂ CINZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Filtros de mangas especiais para altas temperaturas. • Aterro Industrial para Cinzas

QUADRO 2 - EFICIÊNCIA DA COLETA DE GASES NAS
DIFERENTES TECNOLOGIAS

TECNOLOGIA DA CUBA	AMPERES KA	TECNICA DE COLETA	EFICIÊNCIA DE COLETA DOS GASES %	VAZÃO DE EXAUSTÃO	
				$\frac{\text{Nm}^3}{\text{s. cuba}}$	$\frac{\text{Nm}^3}{\text{t. Al}} \cdot 10^5$
C W P B	150	Cuba totalmen te fechada	95-99	1,1	0,9
C W P B *	180	Cuba totalmen te fechada	97-99	2,1	1,31
S W P B	130-140	Coifa com um painel cada lado	80-90	0,9 - 1,2	0,8 - 1,0
S W P B	90	Exaustão Local	65-75	0,1	0,13
V S S **	100-120	Saia com 1 ou 2 quei - madores	65-85	0,13	0,15

CWPB : CUBA TRABALHADA CENTRALMENTE COM ANODO PRÉ-COZIDO

SWPB : CUBA TRABALHADA LATERALMENTE COM ANODO PRÉ-COZIDO

VSS : CUBA SODERBERG COM PINOS VERTICAIS

* TECNOLOGIA ALCOA UTILIZADA EM S.LUIS - MARANHÃO (M 84)

** TECNOLOGIA ALCOA UTILIZADA EM POÇOS DE CALDAS - MG (1967)

QUADRO 3 - O CONTROLE AMBIENTAL NA REDUÇÃO ELETROLÍTICA DA ALUMINA

FASE	PROCESSO	CONTROLE OPERACIONAL	EMISSÕES	EQUIPAMENTO DE CONTROLE
SALA DE CUBAS	Soderberg Vertical	<ul style="list-style-type: none"> o Máxima manutenção da cobertura do banho o Manutenção dos queimadores dos voláteis acesos o Imersão adequada da saia exaustora na alumina de alimentação 	<ul style="list-style-type: none"> o Gases emanados das cubas contendo Fluoreto (Part./ Gasosa) SO₂, CO₂, Voláteis orgânicos, Particulados o Revestimentos Gastos (RGC) 	<ul style="list-style-type: none"> o Saia exaustora captação de 85%. o Lavagem a seco com reatores A-398 com eficiência de 98% de remoção de F. o Armazenagem em área seca dos RGC. o Disposição em aterro selado p/com resíduos perigosos (RGC)
	Pré-cozido Central (CWPB)	<ul style="list-style-type: none"> o Enclausuramento total da cuba. o Exaustão com duplicação de vazão para abertura da cuba. o Adsorção e reciclagem dos fluoretos no processo. o Inexistências de Efluentes Líquidos - Lavagem dos gases a seco. o Extensão da vida útil dos RGC reduzindo sua geração o Pesquisas de reciclagem dos RGC 	<ul style="list-style-type: none"> o Gases emanados das cubas (F, SO₂, CO₂, CO) e Particulados (F, C, Alumina) o Anodos Gastos o Revestimentos Gastos de Cuba (RGC) 	<ul style="list-style-type: none"> o Captação de 98% com lavagem a seco em reatores A-398 - Remoção de 99% dos fluoretos. o Remoção das crostas de banho o Moagem e recirculação no processo o Armazenagem em local seco e disposição em aterro para resíduos perigosos (RGC).
FABRICAÇÃO DE ANODO	V S S	<ul style="list-style-type: none"> o Recuperação das emissões de Particulados das operações de moagem/mistura na fabricação da pasta Soderberg. 	<ul style="list-style-type: none"> o Particulados nas operações de moagem e mistura. 	<ul style="list-style-type: none"> o Filtros para captação de material particulado.
	Pré-cozido Central (CWPB)	<ul style="list-style-type: none"> o Remoção total dos restos de crosta (jateamento) antes da reutilização dos anodos gastos (minimizam a emissão de F) o Tecnologia do Forno de cozimento (Ring Furnace), permitindo a queima dos voláteis orgânicos no próprio forno e alta eficiência de queima 	<ul style="list-style-type: none"> o Particulados nas operações de moagem e mistura. o Gases do Forno de cozimento (SO₂, F) 	<ul style="list-style-type: none"> o Filtros de manga para coleta de particulados. o Chaminê elevada, alta temperatura e velocidade da exaustão dos gases.

