



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO.**

Programa de Pós-Graduação *Latu Sensu* em Gestão Ambiental

**RECUPERAÇÃO DE PASSIVO AMBIENTAL EM UMA
INDÚSTRIA QUÍMICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

ANDREA SIQUEIRA

Orientador: Prof. Dr. João José Fonseca Leal

**NILÓPOLIS
2012**



Programa de Pós-Graduação Latu Sensu em Gestão Ambiental

RECUPERAÇÃO DE PASSIVO AMBIENTAL EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ANDREA SIQUEIRA

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação Latu Sensu em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para obtenção de especialista em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. João José Fonseca Leal

**NILÓPOLIS
2012**

S618 Siqueira, Andrea

Recuperação de passivo ambiental em uma indústria química no Estado do Rio de Janeiro/ Andrea Siqueira, Orientador João José Fonseca Leal -- Nilópolis, RJ, 2012.

53 f., il; 30 cm

Trabalho de conclusão de curso (pós-graduação) - Instituto Federal Rio de Janeiro - IFRJ, Programa de Pós – Graduação em Gestão Ambiental

1.Qualidade do solo. 2. Monitoramento do solo. 3. Impactos ambientais I. Leal, João José Fonseca, **Orient.** II. IFRJ. III. Título.

CDU 502.14

**Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de
Ciências**

**RECUPERAÇÃO DE PASSIVO AMBIENTAL EM UMA
INDÚSTRIA QUÍMICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

ANDREA SIQUEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental.

Aprovada em ____ de _____ de 20__

Banca Examinadora

Dr. João José Fonseca Leal – Presidente da Banca

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Msc. Gabriel Caetano da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Dr. Edimar Carvalho Machado

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

NILÓPOLIS

2012

AGRADECIMENTOS

A Deus e todas as energias representadas pelos elementos da natureza.

Ao meus pais Sebastião Siqueira e Ednete Dias Siqueira pelo total apoio ao meu desenvolvimento profissional.

Ao Instituto Federal do Rio de Janeiro/Unidade Nilópolis pela oportunidade de pertencer a primeira turma do programa de Especialização em Gestão ambiental.

A todos os professores da Instituição e os professores convidados que nos presentearam com seus conhecimentos e experiências durante o curso.

Um agradecimento em especial ao orientador João José Fonseca Leal e aos membros avaliadores da banca os professores Gabriel Caetano da Silva e Edimar Carvalho Machado pelas contribuições importantes para a conclusão deste trabalho.

Aos meus colegas da Coordenação de Segurança e Meio Ambiente em que acreditaram na minha proposta de trabalho.

Também dedico aos meus amigos da primeira turma do Curso de Especialização em Gestão Ambiental do IFRJ Campus Nilópolis.

“A humanidade de hoje tem a habilidade de desenvolver-se de uma forma sustentável, entretanto é preciso garantir as necessidades do presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações em encontrar suas próprias necessidades”.

Agenda 21

RESUMO

Os processos de industrialização são frutos de constantes inovações tecnológicas. Destas ações, são realizados investimentos em pesquisas e desenvolvimentos de produtos e serviços cada vez mais eficientes e produtivos. Se não bem planejado, as mudanças em seus processos podem acarretar em danos, principalmente danos ambientais, formando assim, um passivo ambiental. Passivos ambientais é um termo originário das ciências contábeis, no qual é mensurado o valor do dano. Este trabalho mostra um estudo de caso de um passivo ambiental nas dependências de em uma indústria química do estado do Rio de Janeiro. Este estudo mostra a todo histórico de deposição de resíduos industriais na área da empresa e todas as práticas adotadas para recuperar o solo e seus respectivos monitoramentos para avaliação da eficácia da técnica adotada para remoção dos elementos químicos de interesse.

Palavras-chave: Solo; Impactos Ambientais; Valores de Referência de Qualidade; VRQs; Passivo Ambiental; Qualidade do Solo; Monitoramento do Solo;

ABSTRACT

The processes of industrialization are the result of constant technological innovations. Of these shares, investments are made in research and development of products and services more efficient and productive. Se not well planned, changes in processes may result in damage, especially damage to the environment, thus forming an environmental liability. Environmental liabilities is a term originating in the accounting, which is measured in the amount of damage. This work presents a case study of an environmental liability in the premises of a chemical in the state of Rio de Janeiro. This study shows the whole history of industrial waste disposal in the area of the company and all the practices adopted to restore the soil and their monitoring for evaluating the effectiveness of the technique for removal of the chemical elements of interest.

Keywords: Soil, Environmental; Impacts; Values Quality; VRQs; Environmental Liabilities; Soil Quality, Soil Monitoring

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: MAPA DE LOCALIZAÇÃO A BACIA DO RIO GUANDU	23
FIGURA 2 :FLUXOGRAMA DE PROCESSO DA EMPRESA.....	27
IMAGEM 1: BACIA DE DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS EM ÁREA ADJACENTE A EMPRESA.....	34
IMAGEM 2 :INÍCIO DA DESCONTAMINAÇÃO COM A ÁGUA PROVENIENTE DA ÁREA DE UTILIDADES	37
FIGURA 3: ESQUEMA DOS POÇOS DE MONITORAMENTO INSTALADOS NO PASSIVO AMBIENTAL.....	40
IMAGEM 3: RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NO ENTORNO DA LAGOA DE DESSALINIZAÇÃO, EM 2002.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASS - Amostra de Solo e Sedimento

CEDAE - Companhia Estadual de Água e Esgoto

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DQO - Demanda Química de Oxigênio

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETA - Estação de Tratamento de Água

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

INEA - Instituto Estadual do Ambiente

NBR - Norma Brasileira

PM - Poços de Monitoramento

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas empresas

SERLA - Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagos

SEMADS - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento

Sustentável

UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. PASSIVOS AMBIENTAIS.....	12
3. O SOLO.....	13
3.1 LEGISLAÇÃO ASSOCIADA A CONTAMINAÇÃO DE SOLOS	15
4. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO.....	19
4.1 GEOLOGIA.....	19
4.2 CLIMA.....	20
4.3 SOLOS	20
4.4 TOPOGRAFIA	21
4.5 HIDROGRAFIA	22
4.5.1 RIO GUANDU	23
4.5.2 RIO DA GUARDA.....	24
5. LEVANTAMENTO HISTÓRICO E DESCRITIVO DA EMPRESA.....	24
5.1 MATÉRIAS PRIMAS E PROCESSO DE PRODUÇÃO.....	27
5.2 EFLUENTES LÍQUIDOS.....	29
6. ESTUDO DE CASO	30
7. RECUPERAÇÃO DO PASSIVO AMBIENTAL	33
7.1 PLANO DE RECUPERAÇÃO DO PASSIVO AMBIENTAL.....	34
7.2 AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DO PASSIVO AMBIENTAL	37
7.3 RESULTADOS DO MONITORAMENTO	38
7.3.2. RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE SOLOS	42
7.4 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL AO REDOR DA LAGOA DE DESSALINIZAÇÃO	43
7.5 MONITORAMENTO AMBIENTAL COM A UTILIZAÇÃO DE PEIXES COMO BIOINDICADORES.....	45
8. CONCLUSÕES	47
9. REFERENCIAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

A vontade ou a necessidade de uma dada empresa, em um futuro bem próximo, candidatar-se a uma certificação ambiental, certamente irá dar início a um “jogo de custos e benefícios”, sendo que este deverá ser bastante conhecido de forma a facilitar a efetiva avaliação do termo qualidade ambiental. (Alberti, 2000). Estas certificações tanto para obtenção quanto para a manutenção do Sistema de Gestão Ambiental são obtidas através de cumprimentos requisitos legais e regulamentares aplicáveis ao empreendimento.

Os processos de industrialização são frutos de constantes inovações tecnológicas. Destas ações, são realizados investimentos em pesquisas e desenvolvimentos de produtos e serviços cada vez mais eficientes e produtivos. Por outro lado, o cenário econômico atual incentiva o aumento no ritmo no consumo de bens e serviços, de forma a tornar o setor industrial dependente cada vez mais do desenvolvimento de novos produtos. (Silva, 2001). O resultado dessa relação entre o setor industrial aos aspectos econômicos nem sempre são favoráveis aos aspectos ambientais, que segundo a norma ISO NBR 14001:2004 por definição são elementos das atividades de produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente. Um aspecto ambiental significativo é aquele que tem um impacto ambiental significativo. Em alguns casos, podem surgir problemas de contaminações diversas de rios, lagos, Baías, solos e subsolo, lençol freático, de forma a impactar negativamente os ambientes formando-se um passivo ambiental.

2. PASSIVOS AMBIENTAIS

O passivo ambiental é um termo originário das ciências contábeis que representa, num primeiro momento, o valor monetário necessário para reparar os danos ambientais. Na realidade, num sentido figurado, representa uma “dívida” para com as gerações futuras. (Sánchez, 2001). Segundo o SEBRAE (1996), passivo ambiental é parte do “resultado econômico de uma empresa passível de ser sacrificado em função das necessidades da preservação, recuperação e proteção do meio ambiente”. O termo “passivo ambiental” causa muitas discussões por estar frequentemente ligado a multas, penalidades ou violações a leis ambientais. É muito comum a associação entre custos e o cumprimento de regulamentações. Apesar de ser um termo abrangente, pode-se definir passivo ambiental como uma obrigação adquirida em decorrência de eventos anteriores, que provocaram ou provocam danos ao meio ambiente ou a terceiros, de forma voluntária ou involuntária, os quais deverão ser indenizados através da entrega de benefícios econômicos ou prestação de serviços em um momento futuro (EPA, 1996; RIBEIRO, 2000; GALDINO et al., 2002).

A origem de um passivo ambiental, de um modo geral, está ligado às atividades desempenhadas pela empresa que causam impactos ao meio ambiente, em sua maioria de forma negativa. No que tange ao reconhecimento, os passivos ambientais têm seu reconhecimento e contabilização no momento no fato gerador ou quando da possibilidade de se conhecer sua existência futura. A contabilização passa necessariamente por um bom sistema de contabilidade e da postura da empresa frente à existência de passivos ambientais. (CARVALHO E RIBEIRO, 2000). Os danos ambientais causados

podem ser mitigados e ou compensados de diversas formas, como aquisição de tecnologias de controle ambiental, pagamentos de multas, indenizações, adoção de programas sociais entre outros.

