

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

FRANCISCO ANTÔNIO FERNANDES NETO

**GESTÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA
LUBNOR/PETROBRÁS: ESTUDO DE CASO**

FORTALEZA – CE

2009

FRANCISCO ANTÔNIO FERNANDES NETO

**GESTÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA
LUBNOR/PETROBRÁS: ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado em Engenharia Civil (área de concentração em Saneamento Ambiental) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

ORIENTADORA: PROF. DRA. MARISETE DANTAS AQUINO

FORTALEZA – CE

2009

FRANCISCO ANTÔNIO FERNANDES NETO

**GESTÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA
LUBNOR/PETROBRÁS: ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado em Engenharia Civil (área de concentração em Saneamento Ambiental) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

APROVADA EM ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Marisete Dantas Aquino (Orientadora)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC

Prof. Dr. Francisco Suetônio Bastos Mota
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC

Prof^ª. Dra. Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - IFCE

DEDICATÓRIA

À minha esposa Carla Fernandes, ao meu filho Felipe e aos meus pais Luiz Antônio e Ana Bárbara.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar o meu caminho e abençoar minha caminhada, dando-me forças para seguir em frente;

A minha esposa Carla Fernandes, pelo amor, carinho e conforto em todas as horas, estando sempre ao meu lado;

Ao meu filho Felipe, pois era vendo-o brincar que conseguia motivação para continuar;

Aos meus pais Luiz Antônio e Ana Bárbara, pelo apoio, afeto, incentivo e orações em todos os momentos de minha vida;

Aos meus irmãos Nilo César, Luiz Fernando, Oriá Filho e Luiz Eduardo, pois sempre estiveram e estarão dispostos a me ajudar;

A minha “segunda mãe”, Maria Augusta (Preta), pelos anos de dedicação e cuidados por mim;

A minha cunhada Mirela e a minha sobrinha Luiziana pela ajuda na reta final do trabalho;

A minha orientadora, Prof^ª. Dra. Marisete Dantas Aquino, por aceitar, mesmo sabendo das dificuldades, ser minha orientadora e pela disposição em ajudar;

À Coordenação do curso de Pós-Graduação em Saneamento Ambiental, seus professores e funcionários;

À Lubnor como um todo, na pessoa da Gerente de Comunicação Valéria, pelo apoio e aceitação em deixar realizar um trabalho sobre um tema tão em foco atualmente;

Ao setor de Meio Ambiente da Lubnor, em especial ao Eng. Carlos José, à Eng^a. Eveline e ao técnico em meio ambiente Ronaldo;

Aos operadores do setor de Utilidades da Lubnor, pela torcida para dar tudo certo;

A toda minha família maravilhosa (avós, tios, primos, sobrinhos, cunhadas...), pela torcida e pelos momentos de descontração;

Aos meus amigos, que estiveram sempre comigo nestes dois anos e meio, ajudando, dividindo dificuldades e conquistas e pela companhia tanto dentro como fora de sala.

O meu muito OBRIGADO!

“Ninguém pode voltar atrás e
fazer um novo começo...
mas qualquer um pode começar agora
e fazer um novo futuro...”

CHICO XAVIER

RESUMO

A situação dos resíduos sólidos no Brasil é preocupante, principalmente com relação à disposição final, já que o aumento na geração de resíduos não foi seguido por um crescimento de infraestrutura. A questão ambiental, com o aparecimento e agravamento dos problemas ambientais, passou a ter maior importância para o homem. Grande parte desses problemas é decorrente de resíduos de origem industrial, pois muitos destes são classificados como perigosos e possuem uma diversidade enorme. Surgiu então o conceito de desenvolvimento sustentável. Tal conceito buscava mostrar que o crescimento econômico industrial poderia andar junto com o equilíbrio ecológico. Porém, incluir o desenvolvimento sustentável no tema resíduos sólidos industriais requer um programa de gerenciamento e gestão dos mesmos que priorize a minimização, redução na fonte, reutilização e reciclagem desses resíduos, bem como a adoção de programas de produção mais limpa. No caso das indústrias de petróleo (refinarias), estas são grandes geradoras de resíduos sólidos, líquidos e gasosos com alto potencial poluidor devido à composição complexa dos mesmos. A Lubnor – Lubrificantes e Derivados de Petróleo do Nordeste é uma unidade da PETROBRAS que foi inaugurada em 1966 como ASFOR – Fábrica de Asfalto de Fortaleza. Atualmente possui três unidades de processamento (Unidade de Destilação a Vácuo – UVAC, Unidade de Processamento de Gás Natural – UPGN e Unidade de Lubrificantes Naftênicos – ULUB), tendo como principais produtos o asfalto, os lubrificantes, os óleos combustíveis, o gás natural e o GLP (gás liquefeito de petróleo). A Lubnor possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos que segue as normas do sistema PETROBRAS. Nesse trabalho foram mostrados os resíduos mais comumente gerados na Lubnor, o gerenciamento dos mesmos, bem como a classificação segundo a NBR 10004. Os resultados são baseados em dados coletados de 2005 a 2009, sendo que os resíduos Classe II-B tiveram uma média de geração de 85% do total. Dentre os cinco anos, o de 2006 foi o único em que a quantidade gerada foi menor que a descartada, ficando esta com um percentual de 50,5%. Já o ano de 2008 foi o que teve maior quantidade gerada de resíduos, e mesmo com um percentual de descarte de 96,6%, foi o ano em que o remanescente de resíduos foi maior. Dentre os resíduos estudados com maior detalhe, estão: borra oleosa (flex pig, trapo e papel oleoso), silicato, resíduos orgânicos, entulho (de construção) e resíduos laboratoriais. O primeiro teve maior geração no ano de 2008 (37,8%); o segundo, no ano de 2009 (70,8%); o terceiro, no ano de 2008 (28,5%) e o quarto (41,5%) e o quinto (45,8%) também no ano de 2008. Apresentou-se também algumas práticas para minimização da geração de resíduos adotadas e aplicadas na Lubnor, bem como um estudo mais detalhado da geração dos resíduos em 2008, onde a borra oleosa sozinha representou 4,22% do total, as embalagens metálicas contaminadas 34,6% e resíduos contaminados com óleo ou produto químico 27,79% (tal resultado não inclui os entulhos de construção). Por último, tem-se um quadro resumo do gerenciamento no ano de 2008.

Palavras-chave: Gerenciamento, resíduos sólidos industriais, Lubnor/PETROBRAS.

ABSTRACT

The situation of solid waste in Brazil is worrying, especially with regard to final disposal, as the increase in the waste's generation was not followed by a growth of infrastructure. The environmental issue, with the onset and worsening of environmental problems become more important to humans. Most of these problems is due to industrial waste origin, as much of these are classified as hazardous and it has a huge diversity. Then, it came up the concept of sustainable development. This concept sought to show that the industrial growth could go along with the ecological balance. However, to include sustainable development in the subject of industrial solid waste requires a management program to manage of those that prioritize the minimization, source's reduction, waste's reuse and recycling and the adoption of programs for cleaner production. The oil industry (refineries), are the major generators of waste solids, liquids and gases with high pollution potential due to their complex composition. The Lubnor – Lubricants and Oil Derivatives of the Northeast is a unit of PETROBRAS which was inaugurated in 1966 as ASFOR – Asphalt Plant in Fortaleza. Currently, it has three units of processing (the Vacuum Distillation Unit – UVAC Unit, Natural Gas Processing – UPGN and Unit of Naphthenic Lubricants – ULUB), having as their main products the asphalt, lubricants, fuel oils, natural gas and LPG (liquefied petroleum gas). The Lubnor has a Management Plan for Solid Waste that follows the rules of the system PETROBRAS. In this work were shown the waste most commonly generated by the Lubnor, the management of those, as well as the classification according to NBR 10004. The results are based on data collected from 2005 to 2009, the residue class II-B had a total average generation of 85%. Among the five years, the year of 2006 was the only one in which the amount of waste was lower than the generated discarded, leaving it with a percentage of 50.5%. Already the year 2008 was the largest amount of waste generated, and even with a percentage of rejection of 96.6% was the year in which the remaining residue was higher. Among the residues studied in greater details are: oily sludge (flex pig, oily rags and paper), silicate, organic waste, rubble (construction) and laboratory waste. The first generation was greater in the year 2008 (37.8%), the second, in the year 2009 (70.8%), the third in the year of 2008 (28.5%) and fourth (41.5%) and fifth (45.8%) in the year 2008. It also presented some practices to minimize the generation of waste adopted and applied in Lubnor and a more detailed study of the waste generation in 2008, where the oily sludge alone accounted a total of 4.22%, the metal packaging contaminated 34, 6% and waste contaminated with oil or chemical product 27.79% (this result does not include building rubble). Finally, there is a management summary in the year 2008.

Key words: Management, industrial solid waste, Lubnor/PETROBRAS.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1	Metodologia adotada na caracterização e classificação de resíduos	25
FIGURA 2.2	Quadro representativo do total de resíduos segundo as classes I, II e III	26
FIGURA 2.3	Gráfico com percentual dos resíduos segundo as classes I, II e III ..	26
FIGURA 2.4	Esquema de um depósito de petróleo.....	30
FIGURA 2.5	Cenários para a gestão do resíduo borra oleosa da atividade petrolífera	37
FIGURA 2.6	Fluxograma de prioridades da PmaisL.....	40
FIGURA 2.7	Modelo de gerenciamento de resíduos sólidos.....	46
FIGURA 2.8	Fluxograma das etapas de decisão para o gerenciamento de resíduos sólidos industriais.....	47
FIGURA 2.9	Estratégia para redução de resíduos industriais.....	49
FIGURA 2.10	Quadro de incompatibilidades de resíduos.....	54
FIGURA 2.11	Processos chave da Lubnor.....	72
FIGURA 2.12	Organograma da Lubnor.....	72
FIGURA 2.13	Central de Armazenamento de resíduos.....	80
FIGURA 4.1	Novo pátio de sucata.....	88
FIGURA 4.2	Transporte de resíduos contaminados com borra.....	90
FIGURA 4.3	Armazenamento de pilhas e baterias na central de resíduos.....	91
FIGURA 4.4	Armazenamento dos catalisadores em <i>pallets</i>	92
FIGURA 4.5	Armazenamento de silicato em tambores e big bags.....	93
FIGURA 4.6	Coletores da área administrativa para lixo reciclável.....	94
FIGURA 4.7	Ilha Ecológica para armazenamento de resíduos recicláveis.....	95
FIGURA 4.8	Coletor de pilhas e baterias.....	96
FIGURA 4.9	Caçamba de lixo orgânico.....	96
FIGURA 4.10	“Casinha” para armazenamento de resíduos sólidos de serviços de saúde.....	98
FIGURA 4.11	Entulho de obras civis.....	101
FIGURA 4.12	Tambores de coleta seletiva da área industrial.....	102
FIGURA 4.13	Local para armazenamento de resíduos perigosos.....	102
FIGURA 4.14	Armazenamento em separado de resíduos na Central.....	103
FIGURA 4.15	Quadro resumo do gerenciamento de resíduos da Lubnor.....	103
FIGURA 4.16	Armazenamento de lâmpadas na central de resíduos.....	105
FIGURA 4.17	Quadro dos processos e resíduos da Lubnor.....	106

FIGURA 4.18	Quadro resumo dos tipos de resíduos estudados no período.....	107
FIGURA 4.19	Gráfico do percentual de resíduos gerados e descartados em 2005 na Lubnor.....	108
FIGURA 4.20	Gráfico do percentual de resíduos gerados e descartados em 2006 na Lubnor.....	109
FIGURA 4.21	Gráfico do percentual de resíduos gerados e descartados em 2007 na Lubnor.....	110
FIGURA 4.22	Gráfico do percentual de resíduos gerados e descartados em 2008 na Lubnor.....	111
FIGURA 4.23	Gráfico do percentual de resíduos gerados e descartados em 2009 na Lubnor.....	112
FIGURA 4.24	Gráfico da evolução do percentual de resíduos gerado e descartado de 2005 até maio de 2009 na Lubnor.....	113
FIGURA 4.25	Gráfico comparativo entre o percentual de resíduos gerado e descartado em cada ano na Lubnor.....	114
FIGURA 4.26	Gráfico do percentual de resíduo descartado em relação ao gerado em cada ano na Lubnor.....	114
FIGURA 4.27	Gráfico com a evolução percentual na geração do resíduo borra oleosa na Lubnor.....	115
FIGURA 4.28	Gráfico com a evolução percentual na geração do resíduo silicato na Lubnor.....	116
FIGURA 4.29	Gráfico com a evolução percentual na geração do resíduo orgânico na Lubnor.....	117
FIGURA 4.30	Gráfico com a evolução percentual na geração de entulho na Lubnor.....	118
FIGURA 4.31	Gráfico com a evolução percentual na geração de resíduos laboratoriais na Lubnor.....	119
FIGURA 4.32	Gráfico do percentual de resíduos gerados em 2008 na Lubnor.....	127

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Análise elementar do óleo cru típico (% em peso).....	30
TABELA 2	Frações típicas do petróleo.....	31
TABELA 3	Composição química de um petróleo típico.....	31
TABELA 4	Potencial de geração de resíduos de uma refinaria brasileira.....	34
TABELA 5	Descrição dos resíduos perigosos das refinarias.....	35
TABELA 6	Composição típica de borra de petróleo.....	36
TABELA 7	Roteiro geral de metodologia para redução da geração de resíduos.	48
TABELA 8	Diferenciação entre Aspecto e Impacto Ambiental.....	66
TABELA 9	Tipos de resíduos da Lubnor e suas classificações.....	87
TABELA 10	Cores para identificação das lixeiras e tipo de resíduo.....	99
TABELA 11	Resumo da caracterização e gerenciamento dado aos resíduos.....	128

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ARIP	Aterro de Resíduos Industriais Perigosos
ASFOR	Fábrica de Asfalto de Fortaleza
ASME	Autorização de Saída de Material e Equipamento
BPC's	Bifenil policlorado
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CFC	Clorofluorcarbono
CM	Comercialização
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CO	Comunicação
COELCE	Companhia Energética do Ceará
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
ECR	Estação de Carregamento Rodoviário
EDR	Eficiência de Destruição e Remoção
EM	Empreendimento
EN	Engenharia
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
HDT	Unidade de Hidrotratamento
HPA's	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
IE	Inspeção de Equipamentos
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISOVOLT	Óleo para Transformadores
LUBNOR	Lubrificantes e derivados de petróleo do Nordeste
MF	<i>Marine Fuel</i>
MI	Manutenção Industrial
NBR	Norma Brasileira Recomendada
OAF	Óleo Amaciante de Fibras

OMS	Organização Mundial de Saúde
OT	Otimização
PC	Planejamento e Controladoria
PCOP	Principal Composto Orgânico Perigoso
PETROBRÁS	Petróleo Brasileiro S.A.
PGRS	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
pH	Potencial Hidrogeniônico
P+L	Produção mais Limpa
PNSB	Pesquisa Nacional do Meio Ambiente
PR	Produção
PROSAB	Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
PVC	Policloreto de Vinila
RH	Recursos Humanos
SEMACE	Superintendência do Meio Ambiente do Estado do Ceará
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGN	Sistema de Geração de Nitrogênio
SMS	Segurança, Meio Ambiente e Saúde
SOP	Suporte Operacional
STRS	Sistemas de Tratamento de Resíduos no Solo
SUTUR	Supervisor de Turno
TE	Transferência e Estocagem
TPH	Hidrocarbonetos Totais de Petróleo
UGH	Unidade de Geração de Hidrogênio
ULUB	Unidade de Lubrificantes Naftênicos
UPGN	Unidade de Processamento de Gás Natural
UTDI	Unidade de Tratamento de Despejos Industriais
UVAC	Unidade de Destilação a Vácuo
ZERI	<i>Zero Emissions Research Initiative</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Objetivos.....	20
1.1.1	Objetivo geral.....	20
1.1.2	Objetivos específicos.....	20
1.2	Importância do Tema.....	21
1.3	Apresentação do Trabalho.....	21
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	23
2.1	Classificação dos resíduos sólidos.....	23
2.1.1	Resíduos Classe I – Perigosos.....	23
2.1.2	Resíduos Classe II – Não Perigosos.....	24
2.2	Resíduos sólidos industriais.....	26
2.2.1	Conceituação.....	27
2.2.2	A problemática ambiental.....	27
2.3	O petróleo.....	29
2.3.1	Constituintes do petróleo.....	30
2.3.2	Composição e classificação do petróleo.....	31
2.3.3	A indústria do petróleo.....	32
2.3.4	Os resíduos sólidos da indústria de petróleo.....	33
2.3.4.1	Os resíduos perigosos nas refinarias.....	34
2.3.4.2	Os efeitos sobre o meio ambiente.....	38
2.4	Produção mais Limpa (P + L).....	39
2.5	O Sistema de Gestão Ambiental.....	41
2.5.1	Indicadores ambientais.....	43
2.6	A gestão de resíduos sólidos industriais.....	43
2.6.1	Gerenciamento de resíduos sólidos.....	44
2.6.2	A minimização de resíduos.....	47
2.6.3	Geração.....	51
2.6.4	Caracterização.....	52
2.6.5	Manuseio.....	52
2.6.6	Segregação.....	53
2.6.7	Acondicionamento.....	55
2.6.8	Coleta.....	55
2.6.9	Transporte interno.....	56

2.6.10	Armazenamento de resíduos.....	56
2.6.11	Transporte externo.....	57
2.6.12	Tratamento.....	57
2.6.12.1	Incineração.....	59
2.6.12.2	Pirólise.....	60
2.6.12.3	Co-processamento.....	60
2.6.12.4	Sistema Landfarming.....	61
2.6.12.5	Lavagem.....	61
2.6.12.6	Estabilização e Solidificação.....	62
2.6.12.7	Compostagem.....	62
2.6.12.8	Biopilhas.....	62
2.6.12.9	Biorremediação.....	63
2.6.13	Disposição Final.....	63
2.6.13.1	Aterros Industriais.....	64
2.6.14	Aspectos e Impactos Ambientais.....	65
2.7	Legislação relacionada a resíduos sólidos.....	66
2.8	A Lubnor - Lubrificantes e Derivados de Petróleo do Nordeste.....	70
2.8.1	História e Localização.....	70
2.8.2	Dados gerais.....	71
2.8.3	Estrutura Organizacional da LUBNOR.....	72
2.8.4	Produtos.....	74
2.8.5	Os Resíduos Sólidos da LUBNOR.....	76
2.8.5.1	Gerenciamento	76
2.8.5.2	O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Lubnor.....	77
2.9	Normas internas.....	80
2.9.1	Resíduos de atividades administrativas.....	80
2.9.1.1	Condições gerais.....	80
2.9.1.2	Condições específicas.....	81
2.9.2	Resíduos industriais.....	83
2.9.2.1	Condições gerais.....	83
2.9.2.2	Condições específicas.....	83
3	METODOLOGIA.....	85
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	87
4.1	Sucata metálica.....	88

4.2	Borra oleosa.....	89
4.3	Pilhas e baterias.....	90
4.4	Pneus.....	91
4.5	Catalisadores.....	91
4.6	Silicato de Cálcio.....	92
4.7	Resíduos contaminados com óleo.....	93
4.8	Resíduos da coleta seletiva.....	94
4.9	Resíduos orgânicos.....	96
4.10	Resíduos de serviços de saúde.....	97
4.11	Resíduos de laboratório.....	98
4.12	Resíduos de obras civis (entulho).....	100
4.13	Limpeza industrial.....	101
4.14	Armazenamento e movimentação de resíduos.....	103
4.15	Análise e discussão dos resultados.....	106
4.16	Práticas de minimização de resíduos.....	120
4.17	Levantamento do ano de 2008.....	126
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	130
5.1	Conclusões.....	130
5.2	Recomendações.....	132
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
	ANEXOS.....	142

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade, o homem interage com o meio ambiente modificando-o na busca de adaptar os recursos naturais ao seu modo de vida. Inicialmente essas modificações visavam sua sobrevivência, pois o homem ficava submetido às leis da natureza. Com o passar dos tempos, passando a compreendê-las melhor, ele conseguia não só alimento e abrigo, mas também certo conforto, utilizando sua habilidade em transformar a matéria e os recursos disponíveis em prol de seus objetivos e de suas necessidades.

Foi a partir deste momento que a produção de resíduos, parte da atividade humana, passou a ser não apenas excrementos e restos alimentares. Com o início da atividade agrícola e de produção de ferramentas de trabalho e de armas, surgiram os restos da produção e os próprios objetos, após sua utilização. Como os materiais utilizados eram em grande parte de origem natural, a sua disposição inadvertida não causava grandes impactos ao meio ambiente. Além disso, o crescimento demográfico e a densidade populacional não tinham a importância atual (PROSAB, 1999).

O crescimento e a evolução tanto da população quanto dos processos produtivos iniciado no século passado e que se estende até os dias atuais contribuíram com o aumento da geração de resíduos sólidos. Os mesmos se apresentam das mais diversas formas, estando sempre em contínua transformação devido ao aparecimento de novos produtos e substâncias e à mudança contínua dos hábitos de vida da população. Conseqüentemente, as soluções para esse problema, por serem mais complexas e onerosas, devem ser maleáveis e sempre focadas na educação ambiental.

A geração de resíduos “depende de fatores culturais, nível e hábito de consumo, renda e padrões de vida das populações, fatores climáticos e características de sexo e idade dos grupos populacionais” (PROSAB, 1999, p. 14). Essa geração (que vem crescendo continuamente) e principalmente a disposição inadequada, devido ao crescimento populacional não ter sido seguido por uma melhoria de infraestrutura, contribuem para um agravamento do processo de deterioração ambiental, afetando a qualidade de vida do homem.

“A situação do manejo de resíduos sólidos no país é preocupante, principalmente no que diz respeito à questão da disposição final, uma vez que 63,6% dos municípios brasileiros utilizam lixões como forma de disposição dos resíduos sólidos urbanos, 18,4%

utilizam aterros controlados e 13,8% aterros sanitários” (PNSB/IBGE, 2000 apud MESQUITA JUNIOR, 2007, p. 11).

O aumento na produção de resíduos sólidos, particularmente os de origem industrial (que têm um percentual grande dos classificados como perigosos), e o trato inadequado dos mesmos contribuem de forma mais significativa para o aumento dos problemas ambientais. Os resíduos industriais gerados dependem do tipo, da quantidade e da qualidade da matéria-prima (insumos) utilizada no processo, do número de etapas do mesmo, do grau de utilização e aproveitamento em cada uma delas e da quantidade e qualidade do produto final.

Os problemas ambientais enfrentados pela humanidade evidenciam que “a utilização dos recursos naturais pelo homem não tem sido feita de forma adequada, e mostram a necessidade de que o desenvolvimento socioeconômico deve ser compatível com a conservação do meio ambiente” (MOTA, 2006, p. 311).

A questão ambiental era, até bem pouco tempo, colocada em segundo plano, pois o desenvolvimento estava voltado com mais ênfase aos aspectos econômicos e sociais, dando um menor valor às condições ambientais. Porém, com o aparecimento e agravamento dos problemas ambientais, o homem passou a ver com outros olhos essa questão, dando atenção à busca de um equilíbrio ecológico, tanto para ele como para tudo em sua volta.