QUADRO 4 - ATIVIDADES DA ALCOA ALUMÍNIO S.A. NA ÁREA DE TRANSFORMAÇÃO DO ALUMÍNIO

LOCALIDADE	PRODUTOS	CAPACIDADE TON/ANO DE ALUMÍNIO
ITAPISSUMA/PE ALCONOR	Extrudados Laminados Anodizados	35.000
DIV. CONDUTORES P.CALDAS/MG	Cabos de Alumínio e de Cobre, nũs e Isolados	20.000
SOROCABA /SP	Extrudados	6.000
FÁBRICA DE PÓ P.CALDAS /MINAS GERAIS	Põs de Alumínio de diferentes granulometrias	7.500
PINDAMONHANGABA / SP	Extrudados Fundidos	13.500
COTIA / SP	Fundidos	2.000

QUADRO 5

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS FÁBRICAS DA ALCOA ALUMÍNIO S.A.

AMBIENTE	ELEMENTO MONITORADO	L O C A L I D A D E S						
		S. LUIS	P. CALDAS	ITAPISSUMA	PINDA	SOROCABA	COTIA	
A R	EMISSÕES	X	o	-	-	-	-	
	METEOROLOGIA	X	X	-	-	-	-	
	AR AMBIENTE	X	X	X	-	-	-	
A G U A S	PLUV/FLUV.	X	X	-	-	-	-	
	• SUPERFICIAIS							
	• DOCES	X	X	X	-	-	o	
	• ESTUARINAS	X	-	-	-	-	-	
	• PLUVIAIS	X	X	-	-	-	-	
	• SUBTERRÂNEAS	X	X	o	X	-	o	
V E G E T A Ç Ã O	• EFLUENTES	X	X	X	X	X	o	
	ASPECTO VISUAL	X	X	-	-	-	-	
	ANÁLISES QUÍM.	X	X	-	-	-	-	
S O L O	ANAL. QUÍMICAS	X	-	-	-	-	-	

X EM EXECUÇÃO

o EM IMPLANTAÇÃO

QUADRO 6 . PRINCIPAIS FONTES E PARÂMETROS ADOTADOS
NOS PROGRAMAS DE MEDIÇÃO DE DESCARGAS
ATMOSFÉRICAS

ATIVIDADE	PARÂMETROS FONTE	MATERIAL PARTICULADO	F L U O R E T O		SO ₂	HIDROCARB.
			PARTIC.	GASOSO		
REFINARIA (ALUMINA)	CALDEIRAS	X	-	-	X	-
	MOAGEM DE CALCAREO	X	-	-	-	-
	FORNOS DE CALCINAÇÃO	X	-	-	X	-
REDUÇÃO (ALUMÍNIO)	FORNOS COZI- MENTO DE ANO DOS (CWPB)	X	X	X	X	X
	SALA DE CUBAS					
	o Lanternins	X	X	X	X	-
	o Entrada A- 398	X	X	X	X	-
o Saída A- 398	X	X	X	X	-	
TRASNFORMA ÇÃO DO ALUMÍNIO	CALDEIRAS	X	-	-	X	-
	FORNOS DE REFUSÃO	X	-	-	X	-