3. O SOLO

Com a formação de passivos ambientais, um meio importante e diretamente impactado são os solos. Existem várias definições sobre solo, encontradas na literatura.

“Solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil de definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo.” (Soil taxonomy, 1975).

Segundo Eugene Odum (1988), a definição de solo é o resultado líquido da ação do clima e dos organismos, especialmente da vegetação, sobre o material-matriz, o substrato subjacente geológico ou mineral, e de um incremento orgânico no qual os organismos e seus produtos estão misturados com o material-matriz finamente dividido e modificado. O solo é definido por EMBRAPA em, 2006 como o resultado da adaptação das rochas às condições de equilíbrio do meio em que se encontram expostas, geralmente diferentes daquele que condicionou sua gênese. Os problemas ambientais têm sido e são

abordados como consequência, entre outras, das disfunções que a atividade humana provoca, e de suas repercussões.

Na natureza, além dos processos de formação dos solos, existem outros, principalmente derivados da ação dos agentes erosivos, que atuam em sentido contrário. Normalmente, produz-se uma harmonia entre a ação de uns e de outros, estabelecendo-se um equilíbrio entre os mecanismos de "desgaste" e de "formação" do solo. (EMBRAPA, 2006). Em relação a função e importância do solo, a resolução CONAMA 420/2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo aborda em um parágrafo único que as principais funções do solo são:

- I - servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos;
- II - manter o ciclo da água e dos nutrientes;
- III - servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;
- IV - agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação e transformação de substâncias químicas e organismos;
- V - proteger as águas superficiais e subterrâneas;
- VI - servir como fonte de informação quanto ao patrimônio natural, histórico e cultural;
- VII - constituir fonte de recursos minerais; e
- VIII - servir como meio básico para a ocupação territorial, práticas recreacionais e propiciar outros usos públicos e econômicos.

3.1 LEGISLAÇÃO ASSOCIADA A CONTAMINAÇÃO DE SOLOS

As exigências legais associadas à proteção e recuperação de solos no Brasil, são recentes, mas alguns requisitos orientavam quanto ao uso e qualidade dos solos. Um dos primeiros requisitos legais a serem publicados, foi o DECRETO-LEI Nº 134, de 16 de junho de 1975 que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro e da outras providências. Neste requisito legal, o solo é considerado como elemento do meio ambiente, conforme é mencionado em seu parágrafo único - consideram-se como meio ambientes todas as águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, o ar e o solo. No artigo 2º, o requisito permitia dispor os resíduos diretamente no solo, mas desde que não acarretem em impactos ambientais adversos (Art. 2º - Os resíduos líquidos, sólidos, gasosos ou em qualquer estado de agregação da matéria, provenientes de atividades industriais comerciais, agropecuárias, domésticas, públicas, recreativas e outras, exercidas no Estado do Rio de Janeiro, só poderão ser despejados em águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas existentes no Estado, ou lançadas à atmosfera ou ao solo, se não causarem ou tenderem a causar a poluição). No Capítulo IV, artigo 9º, O requisito estabelece as possíveis penalidades sujeitas aos que causarem a poluição das águas, ar e solo: as pessoas físicas ou jurídicas que causarem poluição das águas, do ar ou do solo, no território do Estado, nos termos do artigo 1º, ou que infringirem qualquer dispositivo deste Decreto-lei e seus Regulamentos, sujeitam-se as seguintes penalidades: I-multa; II- interdição.

A Política Nacional do Meio Ambiente promulgada em 1981 considera o solo como um bem a ser protegido, Segundo a Política Nacional do Meio Ambiente, a Lei 6.938/81 é considerado bens a proteger:

- a saúde e o bem estar da população
- a fauna e a flora
- a qualidade do solo, das águas e do ar;
- os interesses de proteção à natureza / paisagem
- a ordenação territorial e planejamento regional e urbano
- a segurança e ordem publica

A Lista Holandesa, um requisito legal publicado na Holanda em 1994, refere-se aos valores de qualidade do solo e da água subterrânea. A partir do conceito de multifuncionalidade do solo estabelecido em 1987, por meio da promulgação da Lei de Proteção do Solo (Soil Protection Act) pelo governo federal holandês, o Ministério de Planejamento Territorial e Meio Ambiente da Holanda (VROM) publicou uma lista de valores orientadores de qualidade do solo. A característica principal dessa lista foi a criação de três indicadores distintos de qualidade para os compartimentos ambientais citados, ou seja:

Valor de referência (S): indica um nível de qualidade do solo e da água subterrânea que permite considerá-los “limpos”, considerando-se a sua utilização para qualquer finalidade.

Valor de intervenção (I): indica um nível de qualidade do solo acima do qual existem riscos para a saúde humana e para o ambiente. A ultrapassagem desse valor (média) em um volume de solo de 25 m³ ou em 100 m³ de água subterrânea, indica a necessidade de implementação na área avaliada de ações voltadas para a sua remediação.

Valor de alerta (T): é um valor médio entre os valores de referência e os valores de intervenção. Ele indica que já ocorreu certa alteração que diminuiu, ainda que pouco, as propriedades funcionais do solo, sendo necessária uma investigação detalhada na área para quantificação dessa alteração.

Valor de referência (S): Como valor de referência para as substâncias naturalmente presentes no solo, utilizou-se os valores de background (valores naturais ou devido à contaminação difusa pela atmosfera) como ponto de partida. Para esse propósito, os maiores valores naturais encontrados para os metais foram adotados. Para outras substâncias, o valor S foi calculado tomando-se por base um risco desprezível para a saúde humana e para o ambiente. Segundo THEELEN & NIJHOF (1996) citados em CETESB (1997), os valores de referência para substâncias antropogênicas adotados são os limites de detecção dos métodos analíticos adotados, considerando-se a melhor tecnologia disponível. Para algumas substâncias o valor de referência depende do tipo de solo, tendo sido encontrada correlação significativa com o conteúdo de argila e de matéria orgânica. A partir dessa correlação foram estabelecidas fórmulas, por meio de equações de regressão para estabelecimento dos valores S, de acordo com os teores dos parâmetros acima citados. A possibilidade de fazer-se o uso de valores específicos para cada tipo de solo está baseada em:

- No fato de que o conteúdo natural de metais nos solos argilosos serem superior aos encontrado nos solos arenosos.
- A elevação do conteúdo de matéria orgânica no solo diminuir a sua densidade, elevando a concentração de metais por volume de solo.

- No fato de que a maior parte das substâncias contaminadoras do solo estejam ligados à fração argila e orgânica do solo.

Valor de intervenção (I)

O valor de intervenção, conforme já comentado, indica o nível de qualidade do solo, acima do qual os riscos para o ser humano e meio ambiente são considerados inaceitáveis. Esses valores foram determinados pela quantificação dos riscos toxicológicos e ecotoxicológicos advindos da contaminação do solo. Os riscos para a saúde humana foram quantificados pelo uso de um modelo denominado Csoil, considerando-se nesses cálculos as propriedades físicas e químicas dos solos, características dos contaminantes, dados de seus efeitos tóxicos ou carcinogênicos e estimativas de ingresso desses contaminantes pelas vias de exposição relevantes. Os riscos para o ambiente foram calculados de maneira indireta, e indicam a concentração no solo de determinado contaminante, acima da qual 50% das espécies do ecossistema avaliado foram afetadas de alguma forma.

A lista Holandesa foi utilizada no Brasil por alguns órgãos ambientais, até que baseado nesta lista, o Estado de São Paulo, através da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental publicou em 2001 e revisada em 2005 através do documento publicado como DECISÃO DE DIRETORIA Nº 195-2005- E, de 23 de novembro de 2005 - Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2005, em substituição aos Valores Orientadores de 2001, e dá outras providências. Como uma única referência nacional para o estabelecimento de critérios de qualidade do solo e água subterrâneas.

A resolução CONAMA 420/2009 é o primeiro requisito legal que regulamentou os valores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas. Este requisito também indica que em até quatro anos após a publicação da resolução, os valores orientadores de qualidade (VRQs) para substâncias químicas naturalmente presentes serão estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes dos Estados.

4. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

4.1 GEOLOGIA

A área de estudo está localizada às margens da Baía de Sepetiba, em depósitos Cenozóicos dentro do Distrito Industrial de Santa Cruz. A Baía de Sepetiba segundo Roncarati & Barrocas, 1978, apresenta sedimentação quaternária iniciada no período glacial Würm no Pleistoceno. Com o recuo do mar 130 a 150 metros abaixo do nível atual, a baía de Sepetiba, ficou sob sedimentação continental que permitiu a formação de extensos depósitos fluviais na atual plataforma continental, compostos de argilas de planície de inundação, areias e conglomerados da cultura agrícola de cana-de-açúcar. A mudança gradativa de um clima originalmente úmido para seco ocasionou a extinção dos cursos fluviais. Segundo Carelli et al., 2006 e Carelli, 2008, a baía de Sepetiba apresenta cordões arenosos ao longo da planície costeira que ocorrem aproximadamente 3 km distantes da linha da costa atual, cujos sedimentos se encontram intercalados lateralmente com material argiloso, com aproximadamente 1000 metros de extensão, 50 metros de largura e elevação aproximada de 1 metro. A composição dos sedimentos que forma tais cordões é basicamente quartzosa com feldspatos, micas e líticos associados e

acumulações de conchas tanto em subsuperfície quanto na superfície. Desta forma, acredita-se que a baía de Sepetiba tenha sido influenciada ao longo do Cenozóico por eventos glacio-eustáticos globais, ora recebendo sedimentos marinhos ora continentais, e ainda durante o Holoceno Superior ocorreu a passagem deste ambiente de alta energia para um de baixa energia. Sendo assim, os sedimentos que caracterizam os depósitos existentes descrevem as variações deposicionais que sofreram ao longo de milhares de anos (INACHVILI, 2009)

4.2 CLIMA

Conforme a classificação de Köppen (1948) o clima da região é caracterizado com AW (tropical chuvoso com inverno seco). Segundo INMET, a temperatura máxima média é de 25°C. A pluviosidade média no município do Rio de Janeiro é de 1200 mm/ano (DERECZYNSKI, 2009).

