

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CÍVIL – DEC
PROJETO DE REESTRUTURAÇÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA – REENGE**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**Título: “Estudo da Produção do Alumínio numa Indústria Metalúrgica
e Avaliação dos Seus Impactos Ambientais”**

Aluno: ANTONIO MARCIO CAVALCANTE DE LACERDA

ORIENTADORA: PROFª DRª BEATRIZ SUSANA OVRUSKI DE CEBALLOS

ALUMINA

**CAMPINA GRANDE
FEVEREIRO DE 1998**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CÍVIL – DEC
PROJETO DE REESTRUTURAÇÃO DO ENSINO DE
ENGENHARIA – REENGE**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**Título: “Estudo da Produção do Alumínio numa Indústria
Metalúrgica e Avaliação dos Seus Impactos Ambientais”**

Relatório de Estágio Supervisionado
apresentado à Coordenação de Estágio do
Departamento de Engenharia Civil, junto ao
Projeto de Reestruturação de Ensino das
Engenharias (REENGE) afim de obter
avaliação nesta disciplina.

Período de Estágio: 15 de Setembro de 1997 a 15 de Janeiro de 1998

Carga Horária Total: 672 Horas por Estágio

Aluno:

Antonio Marcio Cavalcante de Lacerda

ANTONIO MARCIO CAVALCANTE DE LACERDA

Orientadora:

Beatriz Susana Ovruski de Ceballos

Prof^a Dr^a BEATRIZ SUSANA OVRUSKI DE CEBALLOS

**CAMPINA GRANDE
FEVEREIRO DE 1998**



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

**“E vendo os vales e montes,
E a pátria que Deus nos deu,
Possamos dizer contentes:
Tudo isto que vejo é meu!”**

(Gonçalves Dias)

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	2
1- INTRODUÇÃO	3
1.1 - ENCAMINHAMENTO AO ESTÁGIO	3
1.2 - OBJETIVOS GERAIS	3
1.3 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4 - RECEPÇÃO NA EMPRESA	3
1.5- INFORMAÇÕES SOBRE A EMPRESA	3
1.5.1 – OS ACIONISTAS	4
1.5.2 – SÉRVICIOS PARA OS EMPREGADOS	4
1.5.3 – PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO E ALUMINA	5
1.5.4 – DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DA ALUMAR	6
1.5.4.1 – O PORTO	6
1.5.4.2 – A REFINARIA	7
1.5.4.3 - A REDUÇÃO	8
1.6 - INFORMAÇÕES ADICIONAIS RELEVANTES	9
1.6.1 - PREOCUPAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE	9
1.6.2 GERENCIAMENTO AMBIENTAL	9
1.6.3 MONITORAMENTO AMBIENTAL	9
1.6.4 DISPOSIÇÃO DO LIXO INDUSTRIAL	10
1.6.5 PROGRAMA DE PAISAGISMO E CONSERVAÇÃO DE ÁREAS	10
1.6.6 RECICLAGEM E REAPROVEITAMENTO	10
1.6.7 PARQUE AMBIENTAL	11
2 - DESENVOLVIMENTO	12
2.1 - CRONOGRAMA DE TRABALHO	12
2.1.1 - ATIVIDADES NO SETOR DE MEIO AMBIENTE	12
2.1.1.1 - CONSTRUÇÃO DO POÇOS DE MONITORAMENTO SUBTERRÂNEO (PIEZÔMETROS)	12
2.1.1.1.1- PERFURAÇÃO	13
2.1.1.1.2- DESCIDA DE REVESTIMENTO	13
2.1.1.1.3- INJEÇÃO DE PRÉ-FILTRO	13
2.1.1.1.4- DESENVOLVIMENTO	13
2.1.1.1.5- ACABAMENTO DOS POÇOS	13
2.1.1.1.6- RELATÓRIO CONSTRUTIVO	14
2.1.1.2 - ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO SOBRE A FORMA DE ALOCAÇÃO DOS DADOS DOS POÇOS DE MONITORAMENTO	14
2.1.1.2.1 - INTRODUÇÃO	14
2.1.1.2.2 - METODOLOGIA	15
2.1.1.2.3 - CÁLCULOS	17
2.1.1.3 ATIVIDADES NO LABORATÓRIO	19
2.1.1.4 - ATIVIDADES NO SETOR DE SEGURANÇA DO TRABALHO	20
2.1.1.4.1 - INTRODUTÓRIO DE SEGURANÇA	20
2.1.1.4.2 - NORMAS DE SEGURANÇA	20
2.1.1.4.3 - DIÁLOGO DIÁRIO DE SEGURANÇA (DDS)	20
2.1.1.4.4 - INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES	20
3 - CONCLUSÃO	21

AGRADECIMENTOS

Gostaria de dedicar os meus agradecimentos a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a conclusão do curso de Engenharia Civil e do respectivo estágio, mas em especial a:

- a ALUMAR por ter me proporcionado esta oportunidade, em especial ao Departamento de Saúde Segurança e Meio Ambiente onde obtive todo o apoio em relação as instalações prediais, físicas e pedagógicas como também as amizades construídas ao longo deste trabalho;
- ao gerente do Departamento de Saúde, Segurança e Meio Ambiente, o Engenheiro Maurício Macedo, por ter me acolhido neste departamento com todo o apoio possível afim de se fazer realizar este estágio;
- a Universidade Federal da Paraíba, através do CCT, pelos ensinosa mim fornecido até a conclusão do meu curso e pela oportunidade a mim oferecido para a realização desse estágio;
- a minha orientadora Professora Doutora Beatriz Susana Ovruski de Ceballos pelo apoio a mim prestado;
- ao professor Antônio Pedro F. Sousa, Coordenador de Estágios, pela oportunidade que me ofereceu disponibilizando este estágio;
- ao Engenheiro Civil Manoel J. G. Lima da Alumar (Consórcio Alumínio do Maranhão), pelo apoio profissional a mim oferecido;
- ao Geólogo Ivanir Borella Mariano, da Alumar (Consórcio Alumínio do Maranhão), pelo trabalho realizado em conjunto e pela experiência passada;
- aos técnicos de segurança José de Ribamar Portela e Rubens Nahmias da Alumar (Consórcio Alumínio do Maranhão), pelas instruções e dicas a mim oferecidas e pela amizade construída;
- ao Engenheiro de Segurança José Carlos C. Sanches da Alumar (Consórcio Alumínio do Maranhão), pelos esclarecimentos e instruções a mim oferecidos;

Em fim a todos os profissionais do Departamento de Saúde, Segurança e Meio Ambiente, que direta ou indiretamente acabaram contribuindo para a minha formação moral e principalmente profissional e moral. A todos o meu profundo agradecimento pela valiosa ajuda.