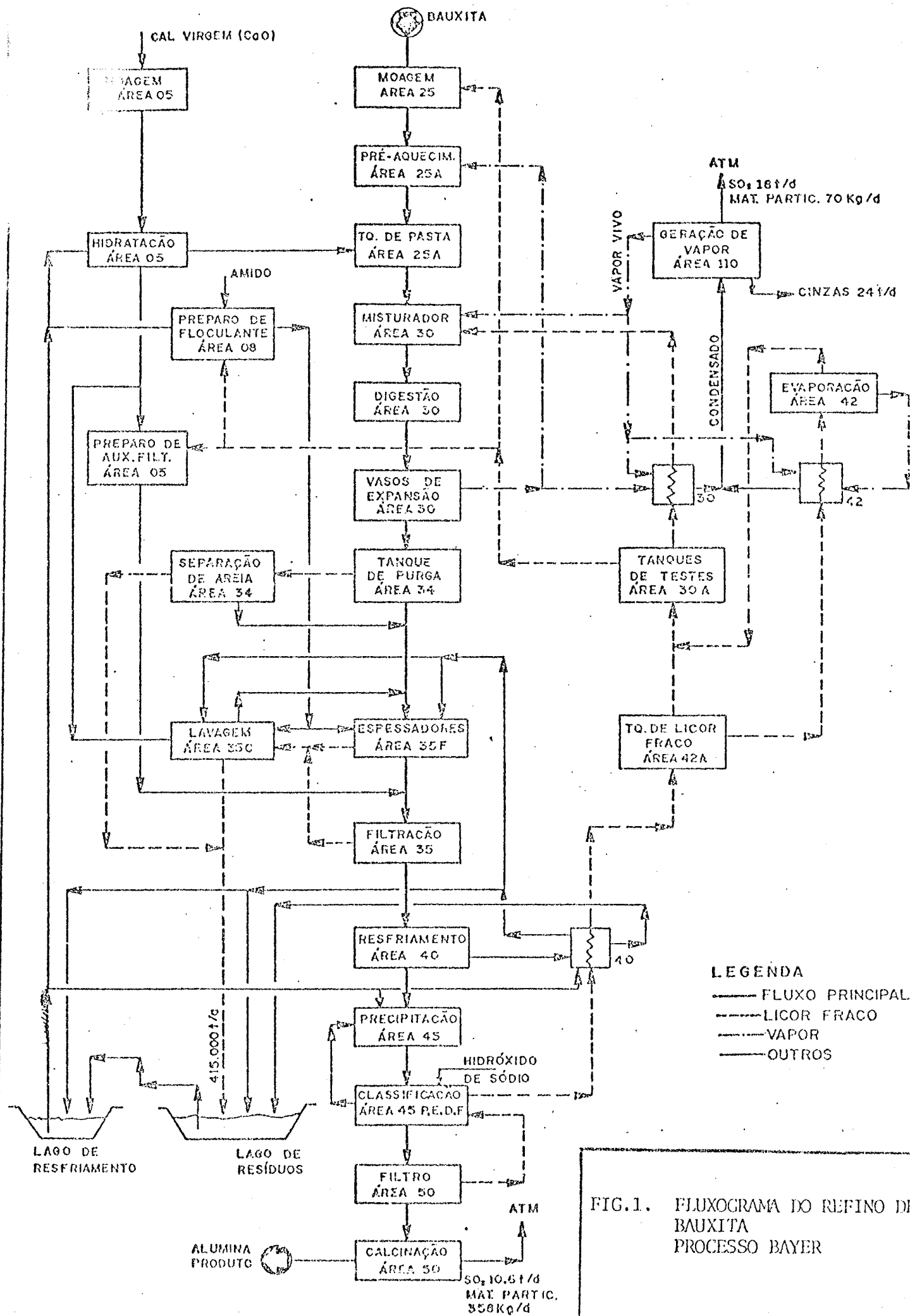


FIG.1. FLUXOGRAMA DO REFINO DE BAUXITA PROCESSO BAYER

FIG. 2. LAGO SELADO DE RESÍDUOS DE BAUXITA
(CORTE VERTICAL)