4.3 SOLOS

Segundo relatório de consultoria de investigação de solo, na área do empreendimento, ocorre duas classes de solos, baseado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, foram observadas as classes Gleissolos Tiomórficos Húmicos e Neossolos Flúvicos. Os solos da classe Glei ou Gleissolos, compreendem solos de cores acinzentadas, esverdeados ou azulados, cores que correspondem às reações de redução pelos óxidos de ferro presentes no solo. São solos em geral mal ou muito mal drenados, com lençol freático elevado na maior parte do ano. Ocorrem em áreas de várzea, distribuídas por todo o Estado do Rio de Janeiro, mas principalmente nas grandes baixadas,

que se estendem dos contrafortes da Serra do Mar até o litoral. Originalmente, esses solos encontravam-se recobertos por vegetação de campo ou floresta de várzea, hoje preservados apenas em poucos locais (CARVALHO FILHO et al., 2000). Já os da classe Neossolos são solos pouco evoluídos, desenvolvidos a partir de depósitos aluviais recentes, referidos ao quaternário. Caracterizam-se por apresentarem estratificação de camadas, sem relação genética entre si. Têm sequencia de horizontes do tipo A-C, eventualmente com evidências de gleização em subsuperfície. As áreas de ocorrência mais expressivas desses solos são observadas no baixo curso do rio Paraíba do Sul, onde às vezes apresentam caráter solódico e mais raramente sódico ou salino, e nos altos cursos dos rios da Baixada Litorânea, sob vegetação de floresta sub perenifólia ou perenifólia de várzea, respectivamente, em geral associados a Gleissolos. Os NEOSSOLOS FLÚVICOS são solos derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. Os NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos são solos com horizonte glei dentro de 150 cm da superfície do solo (EMBRAPA, 2006).

4.4 TOPOGRAFIA

De acordo com a classificação de Dantas (2000), o domínio morfoescultural da região faz parte do sistema de relevo Planícies Flúvio-Marinhas, que são terrenos argilosos orgânicos de fundo de baías ou enseadas. Esse padrão de relevo resulta de uma sucessão de eventos de regressão e transgressão do nível relativo do mar que modelaram sua morfologia original e que, posteriormente, foi modificada pela intervenção humana (AMADOR & AMADOR, 1995). O relevo é de superfície plana e

caracterizam-se originalmente como terrenos muito mal drenados com padrão de canais meandricos e divagantes, sob influência de refluxo de marés. Porém, as sucessivas obras de aterros e retificação de canais tornaram viável a ocupação agrícola e urbana na maioria dessas baixadas.

4.5 HIDROGRAFIA

Inserida na região da Serra do Mar, a bacia da Baía de Sepetiba apresenta grandes diferenças de altitude. Boa parte dos rios percorre uma acentuada e abrupta mudança de relevo, principalmente os maiores formadores do rio Guandu (Ribeirão das Lajes e rio Santana), que partem de altitudes superiores a 800 m, caindo para cotas inferiores a 100 m, até desaguarem na extensa planície da Baixada de Sepetiba, conforme a figura 1.

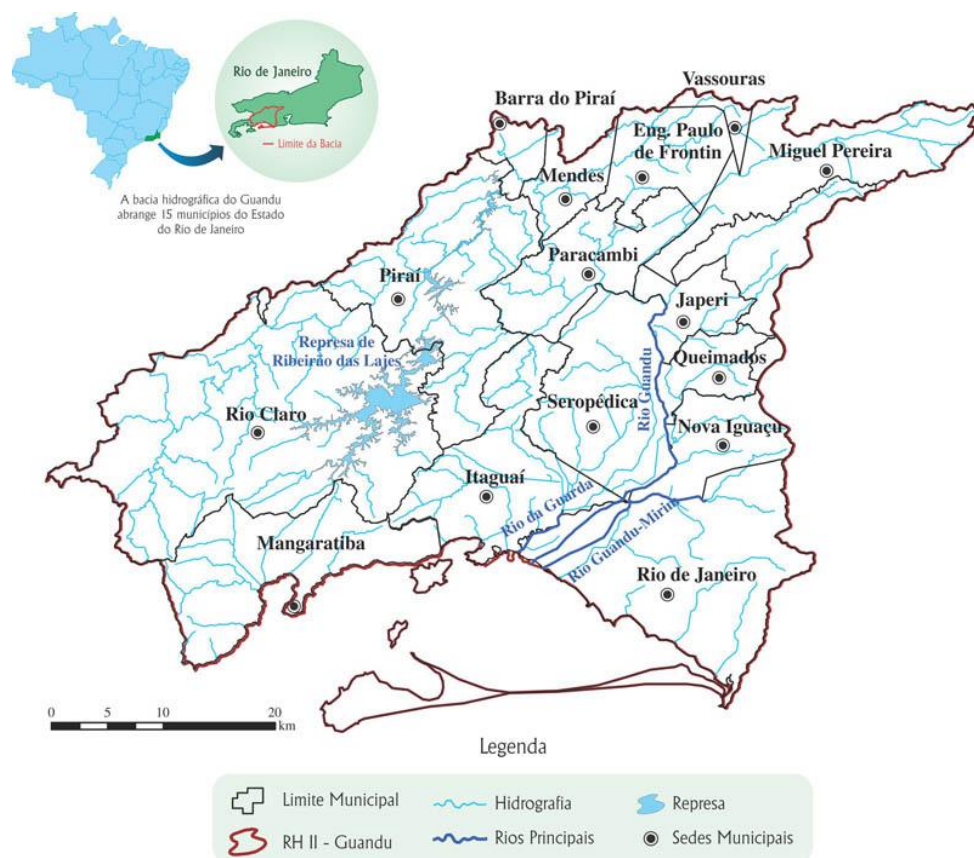


Figura 1: Mapa de localização a bacia do Rio Guandu. (FONTE: COMITÊ GUANDU, 2012).

A bacia do Rio Guandu é compreendida em 1.385 km², a área da bacia do rio da Guarda possui 346 km² e do Guandu Mirim com 190 km². Estas áreas totalizam-se em uma área de drenagem de 1.921 km², onde vivem cerca de 1 milhão de habitantes, o que representa cerca de 70% da área total da bacia hidrográfica contribuinte à Baía de Sepetiba. Esta bacia hidrográfica engloba, parcialmente ou integralmente, o território de 12 municípios fluminenses, quais sejam: Itaguaí, Seropédica, Queimados, Japeri, Paracambi, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Engenheiro Paulo de Frontin, Miguel Pereira, Vassouras, Piraí e Rio Claro (COMITÊ GUANDU, 2010).

4.5.1 RIO GUANDU

O Rio Guandu, principal curso d'água da bacia da Baía de Sepetiba, é formado pelo Ribeirão das Lajes, que recebe as águas transpostas da bacia do Rio Paraíba do Sul. Estende-se por 48 km, da nascente até a foz, na Baía de Sepetiba. O seu maior afluente é o Rio Santana, que nasce na Serra do Tinguá e deságua na margem esquerda, no meio da grande curva, a partir de onde o Ribeirão das Lajes passa a se chamar Rio Guandu. O seu curso final retificado leva o nome de Canal de São Francisco. A influência da maré salina neste canal alcança cerca de 7 km a montante da foz. Doze municípios fazem parte da bacia do Rio Guandu, sendo que mais de 65% da área da bacia estão nos territórios de apenas quatro municípios: Rio Claro, onde se encontra o reservatório de Lajes; Miguel Pereira, que abrange a maior parte da bacia do Rio Santana; Nova Iguaçu, destacando-se, em seu território, a Serra do Tinguá e a sub-bacia do Rio Ipiranga, afluente mais próximo da Estação de

Tratamento de Água da CEDAE; e Paracambi, um dos poucos municípios que estão totalmente inseridos na área do PERH Guandu.

4.5.2 RIO DA GUARDA

O Rio da Guarda deságua na Baía de Sepetiba, a Oeste da foz do Rio Guandu. Seu principal formador é o Valão dos Bois, cujas nascentes situam-se na vertente Nordeste da Serra da Cachoeira. Trata-se de um canal com cerca de 35 km de extensão e área de drenagem de 131,4 km². Pode-se dizer que o estirão caracterizado como Rio da Guarda se inicia após a confluência do Valão dos Bois com o Rio Piloto e se desenvolve ao longo de aproximadamente 7 km até a sua foz na Baía de Sepetiba.

5. LEVANTAMENTO HISTÓRICO E DESCRITIVO DA EMPRESA

O levantamento do histórico da área contribui para que tenhamos um inventário do local, para que identificar as principais causas da formação do passivo ambiental. As causas devem ser devidamente investigadas de forma a retornarem com resultados que possuam uma confiabilidade.

O empreendimento em questão teve sua fundação em 1985 onde atualmente emprega em média 600 trabalhadores diretos e terceiros. A empresa produz insumos para indústria de petróleo, suprindo o mercado nacional e parte do mercado Latino Americano, com capacidade instalada de 32.000 t/ano de produtos. A empresa atua a cerca de 27 anos no mercado de catalisadores para refino de petróleo e suas principais matérias primas são óxido de lantânio, amônia, ácido clorídrico, ácido sulfúrico, sílica em solução, hipoclorito de sódio, soda caustica, minério concentrado de bauxita, água.

Segundo a norma MN 050. R – 05 que classificam as atividades industriais e não industriais quanto ao porte e ao potencial poluidor, a empresa em questão é pertencente ao grupo 20 – Química e código 20.01.20 grupo que contemplam as indústrias de Produção de produtos químicos inorgânicos (ácidos, anidridos e compostos oxigenados dos metaloides; hidróxidos, óxidos e peróxidos metálicos – inclusive hidrazina e hidroxilamina seus sais inorgânicos); sulfetos, sulfatos, persulfatos e alumens, sulfitos, hidrossulfitos e hipossulfitos; sais halogenados; sais de ácidos metálicos; nitratos, nitritos e carbonatos; outros sais minerais; (outros produtos químicos inorgânicos) – exclusive os destinados a uso em laboratórios e para fins medicinais. Pela tabela de classificação de potencial poluidor, a empresa é classificada como alto potencial poluidor. A empresa forneceu o fluxograma de processo, conforme figura 1.