1- INTRODUÇÃO

1.1 - ENCAMINHAMENTO AO ESTÁGIO

O encaminhamento ao estágio foi realizado por intermédio da Universidade Federal Paraiba através do Projeto de Reestruturação do ensino de Engenharia do Centro de Ciências e Tecnologia (REECCT) e pelo Programa Cooperativo de Estágio Sanduiche – PCES diante do setor de Recursos Humanos do Consócio de Alumínio do Maranhão - ALUMAR.

1.2 - OBJETIVOS GERAIS

Este programa cooperativo de estágio sanduiche (PCES), visa apoiar a execução de projetos entre setores do CCT e empresas do setor industrial e de serviços de instituições de pesquisa/desenvolvimento, com participação efetiva de estudantes dos cursos de engenharia, visando aprimorar sua formação profissional, social e cultural.

1.3 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Apoiar a realização do estágio curricular integrado para estudantes não concluintes em empresas ou instituições, que possibilitem o desenvolvimento de atividades relacionadas diretamente as suas respectivas profissões e viabilizem o retorno do estagiário à universidade para complementação de sua formação acadêmica.

1.4 - RECEPÇÃO NA EMPRESA

Ao chegar a empresa prestei entrevista diante de uma funcionária do setor de Recursos Humanos e em seguida passei por exames médicos para em seguida conhecer o local pelo qual iniciaria o estágio, mais especificamente o Departamento de Saúde, Segurança e Meio Ambiente, prédio 148G, onde me foi apresentado toda com a equipe a qual iria trabalhar.

1.5 - INFORMAÇÕES SOBRE A EMPRESA

- Consórcio de Alumínio do Maranhão S/A - Alumar
- CGC 00.655.209/0001-93
- Insc. Estad. 12.081.872-8
- End: BR-135 km-18 Pedrinhas - CEP 65.095-050 - São Luís - MA
- Ramo de Atividade: Metalurgia do Alumínio (alumínio primário e alumina)

A capacidade produtiva da Fábrica da Alumar está distribuída da seguinte forma:

- Alumínio primário : 350.000 ton./ano
- Alumina: 1.000.000 ton./ano

A Alumar é uma empresa com instalações modernas, e com equipamentos de última geração, inclusive em informática.

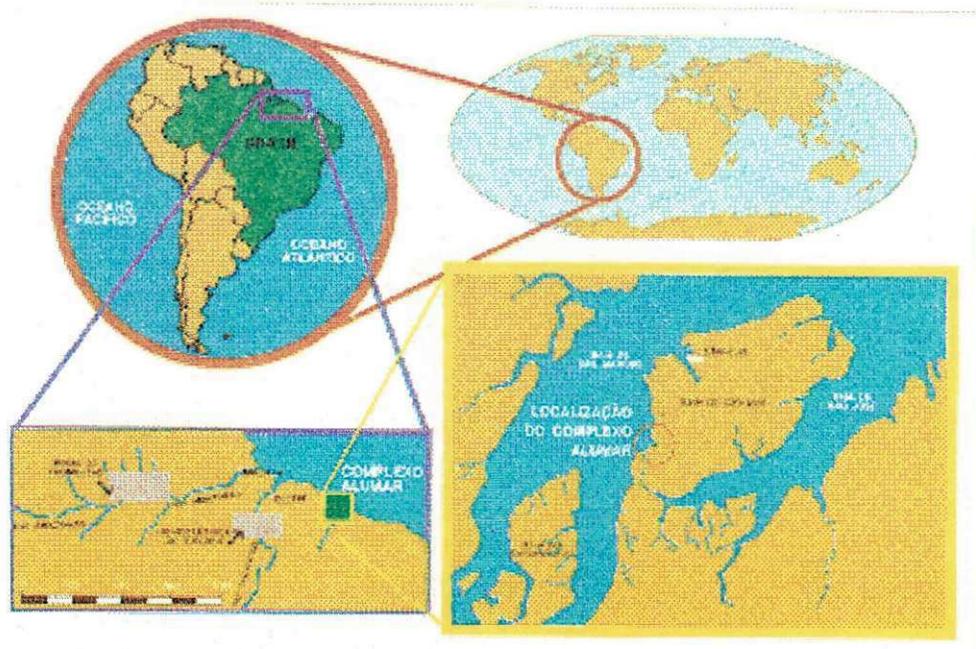


Figura 1 – Localização do complexo ALUMAR.

1.5.1 – OS ACIONISTAS

O Consórcio, na época de sua implantação cuja fase de projeto foi orçado em 1,6 bilhões de dólares, tinha como principais acionistas o grupo Alcoa e a Billiton, com 60% e 40% dos capitais, respectivamente.

Atualmente a Alumar possui os seguintes acionistas: Alcoa, Gencor, Grupo Africano que comprou parte da Billiton, e ainda a Alcan que possui 10 % de produção de alumina da refinaria (parte da Alumar).

Os prédios da Alumar são basicamente de estruturas metálicas, as oficinas estão bem montadas, onde são realizados quase todos os trabalhos de manutenção preventiva, corretiva e preditiva das áreas de produção.

1.5.2 – SÉRVICIOS PARA OS EMPREGADOS

Os empregados encontram na empresa boas condições de trabalho, com tarefas pré determinadas, com prática padrão e avaliação dos riscos destas tarefas, assim como locais limpos para execução das mesmas.

Nas áreas que exigem maior esforço físico (sala de cubas) por exemplo, existem salas de descanso e água mineral para reposição dos sais minerais perdidos devido o calor radiante das cubas.

Todo empregado é orientado antes de executar qualquer tarefa que envolva riscos de acidentes.

A escala de revezamento existente é a seguinte: dois dias das 07:30 as 15:30, dois dias das 15:30 as 23:30 e dois dias das 23:30 as 07:30, tendo posteriormente quatro dias de folga. Este procedimento é elogiado por todos os empregados que trabalham em turno de revezamento. Os empregados contam ainda com um ótimo sistema de transporte e alimentação.

1.5.3 – PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO E ALUMINA

A matéria prima utilizada é a bauxita que é obtida na Mina de Trombetas no Pará e é transportada por navio até o porto da Alumar.

A bauxita depois de chegar no porto é transportada para o pátio de armazenamento através de correias transportadoras. Segue para a Refinaria, onde é moída e passa pelo processo de Digestão com soda cáustica, onde se obtém o aluminato solúvel. Posteriormente segue o processo de clarificação, com o adicionamento de cal, que também ajuda a eliminar a matéria orgânica. Depois passa por um processo de secagem para retirada da água, transformando-a definitivamente em alumina pura, que é um pó branco semelhante ao açúcar refinado.

Depois de obtida a alumina, esta é conduzida através de correias transportadoras até a Redução, onde primeiro passa pelos reatores. Nestes através do processo de adsorção incorpora o fluoreto, transformando-se em alumina reagida, de onde segue direto para as Salas de Cubas, que pelo processo de redução eletrolítica é transformada em metal líquido.