Surgiu então o conceito de Ecologia Industrial, que considera as interações dos sistemas industriais com todos os demais sistemas presentes no ambiente nos quais estes estão inseridos. O conceito requer uma visão sistêmica do ciclo total produtivo, considerando todas as interações envolvidas, desde que a matéria-prima é extraída da natureza, até a disposição final do produto industrializado, enfatizando a necessidade da otimização dos recursos naturais, energia e capital (PINTO, 2004, p. 22).

Segundo legislação ambiental vigente, o gerador dos resíduos torna-se responsável pelos mesmos, em todo o processo de gerenciamento, impondo responsabilidade civil, criminal e administrativa pelos danos causados ao homem e ao meio ambiente, como consequência da gestão e do gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos industriais (PINTO, 2004).

Os problemas ambientais, no contexto dos resíduos sólidos, estão associados ao aumento exagerado de sua produção e, conseqüentemente, à destinação inadequada dos

mesmos. Dentre os resíduos sólidos, os de origem industrial têm um grau de importância maior com relação aos possíveis impactos ao meio ambiente. Por isso, as indústrias estão começando a mudar um pouco o seu foco, não mais pensando apenas no lucro em si, pois a população já começou a dar preferência àquelas que possuem uma consciência ambiental.

O desenvolvimento econômico baseia-se na transformação do meio no qual ele se processa, rompendo o frágil equilíbrio das relações naturais. Quando perseguido a qualquer preço, causa profundos danos à natureza, na medida em que atinge todas as esferas da vida no planeta (biosfera, atmosfera, hidrosfera e litosfera) na sua característica essencial que é a aptidão para a auto-regulação (PASSET, 1994 apud ALVES, 2003, p. 14).

Segundo Pinto (2004, p. 22), uma indústria consciente opta pela aplicação de estratégias tecnológicas em benefício do uso racional das matérias-primas e da redução de resíduos gerados na produção. O ato de transformar matérias-primas em produtos e não em resíduos traz benefícios de ordem financeira indiscutíveis somados às vantagens ambientais que acontecem duplamente: redução do volume de resíduos lançados na natureza e um menor consumo de recursos naturais.

Segundo Almeida (2002), na década de 80 o mundo ainda tentava responder a pergunta: como conciliar atividade econômica e conservação do meio ambiente? Apesar de o pensamento mais forte da época fosse o de que desenvolvimento e meio ambiente poderiam andar juntos, ninguém sabia ao certo como essa união se traduziria na prática. Por isso, cientistas, religiosos, economistas, filósofos e políticos já percebiam que era preciso encontrar um novo caminho. Esse caminho seria o desenvolvimento sustentável, aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades.

Adotando essa definição para uma empresa ou indústria, tem-se:

Para ser sustentável, uma empresa ou indústria tem que buscar, em todas as suas ações e decisões, em todos os seus processos e produtos, incessante e permanentemente, a ecoeficiência. Vale dizer, tem que produzir mais e melhor com menos: mais produtos de melhor qualidade, com menos poluição e menos uso dos recursos naturais. E tem que ser socialmente responsável: toda empresa está inserida num ambiente social, no qual influi e do qual recebe influência. Ignorar essa realidade é condenar-se a ser expulsa do jogo, mais cedo ou mais tarde. (ALMEIDA, 2002, p. 78)

Segundo Donaire (1995) apud Mota (2006, p.312), o conceito de desenvolvimento sustentável tem três vertentes principais: crescimento econômico, equidade social e

equilíbrio ecológico. A tecnologia deverá ser orientada para metas de equilíbrio com a natureza. Sob esta ótica, o conceito de desenvolvimento apresenta pontos básicos que devem considerar, de maneira harmônica, crescimento econômico, maior percepção com os resultados sociais decorrentes e equilíbrio ecológico na utilização dos recursos naturais.

Porém, incluir o desenvolvimento sustentável dentro do tema resíduo sólidos requer um programa de gerenciamento e gestão dos mesmos que deverá contemplar o desenvolvimento de um sistema que priorize a minimização, a redução na fonte, a reutilização e a reciclagem desses resíduos. Além disso, deve possuir características tais que haja atenção especial e adequação no manuseio, segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final de forma segura (minimizando ou até mesmo anulando os impactos ambientais e preservando os recursos naturais) e com custos compatíveis.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Identificar os resíduos sólidos da Indústria de Refino de Petróleo (Lubnor), mostrando e analisando a caracterização, gestão (geração, manuseio, segregação, acondicionamento, transporte, armazenamento, disposição final e tratamento), legislação e normatização, riscos ambientais e práticas adotadas visando à redução, reutilização e reciclagem.

1.1.2. Objetivos específicos

- Analisar as características e o modelo estrutural do Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos de uma indústria de petróleo;
- Identificar e acompanhar as formas de minimização de resíduos adotadas na indústria, principalmente nos processos produtivos, visando a prevenção da poluição;
- Identificar as formas de tratamento e destinação final dos resíduos da refinaria, bem como estudar outras formas economicamente viáveis e ambientalmente corretas;
- Contribuir com propostas de melhorias do sistema de monitoramento e gestão dos resíduos (geração, coleta, transporte, armazenagem e local de geração);

1.2. Importância do tema

Os resíduos sólidos têm hoje importância dentro da questão ambiental, pois os mesmos precisam de todo um processo de gerenciamento, desde a geração até a disposição final, de forma a garantir a não poluição do meio ambiente, principalmente a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

Quando a abordagem envolve resíduos sólidos industriais, esta importância é redobrada, pois a diversidade e a periculosidade destes é bem maior que as dos demais resíduos. Isso se deve à grande diversidade de indústrias, dos seus processos e matérias-primas, bem como a quantidade gerada.

No caso de indústrias de petróleo (refinarias), o tema resíduos sólidos recebe atenção especial, pois grande parte dos mesmos é classificado como perigosos, sendo a borra oleosa o principal resíduo. Porém, outros resíduos também merecem atenção, por isso a escolha desse tema, para conhecer, aprofundar e divulgá-los.

1.3. Apresentação do trabalho

O presente trabalho foi dividido em cinco capítulos, para melhor compreensão do mesmo, abordando diferentes aspectos da pesquisa.

O primeiro capítulo, sendo este a introdução, trata da geração de resíduos, da problemática ambiental, dos resíduos industriais e sua problemática, bem como das soluções. Ele contempla os objetivos geral e específicos, a importância do tema e uma apresentação da estrutura do trabalho.

No capítulo dois, é feita uma revisão bibliográfica sobre o tema resíduos sólidos industriais, com definições e classificação, uma abordagem sobre petróleo (sua indústria e seus resíduos), bem como sobre Produção mais Limpa (P+L) e gestão de resíduos sólidos.

A metodologia do trabalho é abordada no terceiro capítulo, apresentando as características da Lubnor/PETROBRAS, seu gerenciamento de resíduos sólidos (caracterização e gestão), desde a geração até sua destinação final, normas internas, além da forma de coleta de dados e do método para obtenção dos resultados.

A apresentação dos resultados e discussões obtidos durante este estudo é feita no capítulo quatro, que também mostra propostas de melhorias.

Já no quinto capítulo tem-se a conclusão do trabalho relacionada a alguns tópicos do mesmo, aos objetivos, demonstrando se estes foram atingidos, além de citar os pontos importantes do trabalho.

Finalizando o trabalho, o último tópico traz as Referências Bibliográficas, sendo colocados, ao final, os anexos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Classificação dos resíduos sólidos

Os resíduos sólidos recebem tratamento em todas as etapas que transitam, desde sua origem, passando pelas etapas intermediárias (manuseio, acondicionamento, coleta, transporte, armazenamento, tratamento), até sua disposição final (destino). As decisões técnicas e econômicas tomadas em todas as fases do trato dos mesmos deverão estar fundamentadas na classificação. As medidas especiais de proteção necessárias em todas as fases são definidas tendo como base esta classificação, que também influenciará nos custos envolvidos. Logo, percebe-se que a classificação de um resíduo tem um alto grau de importância (CETESB, 1993).

A norma NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação, classifica os resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando quais resíduos devem ter manuseio e destinação mais rigorosamente controlados.

A classificação dos resíduos passa tanto pela identificação do processo ou da atividade que lhes deu origem, incluindo seus constituintes e características, como também por comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. É importante nesta classificação, que esta identificação seja criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, insumos e o processo que lhe deu origem (ABNT, 2004).

A segregação dos resíduos na fonte geradora e a identificação da sua origem são partes integrantes dos laudos de classificação, segundo as quais a descrição de matérias-primas, dos insumos e do processo no qual o resíduo foi gerado devem ser explicitados (ABNT, 2004).

A Norma Brasileira NBR 10004 (2004) classifica os resíduos em dois grupos: Perigosos e Não Perigosos, sendo este último grupo subdividido em Não inertes e Inertes. Essa classificação baseia-se no quanto tais resíduos podem causar riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública.

2.1.1. Resíduos Classe I – Perigosos

Resíduos que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas podem:

- Apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo, de forma significativa, para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças;
- Apresentar riscos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;
- Serem inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos e patogênicos, conforme definido na Norma Brasileira, NBR 10004 – Resíduos Sólidos (ABNT, 2004).

Os resíduos que contêm metais pesados deveriam ser considerados perigosos para o meio ambiente e a saúde humana, pois, quando destinados de forma errônea, podem infiltrar-se no solo e atingir lençóis freáticos, entrando assim no ecossistema aquático e sendo incorporados na cadeia alimentar, aumentando sua concentração nos seres vivos através do efeito da bioacumulação.

2.1.2. Resíduos Classe II – Não Perigosos

- Resíduos Classe II A – Não Inertes

Resíduos que não se enquadram na Classe I ou Classe II-B e podem possuir propriedades específicas (combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água) conforme definido na NBR 10004 – Resíduos Sólidos (ABNT, 2004).

- Resíduos Classe II B – Inertes

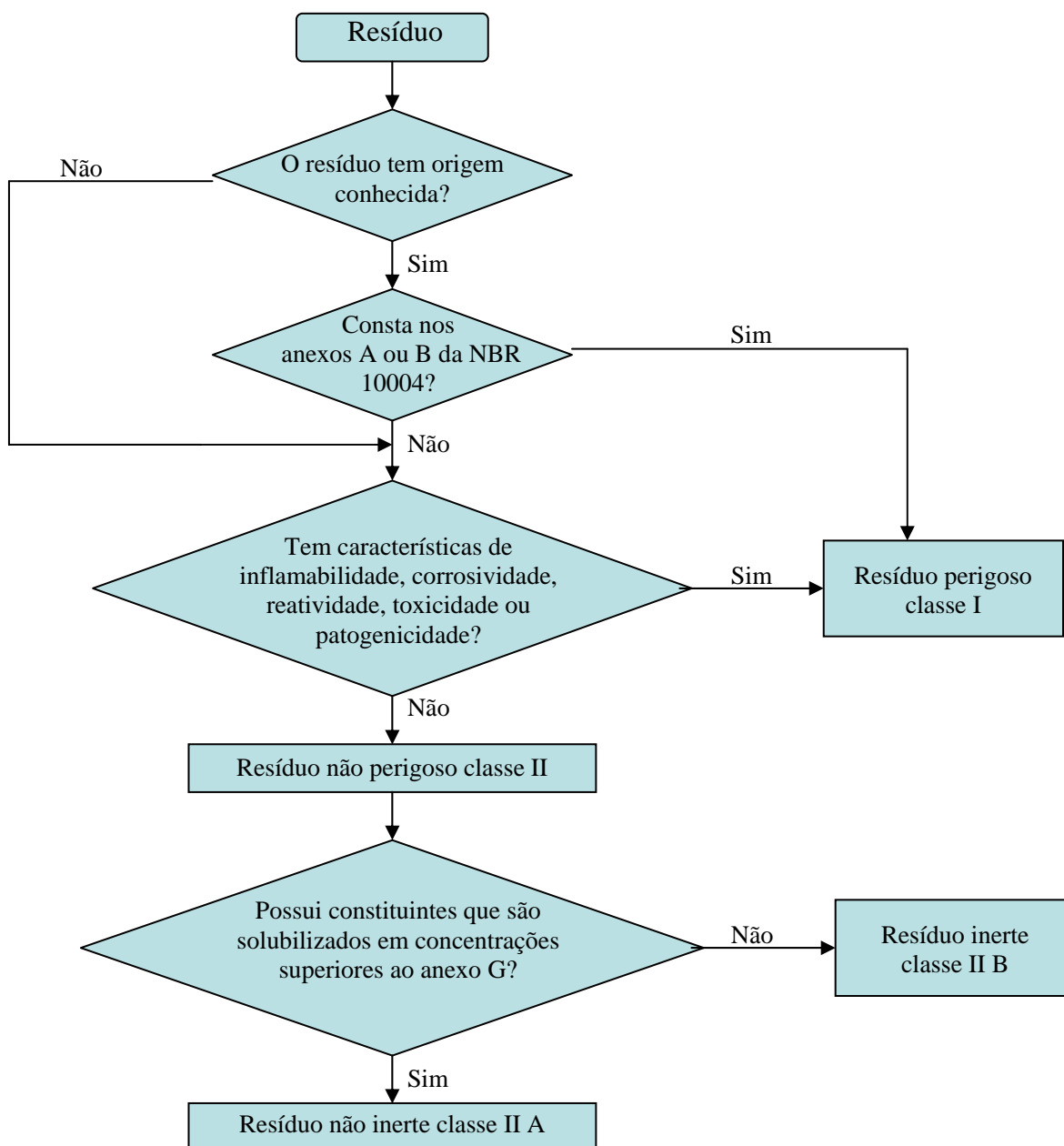
Resíduos que, quando amostrados de forma representativa, (NBR 10007 – Amostragem de Resíduos), e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização, (NBR 10006 – Solubilização de Resíduos), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água executando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ABNT, 2004).

Alguns exemplos destes materiais são aqueles não facilmente decompostos, como rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas.

Os resíduos são classificados, como pôde ser visto, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas e com base na identificação de contaminantes presentes em sua massa. Contudo, esta identificação é bastante complexa em inúmeros casos, sendo imprescindível um conhecimento prévio do processo industrial para a

classificação do resíduo, identificação das substâncias presentes no mesmo e verificação da sua periculosidade (CETESB, 1993).

O fluxograma representado na figura 2.1 apresenta uma metodologia a ser adotada na caracterização e classificação de resíduos.



Fonte: ABNT, 2004

FIGURA 2.1 – Metodologia adotada na caracterização e classificação de resíduos

2.2. Resíduos sólidos industriais

Segundo Pinto (2004), toda atividade humana produz resíduos com consistências sólidas, líquidas ou gasosas. A produção de bens nas indústrias está condicionada, segundo as leis da natureza, à geração de resíduos. Os resíduos sólidos industriais são originados de indústrias que se classificam, segundo suas atividades, em:

- Indústrias extrativistas: compreendem todas as atividades de extração de minerais sólidos, líquidos ou gasosos, que se encontram no seu estado natural;
- Indústrias de transformação: compreendem as atividades que transformam as matérias-primas (mineral, vegetal ou animal) em produtos de consumo.

No Ceará, segundo o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais, do total de indústrias inventariadas, teve-se um total de resíduos gerados de mais de 500.000 toneladas, sendo a divisão destes em resíduos classes I, II e III representada na figura 2.2 e na figura 2.3 que seguem.

CLASSE DE RESÍDUOS	QUANTIDADES	%
CLASSE I	115.238,41	22,637
CLASSE II	276.600,64	54,335
CLASSE III	117.229,98	23,028
TOTAL	509.069,03	100

Fonte: Pesquisa SEMACE, banco de dados de resíduos sólidos industriais, 2001

FIGURA 2.2 – Quadro representativo do total de resíduos segundo as classes I, II e III

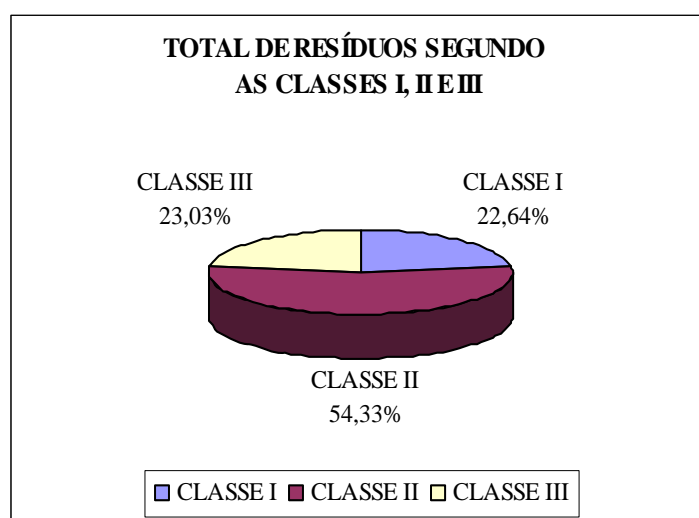


FIGURA 2.3 – Gráfico com percentual dos resíduos segundo as classes I, II e III

2.2.1. Conceituação

Especificamente para os resíduos sólidos originados dos processos industriais, os quais se apresentam numa variedade quase imensurável, tem-se as definições abaixo.

A Resolução nº 313, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 29 de outubro de 2002, define resíduo sólido industrial:

É todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso – quando contido, e líquido – cujas particularidades tornem inviáveis o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nessa definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição (BRASIL, 2002).

Na Lei nº 13.103, de 24 de janeiro de 2001, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Ceará e dá outras providências, define-se resíduos perigosos e resíduos industriais:

No Capítulo I, Art. 2º, traz a definição de resíduos perigosos: aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectantes, possam apresentar riscos à saúde pública ou à qualidade do meio ambiente. No Capítulo I, Art. 3º, temos a definição de resíduos industriais: provenientes de atividades de pesquisa e transformação de matérias-primas e substâncias orgânicas e inorgânicas em novos produtos, por processos específicos, bem como os provenientes das atividades de mineração, de montagem e aqueles gerados em áreas de utilidades e manutenção dos estabelecimentos industriais (CEARÁ, 2001).

2.2.2. A problemática ambiental

Os resíduos sólidos resultam das diversas atividades humanas, sendo que a industrial é a que gera resíduos em quantidades e com características tais que necessitam de disposição final adequada, pois apresentam riscos de poluição ambiental e de danos à saúde pública.

Uma das grandes dificuldades de se classificar e principalmente dar um tratamento efetivo aos resíduos industriais é a existência de milhões de produtos químicos conhecidos, sendo descobertos novos produtos a cada ano. São os resíduos industriais os maiores responsáveis pelas agressões de grande porte ao meio ambiente. Estão incluídos produtos químicos e metais pesados que ameaçam os ciclos naturais onde dispostos.

Devido à coleta e disposição final inadequada, os resíduos sólidos industriais são os maiores poluidores do solo, do ar e dos recursos hídricos. Por isso, os riscos provenientes

da disposição inadequada do resíduo são grandes. Sem falar que muitas vezes essa poluição esta relacionada a processos naturais que, muitas vezes, não podem ser controlados pelo homem, como a lixiviação, percolação, evaporação, ciclo das chuvas, combustão, fumaça, pluma e vetores (LIMA, 1995 apud ALVES, 2003).

“Pode-se visualizar três tipos de problemas decorrentes do acúmulo de resíduos: a diminuição do espaço útil disponível, a ameaça direta à saúde por agentes patogênicos e os danos indiretos à saúde por causa do comprometimento do ar e de águas subterrâneas” (FELLENBERG, 1980 apud ALVES, 2003, p.24).

As respostas das indústrias para o novo desafio ambiental, segundo Donaire (1999) apud Mançú (2008, p.21), “ocorrem em três fases, muitas vezes superpostas, dependendo do grau de conscientização da questão ambiental dentro da empresa: o controle ambiental nas saídas; a integração do controle ambiental nas práticas e processos industriais; e a integração do controle ambiental na gestão administrativa”.

Os metais pesados e os compostos orgânicos são os principais constituintes dos resíduos provenientes das atividades industriais, sendo descritos a seguir.

Os metais pesados são compostos inorgânicos liberados por muitos ramos industriais na forma de resíduos sendo fonte de contaminação do solo e das águas. São os agentes tóxicos mais conhecidos pelo homem, não podem ser destruídos e são altamente reativos no ponto de vista químico. Os principais metais pesados mais perigosos ao homem são o mercúrio, cádmio, chumbo, zinco, níquel, cobre, arsênio, cromo e cobalto (GREENPEACE, 2003 apud ALVES, 2003, p.25).

O petróleo e seus derivados (compostos orgânicos) estão entre os principais compostos orgânicos, tendo os mesmos sofrido aumento na produção e industrialização, aumentando também o potencial dos mesmos como poluente ambiental. Um exemplo é quando entra em contato com o solo, pois bloqueia a absorção de nutrientes pelas raízes das plantas. (FELLENBERG, 1980 apud ALVES, 2003).

Particularmente, os efeitos dos impactos ambientais advindos dos resíduos derivados de petróleo repercutem na flora e na fauna por ação física (abafamento e redução da luminosidade), ambiental (alterando o potencial hidrogeniônico - pH, diminuindo o oxigênio dissolvido e a quantidade de alimento disponível) e tóxica.

O refino de petróleo está entre as atividades energéticas que apresentam maior potencial de impacto ambiental, quer pelo volume gerado quer pela concentração e toxicidade dos seus resíduos. Sabendo que um petróleo típico é constituído por elementos tóxicos (arsênio, cádmio, cromo, chumbo, bário, mercúrio, selênio, prata), compostos orgânicos (BPC's, hidrocarbonetos halogenados, HPA's) e compostos inorgânicos (amônia e ácido sulfúrico) (MARIANO, 2000), o seu processamento resulta na geração de resíduos sólidos, muitos dos quais podem agredir o meio ambiente por suas características de periculosidade.

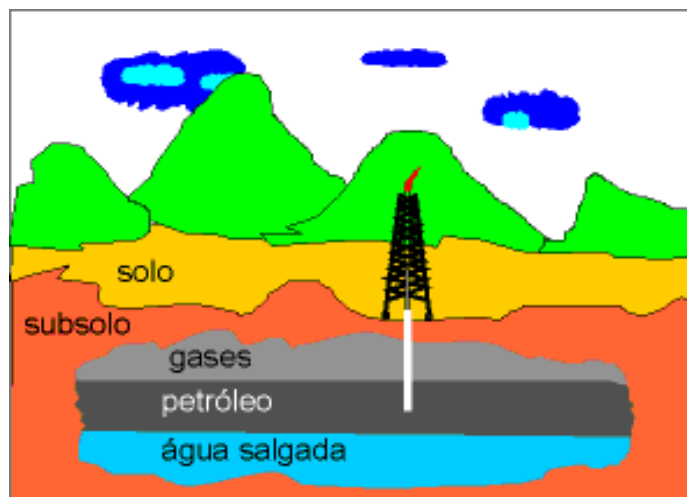
Como solução, pode-se buscar a eliminação dos resíduos por meio de um aumento do rendimento dos processos industriais, onde se conseguirá uma natureza mais harmoniosa e uma sociedade que se beneficiará com uma indústria mais eficaz, limpa e lucrativa, uma vez que o resíduo industrial, quando submetido a tratamento apropriado, gera matéria prima rica e de baixo custo (LIMA, 1995 apud ALVES, 2003).