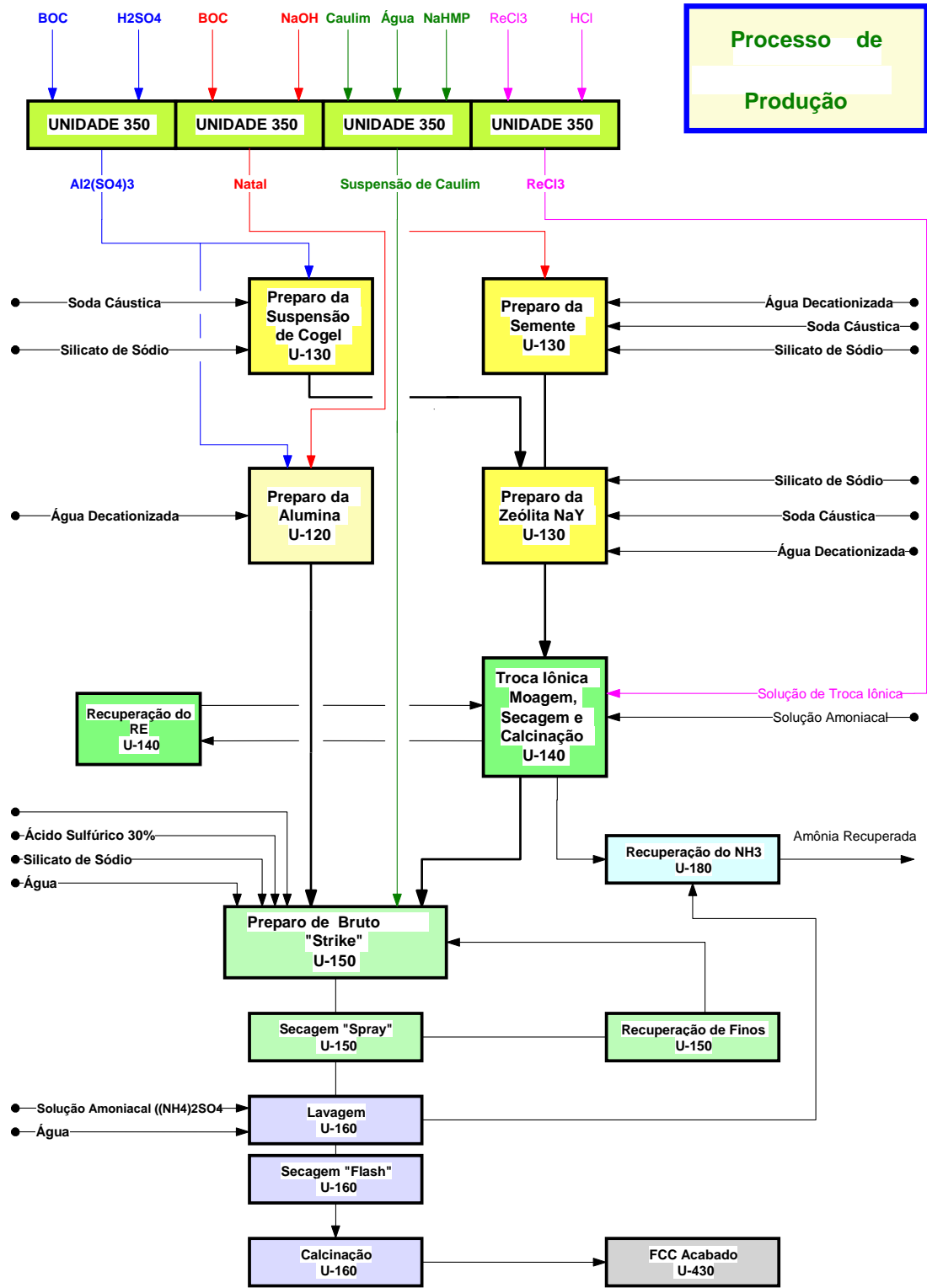


Figura 2: Fluxograma de processo da empresa

5.1 MATÉRIAS PRIMAS E PROCESSO DE PRODUÇÃO

De acordo com o fluxograma de processo apresentado na figura 1, a empresa utiliza em seus processos algumas matérias primas como o ácido clorídrico (solução a 33% como HCl), ácido sulfúrico (solução a 98% como H₂SO₄), ácido fosfórico (solução a 32% como H₃PO₄), ácido nítrico (solução a 54% como HNO₃), óxido de terras raras a 24% como RE₂O₃, hidróxido de amônio a 20% como NH₃, silicato de sódio (solução a 28% como SiO₂), sílica em solução (solução a 50% como SiO₂), soda cáustica (hidróxido de sódio solução a 50% como NaOH), ácido sulfúrico (solução a 30% como H₂SO₄). As matérias primas na empresa são divididas em duas unidades de produção: a unidade de matérias primas líquidas e de matérias-primas sólidas. As matérias primas líquidas são fornecidas por meio de caminhões-tanque e são transferidas por bombas instaladas no pátio de descarregamento para tanques de estocagem com capacidades que variam de acordo com seus respectivos consumos na planta, sendo elas: silicato de sódio, sílica em solução, soda cáustica, cloreto de terras raras, ácido sulfúrico, ácido clorídrico, ácido nítrico e ácido fosfórico. O caulim, alumina hidratada e óxido de lantânio (Terras Raras) são as matérias primas sólidas utilizadas na empresa, sendo que o caulim é estocado a granel em um galpão exclusivo e as restantes em "big bags", em outro galpão, onde também são estocados produtos químicos auxiliares tais como floculantes, dispersantes, aditivos e insumos para tratamento de água. O fornecimento de água da empresa se dá através da Outorga concedida em 2004, pela Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagos – SERLA, atualmente denominado INEA.

A estação elevatória, situada após o dique do canal de São Francisco, onde a água é bombeada por uma adutora até a estação de tratamento (ETA), situada na área de utilidades da fábrica. O sistema de tratamento é dividido em dois conjuntos de produção operando em paralelo. Cada conjunto é composto basicamente de clarificador e filtro com capacidade de processamento total de 240 m³/h de água bruta. As substâncias utilizadas no tratamento de água são: carbonato de sódio hipoclorito, polieletrólito, sulfato de alumínio. A água de resfriamento funciona em circuito fechado, sendo bombeada e distribuída entre as unidades de processo. No retorno é resfriada em torre com convecção natural e injeção forçada de ar. A purga da bacia da torre é constante tendo a vazão ajustada pelo ciclo de concentração. O efluente gerado é direcionado para o tanque de equalização e deste para o sistema de tratamento de efluente não amoniacal. O sistema de controle da ETA é feito por um sistema operacional instalado na sala de controle de utilidades. O efluente gerado na estação é direcionado para a lagoa de dessalinização junto com o efluente da purga da torre de refrigeração. Os reservatórios da empresa armazenam 5.000 m³ de água para suprir de 30 a 50 horas a demanda da empresa durante as paradas programadas de manutenção e pequenos imprevistos. Em eventos não esperados, ou paradas de manutenção de longa duração, consome-se a água fornecida pela empresa CEDAE.

5.2 EFLUENTES LÍQUIDOS

Os efluentes gerados pela empresa são separados por correntes distintas de acordo com a sua destinação final e tratamento. Os efluentes orgânicos gerados não são passíveis de tratamento dentro da empresa e são destinados, prioritariamente por tubovia a empresa terceira próxima. O esgoto sanitário gerado na empresa é coletado por uma rede subterrânea e direcionado a uma fossa séptica. Em seguida, enviado por uma tubulação subterrânea para tratamento externo. Para a fabricação de um produto diferenciado ao cliente, que utiliza em seu processo de fabricação, uma solução contendo sacarose, há uma geração um efluente orgânico em média de 5000 m³/mês, contendo 66% de sacarose com DQO variando de 35.000 a 65.000 mg/l e concentração de amônia com valores entre 3.500 a 6.500 mg/l.. O tratamento deste efluente é enviado por tubulação subterrânea para tratamento externo.

Os efluentes inorgânicos gerados no processo de produção são tratados em uma unidade de tratamento físico químico nas instalações da empresa. Os efluentes líquidos não amoniacais são equalizados, neutralizados e os sólidos em suspensão são separados em duas bacias de decantação, que operam em série. O efluente é neutralizado em um tanque e direcionado por gravidade via linha de transbordo para uma das bacias de decantação. Na passagem deste efluente na primeira bacia, são dosados polieletrólitos para otimizar a separação de sólidos. A corrente floculada é descarregada por gravidade no canto sul/oeste da primeira bacia de decantação, onde ocorre o processo de decantação. O efluente clarificado que sai da primeira bacia é transferido por gravidade para um tanque e deste é bombeado para os sprays que reduzem a

temperatura do efluente devido à evaporação parcial da corrente que alimenta a segunda bacia de decantação. Nesta etapa, com a decantação dos sólidos, a lama acumulada na bacia é bombeada para um filtro prensa. Este equipamento tem a função de reduzir a umidade da lama usando na fase pós-prensagem, adição de ar de processo.

Os efluentes amoniacais são coletados alternadamente em dois tanques, sendo homogeneizados por meio de agitação lateral no fundo do tanque. Esta agitação tem função de evitar que os sólidos em suspensão não decantem no tanque de estocagem de efluente. Quando o primeiro tanque recebe os efluentes o segundo tanque alimenta o clarificador ou vice versa. A unidade de tratamento de efluentes amoniacais recebe efluentes da unidade de produção de zeólita lavagem de catalisados crus, e lavagens da unidade de caulim. Tem a função de recuperar amônia com vapor d'água e sólidos em suspensão por sedimentação e centrifugação com auxílio de floculante. Este sólido é reciclado para o processo na forma de lama, sendo estocados em tanques. A lama reciclada pode chegar a 4 % da produção gerada. Os efluentes amoniacais provenientes de vazamentos e lavagens de pisos são coletados em um poço sendo posteriormente transferidos para os tanques para recuperação.

6. ESTUDO DE CASO

Em uma área livre de aproximadamente de 8,0 hectares adjacente , pertencente à empresa, durante os primeiros nove anos de funcionamento do empreendimento, foi utilizada como depósito de resíduos de processo.

Durante este período nesta área foram depositados resíduos do processo de produção gerados. A destinação ocupou em torno de 6,0 hectares desta área.