O metal é retirado das cubas através do processo de sucção, pela criação de vácuo no interior do cadinho (espécie de panelão usado para transportar o metal líquido), que acondiciona o material logo este é conduzido até o Lingotamento através de veículos industriais (Rebocadores de Cadinho), e colocado em moldes onde são formados os lingotes com o resfriamento. Estes são comercializados tanto no mercado nacional quanto no internacional. A figura em anexo (Figura 2) mostra o fluxograma geral do processo de produção do Alumínio e Alumina.

1.5.4 – DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DA ALUMAR

1.5.4.1 – O PORTO

A Alumar possui o seu próprio porto. Situado na confluência do Estreito dos Coqueiros com o Rio dos Cachorros, tem capacidade para receber navios de até 50 mil toneladas.

Através dele, é recebida bauxita e outros insumos como coque, piche, carvão e soda cáustica.

Do porto também sai, para exportação, parte do alumínio e da alumina produzida.



Figura 3 – Porto da ALUMAR com capacidade para receber navios de até 50 mil toneladas.

1.5.4.2 – A REFINARIA

É na Refinaria que se extrai a alumina da bauxita. São cerca de 1 milhão de toneladas anuais, utilizadas principalmente na produção de alumínio primário. O excedente é exportado para outros centros consumidores, com a mesma finalidade de utilização.

Enviada à refinaria pôr meio de correias transportadoras, a bauxita é refinada através de um processo hidrometalúrgico conhecido como processo Bayer.

Neste processo, a bauxita é misturada a uma solução de soda cáustica e depois moída, transformando-se numa pasta. É, então, enviada à digestão, onde é aquecida em vasos de alta pressão, proporcionando a dissolução da alumina.

A separação das impurezas ocorre por meio de sedimentação e filtração, sendo removido, assim, o resíduo da bauxita.

O próximo passo é a precipitação da alumina na forma tri-hidratada. O hidrato é calcinado a 1000°C, obtendo-se a alumina calcinada.



Figura 4 – Área da refinaria da ALUMAR, produção da alumina.

1.5.4.3 - A REDUÇÃO

O Setor onde se efetua a Redução, na ALUMAR, é composta, basicamente, pelas áreas de Eletrodos (anodos verdes, cozimento de anodos e chumbamento de hastes), Salas de Cubas e Lingotamento.

Nas salas de cubas (seis prédios com 608 cubas eletrolíticas), acontece a transformação da alumina em alumínio, num total de 350 mil toneladas anualmente.

O processo de produção consiste na dissociação eletrolítica da alumina dissolvida num banho eletrolítico fundido, por onde passa uma corrente elétrica contínua. Esse banho é composto de criolita e fluoretos, onde estão mergulhados os anodos de carbono pré-cozidos (pólo positivo), que reagem com o oxigênio liberado pela dissociação da alumina. O alumínio líquido resultante da eletrólise deposita-se sobre o revestimento catódico (pólo negativo), também constituído de material a base de carbono.

A cada dia, o alumínio produzido é extraído, por sucção, para cadinhos com capacidade para 9 toneladas de metal. Depois, ele é transportado para o lingotamento.

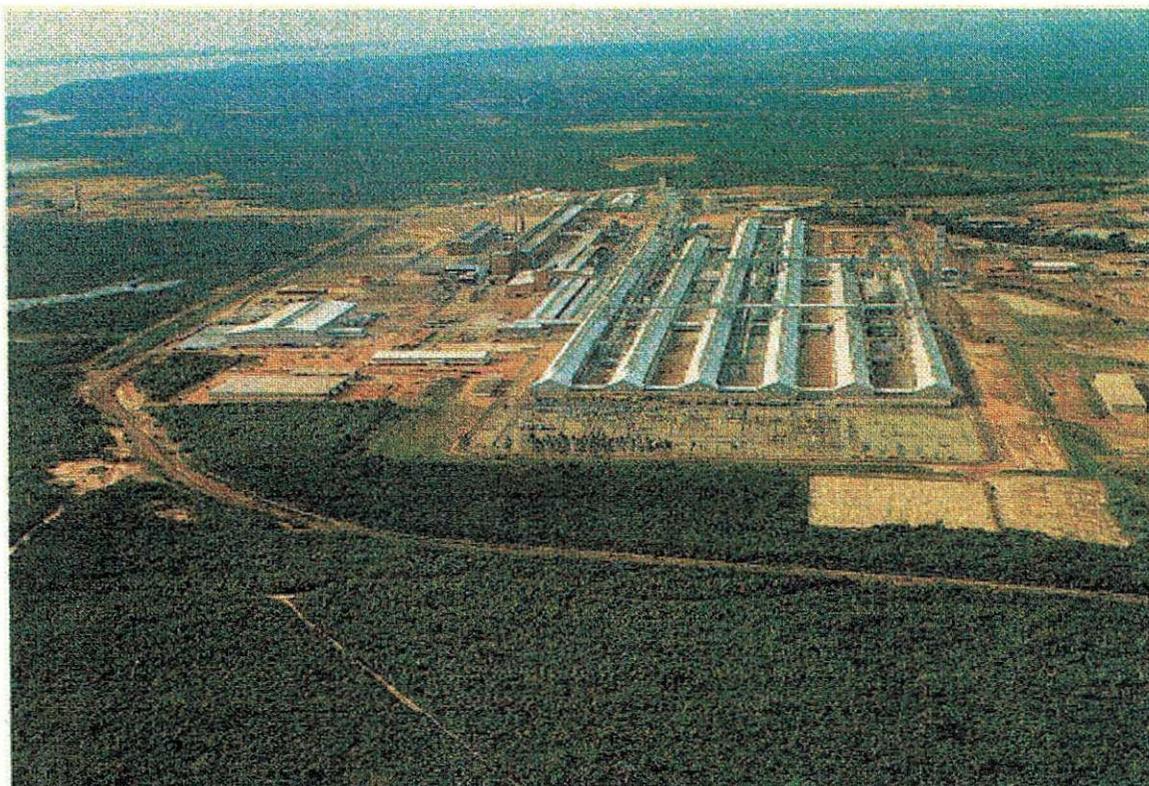


Figura 5 – Área da redução da ALUMAR, produção de alumínio.

1.6 - INFORMAÇÕES ADICIONAIS RELEVANTES

1.6.1 - PREOCUPAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE

Um dos mais instigantes desafios com que o homem se defronta é o entendimento das suas relações com o meio ambiente. Durante sua caminhada evolutiva, ele interveio no meio ambiente, utilizando os recursos naturais como fonte para a melhoria do seu bem-estar.

Entretanto, alguns modelos de desenvolvimento adotados provocaram o surgimento de problemas ambientais de grande relevância, e que se transformaram num fator determinante para o futuro da humanidade.

Hoje, temas globais, como pobreza, desertificação, desmatamento, efeito estufa, destruição da camada de ozônio, poluição industrial e outros, são de domínio da opinião pública e canalizam as atenções de todas as áreas do conhecimento humano. É sinal portanto de que o homem acordou para a necessidade de encarar o desenvolvimento de uma forma harmônica e planejada, onde a utilização dos recursos naturais se dê de modo a garantir a melhoria de vida das pessoas, a preservação do meio ambiente, assegurando, ao mesmo tempo, os recursos necessários às futuras gerações.