2.3. Petróleo

O petróleo (do latim *petroleum*, *petrus*, pedra e *oleum*, óleo: "óleo da pedra"), no sentido de *óleo bruto*, é uma substância oleosa, inflamável, insolúvel em água e geralmente menos densa que a mesma, com cheiro característico e coloração que varia segundo sua origem (desde o incolor ou castanho claro até o preto). É encontrado em jazidas no subsolo da crosta terrestre (em geral de rochas sedimentares) em profundidades variáveis.

Nos depósitos encontram-se também água salgada e uma mistura de gases responsáveis pela pressão que provoca a ascensão do petróleo através de poços perfurados. O petróleo líquido é também chamado óleo cru para distingui-lo do óleo refinado, produto comercial mais importante. O gás de petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos leves, enquanto as formas semi - sólidas são compostas de hidrocarbonetos pesados.

Na figura 2.4 abaixo, é mostrado um esquema de depósito de petróleo, gases e água salgada no subsolo terrestre.



Fonte: www.cristinabrinco.wikispaces.com/Petróleo

FIGURA 2.4 – Esquema de um depósito de petróleo

2.3.1. Constituintes do petróleo

O petróleo é formado por uma mistura complexa de inúmeros compostos orgânicos, com predominância quase absoluta de hidrocarbonetos (principalmente alifáticos, alicíclicos e aromáticos), podendo ser encontrado sob a forma gasosa (mistura com maior porcentagem de moléculas pequenas), líquida (mistura com moléculas maiores e nas condições normais de temperatura e pressão) e sólida.

Os óleos obtidos possuem características bem diferentes, podendo conter também quantidades pequenas de nitrogênio, oxigênio, compostos de enxofre e íons metálicos, principalmente de níquel e vanádio. Sua composição química varia de acordo com sua procedência, porém eles produzem análises elementares próximas às apresentadas na tabela 1, que contém uma análise elementar do petróleo.

TABELA 1 – Análise elementar do óleo cru típico (% em peso)

CONSTITUINTES	PERCENTUAL
Hidrogênio	11 – 14%
Carbono	83 – 87%
Enxofre	0,06 – 8%
Nitrogênio	0,11 – 1,7%
Oxigênio	0,1 – 2%
Metais	Até 0,3%

Fonte: Thomas, 2004

“O petróleo contém centenas de compostos químicos, e separá-los em componentes puros ou misturas de composição conhecida é praticamente impossível. O mesmo é normalmente separado em frações de acordo com a faixa de ebulição dos

compostos” (THOMAS, 2004, p.4-5). A tabela 2 mostra as frações típicas que são obtidas do petróleo.

TABELA 2 – Frações típicas do petróleo

Fração	Temperatura de Ebulição (°C)	Composição aproximada	Usos
Gás residual	---	C ₁ – C ₂	Gás combustível.
Gás Liquefeito de Petróleo	Até 40	C ₃ – C ₄	Gás combustível engarrafado, uso domestico e industrial.
Gasolina	40 – 175	C ₅ – C ₁₀	Combustível de automóveis, solvente.
Querosene	175 – 235	C ₁₁ – C ₁₂	Iluminação, combustível de aviões a jato.
Gasóleo leve	235 – 305	C ₁₃ – C ₁₇	Dísel, fornos.
Gasóleo pesado	305 – 400	C ₁₈ – C ₂₅	Combustível, matéria-prima p/ lubrificantes.
Lubrificantes	400 – 510	C ₂₆ – C ₃₈	Óleos lubrificantes.
Resíduo	Acima de 510	C ₃₈₊	Asfalto, piche, impermeabilizantes.

Fonte: Thomas, 2004

2.3.2. Composição e classificação do petróleo

Os principais grupos de componentes dos óleos são os hidrocarbonetos saturados, que constituem o maior grupo, formado por alcanos normais (n-parafinas), isoalcanos (isoparafinas) e cicloalcanos (naftenos), os hidrocarbonetos aromáticos, as resinas e os asfaltenos (THOMAS, 2004).

No petróleo são encontradas parafinas normais e ramificadas, que vão desde o metano até 45 átomos de carbono, e os hidrocarbonetos aromáticos compreendem também os naftenoaromáticos e os benzotiofenos e seus derivados (contêm heteroátomos de enxofre), sendo a composição química de um petróleo típico mostrada na tabela 3 (THOMAS, 2004).

TABELA 3 – Composição química de um petróleo típico

COMPOSIÇÃO	PERCENTUAL
Parafinas normais	14%
Parafinas ramificadas	16%
Parafinas cíclicas (naftênicas)	30%
Aromáticos	30%
Resinas e asfaltenos	10%

Fonte: Thomas, 2004

De acordo com Thomas (2004), uma classificação para o petróleo de acordo com seus constituintes e características pode ser:

- Classe parafínica – são óleos leves, fluidos ou de alto ponto de fluidez, densidade inferior a 0,85, teor de resinas e asfaltenos menor que 10%, viscosidade baixa e **teor de parafinas maior ou igual a 75%**;
- Classe parafínico-naftênica – são óleos com teor de resinas e asfaltenos entre 5 e 15%, baixo teor de enxofre (menos de 1%), **teor de parafinas entre 50 e 70% e de naftênicos maior que 20%**;
- Classe naftênica – são óleos com baixo teor de enxofre, que se originam da alteração bioquímica de óleos parafínicos e parafínico-naftênicos, com **teor de naftênicos maior que 70%**;
- Classe aromática intermediária – são óleos pesados, contendo de 10 a 15% de asfaltenos e resinas, teor de enxofre acima de 1% e **teor de hidrocarbonetos aromáticos maior que 50%**;
- Classe aromático-naftênica – são óleos derivados dos parafínicos e parafínico-naftênicos, podendo conter mais de 25% de resinas e asfaltenos, teor de enxofre entre 0,4 e 1% e **teor de naftênicos maior que 35%**;
- Classe aromático-asfáltica – são óleos oriundos de um processo de biodegradação avançada, com **teor de asfaltenos e resinas maior que 35%** e alto teor de enxofre (entre 1 e 9%)

2.3.3. A Indústria do petróleo

A importância do petróleo em nossa sociedade, tal como está atualmente organizada, é extensa e fundamental. O petróleo não é apenas uma das principais fontes de energia utilizadas pela humanidade. Além de sua importância como fornecedor de energia, os seus derivados são a matéria-prima para a manufatura de inúmeros bens de consumo, e, deste modo, têm um papel cada dia mais presente e relevante na vida das pessoas (MARIANO, 2001, p. 1).

Embora seja um recurso natural abundante, sua utilização no estado natural é pouca. Quando refinado, fornece combustíveis, lubrificantes, solventes, material de pavimentação e muitos outros produtos. Os combustíveis derivados do petróleo respondem por mais da metade do suprimento total de energia do mundo. Porém, por exigir vultosos

investimentos iniciais e contínuos reinvestimentos em estudos e pesquisas, apenas companhias de grande porte asseguram o desenvolvimento da indústria petrolífera.

A indústria de petróleo de um modo geral, principalmente as refinarias, é uma das maiores geradoras de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, sendo essa situação agravada pelo potencial poluidor desses materiais. Os resíduos sólidos, por exemplo, são em muitos casos de composição complexa os que dificultam tanto a caracterização quanto seu tratamento e disposição final. Por isso, pode-se dizer que as refinarias são degradadoras do meio ambiente, pois causam impactos no solo, na água e no ar.

Sabe-se que o petróleo não deixará de apresentar a importância que possui ao longo dos próximos anos, logo, as refinarias irão continuar a existir. Assim sendo, faz-se necessária a integração da variável ambiental no planejamento, na concepção, e, acima de tudo, na operação das refinarias. A solução para o problema da poluição certamente não é fechar as refinarias ou reduzir os níveis de produção (MARIANO, 2001).

A questão da poluição não representa apenas um problema, mas também um desafio para a gerência das empresas que precisam se posicionar de maneira correta, efetiva e eficaz perante a situação, abandonando a tendência de minimizar ou até mesmo fingir que a questão não existe (MARIANO, 2001).

2.3.4. Os resíduos sólidos da indústria do petróleo

Para registro da geração dos resíduos, as refinarias costumam utilizar um instrumento denominado Cadastro de Atividades Geradoras de Resíduos ou Inventário de Resíduos, que permite obter informações técnicas sobre a quantidade gerada, a caracterização e os sistemas de destinação adotados pelas empresas.

Dentre os resíduos industriais, podemos destacar as borras oleosas, materiais contaminados com óleo e resíduos de unidades catalíticas. Tem-se também os resíduos da torre de resfriamento além de outros resíduos como coque, entulho, aditivos, filtro de carvão ativado/areia, resinas trocadoras, madeira, tambores e embalagens diversas. Os resíduos administrativos resumem-se basicamente em lixo doméstico (varrição, escritório, lixo orgânico), rejeitos de restaurante e lixo ambulatorial (ARAÚJO; NICOLAIEWSKY; FREIRE, 2003).

Segundo Mariano (2001), os resíduos sólidos são gerados em muitos dos processos de refino e em operações de manuseio do petróleo, assim como na etapa do tratamento de

efluentes. Tanto resíduos perigosos quanto não perigosos são gerados, tratados e dispostos. Tais resíduos normalmente são gerados sob a forma de lamas (lama dos separadores de água e óleo, lamas biológicas, lamas da limpeza dos trocadores de calor e das torres de refrigeração), catalisadores de processo exaustos, sedimentos do fundo dos tanques, sólidos emulsionados em óleo, cinzas de incineradores e borras de filtração.

Os constituintes típicos incluem elementos químicos, compostos orgânicos, hidrocarbonetos e compostos inorgânicos. Se nenhum tratamento é efetuado antes da disposição desses resíduos, as suas características tóxicas, nos pontos de geração e disposição, irão permanecer mais ou menos as mesmas. Porém, se não há nenhum tipo de tratamento dos resíduos antes do seu armazenamento por longos períodos então ocorrerá o aumento das suas concentrações de óleo e sólidos (MARIANO, 2001, p.125-126).

A título de ilustração, a tabela 4 apresenta a geração mensal de resíduos sólidos de uma refinaria brasileira.

TABELA 4 – Potencial de geração de resíduos de uma refinaria brasileira

Tipo de Resíduo	Potencial de Geração Mensal
Borras Oleosas	85 t (oriundas de canaletas de águas contaminadas)
Lamas	15 t (oriundas de canais de águas pluviais)
Galões Contaminados	30 t
Tambores	44 t
Soda Cáustica Exausta	643 t
Borras Oleosas	57,9 t (outras origens)
Lodo Biológico	21 t
Sólidos Emulsionados em Óleo	2100 t
Catalisadores Gastos	121,7 t
Óleo Lubrificante	1,1 t
Argilas de Absorção	2,62 t

Fonte: Refinaria, 2000 apud Mariano, 2001

2.3.4.1. Os resíduos perigosos nas refinarias

Os resíduos sólidos industriais perigosos constituem uma categoria específica, já que devido à quantidade, concentração, ou características físicas, químicas ou infecciosas podem causar um aumento da mortalidade e de doenças graves irreversíveis ou reversíveis que produzem invalidez, ou contribuir significativamente para isto. Podem também pôr em risco potencial a saúde humana e o meio ambiente quando são tratados, armazenados, transportados, eliminados, manejados e dispostos de forma indevida (OMS apud CARLOS, 2002, p.1).

Um dos efeitos provenientes do contato com os resíduos perigosos é o carcinogênico, por isso existe uma preocupação generalizada, tanto entre o público em

geral quanto na comunidade científica, de que a exposição em concentrações baixas de substâncias químicas por tempo longo possa ser a maior causa frequente de uma variedade de câncer (CARLOS, 2002).

A classificação dos resíduos sólidos como perigosos, pode ser baseada nas seguintes características, as quais são usadas também pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para determinar o grau de periculosidade dos resíduos sólidos no Brasil (MARIANO, 2001):

- Inflamabilidade;
- Corrosividade;
- Reatividade;
- Toxicidade.

Os resíduos sólidos perigosos representam um sério risco para o meio ambiente, sendo preciso escolher soluções adequadas para a sua destinação. A tabela 5 lista alguns resíduos sólidos das refinarias classificados como perigosos, bem como sua descrição.

TABELA 5 – Descrição dos resíduos perigosos das refinarias

Resíduo	Descrição
Sobrenadante do flotador a ar dissolvido (pode incluir a do flotador a ar induzido)	Sobrenadante gerado no tratamento de efluentes da refinarias, após a separação nos separadores API.
Sólidos emulsionados em óleo	Essa emulsão não pode ser quebrada, é o resíduo oriundo do tratamento no tanque de lodo.
Resíduo da Limpeza dos Trocadores de Calor	Lama resultante da limpeza dos feixes de canos dos trocadores de calor
Lama do Separador API	Lama composta por água, sólidos e óleo, gerada nos separadores água e óleo
Sedimentos dos Tanques de Armazenamento (com chumbo)	O resíduo é gerado durante a limpeza dos tanques de armazenamento

Fonte: Burton; Ravishankar, 1989 apud Mariano, 2001

Os principais resíduos sólidos de uma refinaria são os oleosos, em sua maioria, chamados de borra oleosa (*oil sludge*) por suas características físico-químicas. A norma PETROBRAS N-2622 define borra oleosa como o resíduo constituído pela mistura de óleo, sólidos (argila e lama) e água, com eventual presença de outros contaminantes (produtos químicos, agentes tensoativos e estabilizadores). Pela Norma Brasileira NBR 10004, ela é classificada como Classe I (resíduos tóxicos ou perigosos).

A composição da borra é extremamente variável, o que dificulta o seu reaproveitamento, tratamento e disposição final. Por possuir significativa recalcitrância é o

principal resíduo sólido sobre o qual recaem as atenções no desenvolvimento de tecnologias de tratamento e de disposição.

A origem deste resíduo nas refinarias provém de derrames em estações de carregamento e descarregamento de petróleo e derivados, vazamentos em válvulas, limpeza de permutadores e dos tanques de armazenamento de petróleo e seus derivados. A borra pode passar por um processamento primário para a separação do óleo, da água e dos resíduos, sendo que o óleo pode voltar para o processo, a água para tratamento e o resíduo armazenado em local apropriado e depois dada uma destinação final.

As borras de petróleo apresentam em sua composição, uma grande quantidade de água, conforme tabela 6. Cerca de 50% na superfície e de 2% em amostras coletadas a maior profundidade. Nelas também encontram-se de 4% a 7% de sedimentos, sendo o restante da borra constituída naturalmente de hidrocarbonetos de petróleo (LOUVISSE et al., 1994 apud AIRES, 2002 apud GUIMARAES, 2007).

TABELA 6 – Composição típica de borra de petróleo

Amostra de Borra	1	2	3	4	5
Água (%p/p)	55,35	50,32	49,40	45,73	38,69
Óleo (%p/p)	36,02	42,88	43,60	47,84	55,40
Sedimento (%p/p)	7,67	6,64	7,10	5,87	6,62
Total	99,04	99,84	100,10	99,44	100,71

Fonte: AIRES, 2002 apud GUIMARAES, 2007

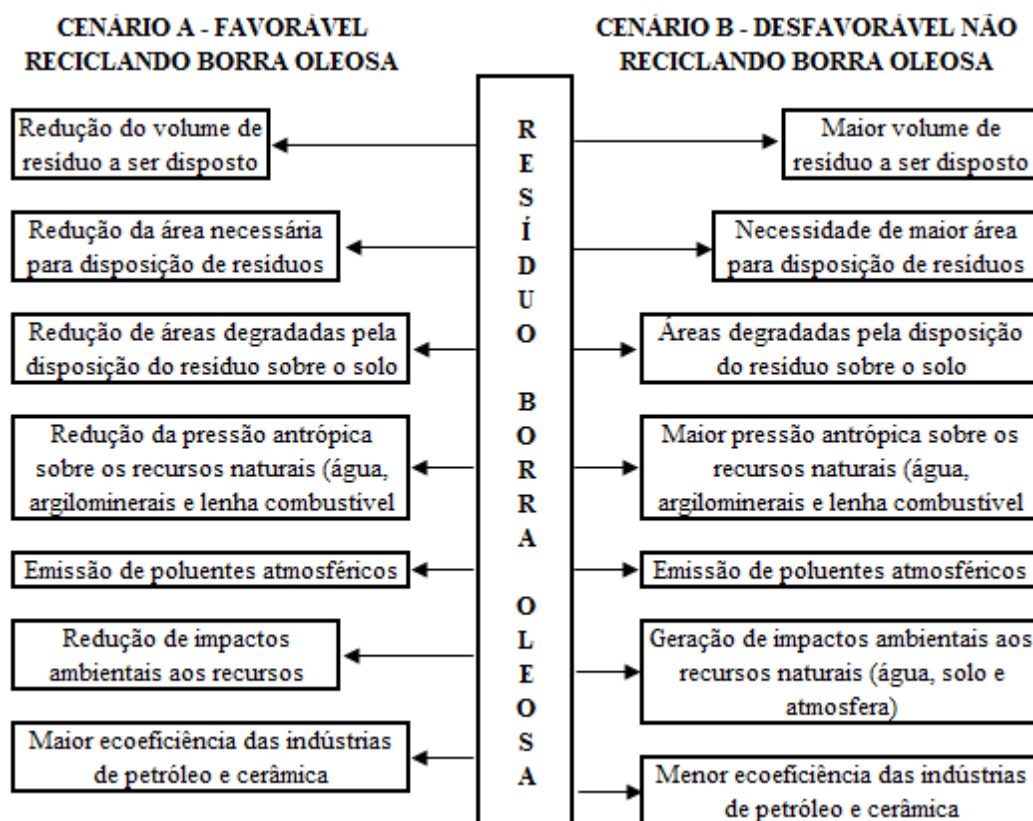
Segundo Guimarães (2007), técnicas analíticas para determinação do grau de contaminação dos resíduos da indústria de petróleo estão sendo cada vez mais aprimoradas, tanto para a avaliação dos impactos ao meio ambiente decorrente de vazamento e disposição inadequada dos mesmos quanto para avaliação da eficiência de novas tecnologias para a remediação de áreas atingidas e a própria degradação do resíduo oleoso.

Segundo Alves (2003, p.108), existem dois cenários, um favorável e outro desfavorável, para a gestão do resíduo borra oleosa, levando em consideração a sua reciclagem ou não, conforme figura 2.5.

O Cenário A, favorável, considera a reciclagem da borra oleosa e os impactos ambientais benéficos decorrentes dessa reciclagem, como a redução do volume de resíduo a ser disposto sobre o solo, minimizando a área necessária para sua disposição final. A área que deixa de ser utilizada para disposição de resíduos

contribui para a redução de áreas potencialmente degradadas pelo acumulo de poluentes sobre o solo. A reciclagem da borra oleosa através da incorporação da massa para confecção de blocos cerâmicos reduz, por parte da olaria, a pressão antrópica sobre os recursos naturais, água, argilominerais e lenha combustível, minimizando os impactos ambientais da atividade, embora haja incremento da emissão de poluentes atmosféricos advindos da queima dos blocos, que podem ser contornados com a utilização de filtros apropriados. A ecoeficiência das indústrias de petróleo e cerâmica é maximizada ao transformar um resíduo em matéria prima.

O Cenário B trabalha a situação desfavorável, traduzida pela não reciclagem da borra oleosa. Chama a atenção para o aumento progressivo de volume de borra a ser de alguma forma armazenada, aumentando a necessidade de se dispor de áreas para tal e o conseqüente risco de degradação e de acidentes, refletindo nos impactos ambientais previsíveis sobre o solo, ar e água. Destaca-se a pressão sobre o uso dos recursos naturais, com ênfase para a ocupação indevida do solo, a exaustão dos barreiros, as ameaças aos recursos hídricos, assim como o não aproveitamento do potencial energético da borra oleosa. Sem a reciclagem da borra oleosa espera-se uma continuada pressão sobre o uso de vegetação nativa, a ser utilizada normalmente como material combustível.



Fonte: Alves (2003)

FIGURA 2.5 – Cenários para a gestão do resíduo borra oleosa da atividade petrolífera.

2.3.4.2. Os efeitos sobre o meio ambiente

Segundo Queiroz (2001), o consumo de petróleo e seus derivados envolve a emissão, sob a forma de gases e poeiras, de uma massa enorme de carbono e outros elementos como enxofre e nitrogênio. Porém, essa massa de gás jogada na atmosfera é apenas um dos fatores de agressão ao meio ambiente promovida pela indústria do petróleo. Outras agressões ocorrem em todas as etapas desta indústria.

No processo de perfuração de poços são descartadas lamas oleosas. Nas instalações de produção há sempre riscos de derramamentos, e normalmente são descartados rejeitos (resíduos sólidos, líquidos e gasosos) com enormes potenciais de agressão à natureza. Nos vários meios de transporte de óleo dos campos de produção até as unidades de refino, há também enormes riscos envolvidos tais como derramamentos que implicariam em contaminação do solo e das águas superficiais (QUEIROZ, 2001).

Dentre as medidas urgentes de preservação ambiental pode-se destacar:

- É necessário que a legislação existente seja de fato cumprida por todos os empreendedores deste país. Neste sentido, deve-se de imediato exigir que todas as unidades industriais possuam licenças ambientais, com renovação periódica mediante inspeção, estendendo-se àquelas mais antigas, instaladas antes da existência da atual legislação;
- É preciso transparência para a sociedade sobre as condições operacionais e de risco de cada unidade. Assim, é necessário que as leis das auditorias ambientais sejam cumpridas, com a publicação dos respectivos relatórios;
- É importante que sejam debatidos os termos de propostas de acordos de ajuste de condutas entre as empresas que apresentem situações de não conformidades ambientais com os Órgãos Ambientais, antes de suas respectivas assinaturas (QUEIROZ, 2001).

Segundo Mariano (2001), o lançamento de resíduos sólidos industriais nos solos pode acarretar diversos problemas ao meio ambiente, que, de um modo geral, incluem:

- Aspecto estético desagradável e desfiguração das paisagens;
- produção de maus odores;

- poluição da água, pelo carreamento superficial ou pela infiltração dos detritos para os corpos hídricos;
- liberação de gases tóxicos;
- poluição do ar.

As mudanças provocadas nos solos pelo homem, como consequência da disposição de resíduos sólidos no mesmo, são alterações de natureza química, que repercutem sobre os organismos vivos que habitam o solo, ocasionando impactos na biota do mesmo, podendo até mesmo eliminar muitos organismos úteis (MARIANO, 2001, p.151).