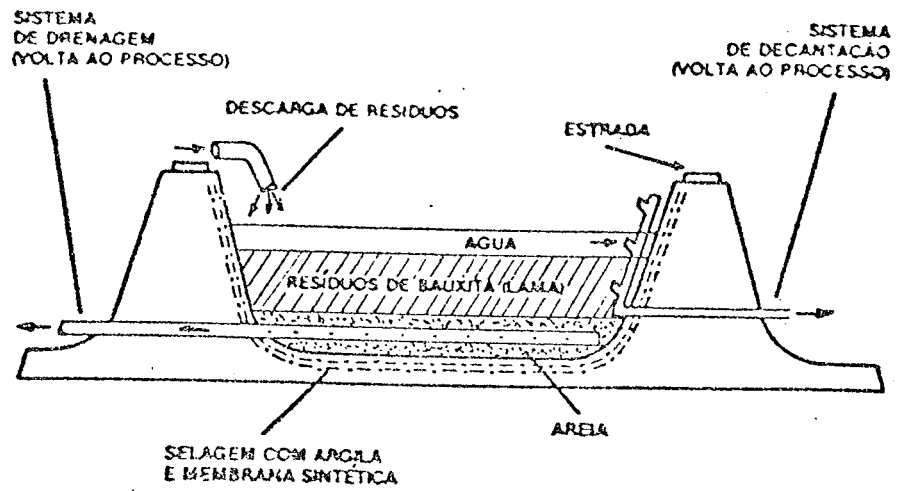


FIG. 3. EQUIPAMENTO DE CONTROLE DO
FORNO DE CALCINAÇÃO DE ALUMINA

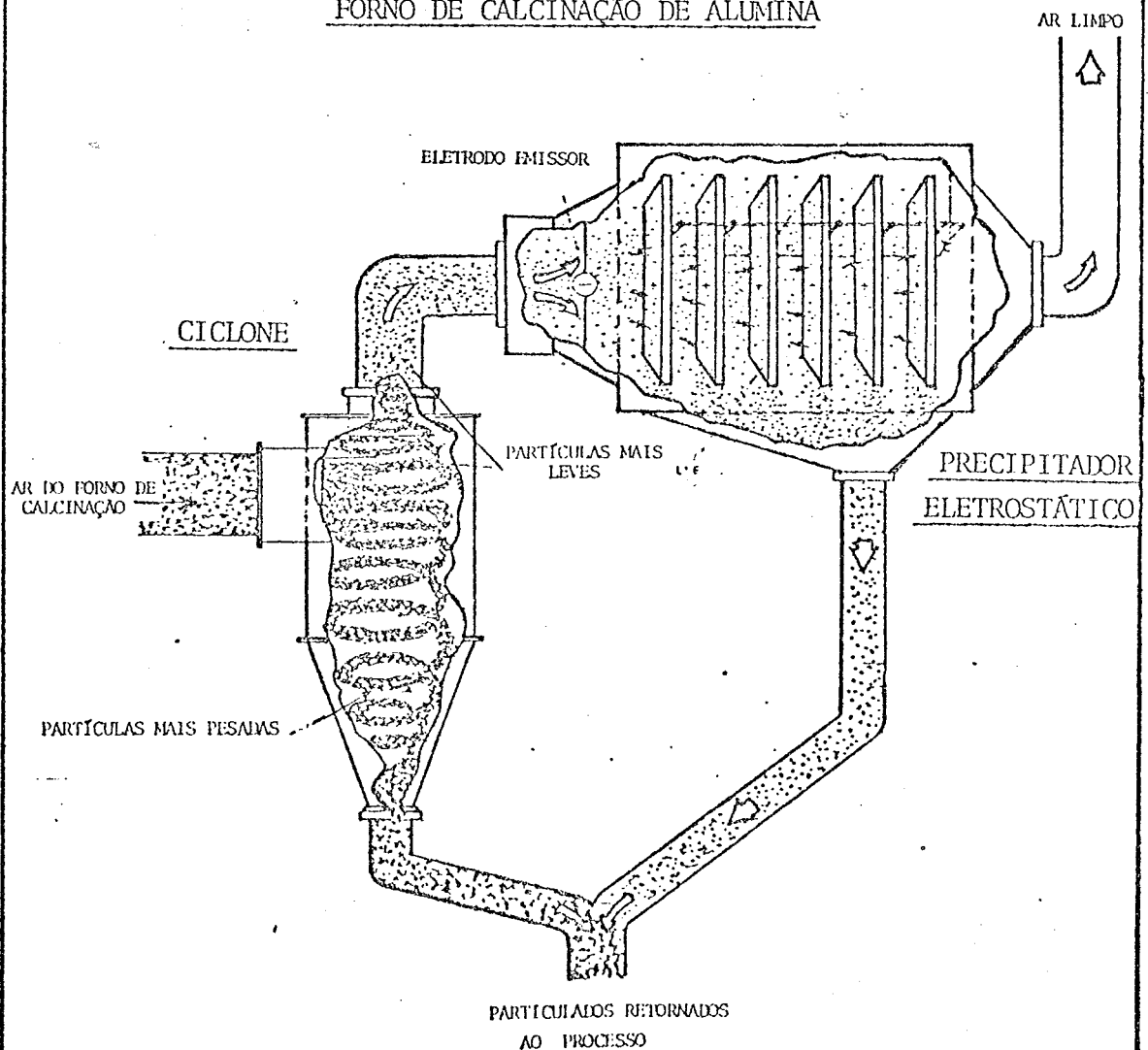


FIG. 4
CUBA SODERBERG COM PINOS VERTICAIS (VSS)