Dentro desse conceito de desenvolvimento, conhecido como desenvolvimento sustentado, a indústria tem um papel fundamental: a de não poluir o meio ambiente e aplicar tecnologias voltadas para a eliminação e a minimização dos seus resíduos, enquanto gera empregos e produz riquezas, além de alocar essas tecnologias e recursos a serviço da comunidade.

Baseados nesses princípios é que a ALUMAR opera dentro dos mais modernos conceitos de proteção e controle ambiental. Sendo suas atividades orientadas por uma visão global de proteção do ar, das águas, do solo, da vegetação e demais recursos e habitats naturais.

1.6.2 - GERENCIAMENTO AMBIENTAL

A ALUMAR desenvolve um amplo programa de gerenciamento ambiental, que tem como fundamentos principais, a qualificação de uma equipe de profissionais especializados, a conscientização e educação dos funcionários para uma operação em termos ambientais e a instalação de equipamentos e sistemas de proteção e controle ambiental de tecnologia avançada.

1.6.3 - MONITORAMENTO AMBIENTAL

Além dos sistemas e equipamentos que minimizam os impactos ambientais decorrentes da sua atividade industrial, a ALUMAR adota medidas preventivas, monitorando suas emissões, analisando a qualidade do ar, das águas, da vegetação e do solo da região. A sua rede de monitoramento ambiental inclui chaminés e pontos de descarga, poços de monitoramento de águas subterrâneas, pontos de coleta de vegetação, monitoramento da qualidade do ambiental, estações automáticas que analisam continuamente as concentrações de fluoretos, dióxidos de enxofre e material particulado existentes o ar ambiente, assegurando assim a melhoria da qualidade ambiental na fábrica e ao redor dela.

1.6.4 - DISPOSIÇÃO DO LIXO INDUSTRIAL

Organização e limpeza do local de trabalho são atitudes fundamentais dos funcionários, tanto com relação a segurança como de meio ambiente. Dessa forma a coleta sistemática do lixo industrial da fábrica como papeis, plásticos, vidros, madeira e sucatas metálicas são separados e vendidos a indústrias para reciclagem enquanto que o lixo restante é disposto em aterro sanitário revestido com argila, evitando assim a contaminação do solo.

1.6.5 - PROGRAMA DE PAISAGISMO E CONSERVAÇÃO DE ÁREAS

Constitui basicamente no aumento e conservação da área verde do interior da fábrica e nas áreas à sua volta, tornando o ambiente de trabalho mais acolhedor e integrando o ambiente fabril com as áreas naturais circunvizinhas.

1.6.6 - RECICLAGEM E REAPROVEITAMENTO

Dentro do conceito de desenvolvimento sustentado a reciclagem e o reaproveitamento são de fundamental importância, como fator de economia de matérias-primas como do ponto de vista ambiental, eliminando e minimizando resíduos. Dessa forma na ALUMAR o processo industrial já incorpora em seu processo várias tecnologias nesse sentido, como por exemplo, a água com soda cáustica é recuperada do lago de resíduo de bauxita e através de sistemas de drenagem é reaproveitada na produção. Os esgotos sanitários de toda a fábrica, após tratamento biológico num sistema de lagoas aeradas são descarregados no lago de resíduos de bauxita e reciclados no processo industrial.

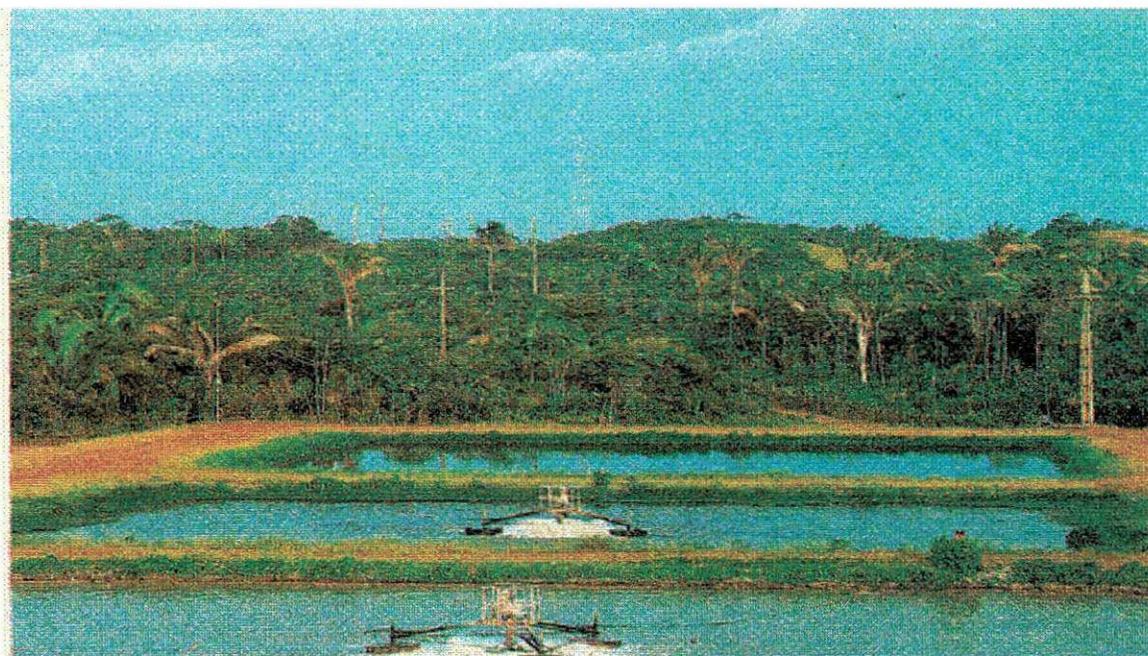


Figura 6 – Sistemas de tratamento biológico do esgoto sanitário da ALUMAR.

1.6.7 - PARQUE AMBIENTAL

É de fundamental importância para a ALUMAR promover atividades de informação e educação ambiental, como forma de obter a conscientização e o comprometimento de todos, em relação à preservação ambiental.

Nesse sentido a ALUMAR desenvolve através de consultoria especializada e com a ajuda da comunidade científica de São Luís, um projeto de implantação de um parque ambiental, que ocupa uma área de aproximadamente 1000 hectares em torno da fábrica, onde estão representados os vários ecossistemas da Ilha de São Luís.

O parque tem suas atividades básicas voltadas para a preservação da fauna e da flora, o desenvolvimento de estudos ligados à ecologia e à biologia como também para a educação ambiental além de atender a comunidade educacional, que periodicamente visita esta área em busca de conhecimentos com relação ao meio ambiente.



Figura 7 – Parque ambiental da ALUMAR.

2 - DESENVOLVIMENTO

2.1 - CRONOGRAMA DE TRABALHO

O período de estágio foi de 15/09/97 a 15/01/98.