2.4. A Produção mais Limpa (P+L)

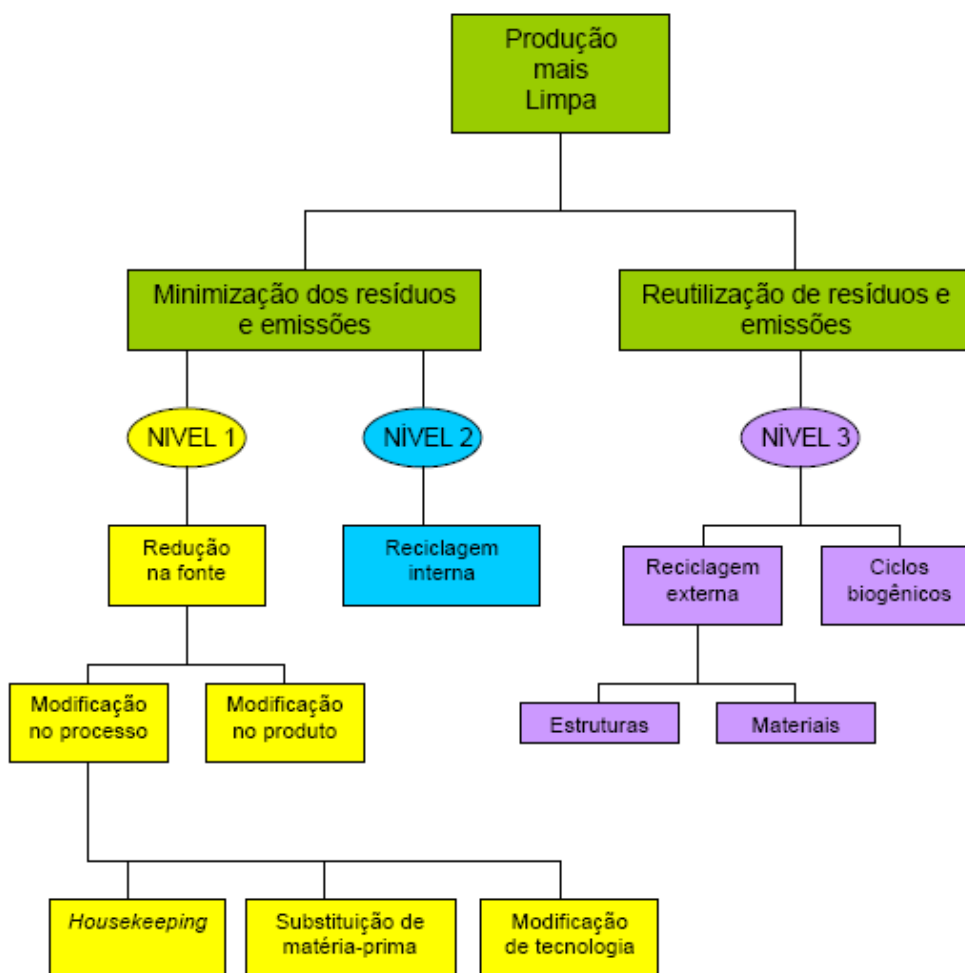
Com a crescente preocupação com as questões ambientais, as empresas passaram a buscar um melhor desempenho ambiental, reduzindo emissões. Contudo, as empresas notaram que o custo para reduzir emissões e/ou tratar resíduos aumentava com o crescimento da produção, ou seja, o crescimento estava condicionado ao fato de gerar mais resíduos e conseqüentemente aumentar o custo para tratá-los ou destiná-los adequadamente.

A partir daí, começou-se a estudar como produzir mais com menos custos ambientais. A solução para isso seria não gerar mais resíduos, ou pelo menos minimizá-los ao máximo. Foi com este pensamento que surgiu a Produção mais Limpa (P+L) que significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados, reduzindo os riscos ambientais e trazendo benefícios econômicos para a empresa.

O princípio básico da metodologia de Produção mais Limpa (P+L) é eliminar a poluição durante o processo de produção, não no final do mesmo. A razão: todos os resíduos que a empresa gera custaram-lhe dinheiro, pois foram comprados a preço de matéria-prima e consumiram insumos como água e energia. Uma vez gerados, continuam a consumir dinheiro, seja sob a forma de gastos de tratamento e armazenamento seja sob a forma de multas pela falta desses cuidados, ou ainda pelos danos à imagem e à reputação da empresa. (GUIA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA, 2002)

A prática da PmaisL pode ser vista na figura 2.6 que mostra o fluxograma de prioridades da PmaisL. A prioridade maior da Produção mais Limpa está no topo (à

esquerda) do fluxograma: evitar a geração de resíduos e emissões (nível 1). Os resíduos que não podem ser evitados devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa (nível 2). Na sua impossibilidade, medidas de reciclagem fora da empresa podem ser utilizadas (nível 3). (CNTL - SENAI, 2002)



Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI
 FIGURA 2.6 – Fluxograma de prioridades da PmaisL

Uma forma de se aplicar a Produção mais Limpa, ou seja, de se conseguir a minimização ou até mesmo a não geração de resíduos é através da realização de balanços de massa e de energia para avaliar processos e produtos. Com isso, identificam-se oportunidades de melhoria que levam em conta aspectos técnicos, ambientais e econômicos e são definidos e implantados indicadores para monitoramento. Como resultados positivos, tem-se os benefícios ambientais e econômicos para as empresas graças à redução dos impactos ambientais (menos resíduos gerados) e do aumento da eficiência do processo (menores custos de tratamento).

Com a PmaisL pode-se: evitar a geração de passivo ambiental e de custos ambientais, o que é do interesse da empresa; reduzir os impactos ambientais, o que interessa aos órgãos ambientais e à sociedade; e melhorar a qualidade dos produtos, a saúde e a segurança dos trabalhadores. Por isso, a produção mais limpa deve estar no centro do pensamento estratégico de qualquer empresa. Porém, o primeiro passo para o sucesso da PmaisL é o comprometimento da direção da empresa, colaboração dos funcionários, curiosidade, persistência e vontade de romper paradigmas. **(GUIA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA, 2002)**

Resumindo, processos produtivos para a adoção de tecnologias limpas devem passar por uma reavaliação para que resultem em:

- Eliminação do uso de matérias-primas e de insumos que contenham elementos perigosos;
- otimização das reações químicas, tendo como resultado a minimização do uso de matérias-primas e redução, se possível, da geração de resíduos;
- segregação, na origem, dos resíduos perigosos e não perigosos;
- eliminação de vazamentos e perdas no processo;
- promoção e estímulo ao reprocessamento e à reciclagem interna;
- integração do processo produtivo em um ciclo que inclua alternativas para a destruição dos resíduos e a maximização do reaproveitamento dos produtos (BOHN, 2003).

2.5. O sistema de gestão ambiental

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é a parte do sistema de gestão global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental da empresa. É um sistema administrativo combinado com as atividades técnicas para que a organização alcance melhor desempenho ambiental, ou a ecoeficiência, e, com isso obtenha melhor conformidade às exigências legais, melhor utilização de materiais, maior eficiência dos processos e operações de produção, menores custos e maior competitividade (ALVES, 2004, p.4).

Um sistema de gestão ambiental constitui-se na adoção de ações preventivas à ocorrência de impactos ambientais adversos. Os procedimentos visam reduzir e controlar tais impactos e cobrem desde a fase de concepção do produto até a eliminação dos resíduos gerados. Também deve assegurar a melhoria contínua dos métodos e processos.

As organizações industriais com atividades econômicas da área química, petroquímica, cimenteira, ferroviária, construção pesada, papel e celulose, fertilizantes, hidrelétricas, entre outras, segundo Andrade; Tachizawa e Carvalho (2000) e Donaire (1999) apud Mançú (2008), estão sujeitas a produzir os impactos ambientais de extrema intensidade e devem estabelecer suas estratégias ambientais visando à:

- Minimização de impactos danosos ao meio ambiente, tanto presentes como futuros;
- eliminação de questões legais com o governo em suas diferentes esferas, adotando estratégia ambiental, portanto, de estrita observância à legislação vigente;
- redução de dispêndios com insumos produtivos (matérias-primas, consumo de energia, serviços contratados) por meio da racionalização de seus métodos operacionais aplicados às fontes de suprimento;
- eliminação de efeitos indesejáveis provocados pela geração de resíduos e sucatas, por meio de adoção de instalações e equipamentos de tratamento e eliminação desses elementos no ambiente;
- maior interação com a comunidade, visando preservar a imagem da organização em bom conceito, em face das crescentes preocupações preservacionistas por parte dos membros da sociedade.

As contribuições da gestão ambiental para as diferentes atividades da organização são agrupadas por Groenewegen e Vergragt (1991) apud Corazza (2003) em três esferas: produtiva, da inovação e estratégica.

- Na esfera produtiva, a gestão ambiental intervém, por um lado, no controle do respeito às regulamentações públicas pelas diferentes divisões operacionais e, por outro, na elaboração e na implementação de ações ambientais. Estas ações dizem respeito à manutenção e à conformidade ambiental dos fornecedores, dos sítios de produção, etc.

- Na esfera da inovação, a gestão ambiental aporta um auxílio técnico duplo: de um lado, acompanhando os dispositivos de regulamentação e das avaliações ecotoxicológicas de produtos e emissões a serem respeitados; de outro, auxiliando a definir projetos de desenvolvimento (de produtos e tecnologias).
- Na esfera estratégica, a gestão ambiental fornece avaliações sobre os potenciais de desenvolvimento e sobre as restrições ambientais emergentes (resultantes tanto da regulamentação quanto da concorrência).

2.5.1. Indicadores ambientais

A Agenda 21, em seu capítulo 40, orienta para a utilização de indicadores como instrumentos eficazes para sintetizar, transmitir e mostrar com clareza informações significativas dos processos das indústrias. Os indicadores ambientais auxiliam na análise da qualidade ambiental e possuem as funções de comunicação e de gestão. Para facilitar a comunicação, os indicadores devem ser em número reduzido e de fácil compreensão, já para facilitar a gestão, os indicadores devem estar estreitamente alinhados com as questões políticas (ALVES; HOLANDA, 2004).

Os indicadores ambientais podem assumir muitas formas e servir a propósitos muito diversos, não existindo um sistema consensual para a sua classificação. Na gestão ambiental, a utilização de indicadores é essencial ao monitoramento do progresso das empresas. Embora muitas empresas e organizações já façam seus relatórios de sustentabilidade, esses documentos raras vezes são comparáveis, pois os dados são inconsistentes, incompletos ou de difícil verificação (GASPAR, 2001 apud ALVES; HOLANDA, 2004, p.2).

As indústrias como um todo, inclusive a de petróleo, frequentemente utilizam o meio ambiente como destinação final de resíduos. Segundo Alves e Holanda (2004) os indicadores devem tentar determinar se a geração de resíduos encontra-se superior à capacidade de assimilação do meio e assim determinar principalmente os impactos causados pela atividade e determinar a eficácia das políticas, estratégias e medidas de controle.

2.6. A gestão de resíduos sólidos industriais

Segundo Jardim (1997, p.1), “a implementação de um programa de gestão de resíduos é algo que exige, antes de tudo, mudança de atitudes, e por isto, é uma atividade

que traz resultados a médio e longo prazo, além de requerer realimentação contínua”. O mesmo deve ser bem equacionado, discutido e assimilado por todos aqueles que serão os responsáveis pela manutenção e pelo sucesso, necessitando das seguintes premissas para ser sustentável:

- 1- Apoiar institucionalmente;
- 2- priorizar o lado humano do Programa frente ao tecnológico;
- 3- divulgar as metas estipuladas dentro das várias fases do Programa;
- 4- reavaliar continuamente os resultados obtidos e as metas estipuladas.

Dois motivos principais levam à necessidade de se adotarem práticas para a gestão dos resíduos industriais:

- A necessidade de a comunidade preservar o meio ambiente e racionalizar o consumo de recursos naturais (matérias-primas, energia).
- Vantagens para o industrial, por meio de economias em diversos níveis e melhoria da imagem pública da empresa (LORA, 2002 apud PINTO, 2004).

2.6.1. Gerenciamento de resíduos sólidos

A atividade associada ao controle de geração, segregação, coleta, acondicionamento, armazenamento, classificação, transporte interno e externo, processamento e disposição final de resíduos, de acordo com os princípios de saúde pública, econômicos, de tecnologia e de proteção ao meio ambiente é denominada gerenciamento de resíduos (SILVA, 2002 apud ARAÚJO; NICOLAIEWSKY; FREIRE, 2003).

Um programa de gerenciamento de resíduos sólidos deve assegurar que todos os resíduos sejam gerenciados de forma apropriada e segura, desde a geração até a disposição final, e deve envolver as seguintes etapas (MAGALHÃES, 2006):

- Geração;
- Caracterização;
- Manuseio;
- Segregação;
- Acondicionamento;
- Coleta;
- Armazenamento;
- Transporte;
- Reuso/Reciclagem;
- Tratamento;
- Disposição final.

Em um programa de gerenciamento de resíduos, o treinamento e o conhecimento técnico do responsável pelas atividades de manuseio, coleta, acondicionamento, transporte, armazenamento, disposição e controle dos resíduos são de fundamental importância, não podendo deixar de seguir a legislação pertinente ao tema.

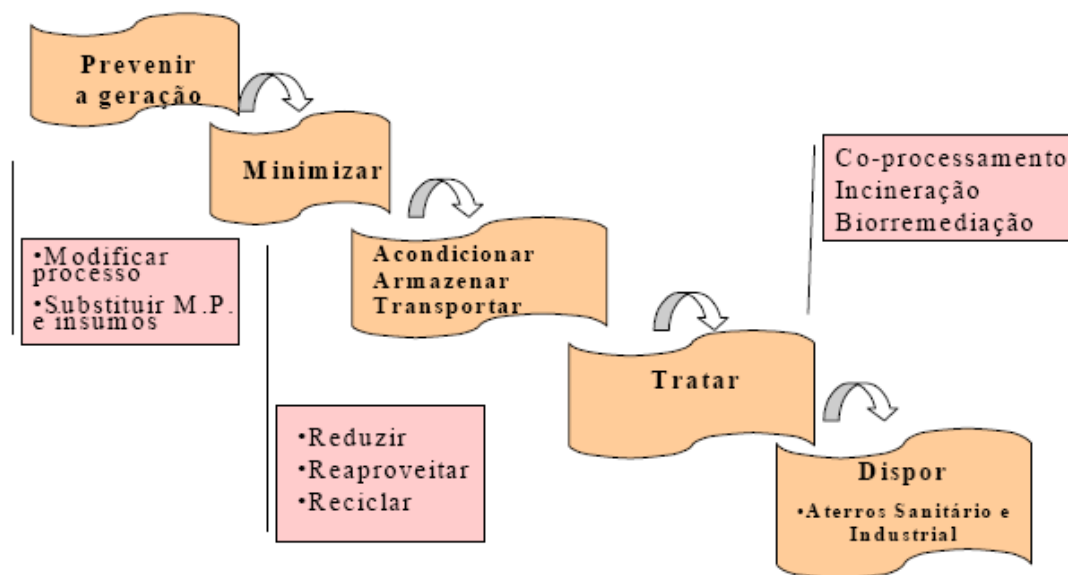
Dentro de um plano de gerenciamento de resíduos adota-se uma escala de prioridades, como apresentada na figura 2.7. Em primeiro lugar, destaca-se a importância da prevenção da geração, através da modificação do processo produtivo e da substituição de matérias-primas e insumos. A minimização da geração está fundamentada na adoção da política dos 3R's – redução, reutilização e reciclagem (NICOLAU, 2002 apud ARAÚJO; NICOLAIEWSKY; FREIRE, 2003).

A política dos 3 R's: *redução* (verificar se não será possível evitar a produção do resíduo), *reutilização* (verificar se não é possível encontrar uma nova serventia para esse produto) e *reciclagem* (verificar se podemos aproveitar a matéria-prima que o constitui), consagrada na agenda 21, tem por objetivo reduzir o impacto ambiental negativo das atividades humanas, já que a sua aplicação implica na menor utilização de recursos não-renováveis e uma diminuição na emissão de poluentes para o solo, a água e a atmosfera (PIO, 2002 apud ALVES, 2003).

Segundo Lima (2003), um quarto R pode vir ao final dos três já citados, que seria a Recuperação (de material ou energia), que é um método de gerenciamento de resíduos baseado na transformação térmica, química, física e/ou biológica do material do qual o bem é feito, visando produzir material e/ou energia diferente disponível para uso.

De acordo com Pinto (2004), um outro R pode ainda preceder todos os demais, que seria o Repensar, relacionado com a mudança de paradigmas quanto a destinação dos resíduos, com a oportunidade de inovação e desenvolvimento tecnológico ao longo da cadeia de transformação.

Com relação ao gerenciamento de resíduos sólidos é necessário inicialmente, a identificação da fonte de geração, com qualificação e quantificação dos resíduos sólidos através da caracterização por amostragem, análise e classificação. Cada resíduo deve ter o seu gerenciamento desde a fase imediatamente após a geração até a disposição final, de forma a garantir a minimização de riscos à saúde pública e ao meio ambiente (ARAÚJO; NICOLAIEWSKY; FREIRE, 2003, p.2-3).



Fonte: Araújo; Nicolaiewsky; Freire, 2003

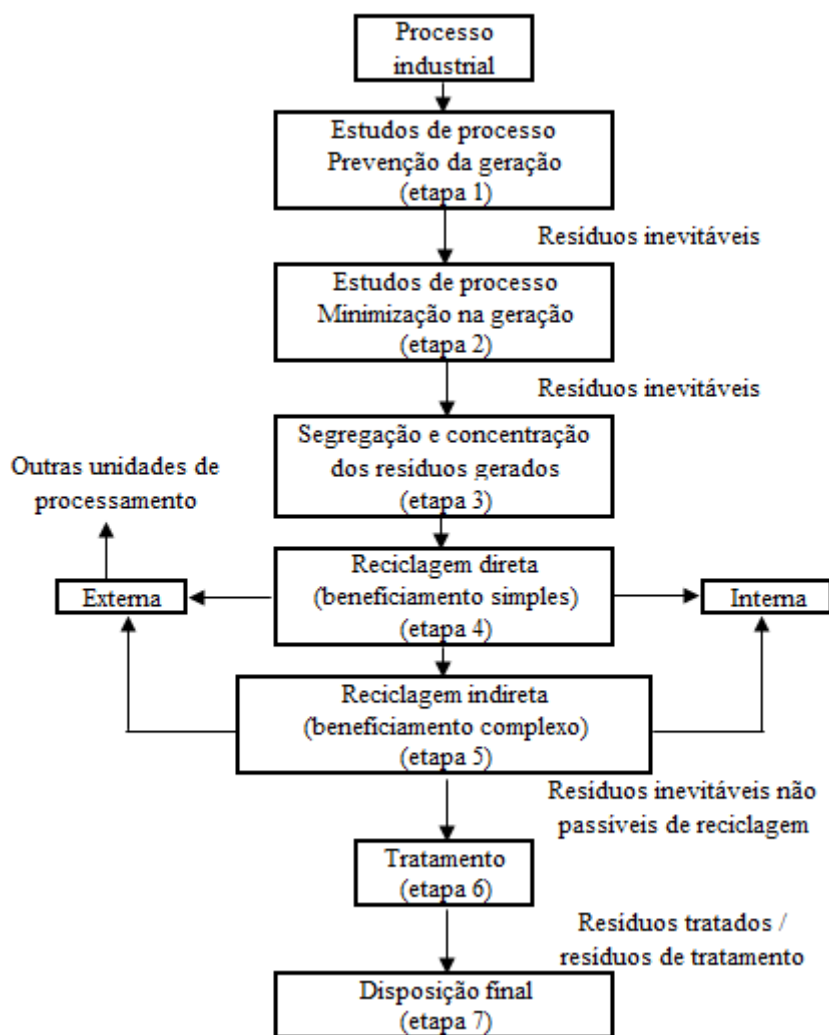
FIGURA 2.7 – Modelo de gerenciamento de resíduos sólidos

Resumindo, o gerenciamento dos resíduos industriais deve incluir:

- A minimização de riscos associados ao uso de produtos químicos e a geração de resíduos, principalmente os classificados como perigosos;
- a minimização de custos e danos ambientais associados à destinação de resíduos;
- a minimização do volume e da toxicidade dos resíduos;
- a redução dos custos de tratamento dos resíduos;
- a melhoria da eficiência dos processos industriais;
- o cumprimento das leis e regulamentos ambientais e a observância das normas técnicas e padrões; e
- a minimização dos instrumentos e custos ambientais decorrentes da obrigatoriedade do cumprimento de alguns desses dispositivos (PINTO, 2004, p.53).

Uma metodologia para o gerenciamento de resíduos é aquela baseada numa série de etapas de decisão que deverá ser aplicada sequencialmente, em ordem decrescente de interesse. A primeira etapa – a mais favorável ou a melhor ação – é a prevenção da geração de resíduos, por meio da adoção de tecnologias de produção mais limpa. A última – a etapa menos favorável – a disposição dos resíduos em aterros industriais (PINTO, 2004, p.54).

O fluxograma dessas etapas de decisão está representado na figura 2.8 abaixo.



Fonte: Lora, 2002 apud Pinto, 2004.

FIGURA 2.8 – Fluxograma das etapas de decisão para o gerenciamento de resíduos sólidos industriais

2.6.2. A minimização de resíduos

A minimização da geração de resíduos constitui-se numa estratégia importante no gerenciamento dos mesmos e se baseia na adoção de técnicas que possibilitem a redução do volume e/ou toxicidade e, conseqüentemente, de sua carga poluidora. Destaca-se como

objetivo de minimização de resíduos a prevenção da geração de resíduos perigosos e a utilização de alternativas de disposição que não incluam a destinação no solo (CETESB, 1993, p.21).

Nas refinarias, as medidas de minimização da geração de resíduos sólidos envolvem os seguintes princípios básicos: redução na fonte de geração, que inclui o uso de equipamentos mais eficientes e o uso de tecnologias mais “limpas”, reciclagem e reutilização de materiais, economia no uso de produtos e práticas de gerenciamento, que incluem procedimentos apropriados de operação e manutenção, controle de inventários e treinamento dos operadores e manuseio adequado dos resíduos (MARIANO, 2001, p.126).

Na tabela 7 abaixo, são mostradas medidas para minimização dos resíduos de acordo com os pontos de geração (CETESB, 1993).