Tabela1 : composição química do resíduo industrial

Composição química	Torta em base umida	Torta em base seca
H₂O LOI em %	68,9	-
SiO₂ em %	16,8	53,9
Al₂O₃ em %	9,9	32
Fe₂O₃ em %	0,12	0,4
Na₂O em %	2,92	9,4
SO₄ em %	1,88	6,03
Cl em ppm	922	2.963
P₂O₅ em ppm	662	2.130
NH₄ em ppm	40	130
Óxido de Terras Raras em %	1,18	3,8

A caracterização do resíduo irá evidenciar dados importantes em relação aos produtos encontrados no passivo e como eles se comportam no ambiente, através de amostras extraídas e analisadas. Esta avaliação também deverá considerar o tempo de exposição que o meio ficou submetido a um determinado tipo de substância tóxica ou não. Essa exposição poderá ocorrer de diferentes formas, não impedindo que ocorram juntas ou separadas, e se dão por via oral, respiratória, contato com a pele, consumo de alimentos e/ou água. Em relação à saúde humana este fator é de extrema importância, pois dependendo das substâncias existentes nos meios poderá acarretar sérios danos à saúde, podendo causar desde doenças ou até a morte. O resíduo industrial está depositado em solo formado por uma camada argila orgânica, e de acordo com os laudos de caracterização do solo realizado pela

consultoria , que esta camada de argila pode contribuir como uma barreira natural geológica contra o avanço do material componente do passivo.

Inicialmente, durante os cinco primeiros anos de operação da fábrica, de 1988 a 1993 foram depositados cerca de 1.000 toneladas de resíduo do processo industrial, diretamente sobre o solo, dispersos em uma área aproximadamente 6,0 ha. Durante os anos de 1993 e 1994 o resíduo industrial gerado foi enviado para destinação externa, ao aterro de Gramacho. Durante o ano de 1995, o resíduo foi novamente depositado nesta área, em volume aproximadamente 5000 toneladas. Para melhoria do aspecto visual da deposição de resíduos nesta área, foi realizada uma terraplanagem com adição de uma cobertura de argila com cerca de 20 cm de espessura. Em 1996, o resíduo voltou a ser destinado ao aterro de Gramacho, porém com a proibição de envio de resíduos a este aterro pelo órgão ambiental, FEEMA, atual órgão INEA, o resíduo voltou a ser depositado na área. Durante os anos de 1997 e 1998, o resíduo novamente era disposto na área livre, mas foram alocados em duas bacias de disposição de rejeitos, conforme a imagem 1. As bacias foram criadas apenas para organizar a deposição dos resíduos de processo nesta local , não ocorrendo nenhum tipo de tratamento. Durante estes dois anos foram depositados cerca de 8000 toneladas de resíduos de processo.



Imagem 1: Bacia de deposição de resíduos em área adjacente a empresa

Pelo que se pode observar, durante os nove primeiros anos de operação da empresa em questão, os resíduos do processo de produção eram destinados a uma área livre adjacente pertencente a empresa, onde aproximadamente foram depositados em torno de 20000 toneladas de resíduos industriais dispersos em uma área de 6,0 ha, formando-se o passivo ambiental.

7. RECUPERAÇÃO DO PASSIVO AMBIENTAL

A empresa atuava até este momento sem licença ambiental. Com o avanço das certificações de qualidade e meio ambiente foi demandada a exigência da obtenção da licença de operação perante o órgão ambiental. Com o reconhecimento da empresa e efetiva avaliação do órgão ambiental, foi efetivamente registrado e estabelecido em 29 de dezembro de 2000 o Termo de Compromisso Ambiental estabelecido entre a Secretaria de Estado do Meio

Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMADS. O termo de Compromisso ambiental é um documento celebrado pelo órgão ambiental e previsto na lei Nº 3.467, de 14 de setembro de 2000, que dispõe sobre as Sanções Administrativas Derivadas De Condutas Lesivas Ao Meio Ambiente No Estado Do Rio De Janeiro, e dá outras providências. Um outro requisito legal importante, referente ao termo de compromisso ambiental é a medida provisória 2.163-41/2001 de 23/08/2001 que acrescenta dispositivo à Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Este documento estabelece prazos e condições para que a compromissada promova integralmente as medidas específicas para cessar a degradação ambiental sem prejuízo das demais medidas necessárias ao atendimento das exigências impostas pelas autoridades competentes. Neste termo de compromisso ambiental foram estabelecidas várias medidas mitigadoras e compensatórias. Algumas medidas foram implementadas para melhorias do processo de produção e por consequência um melhor controle do seu processo produtivo, com o objetivo de redução da geração de resíduos.

7.1 PLANO DE RECUPERAÇÃO DO PASSIVO AMBIENTAL

A empresa contratou em outubro de 1999 uma consultoria especializada em investigação em análises de áreas contaminadas para realizar um estudo de investigação do solo, água subterrânea e dos canais de drenagem dos limites da fábrica. Após este estudo inicial, foi elaborado um plano de recuperação, e este encaminhado ao INEA para validação e este plano foi incluído no Termo de Compromisso Ambiental. Dentre as ações de melhorias

de processo propostas pela empresa, destacam-se algumas ações importantes como: a implantação do sistema de neutralização e equalização dos efluentes líquidos, que compreendeu na implantação de um sistema composto de duas bacias de decantação de sólidos em conjunto com o sistema de equalização, neutralização e resfriamento de efluentes líquidos para atendimento aos critérios e padrões de lançamento de efluentes líquidos. Outro sistema bastante significativo para processo de produção, foi a implantação do sistema de desidratação de lodo acumulado nas bacias de decantação, que consistiu na instalação de um filtro prensa que tem por função desidratar o lodo através de um sistema de injeção de ar comprimido por alguns minutos. O sistema de resfriamento, que consistiu na instalação de dois sprays para o resfriamento do efluente. A consultoria indicou a colocação de um aterro argiloso ou a confecção de um lagoa com a água proveniente da retro-lavagem da estação de tratamento de água sobre a área da bacia de disposição de rejeitos. A empresa optou por construir uma lagoa, mas previamente a área sofreu novamente uma terraplanagem. Após o nivelamento da área, foi executada uma construção de um dique, com posterior alagamento da área, com o efluente da estação de tratamento e efluente da purga da torre de refrigeração com o objetivo de realizar a dissolução dos sais.



Imagem 2 :início da descontaminação com a água proveniente da área de utilidades.

Com a formação de uma lagoa de dessalinização, a empresa acreditava que esta prática de dissolução dos sais presentes, estava realizando uma descontaminação do local. O que se pode observar que, ao promover essa dissolução de sais presentes na área contaminada, ocorria apenas a transferência da contaminação para o corpo receptor mais próximo, o rio da Guarda. Segundo o Comite de bacias do Rio Guandu a classe deste corpo hídrico é proposta em classe 2 salobra. Nesta primeira investigação ocorrida em outubro de 1999, foram identificados contaminação para os parâmetros cloretos, amônia e elementos de terras raras. A empresa optou por dar continuidade ao plano de gestão do passivo com o alagamento da área.

7.2 AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DO PASSIVO AMBIENTAL

Os levantamentos objetivaram a caracterização da área pelo ponto de vista geológico e hidrogeológico com a identificação e quantificação da extensão do passivo ambiental. Foram realizados onze furos de sondagem dentro das bacias de disposição de rejeitos e nos arredores e foram instalados três poços de monitoramento. O solo foi amostrado a cada metro perfurado. A água subterrânea foi investigada e amostrada nos poços de monitoramento. Nos canais de drenagem ao redor da fábrica a água fluvial foi amostrada em cinco locais. A água em cada bacia de disposição de rejeito também foi amostrada. A partir deste levantamento, o passivo ambiental foi caracterizado pela presença de uma camada de resíduo (resíduo seco de fração argila, com composição enriquecida em sódio, cloreto, amônia, sulfato e elementos de Terras Raras) depositadas sobre duas bacias de disposição de rejeito e também de sedimentos com resíduo decorrente da antiga emissão e dragagem dos canais laterais e dos fundos da indústria.

Através de estudos, o solo da área de contaminação foi classificado como Gley Húmico Salino Tiomórfico. Segundo o sistema brasileiro de classificação de solos, as regiões onde se encontram este tipo de solo, são os mais comuns na região da Bahia de Sepetiba, segundo o documento publicado pela SEMADS, em 2001. Os solos Gley húmico salino tiomórficos são pouco espessos (0,20 a 0,35m), formados a partir de sedimentos argilosos em relevo plano em condições de excesso de umidade. Compreendem solos com altos teores de sais solúveis, sulfato e/ou enxofre. Apresentam uma seqüência de horizonte A de cor preta e C de cor cinzenta a cinzenta-esverdeada-escura.

7.3 RESULTADOS DO MONITORAMENTO

Para a avaliação dos impactos causados nesta área, foram investigados ao longo de períodos pré-determinados E estabelecidos em negociações com o órgão ambiental INEA. Foram coletados dados de relatórios de monitoramento do solo e da lagoa de dessalinização dos anos de 2003, 2007 e 2010 para avaliar a eficácia da remoção de íons presentes no solo. Houveram outros monitoramentos em intervalos menores, mas para efeito do objetivo do estudo de caso, os dados extraídos dos relatórios de monitoramento nos fornece uma boa base de dados para uma avaliação crítica do processo de dessalinização

O importante é destacar a evolução da legislação ambiental em torno da temática solos e seus respectivos valores de qualidade e intervenção. Até o ano de 2009, com a criação da resolução 420/2009 não havia referência legal no país para os parâmetros de qualidade do solo. Somente o estado de São Paulo adotava a lista de referência de qualidade do solo elaborada pela CETESB. Para os monitoramentos foram instalados poços de monitoramento de água subterrânea e na ocasião eram também eram coletados solos para verificar a eficácia da lavagem do solo. a área do passivo ambiental existem poços de monitoramento (PM) e pontos de amostragem de solos e sedimentos (ASS)