O programa de estágio foi realizados em sua grande parte no setor de Meio Ambiente tendo também passado um período no setor de Segurança.

2.1.1 - ATIVIDADES NO SETOR DE MEIO AMBIENTE

2.1.1.1 - CONSTRUÇÃO DO POÇOS DE MONITORAMENTO SUBTERRÂNEO (PIEZÔMETROS)

O monitoramento da qualidade da água subterrânea, é realizado nas áreas de disposição existentes, destinadas às construções e nas áreas que potencialmente podem ser afetadas pela disposição dos resíduos de bauxita.

Este monitoramento é realizados através da retirada de amostras de água contida em poços tubulares piezométricos onde existem possibilidades de contaminação pelo resíduo de bauxita, mas especificamente a soda cáustica. Para isso os valores de pH e condutividade elétrica são analisados mensalmente. A cada seis meses é realizada uma análise físico-química completa incluindo metais, sendo os resultados reportados a Secretaria de Meio Ambiente do Estado (SEMA).

O projeto no qual participei constou da construção de 13 piezômetros dispostos nas seguintes áreas da fábrica: os poços PM 06C, PM 035A, PM 035C, PM 035G, PM 045, PM 050 estão localizados na área da Refinaria, o piezômetro PM PS situado na área do Pátio de estocagem de Carvão, o piezômetro PM LD1 na área do Lago de Detenção 1, o piezômetro PM LD3 na área do Lago de Detenção 3, o piezômetro CP H na borda do Lago de Resfriamento, o piezômetro PM 6 na confluência das Áreas de Depósito de Resíduo de Bauxita #1, #2 e #3, o piezômetro ML L na Área do Depósito de Resíduo de Bauxita #1 e o piezômetro ML-LA, a cerca de um metro do piezômetro ML L. Dessa forma conheci juntamente com o apoio profissional de um Geólogo, a forma de construção desses poços. Neste projeto foi solicitada a contratação de uma empresa especializada para a construção desses poços de monitoramento de água subterrâneo. E a empresa foi a HIDROSONDA, que juntamente com o acompanhamento do geólogo Ivanir Borella Mariano, fizemos o acompanhamento, desde a perfuração, caracterização das camadas geológicas até o acabamento final dos mesmos, não sendo possível entretanto o acompanhamento na coleta de água e análise da mesma pelo laboratório.

Os métodos construtivos dos demais poços tubulares piezométricos foram semelhantes e tiveram a mesma seqüência, o que permite uma descrição geral dos trabalhos realizados e em ordem seqüencial.

2.1.1.1.1 – PERFURAÇÃO

A perfuração foi efetuada no diâmetro de 8 1/2", com broca tipo rabo de peixe, com fluido de perfuração a base de polímeros orgânicos tipo Polysafe DMP2000. A fiscalização orientou a empreiteira na preparação do fluido de perfuração e controle da viscosidade durante todos os serviços.

A fim de não se ter alteração hidroquímica do meio perfurado, em função da penetração do filtrado do fluido, não se elevou o pH, perfurando-se com baixa viscosidade, de 32 a 35 no funil Mash.

O tempo de penetração por metro foi anotado para permitir a elaboração dos gráficos que relacionam a penetração em função do tempo, que juntamente com a descrição das amostras recolhidas também de metro em metro, permitiram uma melhor segurança na definição litológica.

2.1.1.1.2 – DESCIDA DE REVESTIMENTO

Finalizada a perfuração, o fluido permaneceu em circulação até a eliminação dos sólidos contidos. Atingida as condições satisfatórias, procedeu-se a descida da coluna de revestimento de 2", composta por tubos lisos e filtros em PVC Fortilit, ranhura de 0,50 mm. dotando-a de centralizadores tipo cesto, com quatro lâminas, na base e no topo da coluna de filtros, e/ou a cada 6 metros

2.1.1.1.3 – INJEÇÃO DE PRÉ-FILTRO

A injeção de pré-filtro (material granular) foi precedida da injeção de água através da coluna de revestimento para propiciar a limpeza do furo. O processo de injeção de pré-filtro foi efetuado pelo método do contra-fluxo.

2.1.1.1.4 – DESENVOLVIMENTO

Imediatamente após a injeção do pré-filtro, iniciaram-se os serviços de desenvolvimento do poço através de bombeamento pelo método "air lift" nos piezômetros que tiveram coluna filtrante em toda a seção aquífera. Nos demais piezômetros, como não haviam condições de submersão para se bombear pelo método de ar comprimido, procedeu-se a limpeza com injeção de água na base da coluna de revestimento, com a utilização de tubo auxiliar de diâmetro de 3/4".

2.1.1.1.5 – ACABAMENTO DOS POÇOS

Completando os serviços, é injetado calda de cimento, com densidade da ordem de 14 lb/gal, composta por mistura de cimento, 5% de bentonita e água, através de tubo auxiliar de 1 1/2" até 0,6 m da superfície. Este trecho foi cimentado através de argamassa na proporção 3X1.

2.1.1.1.6- RELATÓRIO CONSTRUTIVO

A seguir temos um relatório demonstrativo da construção do poço tubular piezométrico PM 06C, mostrando o gráfico de tempo de penetração, o perfil litológico e o perfil construtivo.