TABELA 7 – Roteiro geral de metodologia para redução da geração de resíduos

Ponto de Geração	Medidas recomendadas
Todas as fontes de resíduos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar materiais de maior pureza 2. Usar matérias primas menos tóxicas 3. Usar materiais menos corrosivos 4. Converter os processos por batelada em processos contínuos 5. Efetuar inspeção e manutenção mais rigorosas de equipamentos 6. Melhorar o treinamento dos operadores 7. Efetuar supervisão contínua 8. Adotar práticas operacionais adequadas 9. Eliminar ou reduzir o uso de água para limpeza de derramamentos 10. Implementar técnicas adequadas de limpeza de equipamentos 11. Usar sistemas de monitoramento aprimorados 12. Usar bombas com selo mecânico duplo
Fundo e topo de colunas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolver catalisadores mais seletivos 2. Otimizar o projeto do reator e das variáveis da reação 3. Efetuar queima com recuperação de calor
Catalisadores gastos e perdas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolver um suporte de catalisador mais seguro 2. Usar filtro dentro da borda livre do reator 3. Regenerar e reciclar catalisadores gastos
Resíduos de limpeza de equipamentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar o tempo de drenagem do equipamento 2. Usar materiais resistentes à corrosão 3. Agitar e/ou isolar tanques de estocagem 4. Reexaminar a necessidade de produtos químicos para limpeza 5. Usar selo de nitrogênio para reduzir as oxidações
Derramamentos e vazamentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar válvulas de selagem com alarmes 2. Usar bombas sem selo 3. Maximizar o uso de juntas soldadas em relação às flangeadas 4. Instalar bacias de contenção de derramamentos

Fonte: CETESB, 1993

Segundo Bohn (2003, p.28), a simples compactação de resíduos para redução de volume não é considerada minimização se não for acompanhada de redução da toxicidade. Diversas providências internas contribuem para a minimização de resíduos como o

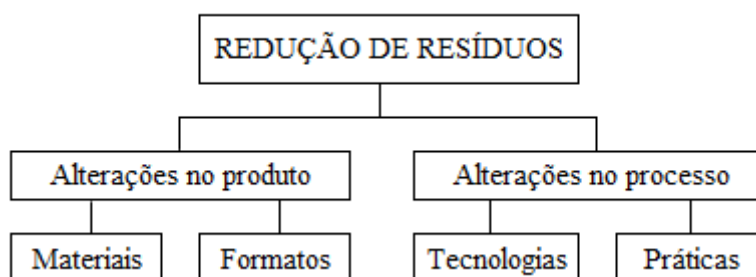
controle rigoroso da qualidade das matérias primas, a escolha de materiais não tóxicos e atenção à armazenagem e ao transporte.

A minimização possibilita a redução de custos de diversas formas: i) pelo reaproveitamento de matérias-primas; ii) pela redução de gastos com tratamentos e disposição de resíduos; iii) pela redução de despesas com transporte e armazenamento, e com iv) a redução com gastos de proteção à saúde e segurança (BOHN, 2003, p. 28).

Seguindo a política dos 3R's, que é a fundamentação para a adoção de um programa de minimização de resíduos sólidos, mostra-se a seguir a definição e como se consegue trabalhar com cada um dos 3R's.

A **redução** ou eliminação de resíduos ou poluentes na fonte geradora consiste no desenvolvimento de ações que promovam a redução de desperdícios, a conservação de recursos naturais, a redução ou eliminação de substâncias tóxicas (presentes em matérias-primas ou produtos auxiliares), a redução da quantidade de resíduos gerados por processos e produtos, e conseqüentemente, a redução de poluentes lançados para o ar, solo e água (CETESB, 1998 apud ALVES, 2003, p.28).

A figura 2.9 apresenta as etapas para atingir a redução dos resíduos onde pode ser necessário implementar modificações no processo e por vezes no produto.



Fonte: Bohn, 2003

FIGURA 2.9 – Estratégia para redução de resíduos industriais

Conforme a figura, as estratégias de redução de resíduos podem exigir alterações nos produtos, envolvendo materiais e formatos, e/ou nos processos, envolvendo tecnologias e práticas.

Materiais – substituição de matéria-prima, utilização de materiais menos tóxicos, mais biodegradáveis e com maior grau de pureza.

Formatos – permitindo melhor aproveitamento das matérias primas.

Tecnologias – utilizando tecnologias melhores, com máquinas e equipamentos mais eficientes, e uso das chamadas tecnologias limpas. Convém observar que as alterações tecnológicas caracterizam-se como uma solução a longo prazo, envolvendo estudos e pesquisas prolongadas, bem como investimentos consideráveis.

Práticas – conscientizando e capacitando as pessoas, e manutenção das máquinas e equipamentos, reduzindo vazamentos, retrabalhos, refugos, controle de inventário e segregação das correntes de resíduos etc. A adoção de boas práticas de operação num processamento industrial inclui alterações dos procedimentos organizacionais e dos aspectos institucionais (BOHN, 2003).

“A **reutilização**, ou reuso, é qualquer prática ou técnica que permite a reutilização do resíduo, sem que o mesmo seja submetido a um tratamento que altere as suas características físico-químicas” (CETESB, 1998 apud ALVES, 2003, p.28).

Portugal (2002) apud Alves (2003) afirma que a reutilização de qualquer resíduo, seja pela transformação do mesmo ou não, cria, pela nova utilização, um novo material que provavelmente teria que ser fabricado através da exploração de mais matérias-primas e de energia.

A reutilização dos resíduos é uma medida que deve ser adotada visando mais do que o lucro financeiro, devem ser considerados ainda os seus benefícios ambientais. Com o reaproveitamento dos resíduos, diminui-se a necessidade de utilização dos recursos naturais e reduz-se a poluição causada pela sua destinação, ou seja, contribui para a conservação ambiental (MOTA, 2004).

A **reciclagem**, segundo definição da CETESB (1998) apud Alves (2003, p.28), “é qualquer técnica ou tecnologia que permite o reaproveitamento de um resíduo após o mesmo ter sido submetido a um tratamento que altere as suas características físico-químicas”. A reciclagem permite o reaproveitamento do resíduo como insumo no mesmo processo que causou a sua geração, ou em um diferente daquele.

Com a reciclagem obtém-se um resgate daqueles resíduos que ainda podem ter utilidade e, desta forma, reduz-se a quantidade de resíduos que terão que ser adequadamente dispostos. Retira-se ainda da massa de resíduos a ser disposta, aqueles materiais mais resistentes a um tratamento biológico e/ou que seriam problemáticos para um tratamento térmico. Pode-se entender a reciclagem como uma forma de recuperação

energética uma vez que, com a reciclagem, exige-se menos energia para a produção de materiais do que usando matéria-prima virgem e, portanto, economiza-se energia ou, ainda, deixa-se de gastá-la (TEIXEIRA, 2000 apud ALVES, 2003, p.29).

Os fatores que favorecem a opção por reciclar são:

- Redução substancial dos volumes a serem descartados;
- recuperação de valores contidos nos resíduos;
- redução da extração de matérias-primas virgens, e outros (BOHN, 2003, p.31).

Assim, para recuperar um material, o seu preço de venda deve ser menor ou igual ao preço de mercado ou então é mais barato recuperá-lo que transportá-lo e tratá-lo ou dispô-lo adequadamente (CETESB, 1993).

2.6.3. Geração

A geração de resíduos sólidos industriais é o primeiro tópico de um sistema de gerenciamento, porém, apesar da utilização de práticas de produção mais limpa, todo processo industrial ainda gera algum tipo de resíduo. Contudo, algumas ferramentas para este gerenciamento podem ser utilizadas para auxiliar na redução ou até eliminação de resíduos na geração, que são a emissão zero e as auditorias de redução de resíduos.

A iniciativa para a pesquisa em emissão zero – *Emissions Research Initiative* (ZERI) – é uma magna visão de futuro. Esta metodologia desenvolve propostas de transformação dos processos de produção, atualmente baseados em fluxos lineares, para processos de produção em redes produtivas, que imitam o equilíbrio ecológico, assim como as trocas de energia dentro dos ecossistemas, buscando ganhos de produtividade, por meio do melhor aproveitamento da matéria-prima.

A auditoria de redução de resíduos é outra ferramenta que facilita o gerenciamento dos diferentes tipos de resíduos gerados. Este procedimento deve buscar continuamente respostas para cinco perguntas básicas: Onde o resíduo é gerado? Quanto de resíduo é gerado? Qual a composição do resíduo gerado? Como pode ser reduzida a quantidade de resíduo gerado? Qual a melhor saída para o gerenciamento do resíduo remanescente?

A partir das respostas é possível identificar as fontes de geração de resíduos e a qualidade e composição dos mesmos a partir de suas fontes e estimar a redução na geração de resíduos - redução na fonte (PINTO, 2004).

2.6.4. Caracterização

A realização da caracterização dos resíduos deve ser feita com o intuito de se definir um objetivo para a mesma. Normalmente, o principal objetivo é definir a forma de disposição final dos resíduos sólidos gerados, e avaliar a implantação de algum sistema de tratamento de resíduos, viabilizando o aproveitamento de materiais orgânicos e inorgânicos (STECH,1990 apud OLIVEIRA, 1999).

É extremamente necessário o conhecimento das características de um resíduo, principalmente os perigosos, para que o método de tratamento mais adequado seja escolhido. Algumas dessas características são: origem; estado físico (sólido, líquido ou pastoso); constituintes e suas faixas de concentração; classe que pertence e os custos operacionais.

As características dos resíduos sólidos industriais são muito variadas, ficando na dependência da matéria prima utilizada, do tipo de processo, das tecnologias utilizadas, entre outros fatores.

2.6.5. Manuseio

O manuseio é um processo que envolve a manipulação e movimentação do resíduo desde seu local de origem até seu tratamento ou disposição final. Portanto, as operações de segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento e transporte, apesar de se apresentarem em diversas formas e extensões, estão incluídos nesse contexto (LORA, 2002 apud PINTO, 2004).

De forma alguma o correto manuseio pode ser desconsiderado e negligenciado, pois representa grave risco ao homem e ao meio ambiente. Realizá-lo de forma correta é menos oneroso que a recuperação dos recursos naturais possivelmente contaminados (CNTL, 2001 apud MAGALHÃES, 2006).

Um fator importante a ser considerado em todas as etapas do gerenciamento de resíduos é o treinamento, sendo que na etapa de manuseio, esse treinamento recebe atenção especial devido à maior possibilidade de contaminação do próprio operário, que deve ser informado sobre o uso dos equipamentos de proteção individual colocados a sua disposição e, principalmente, quanto aos procedimentos de emergência em caso de acidentes ou derramamentos.

2.6.6. Segregação

Uma das etapas fundamentais do gerenciamento de resíduos é a separação correta e criteriosa, permitindo a diferenciação do tratamento, economizando os recursos despendidos e facilitando a reciclagem. O procedimento de segregação evita, de forma importante, a mistura de resíduos incompatíveis e reduz o volume de resíduos perigosos que deverão ser tratados. É relevante considerar os itens a seguir:

- Evitar misturar resíduos líquidos com resíduos sólidos;
- A separação deve ser realizada no local de origem;
- Separar resíduos que possam gerar condições perigosas quando combinados (CNTL, 2001 apud MAGALHÃES, 2006).

A segregação dos resíduos dentro da indústria e nos locais de tratamento ou disposição é de suma importância para o gerenciamento de resíduos sólidos e tem como objetivos básicos: evitar a mistura de resíduos incompatíveis, contribuir para o aumento da qualidade dos resíduos que possam ser recuperados ou reciclados ou diminuir o volume de resíduos perigosos ou especiais a serem tratados ou dispostos.

A mistura de dois ou mais resíduos incompatíveis pode ocasionar reações indesejáveis ou incontroláveis que resultem em consequências adversas ao homem, ao meio ambiente, aos equipamentos e mesmo à própria instalação industrial. A extensão dos danos dependerá das características dos resíduos, das quantidades envolvidas, do local de estocagem e do tipo de reação (CETESB, 1993, p.32).

Na figura 2.10 é apresentado um quadro de incompatibilidade de resíduos que deve ser consultado sempre que um programa de estocagem ou de disposição for estabelecido.

1	Ácidos Minerais Oxidantes	1																	
2	Bases Cáusticas	C	2																
3	Hidrocarbonetos Aromáticos	C F		3															
4	Orgânicos Halogenados	C F GT	C GI		4														
5	Metais	GI C F			C F	5													
6	Metais Tóxicos	S	S								6								
7	Hidrocarbonetos Alifáticos Saturados	C F																	7
8	Fenóis e Cresóis	C F																	8
9	Agentes Oxidantes Fortes		C	C F		C F	C												9
10	Agentes Redutores Fortes	C F GT			C GT								GI C	C F E					10
11	Água e Soluções Aquosas	C			C E		S											GI GT	11
12	Substancias que reagem com água	Extremamente Reativo: não misturar com nenhum produto químico ou resíduo																	12

E – Explosivo
 F – Fogo
 GI – Gás Inflamável
 GT – Gás Tóxico
 C – Geração de Calor
 S – Solubilização de Toxinas

Fonte: CETESB, 1993

FIGURA 2.10 – Quadro de incompatibilidades de resíduos

Uma das formas de fazer a segregação dos resíduos é a coleta seletiva. Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 275, que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva, os padrões de tons para os resíduos são:

- Azul - papel e papelão;
- Vermelho – plástico;
- Verde – vidro;
- Amarelo - metal;
- Preto – madeira;

- Laranja – resíduos perigosos;
- Branco – resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- Roxo – resíduos radioativos;
- Marrom – resíduos orgânicos;
- Cinza – resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação (BRASIL, 2001).

2.6.7. Acondicionamento

O acondicionamento depende do tipo de resíduo, forma de tratamento e/ou disposição final e do tipo de transporte utilizado. Para a forma de acondicionamento deve-se observar:

- Resistência física a pequenos choques;
- Durabilidade;
- Material de construção compatível com os resíduos;
- Estanqueidade;
- Compatibilidade com os equipamentos de transporte em termos de forma, volume e peso (MAGALHÃES, 2006).

Os recipientes a serem utilizados para acondicionamento de resíduos sólidos devem ser construídos com material compatível com os resíduos; ser estanques, ou seja, ter capacidade de conter os resíduos no seu interior; apresentar resistência física a pequenos choques; ter durabilidade e compatibilidade com equipamento de transporte em termos de forma, volume e peso.

A escolha do tipo de recipiente mais adequado para um caso mais especificado irá depender basicamente das características do resíduo, das quantidades geradas, do tipo de transporte a ser utilizado da necessidade ou não de tratamento e da forma de disposição a ser adotado (CETESB, 1993, p.34).

2.6.8. Coleta

A coleta é uma etapa que está intimamente ligada ao acondicionamento, pois muitas vezes o tipo de recipiente utilizado determina como se fazer a coleta. Uma atenção especial deve ser dada à coleta de resíduos Classe I – Perigosos, devido à sua

periculosidade, sendo que nas indústrias normalmente existem padrões e procedimentos para esse fim.

De acordo com Cunha e Caixeta Filho (2002), a coleta normalmente pode ser classificada em dois tipos de sistemas: sistema especial de coleta, onde estão presentes os resíduos contaminados; e sistema de coleta de resíduos não contaminados. A coleta neste último sistema pode ser realizada de maneira convencional, onde os resíduos são encaminhados para o destino final, ou de forma seletiva, onde os resíduos recicláveis são encaminhados para locais de tratamento e/ou recuperação apropriados.

2.6.9. Transporte interno

O transporte interno de resíduos é também fator de risco para toda instalação industrial. A elaboração de um sistema de transporte interno deve considerar pelo menos: necessidade de rotas pré estabelecidas; utilização de equipamento de proteção individual (EPI); equipamentos compatíveis com o volume, peso e forma do material a ser transportado; pessoal familiarizado com esses equipamentos (treinado e qualificado) e determinação de áreas de riscos para equipamentos especiais (CETESB, 1993, p.35).

2.6.10. Armazenamento de resíduos

A NBR 11174 e a NBR 12235 tratam do armazenamento de resíduos não perigosos e perigosos respectivamente.

A NBR 12235 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define:

Armazenamento de resíduos é a contenção temporária de resíduos em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, a espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda as condições básicas de segurança (ABNT, 1992).

Em relação à proteção ambiental, deve-se verificar a necessidade de adoção de medidas tais como: impermeabilização inferior da área; colocação de cobertura; instalação de sistemas de drenagem de águas pluviais e de líquidos percolados e derramamentos acidentais; construção de bacias de contenção e de poços de monitoramento de qualidade de águas subterrâneas (CETESB, 1993, p.36).

Quanto às condições de segurança da área de armazenamento, esta deve possuir um sistema de isolamento tal que impeça o acesso de pessoas estranhas; sinalização de

segurança que identifique a instalação para riscos de acesso ao local; áreas definidas, isoladas e sinalizadas para armazenamento de resíduos compatíveis; dispor de iluminação e força para ações em situações de emergência; dispor de um sistema de comunicação; ter os acessos externos e internos em boas condições de tráfego (CETESB, 1993).

2.6.11. Transporte externo

Os resíduos sólidos apresentam uma característica bastante peculiar, pois ao contrário dos resíduos líquidos e gasosos, necessitam ser transportados mecanicamente do ponto de geração ao local de tratamento ou disposição. Existem basicamente três modalidades de transporte associada aos resíduos sólidos que são: marítimo ou fluvial, ferroviário e rodoviário (CETESB, 1993, p.39).

O meio de transporte predominante no Brasil é o rodoviário. A adoção desse transporte e a escolha de um determinado equipamento devem considerar pelo menos:

- A falta de outra modalidade mais segura e barata;
- A habilidade e o nível de treinamento dos motoristas;
- A adequação do equipamento ao peso da carga, a sua forma e estado físico;
- O estado de conservação do veículo e do compartimento de carga;
- A reatividade química do resíduo;
- A existência de “kits” de emergência específicos para a carga a ser transportada (CETESB, 1993, p.40).

O transporte de resíduos perigosos deve ter um sistema de controle de resíduos através do uso e apresentação de formulário próprio que permita conhecer e controlar a forma de destinação dada pelo gerador, transportador e receptor de resíduos, para evitar a destinação não ambientalmente correta (ARAÚJO, 2001 apud PINTO, 2004).

2.6.12. Tratamento

Nas refinarias, das operações de processamento do petróleo resultam diversos tipos de resíduos que, mesmo em pequenas quantidades, requerem cuidados. Inovações tecnológicas vêm permitindo a reutilização de resíduos sólidos e efluentes líquidos resultantes das operações de produção. Os cuidados no refino são muito importantes, por isso as refinarias têm desenvolvido sistemas de tratamento para todos os efluentes.

Define-se tratamento de resíduos sólidos qualquer processo que altere as características, a composição ou as propriedades do resíduo, de maneira a reduzir a quantidade ou o seu potencial poluidor, transformando-o em material inerte ou biologicamente estável, permitindo assim que a disposição final no solo ou a destruição provoque menor impacto no meio ambiente (ZVEIBIL, 2001 apud OLIVEIRA, 2006).

De acordo com Oliveira (2006), é comum proceder ao tratamento de resíduos sólidos visando a sua reutilização ou, no mínimo, a sua inertização. Contudo, dada a grande diversidade dos resíduos, não existe um processo pré-estabelecido, há sempre a necessidade de realizar pesquisa e desenvolvimento de processos economicamente viáveis.

Os inúmeros processos de tratamento de resíduos sólidos existentes no mercado podem ser agrupados em quatro classes, a saber: (i) processos de tratamento físicos; (ii) processos de tratamento químicos; (iii) processos de tratamento biológicos; e (iv) processos de tratamento térmicos (LORA, 2002 apud OLIVEIRA, 2006, p.11-12).

Segundo Bohn (2003, p. 32), os tratamentos físicos são utilizados para reduzir o volume ou imobilizar componentes perigosos. São operações de secagem, centrifugação, decantação, floculação, filtração, absorção, adsorção, destilação, concentração. Estes processos não são recentes, mas têm sido recentemente aperfeiçoados com equipamentos e tecnologias mais eficientes.

“Os tratamentos químicos alteram a constituição do resíduo, visando eliminar componentes tóxicos, por outros mais estáveis. Os exemplos mais normais são operações de oxidação, redução e precipitação”.

“Os processos biológicos são aqueles onde se utilizam microorganismos para acelerar a degradação biológica de resíduos com elevada carga orgânica. Utilizam-se microorganismos cultivados industrialmente ou microorganismos já existentes”.

Os processos térmicos são aqueles que se baseiam na decomposição térmica dos resíduos, na presença ou não de oxigênio, com o objetivo de torná-los menos volumosos, menos tóxicos ou atóxicos, ou em alguns casos, eliminá-los.

“O tratamento de resíduos apresenta soluções de processamento dos mesmos com três objetivos principais: i) eliminar ou reduzir a periculosidade, ii) fixar os resíduos perigosos em materiais insolúveis ou, iii) reduzir o volume para facilitar o acondicionamento” (BOHN, 2003, p.32).

Dentre os processos mais utilizados para o tratamento dos resíduos sólidos, destacam-se a incineração, processo térmico amplamente recomendado para a destruição de muitos resíduos; o encapsulamento (processo físico), utilizado para a disposição de resíduos industriais em aterros; o *landfarming* e a biopilha (processos biológicos), amplamente utilizados para a degradação de borras oleosas (LORA, 2002 apud OLIVEIRA, 2006, p.12).

“No que se refere à eficiência do tratamento para os resíduos sólidos, geralmente os tratamentos químicos e físicos não apresentam uma solução ideal, pois podem levar à geração de novos efluentes e/ou resíduos que também são ambientalmente indesejáveis”.

“Bons resultados, em termos de destruição dos resíduos sólidos, vêm sendo apresentados pela técnica de decomposição térmica, que ao contrário das tecnologias que utilizam os processos biológicos, químicos e físicos, é menos dependente do tipo de resíduo que será tratado” (OLIVEIRA 2006, p.12).

A seguir, alguns tipos de tratamento de resíduos sólidos industriais.

2.6.12.1. Incineração

Uma definição para incineração, da NBR 11175 – Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), é o processo de oxidação à alta temperatura que destrói ou reduz o volume ou recupera materiais ou substâncias (ABNT, 1990).

A incineração utiliza energia térmica visando destruir o resíduo, transformando-o em cinzas ou reduzir-lhe drasticamente o volume ou ainda, gerar energia, no caso de resíduos combustíveis. As preocupações principais se prendem aos gases emitidos pela combustão e a destinação final das cinzas e dos particulados retidos nos sistemas de lavagem dos gases (BOHN, 2003, p.32).

A incineração é uma das alternativas mais empregadas para destruição dos componentes perigosos de resíduos sólidos de características orgânicas e a melhor solução de tratamento para resíduos altamente persistentes, tóxicos, inflamáveis, óleos contaminados e solventes, entre os quais muitos são gerados pela indústria de refino.

Os incineradores apresentam uma Eficiência de Destruição e Remoção (EDR) muito alta, em torno de 99,99% para o principal composto orgânico perigoso (PCOP), o

que mostra o grande uso dessa técnica (FREEMAN, 1998; NEMEROW, 1984 apud PINTO, 2004).

2.6.12.2. Pirólise

A pirólise consiste na destruição térmica do resíduo a alta temperatura em atmosfera inerte (sem ou com pouco oxigênio). Como resultado deste processo, são obtidos: um produto sólido carbonáceo, líquidos, óleos, água e gases combustíveis.

O processo de pirólise se dá em duas etapas: os primeiros passos, a uma temperatura entre 400 a 800 °C, são a volatilização e a decomposição parcial do material perigoso e do material sólido inorgânico residual, se presente. Em seguida a incineração do material sólido inorgânico residual, se presente. Depois ocorre a incineração, a uma temperatura entre 1.100 a 1.400 °C, do material volátil, produzindo dióxido de carbono (CO₂) e água (FREEMAN, 1998; LAGREGA et alii, 2001; LORA, 2002; NEMEROW, 1984; ROSS, 1968 apud PINTO, 2004).

2.6.12.3. Co-processamento

Co-processamento, segundo a Resolução nº 264, do CONAMA, de 24 de agosto de 1999, é assim definido:

Co-processamento de resíduos em fornos de produção de clínquer é a técnica de utilização de resíduos sólidos industriais a partir do processamento desses como substituto parcial de matéria-prima e ou de combustível no sistema forno de produção de clínquer, na fabricação de cimento (CONAMA, 1999).