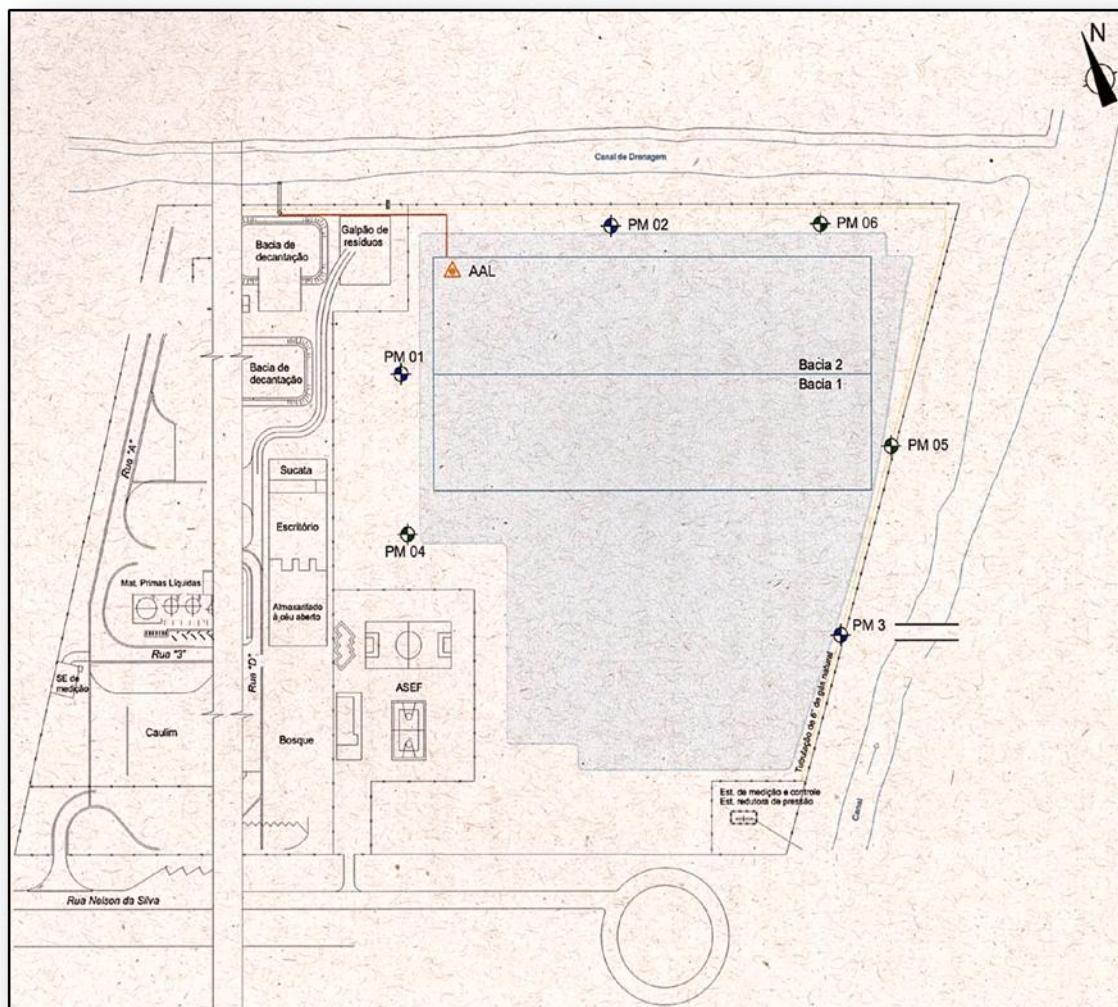


Figura 3: Esquema dos poços de monitoramento instalados no passivo ambiental

Os dados foram coletados de relatório de consultoria para quantificação dos parâmetros químicos de interesse do solo. Os parâmetros químicos de interesse nos monitoramentos elencados foram: sulfatos, cloretos, amônia, sílica alumínio e elemento de terras raras. A metodologia de amostragem foi estabelecida através de poços de monitoramento, conforme a imagem 3 acima indicando os pontos de amostragem para coleta de água subterrânea e amostras de solo em torno da lagoa de dessalinização. Os resultados dos monitoramentos estão demonstrados nos gráficos abaixo:

7.3.1 RESULTADOS DOS POÇOS DE MONITORAMENTO

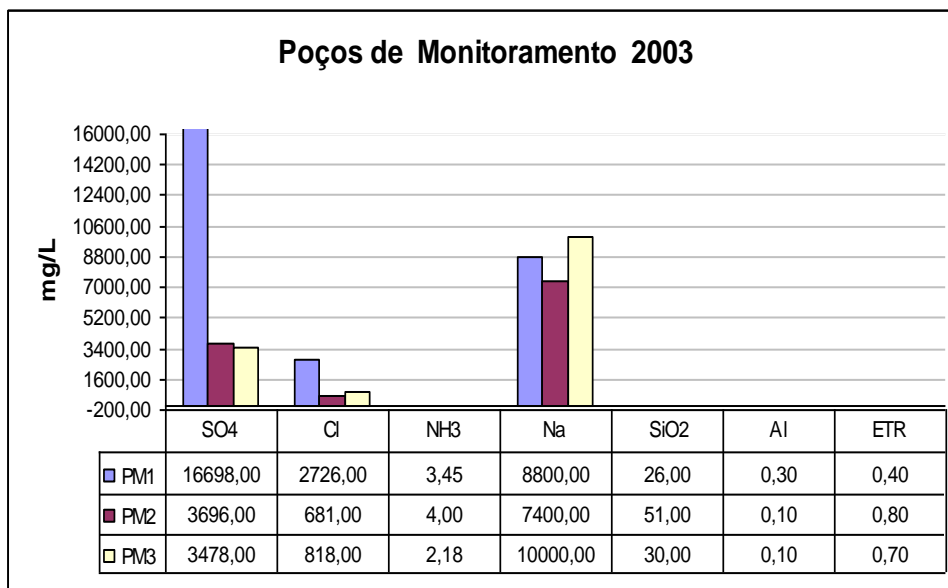


Gráfico 1: Monitoramento de água subterrânea poços em 2003

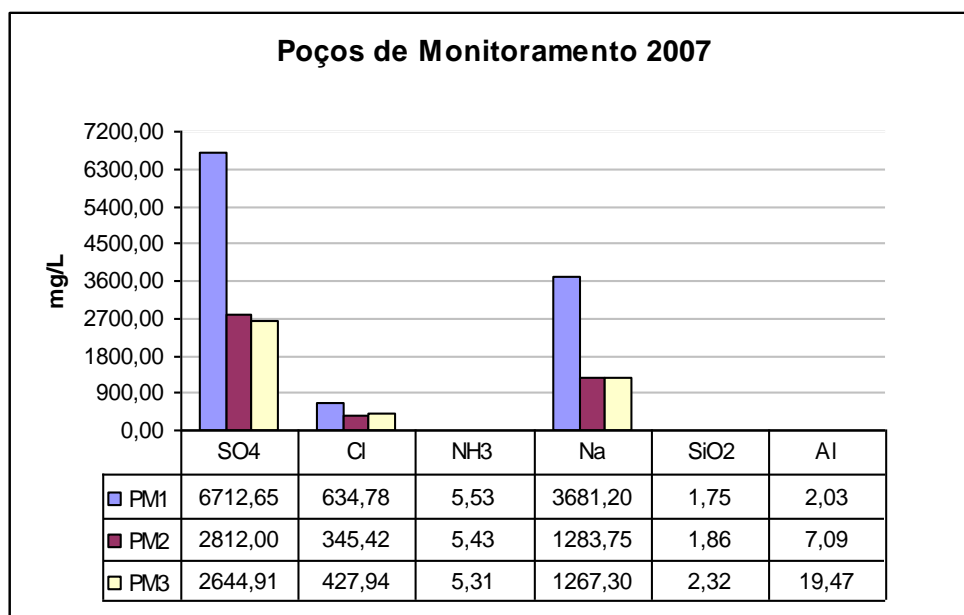


Gráfico 2: Monitoramento de água subterrânea poços em 2007

Conforme os gráficos 1 e 2 apresentados, temos uma evolução na remoção dos sais de sulfato, cloreto, sódio e sílica entre os anos de 2003 e 2007. A amônia apresentou um leve acréscimo nas amostras de água subterrânea. Os elementos de terras raras não foram analisados em 2007.

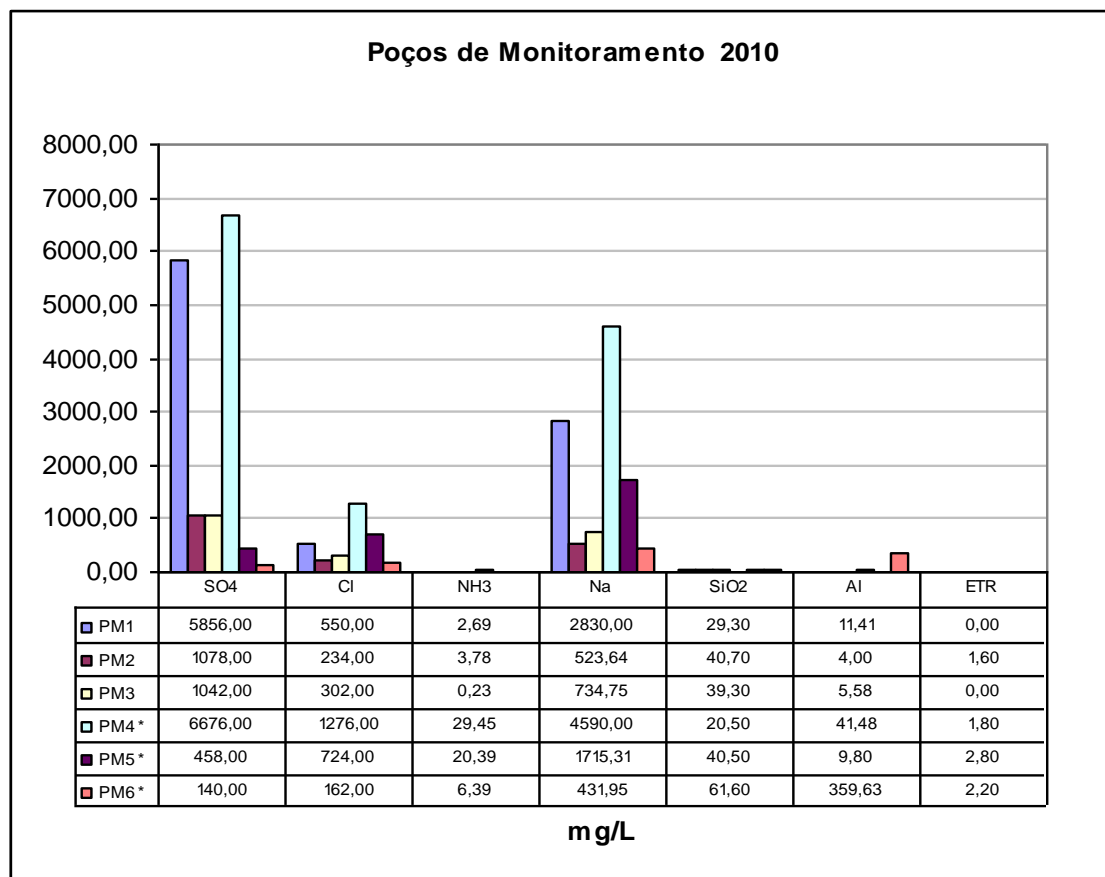


Gráfico 3: Monitoramento de água subterrânea poços em 2010

De acordo com os dados apresentados nos gráficos houve um decréscimo na concentração de elementos químicos de interesse, para as amostras de água subterrânea coletadas nos poços de monitoramento ao longo dos anos. Os poços de monitoramento 4, 5 e 6 foram instalados após 2010 através da notificação do órgão ambiental solicitando o adensamento dos pontos de amostragem de água subterrânea.