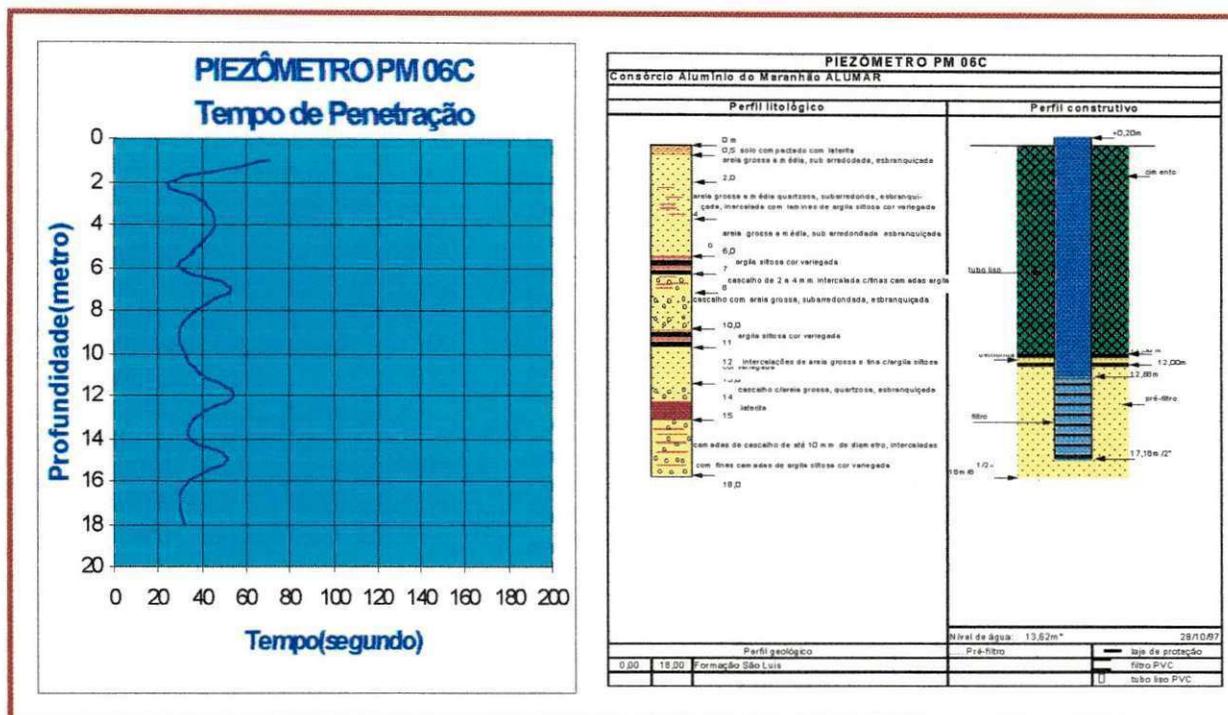


Figura 8 – Gráfico com o tempo de penetração, perfil litológico e construtivo do poço piezométrico PM 06 C.

2.1.1.2 - ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO SOBRE A FORMA DE ALOCAÇÃO DOS DADOS DOS POÇOS DE MONITORAMENTO

2.1.1.2.1 - INTRODUÇÃO

A interpretação gráfica é um importante artifício para se ter uma visão ampla e rápida de como se comporta um determinado dado num certo período.

Desta forma a interpretação dos dados dos poços de monitoramento de águas subterrâneas referentes as áreas do Lago de Resíduo de Bauxita 1, 2 e 3, Lago de Resfriamento, Lago de Detenção, e poços pertencentes a área da Refinaria, pertinentes aos anos de 1984 a 1997 precisavam serem melhor apresentados. Desta forma, após o término da construção dos poços piezométricos passei a este novo trabalho, afim de fazer este levantamento estatístico.

Foram aplicados conhecimentos de computação básico na utilização do software EXCEL 5.0. Estes dados foram tratados em forma de médias semestrais nos anos referidos e apresentados em forma de gráficos radar como mostra a Figura 9.

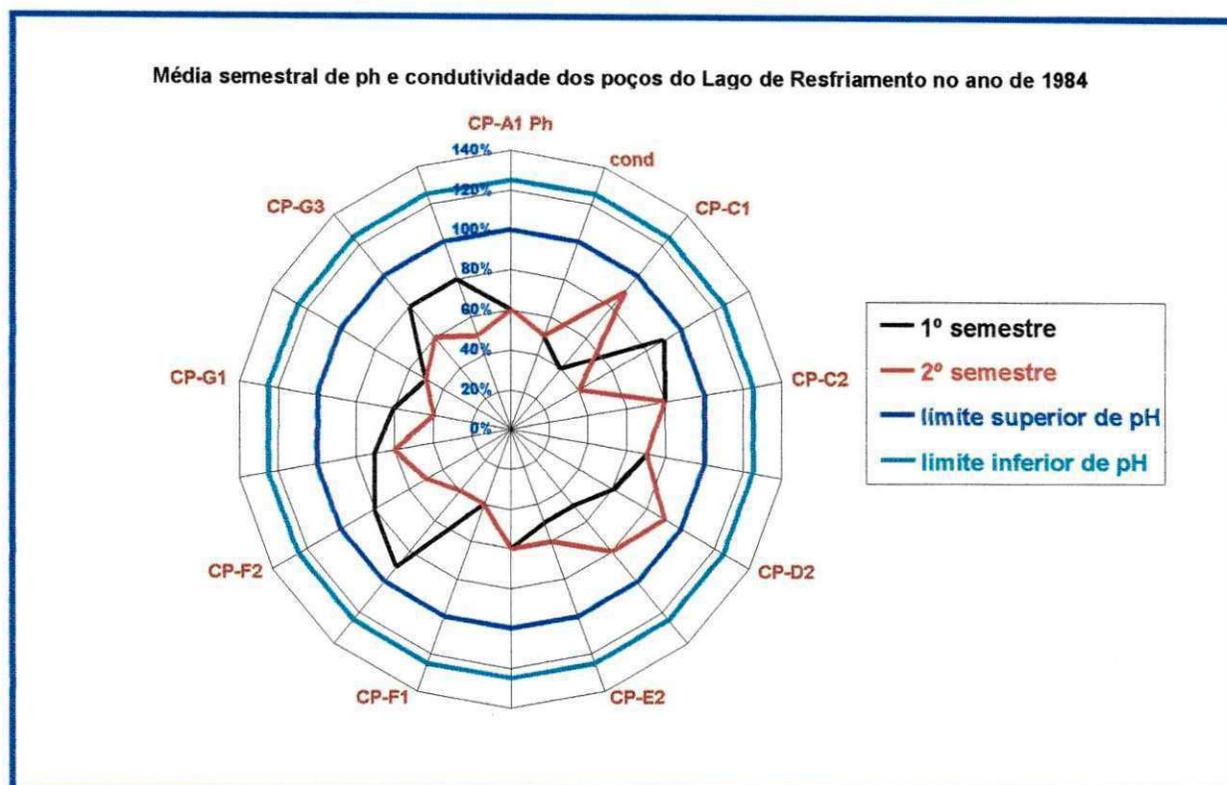


Figura 9 – Gráfico da média semestral, em termos percentuais, dos poços do Lago de Resfriamento no ano de 1984.

Este trabalho contribuiu para que, através da interpretação dos gráficos e observações da localização dos poços, poder-se-á definir possíveis áreas de alteração e/ou contaminação, contribuindo assim para a preservação do meio ambiente.

2.1.1.2.2 – METODOLOGIA

Com auxílio do software EXCEL 5.0, os dados foram tratados em forma de médias semestrais, entre os anos de 1984 a 1997, sendo que em alguns anos estas médias não foram completas devido a ausência de alguns dados que não puderam ser computados devido a motivos como por exemplo, a não realização da análise ou o poço de monitoramento se encontrar obstruído ou seco. Dessa forma vale ressaltar que esta média aritmética é com relação aos dados existentes em cada ano e que os referidos poços que não apresentarem dados para a análise estatística serão discriminados posteriormente.

Os poços foram divididos em grupos de 2 e colocados em um único gráfico, com a finalidade de se ter um visão geral dos poços e os valores dos parâmetros referentes aos limites superior e inferior do aquífero representado por cada grupo de poços, sendo que

quando faltar um dado referente a um dos poços este valor poderá ser reportado do poço intermediário e adjacente.