O resíduo atua como combustível, sendo o seu conteúdo energético aproveitado no processo de fabricação do cimento ou artefato cerâmico. As cinzas resultantes são incorporadas ao produto final. Dependendo das características do resíduo, pode ser misturado ao clínquer ou à massa de argila (alto teor de sólidos), para facilitar o manuseio ou, ainda, pode ser queimado diretamente no maçarico.

O processo de co-processamento utiliza alguns resíduos específicos, sendo que os mais comumente utilizados são: pneumáticos; resíduos do revestimento gasto de cubas dos processos de fabricação do alumínio; coque de petróleo; serragem de madeiras; óleos usados; borras de tintas; escórias de processos metalúrgicos e lodos de estações de tratamento de efluentes líquidos (ETE) contendo metais pesados (PINTO, 2004).

2.6.12.4. Sistema Landfarming

Sistemas *landfarming* são sistemas de tratamento de resíduos que, através das propriedades físicas e químicas do solo, e da intensa atividade microbiana existente neste meio, promovem a biodegradação, a destoxificação, a transformação e a imobilização dos constituintes dos resíduos tratados, minimizando os riscos de contaminação ambiental. Em português, como não se dispõe de um termo que seja específico, tem-se utilizado a denominação Sistemas de Tratamento de Resíduos no Solo (STRS) (CETESB, 1993, p.116).

O que caracteriza este sistema e que o torna bastante atraente são os baixos custos de implantação e operação envolvidos e por possibilitar o tratamento e disposição final simultânea de uma ampla variedade de resíduos, inclusive líquidos e resíduos perigosos (Classe I). Além do mais, não prevê a utilização de impermeabilizações com camadas de argila ou mantas sintéticas ou a implantação de sistemas de coleta de líquidos percolados.

Nestes sistemas, o tratamento é feito através da aplicação controlada dos resíduos na superfície ou no interior do horizonte superficial do solo, acompanhada por práticas de manejo e monitoramento constantes, que possibilitem a alteração do estado físico, químico e biológico dos resíduos através dos processos de transformação e degradação que ocorrem no solo, sem causar danos ao meio ambiente (CETESB, 1993, p.116).

Têm-se alguns aspectos positivos da adoção de sistemas de tratamento de resíduos no solo, que são:

- A curto prazo, os resíduos mantêm-se na superfície, o que possibilita correções de qualquer problema constatado;
- A longo prazo a manutenção é pequena já que os compostos orgânicos devem ser biodegradáveis e o acúmulo de metais se restringe à superfície;
- Muitos resíduos são passíveis de serem tratados a relativo baixo custo de implantação e operação, inclusive resíduos perigosos (CETESB, 1993, p.116).

2.6.12.5. Lavagem

O resíduo é submetido a uma lavagem com água para remover o contaminante. O processo de remoção é feito pela solubilização ou suspensão dos contaminantes na fase líquida ou pela sua concentração nas frações mais finas do resíduo. Para aumentar a

remoção dos contaminantes, podem ser adicionadas substâncias, tais como surfactantes. No caso de contaminação por metais, são usados agentes quelantes e controle de pH.

2.6.12.6. Estabilização e Solidificação

A estabilização consiste em um estágio de pré-tratamento através do qual os constituintes perigosos de um resíduo são transformados e mantidos nas suas formas menos solúveis ou menos tóxicas. Tais transformações se dão por meio de reações químicas que fixam elementos ou compostos tóxicos em polímeros impermeáveis ou em cristais estáveis. Quanto às características físicas do resíduo, estas podem ou não ser alteradas e melhoradas (CETESB, 1993).

“A solidificação, por sua vez, é uma forma de pré-tratamento que gera uma massa sólida monolítica de resíduo tratado, melhorando tanto a sua integridade estrutural, quanto as suas características físicas, tornando assim mais fáceis o manuseio e o transporte”.

Portanto, a estabilização/solidificação tem como objetivos melhorar as características físicas e de manuseio dos resíduos, diminuir a área superficial através da qual possa ocorrer a transferência ou perda de poluentes, limitar a solubilidade ou detoxificar quaisquer constituintes perigosos contidos no resíduo (CETESB, 1993, p.86).

2.6.12.7. Compostagem

Processo que utiliza microorganismos para a degradação do conteúdo orgânico presente no resíduo, desde que seja biodegradável. Mais indicado para o tratamento de resíduos orgânicos, o qual é misturado a materiais estruturantes, tais como: cavacos de madeira e resíduos animais e vegetais, visando manter uma boa permeabilidade. Normalmente são adicionados nutrientes e o pH e a umidade são corrigidos e controlados, para estimular a atuação dos microorganismos nativos do solo. A mistura é disposta em pilhas. A degradação do resíduo pode ser realizada por aerobiose ou anaerobiose. O aporte de oxigênio pode ser feito através de revolvimento periódico, por sistema de aeração a vácuo ou convecção forçada.

2.6.12.8. Biopilhas

A tecnologia de biopilhas envolve a construção de células ou pilhas de solo contaminado de forma a estimular a atividade microbiana aeróbica dentro da pilha através de uma aeração muito eficiente. A atividade microbiana pode ser aumentada pela adição de umidade e nutrientes como nitrogênio e fósforo. As bactérias degradam os hidrocarbonetos

adsorvidos nas partículas de solo, reduzindo assim suas concentrações. Tipicamente, as biopilhas são construídas sobre uma base impermeável para reduzir o potencial de migração dos lixiviados para o ambiente subsuperficial (GUIMARÃES, 2007).

Especificamente, a técnica de biopilha oferece as seguintes desvantagens: pode não ser efetiva para altas concentrações de contaminantes (> 50.000 ppm de hidrocarbonetos totais de petróleo – TPH), concentrações superiores a 2.500 ppm de metais pesados inibem o crescimento microbiano, constituintes muito voláteis tendem a evaporar ao invés de serem biodegradados e a geração de vapor durante a aeração pode requerer tratamento antes do descarte para a atmosfera (GUIMARÃES, 2007, p. 47).

2.6.12.9. Biorremediação

Biorremediação é um processo que utiliza microorganismos, tais como leveduras, bactérias e fungos presentes no solo, para extrair, dissolver contaminantes como óleos, gasolina, detergentes e hidrocarbonetos, tornando-se inofensivos.

Biorremediação é um processo atrativo tendo em vista seu custo, sua eficiência e o benefício da mineralização dos poluentes em CO₂ e H₂O. Esta tecnologia acelera a ocorrência natural da biodegradação sobre boas condições como suprimento de oxigênio, temperatura, pH, a presença ou a adição de população microbiana conveniente e nutrientes, conteúdo de água e mistura. A biorremediação tem firmado sucesso em várias aplicações em solos contaminados com petróleo (TRINDADE, SOBRAL, RIZZO, LEITE E SORIANO, 2005 apud MAGALHÃES, 2006, p.18).

Vale ressaltar, segundo Pinto (2004), que a eficiência da biorremediação é melhor na presença de pequenas quantidades de contaminantes, pois a atividade microbiana pode ser inibida por fatores como elevadas concentrações de metais pesados, substâncias orgânicas tóxicas e sais inorgânicos.

2.6.13. Disposição Final

Dentre as formas de destinação final de resíduos sólidos industriais, incluem-se a disposição em aterros de resíduos não perigosos (para resíduos Classe II A – Não inertes e resíduos Classe II B – Inertes); aterros para resíduos perigosos (para resíduos Classe I – Perigosos); a injeção em poços profundos; disposição em minas abandonadas; descargas nos oceanos, entre outras (CETESB, 1993).

Segundo Mariano (2001, p.153), a destinação adequada a ser dada aos resíduos sólidos ainda é um problema que preocupa os engenheiros ambientais. A grande diversidade dos resíduos industriais, assim como a diferença nas concentrações dos poluentes em cada um deles, dificulta a escolha da melhor solução para cada caso. Muitas vezes, uma diferença sutil entre dois resíduos de mesma origem (como teor de umidade, por exemplo) pode inviabilizar o uso de uma mesma solução para ambos.

“Além disso, fatores econômicos também exercem grande influência na adoção das estratégias de destinação dos resíduos industriais, assim como a legislação ambiental vigente na região em que os mesmos são gerados” (MARIANO, 2001, p.153).

“Atualmente a disposição em aterros é apenas indicada para resíduos inertes e não perigosos e cuja recuperação não compensa. Os aterros industriais requerem impermeabilização rigorosa na sua base, com materiais que funcionem como barreiras. Também a cobertura aérea é necessária para evitar a infiltração de água da chuva” (BOHN, 2003, p.33). Ressalta-se que esta opção só deve ser considerada após terem sido descartadas as possibilidades de reciclar, reprocessar e tratar os resíduos.

Conforme o tipo, a natureza, a quantidade e o grau de periculosidade, os resíduos sólidos industriais poderão ser dispostos em:

- Aterros de resíduos industriais perigosos (ARIP) ou aterros industriais Classe I: projetados, instalados e operados especialmente para receber resíduos industriais classificados como perigosos.
- Aterros de resíduos não perigosos ou aterros industriais Classe II: projetados, instalados e operados especialmente para receber resíduos industriais não inertes e inertes (CETESB, 1993).

2.6.13.1. Aterros industriais

O aterro é uma forma de disposição de resíduos no solo que, fundamentada em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, garante um confinamento seguro em termos de poluição ambiental e proteção a saúde pública. São denominados aterros industriais quando projetados e implantados especialmente para a disposição de resíduos sólidos industriais. (CETESB, 1993, p.166-167).

Os aterros ainda são muito utilizados como forma de destinação de resíduos devido ao baixo custo e a possuir tecnologia mais conhecida. Entretanto, esses aterros não servem para a disposição de todos os tipos de resíduos (CETESB, 1993). São passíveis de disposição em aterro os resíduos cujos poluentes neles contidos podem sofrer alguma forma de atenuação no solo, seja por processos de degradação seja por processos de retenção (filtração, adsorção, troca iônica, etc).

Os resíduos inflamáveis, reativos, oleosos, orgânico-persistentes ou que contenham líquidos livres não devem ser dispostos em aterros.

A NBR 8418/84 – Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos, da ABNT, define ARIP como:

Técnica de disposição de resíduos industriais perigosos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos industriais perigosos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores se for necessário (ABNT, 1984).

A questão de segurança ambiental dos aterros de resíduos industriais é de extrema importância, devendo possuir dupla impermeabilização a fim de excluir a possibilidade de contaminação do lençol freático com os lixiviados. O correto gerenciamento e a operação criteriosa do aterro são fundamentais na minimização de possíveis efeitos danosos ao meio ambiente e à saúde pública (LORA, 2002 apud MAGALHÃES, 2006).

2.6.14. Aspectos e impactos ambientais

Aspectos ambientais segundo a NBR ISO 14001 são os elementos das atividades de uma organização que podem interagir com o meio ambiente. São portanto aspectos ambientais “o que cada atividade, tarefa ou passo de seus processos capazes de influenciar o meio ambiente”. Os agentes de cada alteração constituem os aspectos ambientais da atividade, tarefa ou passo de determinado processo (ALMEIDA, 2000, p.64 apud BOHN, 2003, p.25).

“O impacto ambiental de um projeto pode ser definido como a diferença entre a situação do meio ambiente futuro (natural e social), modificada pela realização do projeto,

e a situação do meio ambiente futuro, tal como teria evoluído sem a execução do projeto” (BOLEA, 1984 apud ARIDE, 2003, p.28).

O impacto ambiental, segundo a Norma NBR 14001, é qualquer modificação do meio ambiente adversa ou benéfica, conforme tabela 8 a seguir, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais. Desta forma, o impacto ambiental é toda ação ou atividade, quer adversa (negativos) quer benéfica (positivos), que produz alterações em todo o meio ambiente ou apenas em alguns de seus componentes, como também por uma atividade natural (enchentes, terremotos e outras) ou antrópica (através da ação do homem com lançamento de efluentes, desmatamentos, etc). De acordo com o tipo de alteração, pode ser ecológica, social ou econômica (MANÇÚ, 2008, p.48).

TABELA 8 – Diferenciação entre Aspecto e Impacto Ambiental

ATIVIDADE	ASPECTO	IMPACTO
Injeção de água doce em reservatório de petróleo.	Mudança do fluido de injeção para reduzir e / ou eliminar o volume injetado.	Conservação de Recursos Naturais. Impacto (+)
Transferir petróleo.	Vazamento potencial ou acidental.	Contaminação do solo, ar, água. Impacto (-)

Fonte: Mançú, (2008) – adaptado da Petrobrás

Uma vez definidos os impactos ambientais, é necessário determinar sua importância. Para avaliá-la, deve-se observar os seguintes fatores:

- A escala do impacto;
- Sua gravidade;
- A probabilidade de sua ocorrência;
- A duração do impacto (ABNT, 1996 apud MAGALHÃES, 2006).

O ANEXO A mostra alguns aspectos e impactos ambientais da Lubnor, a significância dos impactos, bem como as ações de controle a serem tomadas.

2.7. Legislação relacionada a resíduos sólidos

Até a década de 70 a legislação ambiental se limitava a algumas normas dispersas que tratavam da saúde pública e da proteção à fauna e à flora.

Em 1981, aconteceu um marco na legislação ambiental brasileira, com a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação, causando significativa alteração nas apurações das

responsabilidades provenientes de danos ambientais na área cível, impondo ao poluidor a obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados ao meio ambiente (PINTO, 2004).

A Constituição Federal de 1988, no seu Título VIII, que trata da Ordem Social, dedica o Capítulo VI ao meio ambiente, onde, no artigo 225, dispõe seu *caput*:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e para futuras gerações.

Com isso, o Brasil passa a ser o primeiro país a adotar na sua Constituição o Princípio do Desenvolvimento Sustentável, dando caráter legal a sua aplicabilidade. O parágrafo 3º, do artigo 225, estabeleceu que:

As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente de obrigação de reparar os danos causados.

Esta norma constitucional iniciou as responsabilidades nas esferas administrativas, civil e criminal das pessoas físicas ou jurídicas, pois determinadas condutas podem configurar um crime ou contravenção penal, evoluindo ainda no sentido de atribuir a mesma importância tanto ao ressarcimento quanto à reparação. O instituto que torna possível essa função reparatória é o da responsabilidade civil. Para reparar o prejuízo sofrido e reduzir ao máximo os efeitos daquela agressão, a responsabilização na esfera civil alcança o dano cometido, pois a preocupação imediata consiste na possibilidade de reparação. Se for irreparável, o dano será compensado por indenização (MARTINI JÚNIOR e GUSMÃO, 2003 apud PINTO, 2004).

Atualmente a legislação brasileira é bastante completa e avançada e enfoca três ângulos:

- A regulamentação dos locais de produção, para atuar na origem do problema;
- A regulamentação dos produtos, restringindo o uso de certos materiais perigosos.
- A regulamentação das condições ambientais, limitando em casos extremos atividades que possam afetar o meio ambiente.

A seguir serão citados os princípios mais relevantes da legislação:

- a) Quem gera o resíduo ou causa impacto nocivo sobre o meio ambiente é responsável pelos custos da sua remediação (conhecido como Princípio Poluidor-Pagador)
- b) O gerador de um resíduo responde por tempo indefinido por ele, mesmo que seja transferido de local, mudado de mãos ou de depositário, mudado de forma enquanto mantiver suas características nocivas.
- c) A empresa que cause um dano é responsável por ele independente da comprovação da culpa ser sua ou de terceiros, como funcionários e fornecedores.
- d) Para realizar uma obra potencialmente poluidora é necessária a realização de estudos do impacto ambiental que a mesma poderá causar (BOHN, 2003).

A seguir serão apresentadas, de forma resumida, algumas resoluções e normas relativas ao tema resíduos sólidos industriais.

Resolução CONAMA N° 257

Estabelece a obrigatoriedade de procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos.

Em seu artigo 1º, estabelece que as pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada.

O artigo 8º diz que ficam proibidas as seguintes formas de destinação final de pilhas e baterias usadas de quaisquer tipos ou características:

- I - lançamento “in natura” a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais;
- II - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações ou equipamentos não adequados, conforme legislação vigente;

III - lançamento em corpos d'água, praias, manguezais, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, em redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação.

Resolução CONAMA N° 275

Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

Em seu ANEXO, estabelece o padrão de cores dos coletores e seus respectivos resíduos.

- AZUL: papel/papelão;
- VERMELHO: plástico;
- VERDE: vidro;
- AMARELO: metal;
- PRETO: madeira;
- LARANJA: resíduos perigosos;
- BRANCO: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- ROXO: resíduos radioativos;
- MARROM: resíduos orgânicos;
- CINZA: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

O objetivo das principais normas da ABNT referente ao tema resíduos sólidos industriais são mostradas a seguir:

NBR 10004, que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.

NBR 10157, que fixa as condições mínimas exigíveis para projeto e operação de aterros de resíduos perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas.

NBR 11174, que fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classe II-não inertes e classe III-inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.

NBR 11175, que fixa as condições exigíveis de desempenho do equipamento para incineração de resíduos sólidos perigosos, exceto aqueles assim classificados apenas por patogenicidade ou inflamabilidade.

NBR 12235, que fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos (todos e quaisquer resíduos classe I) de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.

O ANEXO B traz uma tabela contendo a legislação federal e estadual relativa aos aspectos e impactos ambientais, sendo estes relacionados à indústria de petróleo.

2.8. A Lubnor - Lubrificantes e Derivados de Petróleo do Nordeste

Lubnor é o nome fantasia da Unidade de Refino da Área de Negócios do Abastecimento da PETROBRAS.

2.8.1. História e localização

A PETROBRAS, empresa de economia mista e capital aberto, diante do contexto favorável de expansão socioeconômica do Estado, decidiu, na década de 60, investir na implantação de uma fábrica de asfalto no Ceará. Desde sua inauguração, em 24 de junho de 1966, como ASFOR - Fábrica de Asfalto de Fortaleza, a PETROBRAS no Ceará vem tendo destacada atuação junto à sociedade, identificando suas necessidades e com ela interagindo, visando contribuir de forma efetiva para o desenvolvimento econômico e social do Estado e dos municípios que integram a região metropolitana de Fortaleza.

A Lubnor está situada numa área de 40 hectares, dentro da zona portuária de Fortaleza, na Esplanada do Mucuripe, a apenas oito quilômetros do Centro da capital cearense. Esta área é servida pelas redes portuária, ferroviária e por diversas rodovias. A escolha do local foi determinada pelo fato de Fortaleza ser considerada o centro dessa região geocêntrica, oferecendo novas oportunidades às empresas locais e possibilitando acelerar o desenvolvimento da região.

2.8.2. Dados gerais

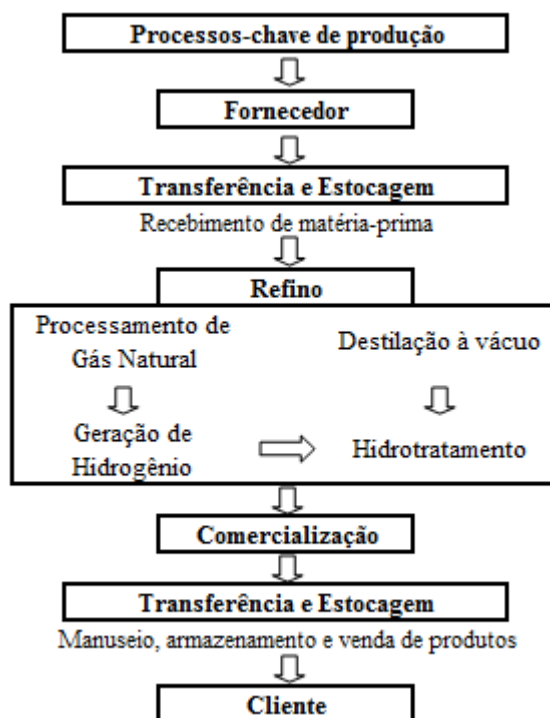
Inicialmente, a unidade processava 450 m³/dia de petróleo. Ao longo dos anos, o parque industrial da Lubnor passou por várias ampliações e instalação de novas unidades, alcançando hoje 1.300 m³/dia (capacidade máxima) e uma expressiva diversificação de produtos na direção de produtos de maior valor agregado.

A Lubnor, em sintonia com o avanço da qualidade da gestão, participa, desde 1995, do processo de certificação pelas normas ISO, hoje compreendendo uma única certificação integrada nas normas ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001, processo integrado, coordenado pelo Abastecimento e sistematicamente monitorado pelos ciclos de avaliação da qualidade da gestão.

As instalações industriais foram planejadas e têm sido operadas com a orientação clara de atender à demanda regional dos seus principais produtos, ou seja, os asfaltos, atendendo 100% da demanda do Ceará e dos estados circunvizinhos e parte da demanda da região Norte. A Unidade de Lubrificantes Naftênicos (ULUB) atende a demanda nacional destes produtos, porém, a participação no mercado se inverte, sendo a demanda local menor, algo em torno de 20 % da produção, e o restante destina-se ao mercado do Centro-Sul.

Os requisitos quanto à segurança e ao meio ambiente estão sujeitos aos aspectos legais ditados por órgãos públicos como a Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE), bem como normas e princípios que emanam da própria Petrobras. O compromisso da Lubnor com a preservação do meio ambiente, da vida e do bem-estar das pessoas afetadas pelos seus processos e produtos tem, na prática, excedido o cumprimento das normas e isto está explicitado na Política de Gestão do Abastecimento.

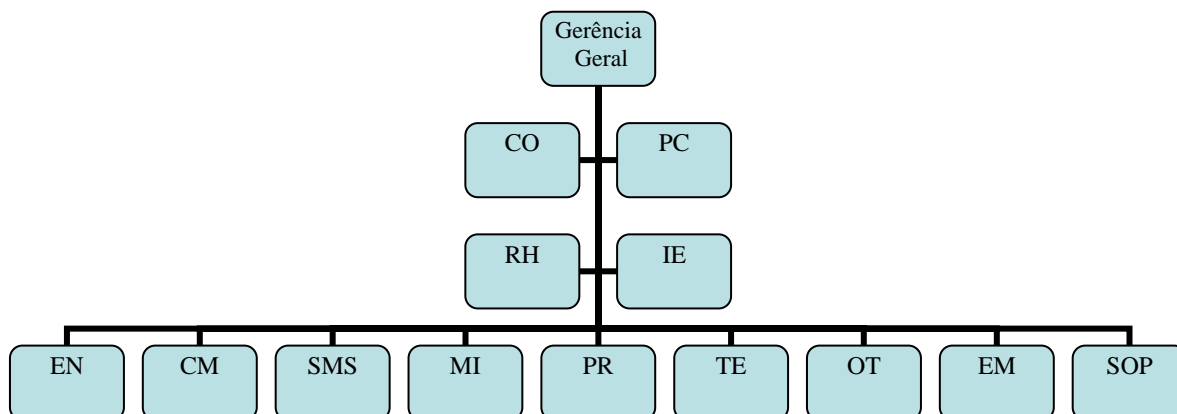
Os processos-chave de produção são a transferência e estocagem e o refino, apresentados de forma esquemática na figura 2.11. A Lubnor possui geração de energia elétrica própria, através de um turbo gerador. Mantém um contrato para fornecimento de energia elétrica com a concessionária COELCE para a complementação da geração de energia.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009
 FIGURA 2.11. Processos chave da Lubnor

2.8.3. Estrutura organizacional da Lubnor

O fluxograma da figura 2.12 mostra a estrutura organizacional da Lubnor em nível gerencial.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009
 FIGURA 2.12 – Organograma da Lubnor 2009

A Comunicação (CO) atua no relacionamento da unidade com os diversos públicos locais através do desenvolvimento de ações que agreguem valor ao negócio e contribuam para a consolidação da imagem da companhia. Opera em interface permanente com autoridades, entidades empresariais, comunidades científicas, jornalistas e empregados, de

modo que todos os processos sob essa área de responsabilidade atinjam os objetivos propostos.