7.3.2. RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE SOLOS

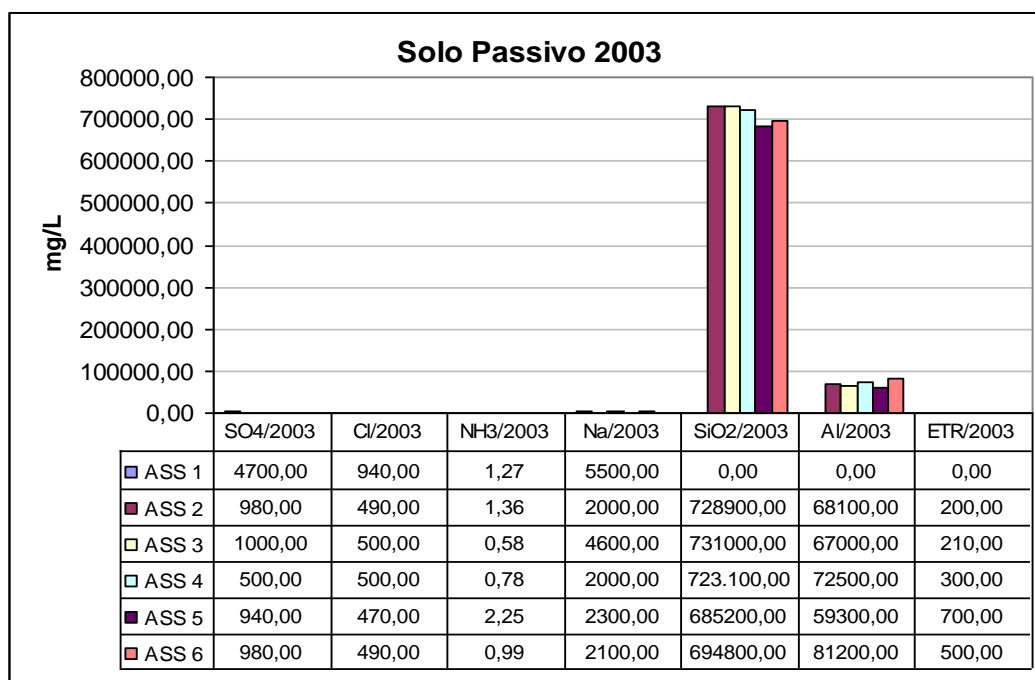


Gráfico 4: Amostras de solos em 2003

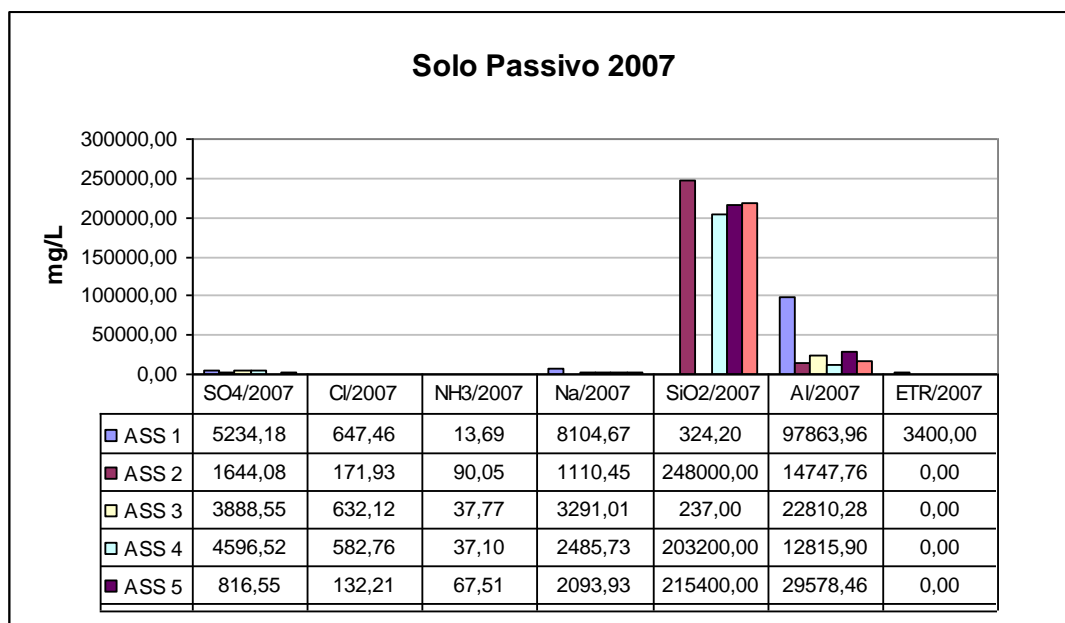


Gráfico 5: Amostras de solos em 2007

O monitoramento das concentrações de dos elementos químicos de interesse no solo, demonstrou que houve um pequeno decréscimo em alguns pontos , em contrapartida não foram observados decréscimo dos elementos

de terras raras e alumínio nas amostras analisadas, conforme demonstram os gráficos dos monitoramento de solos.

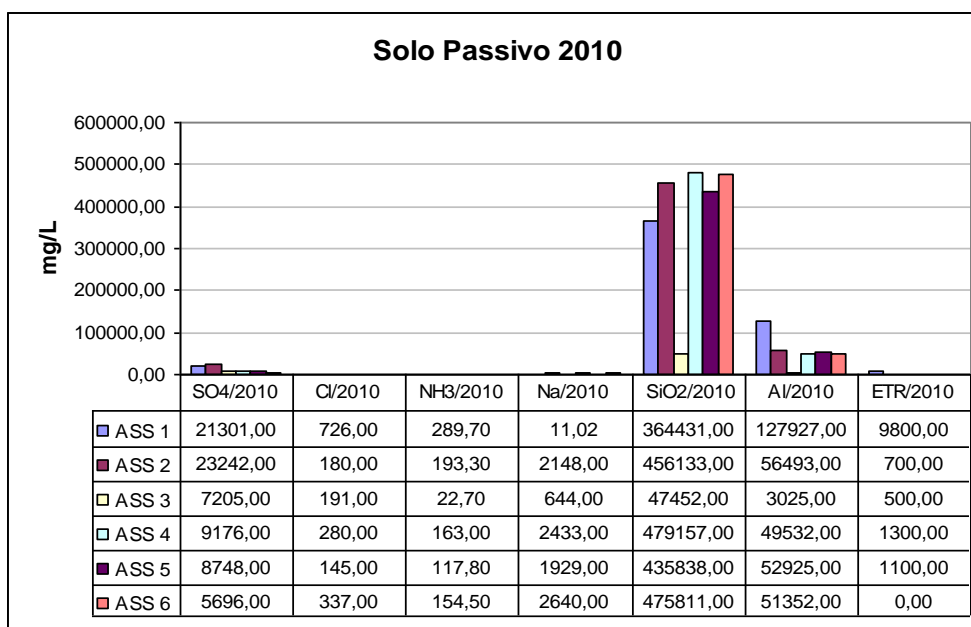


Gráfico 5: Amostras de solos em 2010

7.4 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL AO REDOR DA LAGOA DE DESSALINIZAÇÃO

A proposta de recuperação ambiental de acordo com o termo de compromisso ambiental contemplou algumas ações mitigadoras e compensatórias. Dentre elas, houve a implementação de um viveiro de mudas nas instalações da empresa. A proposta inicial deste viveiro era, através de doações de mudas de espécies nativas e exóticas, fomentar ações de reflorestamento e recuperação ambiental na região.

Em novembro de 2001 foi iniciada a recuperação ambiental. Esta recuperação tinha o intuito de melhorar o aspecto visual do ambiente com a adoção de plantio de espécies arbóreas ao redor da lagoa de dessalinização.

Nesta área houve um plantio de 1900 mudas de espécies nativas e exóticas produzidas no viveiro de mudas.



Imagem 3: recuperação ambiental no entorno da lagoa de dessalinização, em 2002

Dentre as diversas espécies utilizadas para a recuperação ambiental, as que foram implementadas em maior número foram as espécies: *Jacarandá brasileira*, *Eugenia involucrata*, *Tabebuia roseoalba*, *Chorisia* e *Mimosa Caesalpiniaefolia*. A imagem 3 acima, evidencia o plantio das mudas para a recuperação ambiental ao redor da lagoa de dessalinização. O plantio no entorno da lagoa de dessalinização foi monitorado e após um ano, o avanço desta recuperação, mostrava a colonização de espécies vegetais pioneiras

7.5 MONITORAMENTO AMBIENTAL COM A UTILIZAÇÃO DE PEIXES COMO BIOINDICADORES

Em agosto de 2002 peixes de água doce foram introduzidos como agentes bioindicadores da qualidade da água e condições ambientais do lago (tilapia e tambacu) No ano seguinte, foi realizado um contrato a equipe do Laboratório de Biologia Marinha da UFRRJ em 2003 para fazer o levantamento. Foram identificados cinco espécies: Piau (*Leporinus sp*), Ubarana (*Elopssaurus*), Tilápia comum (*Oreochomis niloticus*), Tilapia vermelha (*Tilápia híbrida*) e Tambacu (*Colossoma macropomun X Piaractus mesopotamicos*);

As populações de Tilápias são dominantes com indivíduos de pequeno tamanho, as outras espécies de peixes, como Piaus e Tambacus, são restritos a poucos indivíduos que, diferentemente das Tilápias, não reproduzem no lago. Em conclusão, as espécies Piau e Ubarana podem ter entrado no lago pela captação de água.