Foi escolhida uma abordagem para a análise dos gráficos, na qual se utilizou três parâmetros diferentes para cada gráfico, podendo dessa forma analisar-se a relação entre estes parâmetros e sua interdependência. Para tanto foram escolhidos os seguintes parâmetros para a construção dos respectivos gráficos: para os anos de 1984 a 1993 os parâmetros analisados foram pH e condutividade. Para os anos de 1994 a 1996 os parâmetros foram, pH, condutividade, sólidos totais dissolvidos (S.T.D.), sódio (Na^+), alumina (Al_3^+) e ferro (Fe). Para o ano de 1997 os parâmetros escolhidos foram pH, condutividade, sólidos totais dissolvidos (S.T.D.), sódio (Na^+), cloreto (Cl^-) e alcalinidade total.

As áreas escolhidas para o estudo foram as seguintes Lago de Resíduo de Bauxita 1, 2 e 3, Lago de Resfriamento, Lago de Detenção 3 (Lagoa Contaminada) e poços da Refinaria, devido a importância desses parâmetros para o estudo de possíveis pontos de alteração e/ou contaminação de águas subterrâneas..

Cada um dos parâmetros analisados possuem unidades de medidas diferentes por exemplo, (pH, não tem unidades, condutividade $\mu\text{S}/\text{cm}$, Na^+ , mg/L , sódio (Na^+), mg/l , cloreto(Cl^-), mg/L , S.T.D., mg/L , alcalinidade total, $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$, ferro total, mg/L e alumina (Al_3^+), mg/L etc, com isso foi necessário que se encontra-se uma unidade constante afim de se poder plotar os respectivos gráficos. Dessa forma foi estabelecido que as médias semestrais deveriam ser recalculadas e apresentadas em forma de porcentagem, o que resolve o problema de unidades de medida distintas, podendo dessa forma, os valores dos três parâmetros, serem alocados em um mesmo gráfico.

Alguns parâmetros podem extrapolar o seu valor para um dado percentual muito alto e com isso ficar difícil a sua visualização gráfica, ou ainda, se ter um grande número de valores muito pequenos. A solução encontrada foi apresentar estes valores muito baixos multiplicados por um fator constante ou o mesmo ser apresentado com o seu valor original facilitando assim a sua visualização nos gráficos.

2.1.1.2.3 – CÁLCULOS

Os cálculos de percentagem para cada parâmetro foram realizados da seguinte forma :

⇒ pH - média semestral x 100, onde 6,5 e 8,5 representam o valor mínimo e máximo
6,5 a 8,5

respectivamente de pH, definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), para águas subterrâneas, sem que estas sejam consideradas impróprias para o uso. A mesma instituição definiu uma faixa de referência de pH para águas subterrâneas entre 6,5 - 8,5, dentro desta, a água pode ser considerada boa para o uso. Para o efeito dos cálculos, foi estabelecido que 6,5 e 8,5 representariam 100 e 125% respectivamente, sendo que os resultado que se mostrarem acima ou abaixo da referida faixa, indicam, que a água está imprópria para o uso. Ao elaborar os gráficos foram traçadas duas linhas que definem esta faixa, de 6,5 e 8,5.

⇒ condutividade - *média geral + 3 vezes o desvio padrão*, onde a média geral seria dada pela média aritmética dos dados, de todos os meses, de todos os poços de cada área referida, esta fórmula dará um valor de referência a ser utilizado para o cálculo de percentagem chamado de valor de referência de condutividade (V.R.C.). Assim para o cálculo de percentagem, utilizamos a seguinte fórmula:

$$\%cond = \frac{\text{média semestral}}{\text{V.R.C}} \times 100.$$

A fórmula para o cálculo da V.R.C. foi devido o fato de não se ter um valor de referência de padrão mundial definido para águas subterrâneas. O V.R.C. dará o comportamento de condutividade durante o ano referido.

⇒ Na⁺ - a análise para o sódio é realizado uma vez por semestre, assim a fórmula a ser utilizada é valor semestral x 100, onde 200,00 representa o valor máximo que pode estar
200,00

presente em águas subterrâneas, para que esta possa ser considerada boa para o uso, valor este definido pela Organização Mundial de Saúde. Quando os valores se apresentarem muito

baixos, dificultando assim sua visualização, os mesmos foram multiplicados por um fator de 20 vezes, isto é, multiplica-se os valores percentuais por 20, desta forma, poder-se-á visualizar com maior precisão a variação dos valores percentuais de sódio. Quando este dado se apresentar muito alto será representado com o seu valor original, ou seja, sem multiplica-lo pelo fator de 20 vezes.

⇒ S.T.D.(Sólidos Totais Dissolvidos) - para o cálculo do valor percentual foi utilizado a seguinte fórmula: *média geral + 3 vezes o desvio padrão*, onde a média geral seria dada pela média aritmética dos dados, de todos os poços de cada área referida, esta fórmula dará o valor de referência a ser utilizado para o cálculo de percentagem e chamar-se-á de, valor de referência de sólidos totais dissolvidos, V.R.S.T.D., então o cálculo percentual seria dado da seguinte forma:

$$\%S.T.D. = \frac{\text{média semestral}}{V.R.S.T.D.} \times 100$$

A fórmula para o cálculo da V.R.S.T.D. foi devido o fato de não se ter um valor de referência de padrão mundial definido para águas subterrâneas. Desta forma o V.R.S.T.D. representará o comportamento de sólidos totais dissolvidos durante o ano referido.

⇒ alumina (Al_3^+) - a análise para a alumina é realizado uma vez por semestre, assim a fórmula a ser utilizada é $\frac{\text{valor semestral}}{0,2} \times 100$, onde 0,2 representa o valor máximo que

0,2

pode estar presente em águas subterrâneas, para que esta possa ser considerada boa para o uso, valor este definido pela Organização Mundial de Saúde.

⇒ ferro (Fe) - a análise de ferro é também realizado uma vez por semestre, assim a fórmula a ser utilizada é: $\frac{\text{valor semestral}}{0,3} \times 100$, onde 0,3 também representa o valor

0,3

máximo que pode estar presente em águas subterrâneas, para que esta possa ser considerada boa para o uso, valor este definido pela Organização Mundial de Saúde.

⇒ cloreto (Cl⁻) - a análise de cloreto é realizado uma vez por semestre, assim a fórmula a ser utilizada é $\frac{\text{valor semestral}}{250,00} \times 100$, onde 250,00, representa o valor

$$250,00$$

máximo que pode estar presente em águas subterrâneas, para que esta possa ser considerada boa para o uso, valor este também definido pela Organização Mundial de Saúde.

⇒ alcalinidade total (OH⁻) - para este cálculo do valor percentual foi utilizado a seguinte fórmula: *média geral + 3 vezes o desvio padrão*, onde a média geral seria dada também pela média aritmética dos dados, de todos os poços de cada área referida, esta fórmula dará o valor de referência a ser utilizado para o cálculo de percentagem e chamar-se-á de V.R.A.T., valor de referência de alcalinidade total, então o cálculo percentual seria dado da seguinte forma:

$$\% \text{Alc. total} = \frac{\text{média semestral}}{\text{V.R.A.T.}} \times 100$$

Esta fórmula para o cálculo da V.R.A.T. foi devido como no caso da condutividade e do S.T.D. utilizada devido a falta um valor de referência de padrão mundial definido para águas subterrâneas. O V.R.A.T. desta forma representará o comportamento da alcalinidade total durante o ano referido.