O Planejamento e Controladoria (PC) coordena o desdobramento do planejamento estratégico, mede o desempenho econômico da Lubnor e coordena o controle do desempenho operacional, gerindo os sistemas de informações gerenciais e coordenando a análise crítica dos planos e indicadores.

Os Recursos Humanos (RH) dá sustentabilidade à organização através do desenvolvimento de seus profissionais, alinhados aos objetivos estratégicos da PETROBRAS.

A Inspeção de Equipamentos (IE) está envolvida no acompanhamento e inspeção de alguns equipamentos e máquinas industriais (condições físicas), observando a ocorrência de deterioração, avaria ou não cumprimento das especificações que regem a fabricação dos mesmos, bem como busca as causas da deterioração e determina a intensidade e a extensão destas ocorrências, visando as soluções mais adequadas para cada caso específico.

A Engenharia (EN) coordena e executa obras na Lubnor, com valores orçados até um teto pré-estabelecido, atuando em orçamento e análise de valor, estudos e projetos, arquivo técnico, automação industrial e condicionamento.

A Comercialização (CM) atua na comercialização e suprimento e derivados de petróleo na região, coordena ações de marketing e pós-venda na área de influência e promove o planejamento tributário e o cumprimento das obrigações definidas nas legislações.

A Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) adota tecnologias seguras e economicamente viáveis, que permitam o uso racional dos recursos naturais e minimizem os riscos à segurança, ao meio ambiente e à saúde, atuando em especial na prevenção da poluição.

A Manutenção Industrial (MI) abrange todas as unidades de processo, instalações prediais e sistemas de dutos. Está dividida em segmentos técnicos: instrumentação e elétrica, equipamentos estáticos e equipamentos dinâmicos.

A Produção (PR) é responsável pelo processamento de petróleo e derivados, pela produção e distribuição de utilidades (água, vapor, energia elétrica e ar comprimido) e pela

operação dos sistemas de tratamento de efluentes da unidade, para a otimização, confiabilidade das operações, segurança operacional e proteção.

A Transferência e Estocagem (TE) atua gerenciando as atividades de transferência e estocagem, ou seja, carga e descarga e abastecimento de navios, armazenagem e preparação de produtos, carregamento de caminhões tanque, transferências dutoviárias de produtos para as companhias distribuidoras.

A Otimização (OT) está envolvida no estudo de melhorias dos processos e produtos, sendo responsável por mudanças que visam a otimização da produção, atuando sempre com foco na redução de perdas. Trabalha em conjunto com o laboratório da Lubnor.

O Empreendimento (EM) coordena e executa obras na Lubnor, com valores orçados acima de um teto pré-estabelecido, atuando em orçamento e análise de valor, estudos e projetos.

O Suporte Operacional (SOP) é responsável pelo apoio a todas as unidades da Lubnor, nas operações e nos serviços que não são contemplados pelas diversas áreas.

2.8.4. Produtos

- **Asfalto.**

É material aglutinante, constituído por misturas complexas de hidrocarbonetos não voláteis de elevada massa molecular. Origina-se do petróleo, onde está dissolvido e a partir de onde pode ser obtido, seja pela evaporação natural de depósitos localizados na superfície terrestre (asfaltos naturais) seja por destilação em unidades industriais.

De acordo com sua aplicação classificam-se em dois grupos: asfaltos para pavimentação, subdivididos em cimentos asfálticos, asfaltos diluídos e emulsões asfálticas, e asfaltos industriais (asfaltos oxidados), para outros fins específicos. Na pavimentação as funções mais importantes exercidas pelo asfalto, dentre outras, são a aglutinação e a impermeabilização do pavimento.

O asfalto (CAP 50/70) da Lubnor é retirado do fundo da torre de destilação a vácuo, após a remoção dos demais destilados, sendo classificado de acordo com sua consistência, medida pela viscosidade ou pela penetração. O mesmo é utilizado em

misturas a quente com brita ou outros materiais, para pavimentação de estradas e na preparação de emulsões asfálticas e impermeabilizantes.

A Lubnor produz também os chamados asfaltos diluídos CM-30 (cura média) e CR-250 (cura rápida), que são obtidos pela mistura (diluição) do cimento asfáltico de petróleo – CAP com destilados leves. Ambos são utilizados em serviços de pavimentação e tratamento de superfícies.

- **Lubrificantes**

São produzidos a partir da hidrogenação catalítica de destilados pesados e caracterizam-se pelo baixo ponto de fluidez.

ISOVOLT (ÓLEO ISOLANTE BÁSICO NAFTÊNICO): Para uso em transformadores elétricos de todas as classes.

LUB NH-140: utilizado na formulação de graxas especiais.

LUB NH-20: utilizado na formulação de óleo de corte para a indústria metalúrgica.

LUB NH-10: utilizado em amortecedores para veículos e equipamentos pneumáticos.

- **Óleo Amaciante de Fibras (OAF)**

É produzido através de misturas de destilados leves, médios e ou pesados ou diretamente pela retirada lateral da torre de destilação

O OAF é utilizado no beneficiamento de fibras vegetais, sendo indispensável no processo de beneficiamento da fibra do Sisal. Trata-se de uma fibra dura que, para ser trabalhada adequadamente, necessita de um agente amaciante, sendo o OAF o produto que apresenta menos custo para este fim. É usado como dispersante na etapa de “penteamento”, onde a emulsão dispersante é composta de 95% de OAF e de 5% de anilina e um produto anti-mofo. O fio obtido ao final do processo contém aproximadamente 10% de OAF e 90% de fibra de Sisal

- **Óleos Combustíveis (Marine Fuel e OC-A1)**

Originam-se de frações residuais das unidades de destilação a vácuo. Outros componentes, denominados diluentes, são misturados ao resíduo para enquadrar a viscosidade dos diferentes tipos de óleos. São utilizados para fins industriais na produção de energia em turbinas a gás, e de calor em fornos e caldeiras, inclusive de navios. O

Marine Fuel (MF) é uma mistura homogênea de hidrocarbonetos, caracterizado pela viscosidade cinemática, sendo produzido de MF-30 a MF-380.

- **Gás Natural**

Mundialmente, depois de tratado e processado, o gás natural é utilizado largamente em residências, comércio, indústrias e veículos. Nos países de clima frio, seu uso residencial e comercial é predominantemente para aquecimento ambiental. Já no Brasil, seu uso residencial e comercial é na cocção de alimentos e aquecimento de água. Na indústria, o gás natural é utilizado como combustível para fornecimento de calor, geração de eletricidade e força motriz como matéria prima nos setores químico, petroquímico e de fertilizantes, e como redutor siderúrgico na fabricação de aço. Na área de transportes, é utilizado em ônibus e automóveis, substituindo o óleo diesel, a gasolina e o álcool.

- **GLP**

Gás Liquefeito de Petróleo, utilizado principalmente na elaboração de alimentos (gás de cozinha), sendo produzido através da separação das frações mais pesadas do gás natural.

2.8.5. Os resíduos sólidos da Lubnor

2.8.5.1. Gerenciamento

A Certificação pela ISO 14001 levou a Lubnor a sistematizar o gerenciamento de resíduos. O processo de sistematização avaliou e propôs ações envolvendo desde a geração, transporte interno, acondicionamento, armazenamento em área construída exclusivamente para este fim, transporte externo e disposição final dos resíduos.

A participação de todos os empregados na segregação dos resíduos com potencial reciclável tornou este processo um sucesso sob o aspecto de sustentabilidade que enfoca qualidade ambiental, justiça social e lucratividade. Graças a este processo o ambiente está mais preservado, pois a coleta seletiva viabiliza a reutilização dos materiais plásticos, papel e metais, deixando de ser retirado da natureza; promove justiça social, pois transforma a oportunidade de várias pessoas inseridas na Comunidade do Caça e Pesca que ali processam os resíduos; e lucratividade, pois deixa-se de remunerar o Estado com coleta e disposição, na medida em que estes materiais não estão sendo misturados com outros resíduos destinados ao aterro municipal.

As principais fontes de geração de resíduos industriais da Lubnor são a manutenção e limpeza de tanques, linhas e a limpeza de unidades.

Os principais resíduos gerados nestes processos são o silicato de cálcio, utilizado no revestimento dos tanques e tubulações, e destinado para blendagem e co-processamento; e os resíduos do fundo dos tanques, mais comumente chamados de borra.

O catalisador exausto é alienado por empresas que reaproveitam os metais nobres. Este resíduo surge do processo da unidade de lubrificantes.

A Lubnor está em constante processo de evolução quanto ao gerenciamento de seus resíduos, atuando com foco na minimização da geração e no encaminhamento ambientalmente correto dos mesmos. Todo descarte de resíduos da Lubnor é destinado por empresas licenciadas pela SEMACE. Após este procedimento, os resíduos são enviados para empresas especializadas em tratamento.

2.8.5.2. O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Lubnor

Possui como objetivo estabelecer os critérios e procedimentos para o Gerenciamento dos Resíduos gerados nos processos e atividades da Lubnor em condições normais de operação ou decorrente de situações de emergência. Orientar quanto ao registro, classificação, manuseio, armazenamento temporário e definitivo, permissão para movimentação e transporte, bem como, para segregação, remoção e disposição final de todo resíduo semi-sólido, sólido, oleoso ou não, de acordo com a norma NBR 10004 – Resíduos Sólidos. Tais resíduos são encaminhados para armazenagem temporária, aterro sanitário, reciclagem, conforme requisitos da legislação vigente e dentro das técnicas aceitas e aprovadas pelos órgãos ambientais tais como IBAMA e Secretarias Estaduais e Municipais do Meio Ambiente, de Vigilância Sanitária e de Segurança e Medicina do Trabalho.

A diretriz básica do gerenciamento de resíduos da UN-Lubnor é garantir a segurança do homem e do meio ambiente através da minimização da geração e do controle efetivo dos resíduos, desde a geração até a destinação ou disposição.

Todos os processos e operações industriais da Lubnor visam preferencialmente a não geração ou a minimização de geração de resíduos, sendo que a recuperação, a reutilização ou a reciclagem dos mesmos têm preferência em relação às alternativas de tratamento e disposição.

Todas as gerências da Lubnor fazem parte do programa de coleta seletiva. Há coleta segregada de materiais plásticos, papel, vidro, metal. A Lubnor destina os materiais recicláveis para ações de desenvolvimento comunitário. O processo de reciclagem de resíduos é informado à SEMACE em relatórios periódicos.

As gerências envolvidas nas operações de geração, estocagem, transporte, tratamento e disposição de resíduos devem conhecer as normas brasileiras e/ou legislações pertinentes a estes assuntos, os riscos envolvidos nestas atividades e estarem habilitadas para executar ou fiscalizar o cumprimento dos procedimentos específicos. A legislação e outros requisitos aplicáveis são mantidos atualizados conforme descrito em procedimento interno.

Todos os setores responsáveis por qualquer uma das fases da geração, manuseio, segregação, coleta, transporte, armazenamento, reciclagem, reutilização, tratamento e disposição de resíduos controlam suas atividades conforme procedimentos específicos, elaborados pelos mesmos. No item 4 são descritos, de forma resumida, alguns padrões e normas internos. As ações preventivas e corretivas a serem praticadas no caso de situações de manuseio incorreto ou acidente também constam nestes procedimentos.

Os responsáveis por atividades geradoras de resíduos movimentam-nos internamente mediante expedição de Ficha de Movimentação Interna de Resíduos (ANEXO C).

As áreas que se utilizam da contratação de serviços estarão sujeitas às mesmas obrigações definidas neste Plano. Toda firma contratada que manuseia ou gera resíduos segue o plano de gerenciamento de resíduos.

O transporte de resíduo é realizado por empresa especializada e licenciada pela SEMACE.

Os resíduos da Lubnor são destinados à empresas licenciadas pela SEMACE. Em caso de destinação final fora dos limites do Estado do Ceará, são atendidas as exigências dos órgãos ambientais dos demais estados envolvidos.

É de competência das gerências alimentarem o sistema informatizado de geração de resíduos, cujas informações são monitoradas pela gerência de SMS.

Quanto às precauções de segurança e saúde do trabalho, emergências e proteção ao meio ambiente, os resíduos perigosos são analisados antes de sua disposição final e

gerenciados quanto aos seus riscos físicos, químicos, biológicos e seu potencial de gerar acidentes, doenças, emergências e impactos ambientais adversos. O uso de EPI's é obrigatório em qualquer atividade de manuseio, transporte e armazenamento, conforme procedimentos específicos.

Nos casos de acidentes ou emergências envolvendo resíduos ou produtos perigosos, que venham ou tenham potencial de impactar adversamente o meio ambiente, a Gerência de SMS e o Supervisor de Turno - SUTUR devem ser informados de imediato para que providenciem os meios de controle adequados. Os mesmos são acondicionados em recipientes adequados de acordo com suas características. Tais recipientes recebem etiqueta para identificação de resíduos perigosos (ANEXO D).

A carga transportada para destinação final é devidamente licenciada, controlada, identificada com etiqueta para destinação final (ANEXO E) e acompanhada de documentação, conforme legislação pertinente. Antes de sair para destinação final, a carga é inspecionada. O resíduo somente é computado como destinado adequadamente mediante a assinatura no Manifesto de Transporte de Resíduo do responsável pelo recebimento na empresa receptora, a qual emite o Certificado de Destinação Final e o encaminha à PETROBRAS.

Quando houver autorização da Gerência Geral da Lubnor para o recebimento de resíduos de outros órgãos da PETROBRAS para armazenamento temporário, devem ser solicitados dos mesmos: licença ou autorização da SEMACE para transporte do resíduo.

Conforme acordo internacional do qual o Brasil é signatário, é recomendado o não recebimento e/ou o uso de produtos fornecidos acondicionados em embalagens que utilizam o CFC (clorofluorcarbono) como meio propelente. O mesmo vale para produtos acondicionados em embalagens que, no seu processo de fabricação, utilizaram esta substância química. Na Lubnor não há armazenamento de embalagens ou recipientes ligados ao uso de CFC's.

Um novo resíduo (não cadastrado no PGRS da Lubnor) deve ser identificado na fase de análise de risco de uma nova atividade ou tarefa para que seja estabelecida preventivamente a forma mais adequada para tratamento e disposição. O mesmo é classificado segundo a NBR 10004, sendo, após a identificação da classe de risco, preenchida a Ficha de Coleta de Dados do Resíduo e elaborado o procedimento/padrão de gerenciamento do mesmo.

O local utilizado para armazenamento de resíduos na Lubnor é a Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Perigosos (Central de Resíduos), conforme figura 2.13, que tem uma pessoa responsável pelo controle de entrada e saída de resíduos.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 2.13 – Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Perigoso

2.9. Normas internas

Na PETROBRAS existem várias normas que foram elaboradas de acordo com as necessidades da empresa, devendo ser cumpridas por todas as suas unidades. Algumas dessas normas são mais específicas para uma determinada área, sendo as duas principais da área de resíduos sólidos a N-2350, resíduos sólidos de atividades administrativas, e a N-2266, resíduos sólidos industriais. Alguns tópicos importantes dessas duas normas estão descritos abaixo, sendo parte de seus anexos apresentados também como anexo ao final do trabalho.

2.9.1. Resíduos de atividades administrativas

Esta norma estabelece os critérios básicos para o gerenciamento de resíduos perigosos e não perigosos provenientes de atividades administrativas, ou seja, para coleta, segregação, classificação, manuseio, acondicionamento, armazenamento temporário, transporte, tratamento e disposição final desses resíduos, de modo a proteger a saúde humana e o meio ambiente.

2.9.1.1. Condições gerais

Todas as unidades do sistema PETROBRAS devem possuir um plano de gerenciamento de resíduos e dispor de uma central de resíduos. Recomenda-se a não utilização de locais de disposição final de resíduos em áreas da unidade.

2.9.1.2. Condições específicas

Promover ações que incentivem a não geração de resíduos como mudança de processo, de tecnologia ou de comportamento.

Desenvolver ações que evitem o desperdício e que promovam a conservação de recursos naturais, a redução da quantidade de resíduos e, conseqüentemente, a redução de poluentes lançados para o meio ambiente.

As unidades do sistema PETROBRAS devem implementar um programa de coleta seletiva de resíduos de atividades administrativas.

A segregação de resíduos deve obedecer à padronização de cores de acordo com a Resolução CONAMA Nº 275 e objetivar a sua separação em lotes, visando facilitar o encaminhamento para tratamento ou disposição final, assim como para determinar a tecnologia mais adequada para tratamento e disposição final, conforme tabela do ANEXO G – Tipos de resíduos e opções de tratamento e disposição final usualmente utilizadas.

A classificação do resíduo deve ser feita de acordo com a norma NBR 10004.

Devem constar no plano de gerenciamento de resíduos procedimentos escritos relativos à segurança, ao meio ambiente e à saúde, manuseio de resíduos, EPI's necessários e treinamento do pessoal envolvido.

O acondicionamento deve facilitar o manuseio, reduzir a quantidade de embalagens necessárias e garantir a estanqueidade e o retardo na propagação de incêndio. Deve levar em consideração as características do resíduo, a forma de transporte, o tipo de destinação a ser dada e a legislação vigente.

Quando for realizado acondicionamento em tambor é recomendado o uso de um saco plástico com resistência física e química apropriada às características do resíduo, devendo os recipientes serem identificados, informando, no mínimo, o tipo de resíduo, a classificação, a origem e a data de geração.

O armazenamento temporário do resíduo classificado como não perigoso deve ser realizado de acordo com a norma ABNT NBR 11174. No caso do resíduo ser classificado como perigoso, o armazenamento temporário deve ser realizado de acordo com a norma ABNT NBR 12235.

O local de armazenamento deve ser inspecionado periodicamente, de modo a assegurar o bom estado de conservação dos recipientes, a higiene, a limpeza e a organização interna do local. Em cada lote, os recipientes devem ser convenientemente agrupados para permitir o acesso para inspeção.

Para transporte interno e externo, toda remessa de resíduos deve ser acompanhada do registro de movimentação de resíduos contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) nome e identificação do gerador (órgão, chave e ramal);
- b) data da geração;
- c) tipo e classificação do resíduo;
- d) origem do resíduo;
- e) quantidade do resíduo;
- f) destino do resíduo.

Deve ser preenchido um registro de movimentação para cada origem de resíduo a ser transportado.

A escolha da tecnologia de tratamento do resíduo deve ser realizada considerando o menor impacto ambiental, com redução do uso de recursos naturais, devendo ser considerados os seguintes aspectos:

- a) amostragem, caracterização e classificação dos resíduos devem ser feitas de acordo com as normas ABNT NBR 10004, NBR 10005, NBR 10006 e NBR 10007;
- b) atendimento aos requisitos legais;
- c) realização de testes de tratabilidade para comprovação da eficiência do tratamento;
- d) avaliação do custo do transporte e os impactos no custo final;
- e) aprovação prévia do órgão ambiental;
- f) se a tecnologia adotada gera algum tipo de resíduo e os custos referentes ao seu tratamento ou disposição final;
- g) acompanhamento do controle das áreas de disposição final.

No caso de envio do resíduo para terceiros, deve ser solicitado certificado de recebimento, tratamento e disposição final do resíduo. A empresa receptora deve fornecer

uma cópia do documento de credenciamento pelo órgão ambiental para receber e tratar este tipo de resíduo.

Os processos de tratamento e disposição final adotados devem ser licenciados ou autorizados pelo órgão ambiental.

2.9.2. Resíduos industriais

Esta norma estabelece os critérios básicos para o gerenciamento de resíduos industriais, ou seja, para coleta, segregação, classificação, manuseio, acondicionamento, armazenamento temporário, transporte, tratamento e disposição final desses resíduos, de modo a proteger a saúde humana e o meio ambiente.

2.9.2.1. Condições gerais

As unidades do sistema PETROBRAS devem dispor de central de resíduos.

Todo local de armazenamento temporário e de tratamento de resíduos industriais deve ser projetado, construído, operado e mantido, de modo a evitar e controlar a ocorrência de fogo, explosão ou de qualquer liberação de contaminantes para água, ar ou solo, conforme as normas ABNT NBR 11174 e NBR 12235.

Todo local de armazenamento temporário e de tratamento de resíduos industriais deve ser identificado, sinalizado e protegido, a fim de impedir a entrada de pessoas não autorizadas e a proliferação de vetores.

É recomendado que em todo local de armazenamento temporário de resíduos industriais, sejam previstos poços de monitoramento para coleta de amostras de águas subterrâneas e para verificação de possível contaminação.

A central de resíduos deve ser dotada de meios que permitam o acesso de equipamentos de transporte e para a movimentação e manuseio seguro do resíduo.

Deve dispor de facilidades fixas ou móveis para o combate a incêndio, para comunicação e para iluminação em caso de situações de emergência.

2.9.2.2. Condições específicas

A coleta de resíduos deve ser realizada de maneira adequada, utilizando as boas práticas de operação e atendendo à legislação vigente. Devem ser estabelecidas as medidas de controle com objetivo de gerenciar os riscos que os resíduos representam para a saúde

humana e o meio ambiente e facilitar os processos de armazenamento, tratamento e disposição final, atendendo a norma ABNT NBR 13463.

A segregação do resíduo deve ser iniciada no momento da geração, evitando a mistura de resíduos perigosos e não perigosos e objetivando o reuso, recuperação, reciclagem e tratamento.

A segregação do resíduo deve objetivar a sua separação em lotes, visando facilitar o encaminhamento para tratamento ou disposição final, assim como para determinar a tecnologia mais adequada para tal fim, conforme tabela do ANEXO H – Tipos de resíduos e opções de tratamento e disposição final usualmente utilizadas.

O acondicionamento deve facilitar o manuseio, reduzir a quantidade de embalagens necessárias, garantir a estanqueidade e o retardo na propagação de incêndio. Deve levar em consideração as características do resíduo, a forma de transporte, o tipo de destinação a ser dada e a legislação vigente.

Para resíduos perigosos usam-se recipientes fechados como tambores do tipo cintado, “containers” ou outros recipientes que confirmam grau de proteção equivalente, conforme norma ABNT NBR 11564.

O armazenamento temporário do resíduo classificado como não perigoso deve ser realizado de acordo com a norma ABNT NBR 11174. No caso do resíduo ser classificado como perigoso, o armazenamento temporário deve ser realizado de acordo com a norma ABNT NBR 12235.