De acordo com o laudo de avaliação, os músculos dos peixes não apresentaram valores de metais acima dos permitidos pela legislação brasileira para os seguintes elementos: Alumínio, Arsênio, Cádmio, Chumbo, Zinco, Cobre, Cromo e Mercúrio. O pH e a condutividade da água apresentaram valores excessivamente elevados para este tipo de ambiente em condições naturais, estando acima dos valores desejáveis para a vida dos peixes. A lagoa de dessalinização apresenta poucas estruturas de habitats para sustentar uma comunidade de peixes com alta diversidade. As populações de Tilápias, por sua grande capacidade de proliferação e de adaptação a ambientes de condições variadas são dominantes. Acrescenta-se a isto, que tais peixes tiveram sua origem a partir de linhagens marinhas e as condições

de proximidades com este ambiente não são limitantes para as Tilápias. Os tecidos musculares dos peixes não apresentaram valores de metais pesados acima dos permitidos pela legislação brasileira, com exceção para o Mercúrio que apresentou concentrações elevadas para o piau (*Leporinus sp*) e Ubarana (*Elopsaurus*). Entretanto, de acordo com a empresa analisada tais espécies não foram introduzidas na lagoa de dessalinização. O relatório de avaliação ictiológico aconselhou a introdução de outras espécies mais sensíveis para avaliar o impacto dos resíduos.

8. CONCLUSÕES

Dentre os monitoramentos apresentados conclui-se que atualmente a área do passivo ambiental ainda abriga peixes de água doce, além do processo de recuperação da vegetação nativa espontaneamente.

O processo de descontaminação que ainda encontra-se ativo viabilizou a recuperação lenta do solo, eliminação da poluição visual e conforto térmico local.

As concentrações dos elementos de terras raras e de alumínio presentes no solo contribuem para mostrar que os elementos alumínio e elemento de terras raras possuem a característica de possuírem pouca mobilidade no solo.

Apesar de ser uma técnica relativamente simples a construção do dique com a utilização da água de processo para dissolução dos sais no solo em longo prazo foi eficaz pelas características dos contaminantes presentes no solo.

A evolução da legislação ambiental ao contribuiu para o aumento de exigências do órgão ambiental para a empresa atuar mais efetivamente no tratamento do solo.

A referida empresa ao optar por não realizar a remoção de todo ou parte do solo e atuar com a lavagem do solo com a introdução da lagoa de dessalinização, promoveu a dispersão dos elementos químicos de interesse que antes eram alocados em um espaço físico definido no passivo, tornando a efetiva remoção mais lenta e ineficaz.

9. REFERENCIAS

AMADOR, E.S. & AMADOR, A.B. 1995. Cenários paleogeográficos da baía de Guanabara. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 5, Niterói, p. 65-72.

BRASIL. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA N°420/2009 – “Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Publicação DOU n°249., de 30/12/2009 pásg 81-84 . Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620> Acesso: 11/12/2011.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1991. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, ago/1991.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>. Acesso: 25/11/2011.

CARELLI, S.G.; ROCHA, P.L.V.; VIEIRA, A.C.; SILVA, G.C.B.; BAHIA, J.G.; FRANÇA, C.R.D.; FREITAS, D.F.; RONCARATI, H. 2006. Contribuição ao Quaternário costeiro da baía de Sepetiba – Estudo de caso na bacia do rio Mazomba-Cação, Itaguaí-RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43, SE. Anais.

CARELLI, S.G., 2008. Evolução geológica Holocênica da planície costeira de Itaguaí, litoral sul do Rio de Janeiro: uma abordagem interdisciplinar. Tese de Doutorado em Geologia. Curso de pós-graduação em Geologia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2008. 184p.

CARVALHO, L. Nelson; RIBEIRO, Maisa de S. A posição das instituições frente ao problema das agressões ecológicas. In: SEMANA DE CONTABILIDADE DO

BANCOCENTRAL DO BRASIL, 9, 2000, São Paulo. Seminário. FEA/USP, 2000. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/ftp/denor/nelson-maisa-usp.pdf>>. Acesso em 17 janeiro de 2012.

CARVALHO FILHO, A.; LUMBREARAS, J.F.; SANTOS, R.D. CPRM – Serviço Geológico do Brasil / Os Solos do Estado do Rio de Janeiro. CPRM, Brasília, 2000.

CASTRO, Newton de. A questão ambiental: o que todo empresário precisa saber. Brasília: SEBRAE, 1996. 71 p.

CETESB. Decisão de Diretoria nº 195-2005-E, de 23 de novembro de 2005. Dispõe sobre aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo -2005, em substituição aos Valores Orientadores de 2001, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, 3 dez. 2005. Seção 1, v. 115, n.227, p. 22-23. Retificação no DOE, 13 dez. 2005, v.115, n.233, p. 42. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/media/files/Solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf Acesso em 03/03/2011

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente -Resolução CONAMA 420 disponível em :<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>, acessado em 16 de janeiro de 2012 em 23:47

DANTAS, M.E. Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro. In: Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2000. 63p

DECRETO-LEI N°134 de 16 junho de 1975 Disponível em : http://www.inea.rj.gov.br/l_estadual/lei134.asp Acesso em 02/03/2012

DERECZYNSKI, C. P.; OLIVEIRA, J. S.; MACHADO, C. O. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 24, n.1, p. 24-38, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v24n1/03.pdf> Acesso em 11/01/2012.

EMBRAPA, 2003. Sistema de Produção 3. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado/solos.htm> acessado em 16/01/2012 às 12:35h

EPA (US Environmental Protection Agency). Valuing potential environmental liabilities for managerial decision-making: a review of available techniques". Publication 742-R-96-003; Washington DC: EPA, 1996. Disponível em <http://www.epa.gov/oppt/library/pubs/archive/acct-archive/pubs/liabilities.pdf> Acesso em 19/01/2012.

FOLADORI, Guillermo. Desengenharia. O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. Ambient. soc., Campinas, n. 10, June 2002 Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2002000100009&lng=en&nrm=iso>. [visitado em 13 Janeiro de 2012]. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2002000100009.

GALDINO, C. A. B, et al. Passivo ambiental das organizações: uma abordagem teórica sobre avaliação de custos e danos ambientais no setor de exploração de petróleo. XXII ENEGEP – Curitiba, Paraná de 22 a 25 de out.2002.

GALDINO, Carlos Alberto Bezerra et al . Passivo ambiental: revisão teórica de custos na indústria do petróleo. Prod., São Paulo, v. 14, n. 1, 2004 . Disponível em :<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132004000100006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 22/02/2012.

INACHVILI, I. 2009. Utilização de radar de penetração do solo (GPR) e eletrorresistividade (SEV) na caracterização de cordões arenosos do Paleodelta do rio Mazomba-Cação na baía de Sepetiba, Itaguaí-RJ. Monografia de conclusão do curso de Geologia. UFRRJ, Seropédica – RJ. Disponível em: <http://r1.ufrj.br/degeo/index.php?s=33> Acesso em 29/03/2012.

Köppen, W. 1948. Climatologia. Ed. Fondo Cultura Economica, Mexico City.

Lista holandesa de valores de qualidade do solo e da água subterrânea –
Valores STI. Disponível em:
http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas_contaminadas/anexos/download/6530.pdf
df Acesso em 17/03/2012.

MARA - Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Normais Climatológicas (1961 – 1990). Departamento Nacional de Meteorologia. Brasília, DF.1992.

MN-050.R-5 – CLASSIFICAÇÃO DE ATIVIDADES POLUIDORAS. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/downloads/MN-050-R-5.pdf> Acesso em 15/02/2012

RIBEIRO, M. S; LISBOA, L. P. Passivo Ambiental. Trabalho apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Contabilidade, Goiânia – GO, 15 a 20/10/2000.

RIBEIRO, M. de S. GRATÃO, A. D. Custos ambientais – o caso das empresas distribuidoras de combustíveis. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 7, 2000, Recife. Anais do VII Congresso Brasileiro de Custos. Recife: PE, 2000.

RIBEIRO, Maisa de Souza Ribeiro; SOUSA, Ana Lucia Bertoli. Passivo ambiental: estudo de caso do Petróleo Brasileiro S.A – Petrobrás. A repercussão ambiental dos acidentes ocorridos, nas demonstrações contábeis. XXVII - ENANPAD, Aidaia/SP de 20 a 24/09/2003.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). Gestão Ambiental do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Rio de Janeiro: Edição SEBRAE, fascículo 2, 1996.

Silva, Ademir Brandão. Gestão ambiental na indústria: uma avaliação do comportamento dos setores químico e petroquímico com relação aos passivos ambientais e os problemas causados em torno da Baía de Guanabara. Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2001. 118 p.: Disponível em

http://portalteses.iciict.fiocruz.br/transf.php?script=thes_chap&id=00004201&lng=pt&nrm= Acesso: 12/03/2012

Em

http://portalteses.iciict.fiocruz.br/transf.php?script=thes_chap&id=00004201&lng=pt&nrm= Acesso: 12/03/2012

Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1975. 754 p. (Agriculture handbook, n. 436).

Disponível em: ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Soil_Taxonomy/keys/1975tax.pdf Acesso e 15/01/2012.

Theelen RMC, Nijhof AG. Dutch methodology of risk assessment of contaminated soils. In: Contaminated Soils, 3rd International Conference on the Geochemistry of Trace Elements. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique; 1997. p. 425-32.

VALCARCEL, R. & D'ALTERIO, C.F.V. Medidas físico-biológicas de recuperação de áreas degradadas: avaliação das modificações edáficas e fitossociológicas. Revista Floresta e Ambiente, n.5. Instituto de Florestas, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Seropédica – RJ. 1998.

Odum, E. 1980. Ecologia. Ed. Guanabara, Rio de Janeiro.