2.1.1.3 - ATIVIDADES NO LABORATÓRIO

Durante o período de atividades no laboratório da fábrica, no prédio 146R, pude trabalhar num ambiente onde a organização, limpeza, desempenho e rapidez nas realizações das análises são alguns pontos bastantes exigidas. Pude verificar também a utilização da mais moderna tecnologia na realização dos trabalhos diários do laboratório, como por exemplo nas análises dos diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, cujo conhecimento é necessários para o perfeito funcionamento da fábrica.

As atividades consistiam basicamente na participação da coleta de amostras no período da manhã e o acompanhamento na realização das análises durante o período da tarde. As metodologias utilizadas nas análises contendo todo os procedimentos utilizados pelos técnicos foram também por mim estudadas durante este período.

Tomei conhecimento dos diversos planos de organização pelo qual passa o laboratório afim de aumentar o seu grau de qualidade no que se refere a realização das análises, como por exemplo a implantação do T.Q.C (Controle de Qualidade Total), que é

um conjunto de normas estabelecidas, com relação a todas as tarefas desenvolvidas no laboratório com o objetivo de obter-se um máximo desenvolvimento de funcionamento.

2.1.1.4 - ATIVIDADES NO SETOR DE SEGURANÇA DO TRABALHO

Este setor é responsável pela proteção dos bens humanos da fábrica, tanto dentro como fora do seu ambiente de trabalho.

Na Alumar segurança é um dever de todos, ou seja, todos devem ter responsabilidade de prevenir acidentes seja dentro da fábrica ou fora dela afim de obter-se um maior desempenho no trabalho. Com isso o setor de segurança do trabalho constitui através principalmente de seus técnicos e engenheiros de segurança o gerenciador do processo de Prevenção de Acidentes, cabendo a ele instruir os funcionários para que estes possam desenvolver suas atividades com segurança e eficiência.

Assim sendo passei por este Setor onde adquiri algumas informações relacionadas a segurança do trabalho da forma como estão descritas abaixo:

2.1.1.4.1 - INTRODUTÓRIO DE SEGURANÇA

Este é um treinamento que é dado a todos os empregados recém admitidos e tem como objetivo mostrar a política de segurança da empresa, o processo de segurança, as ferramentas de segurança básicas. Participei deste treinamento juntamente com outros estagiários.

2.1.1.4.2 - NORMAS DE SEGURANÇA

Consistia basicamente na leitura de normas, sua aplicação e a certificação de sua utilização.

2.1.1.4.3 - DIÁLOGO DIÁRIO DE SEGURANÇA (DDS)

É uma ferramenta de prevenção de acidentes que tem como principal objetivo, alertar os funcionários quanto aos riscos inerentes a cada tarefa. É realizado diariamente pelos encarregados com duração de cinco a dez minutos antes do início da jornada de trabalho.

2.1.1.4.4 - INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

O principal objetivo consiste na pesquisa das conseqüências pessoais ou materiais da ocorrência até descobrir suas verdadeiras causas. Uma vez descobertas as causas, medidas corretivas deverão ser adotadas afim de eliminar a repetição da ocorrência. Enfim, numa investigação buscamos as causas do acidente e não o culpado pelas conseqüências.

Preenche-se um formulário próprio da Alumar, onde são verificadas as causas dos acidentes e recomendações de medidas de controle para evitar reincidência.

3 - CONCLUSÃO

Para mim o estágio foi bastante proveitoso e de suma importância para os conhecimentos que hoje tenho na área de Meio Ambiente, pois vivenciei na prática, as teorias aprendidas na escola.

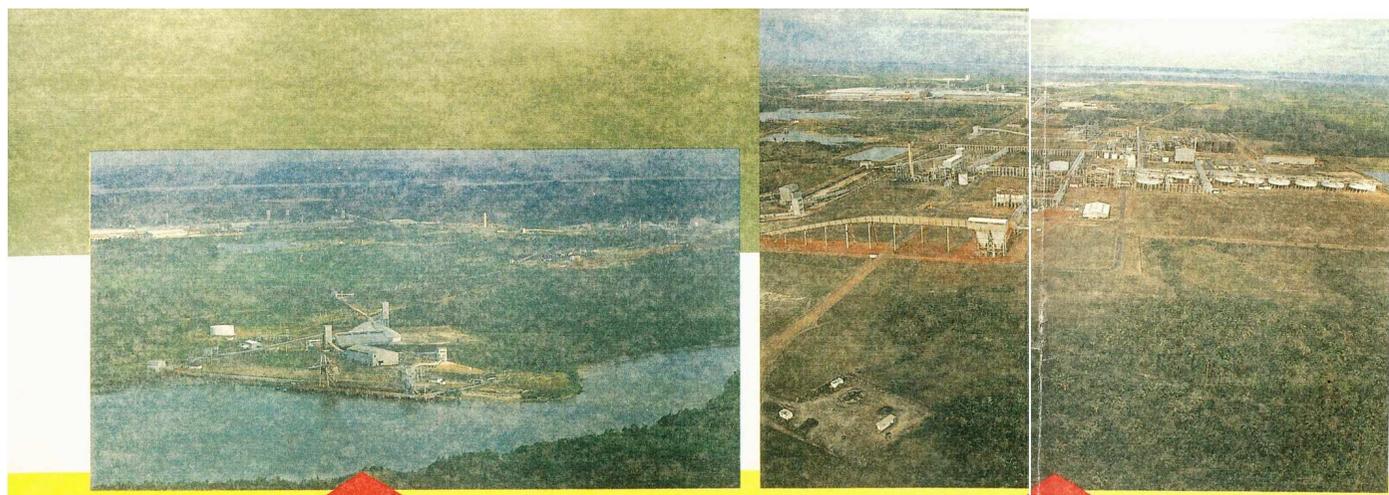
Fui privilegiado, por ter feito o estágio em uma empresa que valoriza a Meio Ambiente levando a sério a preservação da natureza, investindo para isso tecnologias avançadas e se preocupando com a concientização dos seus trabalhadores.

Além disso tive o apoio de profissionais competentes, capacitados e preparados, que não tiveram dificuldades em me instruir de forma clara e precisa tudo que necessitava aprender para o desenvolvimentos do estágio e o suprimento de necessidades.

Isso tudo me proporcionou maior capacitação, para poder concorrer no mercado de trabalho sem receios. A validade do estágio é tanta que somente o tempo poderá dizer, no momento em que estiver desenvolvendo alguma atividade que necessite a aplicação do conhecimento adquirido durante o meu estágio.

Processo de Produção do Alumínio

Aluminum Production Process



OBTEÇÃO DO MINÉRIO / MINING

REFINARIA/REINING

REDUÇÃO/SMELTING