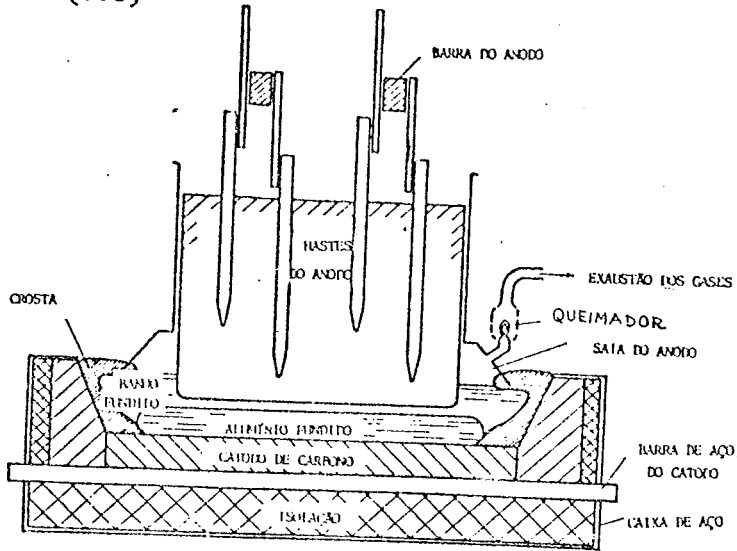
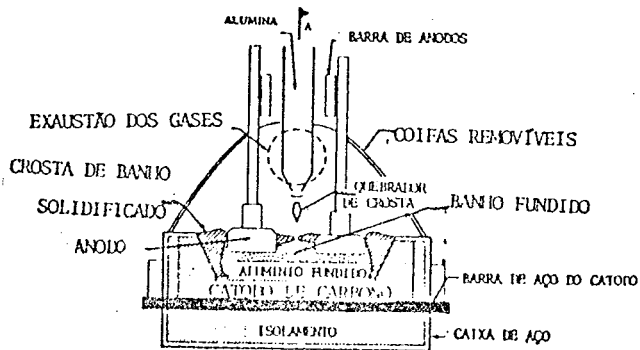
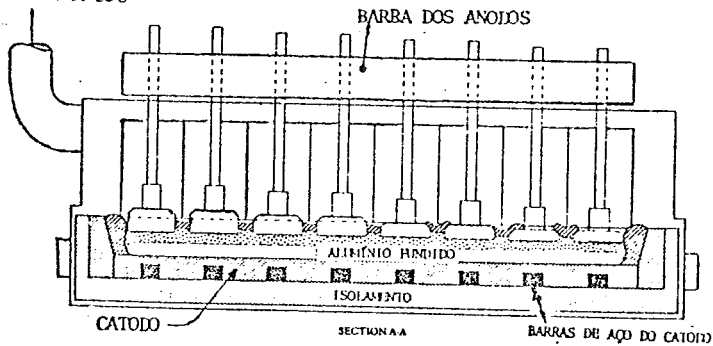


FIG. 5

EXAUSTÃO DE GASES PARA O A-398



CUBA TRABALHADA CENTRALMENTE COM ANODO PRÉ-COZIDO (CHPR)

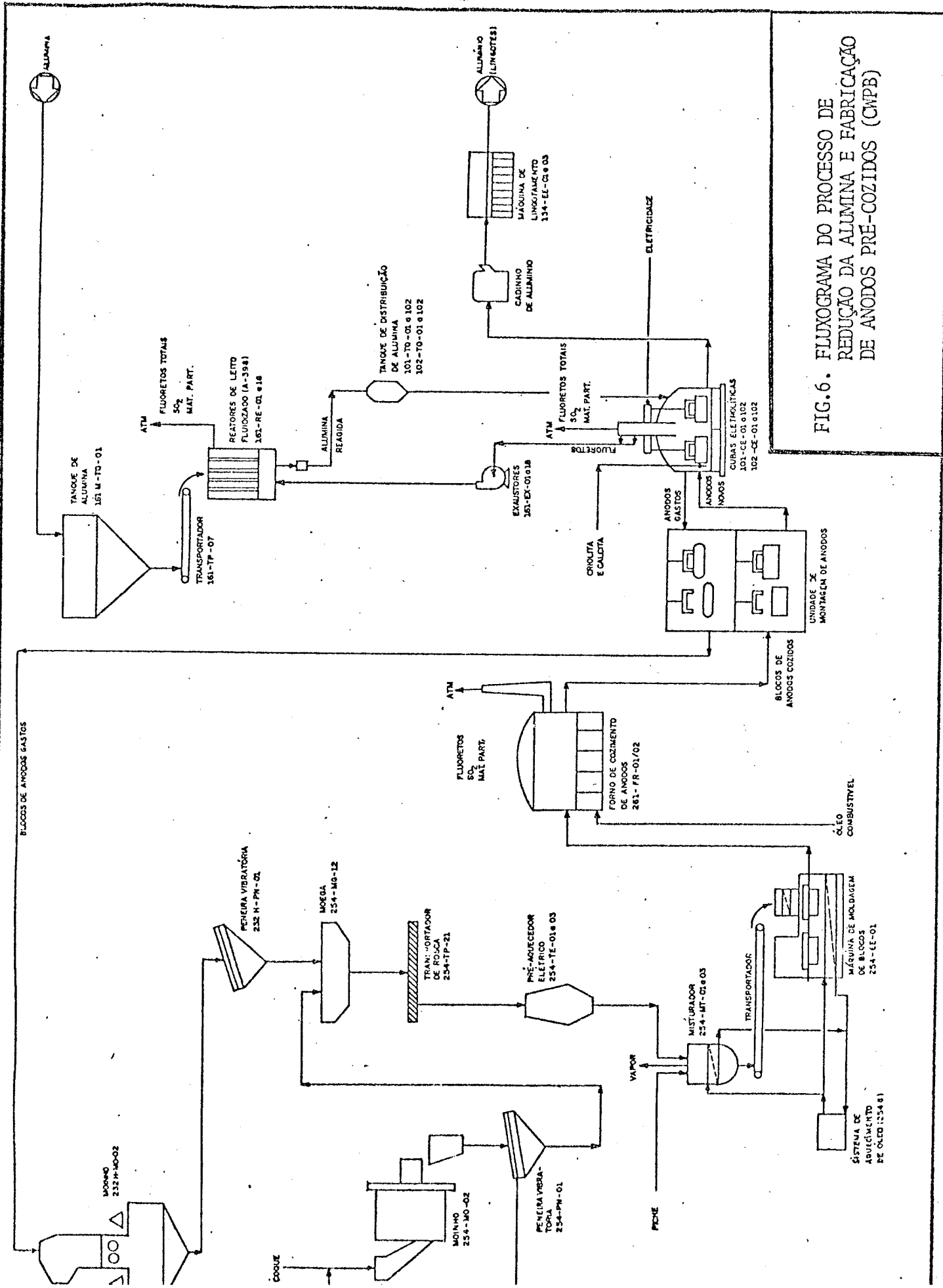


FIG.6. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE REDUÇÃO DA ALUMINA E FABRICAÇÃO DE ANODOS PRÉ-COZIDOS (CWPB)

FIG. 7

SISTEMA A-398 - REMOÇÃO DE FLUORETOS DA REDUÇÃO