O local para armazenamento temporário de resíduos, denominado central de resíduos, deve ser área ventilada, com piso impermeabilizado e dotado de sistema de contenção e drenagem.

O armazenamento pode ser feito em tanques de produtos conforme norma PETROBRAS N-270, ou tanques específicos para resíduos, conforme normas, ABNT NBR 17505-1, NBR 17505-4 e NBR 12235.

O transporte interno e externo bem como o tratamento e a disposição final dos resíduos obedecem as mesmas recomendações feitas para resíduos de atividades administrativas citadas anteriormente.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa, optou-se por uma metodologia de abordagem quantitativa e qualitativa da gestão de resíduos da Lubnor, sendo tal pesquisa um estudo de caso realizado nos anos de 2008 e 2009 (apenas os cinco primeiros meses de 2009), mas que abrangeram dados e informações desde o ano de 2005.

Todos os dados conseguidos têm a autorização da Lubnor para serem mostrados, mediante conhecimento da gerencia de comunicação e de meio ambiente, estando de acordo com o ofício apresentado para tal fim, conforme ANEXO I. Os dados referentes às quantidades de resíduos sólidos gerados e descartados na Lubnor foram fornecidos em seus valores reais, em peso ou volume, porem só puderam ser mostrados de forma percentual por se tratar de informações corporativas. Em alguns casos, onde os valores quantitativos dos resíduos foram fornecidos em volume, como as lâmpadas, ficaram de fora dos cálculos e resultados.

Foram utilizados como instrumentos de coleta e análise de dados e informações dos resíduos da Lubnor e do gerenciamento dos mesmos a pesquisa bibliográfica sobre o tema; normas, padrões e procedimentos internos; relatórios técnicos; fotografias disponibilizadas pela própria indústria; fichas, etiquetas e certificados de movimentação, identificação e recolhimento dos resíduos; planilhas com dados de geração e descarte de resíduos; entrevistas com funcionários próprios e contratados; evidências e observações participantes do processo, visitas às áreas, dentre outros.

As entrevistas realizadas com o propósito de tomar conhecimento mais aprofundado dos resíduos e do gerenciamento deles foram feitas com funcionários próprios e contratados, sendo que elas foram de forma direta e verbal (sem questionário previamente elaborado) e específica para cada setor da Lubnor.

Alguns esclarecimentos e explicações sobre a geração e descarte dos resíduos foram feitos com funcionários do setor de Meio Ambiente, que também forneceram os dados do quantitativo gerado e descartado dos resíduos e as fotos utilizadas no trabalho.

Todos os materiais bibliográficos utilizados para leitura, análise e aprofundamento teórico foram fundamentais para a elaboração da referência bibliográfica, sendo estes materiais livros, relatórios, artigos, dissertações e teses, normas e leis relacionadas ao tema,

etc. Todo esse material interno e externo à Lubnor serviu de base para a elaboração de tabelas, quadros e gráficos quantitativos e comparativos com vistas a discutir os resultados.

Por fim, foram apresentadas práticas de minimização da geração de resíduos e estudo detalhado desses resíduos referentes ao ano de 2008, o qual serviu para elaboração do quadro final de resumo.

Os anexos apresentados ao final foram elaborados e fornecidos com o propósito de enriquecer a pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão mostrados os dados referentes aos resíduos sólidos da Lubnor/PETROBRAS, bem como os resultados de entrevistas realizadas com empregados próprios e terceirizados referentes ao gerenciamento destes resíduos. São feitos alguns comentários acerca do gerenciamento de resíduos da Lubnor, dando maior ênfase aos resíduos borra oleosa, resíduos orgânicos, laboratoriais, entulho e silicato.

Em primeiro lugar, são mostrados os resíduos sólidos mais comumente possíveis de serem gerados na indústria, os quais são descritos na tabela 9 a seguir, que mostra também a classificação dos mesmos quanto à NBR 10004.

TABELA 9 – Tipos de resíduos da Lubnor e suas classificações

RESÍDUOS	CLASSIFICAÇÃO
Pilhas, baterias de celular e de carro, <i>no break</i>	Classe I - PERIGOSOS
Lâmpadas fluorescentes e a vapor de mercúrio e outras	Classe I - PERIGOSOS
Resíduo de ambulatório - Hospitalar	Classe I - PERIGOSOS
Silicato com óleo	Classe I - PERIGOSOS
Borra oleosa	Classe I - PERIGOSOS
Solo ou brita contaminados com óleo ou borra	Classe I - PERIGOSOS
Resíduos de laboratório	Classe I - PERIGOSOS
Resíduos contaminados com óleo ou produto químico	Classe I - PERIGOSOS
Embalagens metálicas contaminadas	Classe I - PERIGOSOS
Abrasivo de jateamento	Classe I - PERIGOSOS
Silicato usado limpo	Classe II A - NÃO INERTES
Catalisador	Classe II A - NÃO INERTES
Sucata ferrosa de volume e peso considerável	Classe II A - NÃO INERTES
Lixo de varrição	Classe II A - NÃO INERTES
Lixo orgânico (poda, capina e restos alimentares)	Classe II A - NÃO INERTES
Cartucho de impressora, tonners	Classe II A - NÃO INERTES
Madeiras	Classe II A - NÃO INERTES
Papel e papelão	Classe II A - NÃO INERTES
Metal (latinhas, embalagens metálicas de pequeno porte)	Classe II A - NÃO INERTES
Plástico	Classe II A - NÃO INERTES
Silicato novo	Classe II B - INERTES
Entulho de construção	Classe II B - INERTES

Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

Dentre os resíduos citados anteriormente, os que são exclusivamente gerados na atividade industrial e que merecem destaque são a borra oleosa e outros resíduos contaminados com ela ou óleo, silicato, catalisador, embalagens metálicas contaminadas e abrasivo de jateamento. Percebe-se então que a maior parte dos resíduos gerados do processo industrial é classificado como perigoso.

A seguir são mostrados os principais resíduos gerados na Lubnor, bem como alguns pontos importantes do gerenciamento deles.

4.1. Sucata metálica

Com relação aos resíduos denominados “Sucata Metálica”, observou-se a existência de uma sistemática para o processo de recebimento, segregação e disposição, em todo o seu ciclo (movimentação – recolhimento – disposição), de modo a garantir o seu gerenciamento, dentro das técnicas aceitas e aprovadas pelos órgãos ambientais, observando os possíveis impactos relacionados à segurança, ao meio ambiente, à saúde e a responsabilidade social.

Para o recebimento das sucatas metálicas, as mesmas deverão vir segregadas e acompanhadas pela Ficha de Movimentação Interna de Resíduos, que deve ser expedida pela atividade geradora. O transporte até o pátio de sucata (figura 4.1) deve ser acompanhado pelo setor de suprimento, que orienta no descarregamento de acordo com a seletividade.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.
FIGURA 4.1 – Novo pátio de sucata

O galpão de sucata metálica é constituído de 8 baias, sendo a primeira e a segunda de sucata ferrosa não contaminada e contaminada respectivamente; a terceira de sucata eletroeletrônica; a quarta destinada às válvulas; a quinta e a sexta para alumínio e cobre respectivamente; a sétima para tambores não contaminados e a oitava para materiais inoxidáveis. O acesso é restrito a pessoas autorizadas.

Para a destinação destes materiais destinados no pátio, faz-se uma análise prévia para sua devida classificação como sucata.

Os materiais que se enquadram são:

- *Sucata ferrosa*: aço, ferro, granalha de ferro ou aço, tubulações, equipamentos, juntas metálicas, arames, perfis, vergalhões, chaparia, raquetes.
- *Sucata de materiais não ferrosos*: Cobre, alumínio, latão, bronze, fios e cabos elétricos, etc.

As sucatas ficam armazenadas de forma organizada (segregadas, identificadas e sinalizadas) sendo proibida a entrada de pessoas estranhas à atividade.

O cliente externo, adquirente, é quem se responsabiliza pela movimentação, pelo carregamento e pelo frete, devendo este cumprir as normas de segurança e de proteção ambiental vigentes quando da retirada dos materiais (Ex.: uso de Equipamento de Proteção Individual - EPI).

Para esta operação, o setor de Suprimento expede, conforme ANEXO F, Certificado de Recolhimento e Destinação de Resíduos – Manifesto de Carga, sem o qual a operação não pode ser realizada. Este documento fica na gerência de SOP, que também realiza uma previsão de geração e destinação de sucata metálica para ano seguinte.

4.2. Borra oleosa

A borra oleosa produzida na Lubnor é oriunda da limpeza de fundo de tanques e de derrames ocorridos nas Unidades Industriais, Casas de Bombas, diques de tanques, canaletas, tubovias e Estação de Carregamento Rodoviário - ECR.

A coleta da borra, nos diversos locais, é feita por empresa contratada, com o auxílio de ferramentas, tais como pá, enxada e picareta.

A borra oleosa é colocada em tambores metálicos, com capacidade de 200 litros, fechados com tampa metálica e cinta, identificados com etiqueta para identificação de produtos perigosos. Trapos e papel contaminados com borra ou óleo também são transportados nesses tambores, conforme figura 4.2.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.2 – Transporte de resíduos contaminados com borra

O tambor com a borra permanece na área industrial até que seja providenciado o preenchimento da Ficha de Movimentação Interna de Resíduos pela Gerência responsável pela geração da borra e posterior transporte para a Central de Resíduos. O tambor não pode ser colocado nas proximidades e nem sobre as canaletas de águas pluviais devido ao risco de contaminação das mesmas.

Periodicamente a borra oleosa é encaminhada para co-processamento em cimenteira, necessitando para isso do Certificado de Recolhimento e Disposição de Resíduos – Manifesto de Carga, devidamente preenchido e assinado pelas partes. Esse documento deve seguir com o transportador que o devolverá à Lubnor preenchido e assinado pelo responsável pelo co-processamento.

4.3. Pilhas e baterias

Existe também uma sistemática para o processo de recebimento, segregação e disposição das pilhas e baterias em todo o seu ciclo (movimentação – recolhimento - disposição), de modo a garantir o seu gerenciamento, dentro das técnicas aceitas e aprovadas pelos órgãos ambientais, observando os possíveis impactos relacionados à Segurança, Meio Ambiente e Saúde.

Após esgotamento energético destes resíduos, os mesmos são enviados à central de resíduos, conforme mostrado na figura 4.3, pelas fontes geradoras através da Ficha de Movimentação Interna de Resíduos, para posterior tratamento ou disposição final adequada.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.3 – Armazenamento de pilhas e baterias na central de resíduos

Especificamente no caso das pilhas e baterias usadas, após o esgotamento energético, a Gerência de Suporte Operacional (SOP) encaminha as mesmas de volta para a distribuidora, fornecedor autorizado e licenciado pelo Órgão Ambiental competente, com o preenchimento do Certificado de Recolhimento e Destinação de Resíduos.

O certificado retornará devidamente preenchido e com recibo pelo centro de recepção do fabricante.

4.4. Pneus

Alguns pneus são passíveis de reposição e respectivo descarte, caso se enquadrarem no padrão de segurança do Trânsito na Lubnor.

A substituição do(s) pneu(s) ocorre em instalações de revendedores autorizados, os quais se responsabilizam pela destinação ambientalmente correta dos mesmos, que também podem ser reciclados.

4.5. Catalisadores

O resíduo de catalisador exausto é gerado por ocasião das Paradas para Manutenção nas Unidades ULUB e UPGN, que acontecem de forma programada.

O resíduo de catalisador exausto, retirado da Unidade, é colocado em sacos plásticos lacrados e dentro de tambores metálicos, com tampa metálica, fechados com cinta.

O tambor com o catalisador usado não pode ser colocado nas proximidades e nem sobre as canaletas de águas pluviais devido ao risco de contaminação das mesmas.

Os tambores com o catalisador são identificados e permanecem na Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Perigosos, como mostra a figura 4.4, até que alienado pela Gerência do SOP.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.4 – Armazenamento dos catalisadores em *pallets*

A operação de manuseio dos catalisadores (operação de carregamento e descarte) deve visar a segurança operacional, a saúde ocupacional, a preservação do meio ambiente e a responsabilidade social.

4.6. Silicato de cálcio

O resíduo de silicato de cálcio é gerado por ocasião das manutenções em tanques e tubulações aquecidos. Isso acontece de forma programada e somente há silicato contaminado com amianto em algumas instalações antigas que ainda não sofreram intervenção.

O silicato contaminado, retirado das instalações, é colocado dentro de tambores metálicos (com tampa metálica e fechados com cinta) ou em Big Bag's, como mostra a figura 4.5. Os silicatos contaminados são enviados para blendagem por empresa especializada e licenciada, e, por conseguinte, para co-processamento.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.5 – Armazenamento de silicato em tambores e big bags

Os tambores com o silicato contaminado, identificados com etiqueta para resíduos perigosos, permanecem na Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Perigosos até serem enviados para co-processamento.

4.7. Resíduos contaminados com óleo

- Serragem ou areia contaminada com óleo

A serragem ou areia utilizada para absorver o óleo na limpeza de caixas e canaletas ou no caso de derramamento (borra oleosa) deve ser coletada em tambores identificados, os quais serão fechados e encaminhados à gerência responsável pela coleta e armazenamento de resíduos, mediante o preenchimento da Ficha de Movimentação Interna de Resíduos.

- Trapos contaminados com óleo

Devem ser colocados nos tambores de coleta de trapos, localizados em toda área da Transferência e Estocagem. Quando o tambor estiver cheio, tampar e encaminhar o mesmo à gerência responsável pela coleta e armazenamento de resíduos, mediante o preenchimento da Ficha de Movimentação Interna de Resíduos.

Em ambos os casos, o uso de EPI's é obrigatório e de fundamental importância para evitar o contato com a pele.

4.8. Resíduos da coleta seletiva

A coleta seletiva na Lubnor é realizada por todos e em todas as áreas, tanto administrativa como industrial, com o intuito de separar, recolher e coletar o lixo de uma forma eficiente para que possa ser reciclado.

Somente poderão permanecer nos locais de trabalho os coletores padronizados pela Lubnor para a coleta seletiva, ou seja, todos os coletores não padronizados deverão ser retirados.

Os coletores devem ser coloridos, obedecendo à resolução CONAMA nº 275 (2001), que dispõe sobre o estabelecimento do código de cores para diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para coleta seletiva.

Todos os coletores recebem sacos plásticos forrando o seu interior para facilitar retirada e manuseio, sendo o saco também da mesma cor do coletor, como pode ser visto na figura 4.6.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.6 – Coletores da área administrativa para lixo reciclável

Papel impresso/escrito em apenas um lado deve, preferencialmente, ter o verso utilizado como rascunho. Documentos que contenham informações de cunho confidencial devem ser triturados antes da sua deposição nos coletores apropriados.

Há uma Ilha Ecológica, mostrada na figura 4.7, onde são colocados os materiais recicláveis coletados, como papel, plástico e metal. Já os resíduos orgânicos são enviados a um contêiner localizado próximo à Central de Resíduos.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.7 – Ilha Ecológica para armazenamento de resíduos recicláveis

Diariamente, o pessoal do contrato de conservação e limpeza verifica todos os coletores, procedendo da seguinte forma:

- a) recolhe os materiais em sacos maiores e transporta-os para a Ilha Ecológica;
- b) caso haja mistura de materiais nos coletores, somente é feita uma separação se a quantidade misturada for pequena, se for grande será recolhida como lixo orgânico;
- c) os coletores de 200 litros, na cor amarela (metais), distribuídos no Galpão das Oficinas, onde são colocados os metais não considerados para alienação na Atividade de Suprimento (granalha, latas, parafusos etc), são levados até a Ilha Ecológica, onde são esvaziados em local apropriado, sendo imediatamente devolvidos ao seu local no Galpão das Oficinas;
- d) os coletores na cor verde (vidros), distribuídos no restaurante e laboratório, são levados até a Central de Resíduos, onde são esvaziados, ficando o material em local apropriado.

A destinação atual dos resíduos recicláveis é a Associação dos Moradores da Barra do Rio Cocó, que possui um galpão de reciclagem e um caminhão com carroçaria tipo baú para o transporte. Para a saída do material, o caminhão é pesado na entrada e na saída (somente transportará um tipo de resíduo por vez) para se ter o controle do montante transportado. Para cada recolhimento é preenchido o Certificado de Recolhimento e Disposição de Resíduos – Manifesto de Carga, que após assinado fica arquivado na Central de Resíduos.

Em alguns pontos da área administrativa, foram colocados também coletores específicos para pilhas e baterias, que são na cor laranja, conforme figura 4.8 abaixo. Tais

resíduos também são destinados a central de armazenamento temporário e depois dado uma destinação adequada.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.8 – Coletor de pilhas e baterias

4.9. Resíduos orgânicos

Os resíduos orgânicos, assim como todos os tipos de resíduos da área administrativa não recicláveis, devem ser depositados no coletor de cor cinza (resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação).

Estes resíduos são enviados a um contêiner localizado próximo à central de resíduos, conforme figura 4.9, o qual é esvaziado diariamente, sendo este material recolhido por caminhão apropriado de empresa licenciada e destinado ao aterro sanitário metropolitano de Caucaia.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.9 – Caçamba de lixo orgânico

Os restos alimentares provenientes do restaurante são gerados tanto das sobras individuais (em cada bandeja) quanto da quantidade geral. Tais resíduos devem ser recolhidos diariamente por empresa licenciada e enviados para aterro.

4.10. Resíduos de serviços de saúde

O serviço médico da Lubnor é responsável pelo correto gerenciamento dos resíduos sólidos gerados por suas atividades, em termos de segregação, embalagem, identificação, acondicionamento, manuseio, inventário e armazenamento, além do recolhimento dos mesmos do local de armazenamento, até o destino e tratamento final.

O serviço médico também é responsável por estabelecer programas de treinamento para o pessoal envolvido com os procedimentos de manuseio, coleta interna e externa e armazenamento de tais resíduos, visando sua integração e reciclagem.

Geração, manuseio e acondicionamento

Todo o resíduo classificado como infectante, no momento da sua geração, deve ser acondicionado pelo profissional habilitado, próximo ao local de geração, em saco plástico branco leitoso, identificado com simbologia e ser imediatamente retirado da unidade geradora, e levado até a Central de Resíduos.

Transporte

Os resíduos devem ser adequadamente coletados e transportados em veículos específicos e apropriados para tal fim, visando a preservação de saúde pública e do trabalhador, bem como o controle da poluição ambiental.

Os resíduos devem permanecer devidamente acondicionados durante todas as fases de coleta e transporte, garantindo-se o não rompimento das embalagens utilizadas. O transporte não pode ser feito em conjunto com pessoas ou outros tipos de resíduos, matéria ou substância.

Armazenamento

O armazenamento é feito em uma “casinha” próxima à Central de Resíduos, conforme figura 4.10, sendo a mesma higienizada após a coleta, sempre com o uso de EPIs (luva, botas de Policloreto de Vinila - PVC e uniforme).



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.
FIGURA 4.10 – “Casinha” para armazenamento de resíduos sólidos de serviços de saúde

Coleta interna

Os resíduos devem ser acondicionados em sacos plásticos da cor branca leitosa, de 15L de capacidade, sendo fechados quando 2/3 de sua capacidade estiverem preenchidos, devendo então ser feita a coleta.

A coleta interna para levar o resíduo do serviço médico do local de geração ao armazenamento temporário interno (casinha) deve ser feita pela equipe de limpeza devidamente treinada e utilizando luvas de PVC.

Coleta externa

A coleta externa dos resíduos do Serviço Médico da Lubnor é realizada pela BRASLIMP, empresa terceirizada para este fim, autorizada e licenciada pelo órgão ambiental competente.

Destino final

A destinação final de resíduos sólidos do Serviço Médico é feita para o Incinerador de Fortaleza, conforme estabelecido na legislação aplicável.

4.11. Resíduos de laboratório

O laboratório participa do Programa de Coleta Seletiva. Para tal, são disponibilizados coletores para cada tipo de material, apropriados e identificados, através de cores conforme tabela 10. O recolhimento destes materiais é feito todos os dias.

TABELA 10 – Cores para identificação das lixeiras e tipo de resíduo

Cores das lixeiras	Tipo de resíduo para descarte
AMARELA	Sucata metálica não contaminada: latinhas de refrigerantes, alumínio.
VERMELHA	Plásticos limpos: frascos e saco de plásticos, isopor, copinhos, sacolas plásticas, sacos.
AZUL	Papel, papelão, revistas, embalagens e jornais (limpos).
CINZA	Restos de alimentos, papéis molhados, guardanapo, papel toalha com óleo, madeira, lixo de varredura, trapos, estopas, papéis, plásticos.
VERDE	Vidros limpos / vidros contaminados: vidraria de laboratório, frascos de amostragem.

Fonte: Lubnor

Os principais resíduos que podem ser gerados no laboratório são descritos a seguir:

Trapos, Estopas, Papéis, Plásticos

Estes devem ser recolhidos, segregados em coletores de cor cinza, identificados e transportados para a central de resíduos.

Materiais Pérfuro-Cortantes

Os materiais pérfuro-cortantes (agulhas de penetração, etc) devem ser recolhidos em recipientes de vidro identificados e quando estiverem cheios, este resíduo é encaminhado para a SMS. Para a operação de manuseio deve-se usar luva de vaqueta.

Vidrarias Limpas (Não Contaminadas) ou Contaminadas

Essas vidrarias devem ser recolhidas para descarte de forma seletiva em recipientes exclusivos e identificados.

Considera-se vidraria não contaminada aquela que não tiver resíduo de derivado de petróleo ou qualquer outra sujeira. Já vidraria contaminada é aquela que estiver impregnada com óleos pesados ou outro produto, ou estiver quebrada ou impossibilitada de descontaminação através de lavagem com solventes e água.

Refratários

Refratário inservível como tela de amianto e tijolo refratário deve ser recolhido e mantido no Laboratório até uma quantidade suficiente, quando deve ser transportado para a Central de Resíduos.

Borracha

Borracha inservível, como o-ring's, rolhas de vedação e outros, deve ser recolhido e mantido no laboratório até uma quantidade suficiente, quando deve ser transportada para a Central de Resíduos.

Produtos químicos

Resíduos de produtos químicos vencidos são inertizados segundo seus próprios princípios e descartados. Aqueles que não são passíveis de destinação imediata ficam armazenados na Central de Guarda Temporária de Resíduos Perigosos até sua incineração.

Produtos químicos perigosos como resíduos asfálticos

Devem ser aquecidos em estufa e recolhidos em um tambor. Quando este estiver cheio, será enviado ao recuperador do CAP por procedimento e frequência estabelecidos.

4.12. Resíduos de obras civis (entulho)

A gerência de engenharia é a responsável por fiscalizar o gerenciamento dos resíduos da construção civil, cobrando das empresas contratadas, licenciadas ou autorizadas, o cumprimento do procedimento para transporte, recebimento e disposição dos resíduos, bem como o repasse mensal à SMS das informações da movimentação dos mesmos.

Diante de novos projetos, insumos ou produtos, deve-se realizar análise dos possíveis resíduos que serão gerados e determinar as medidas preventivas e mitigadoras necessárias para a prevenção dos impactos ambientais e situações de emergência.

O acondicionamento destes resíduos deve ser feito em coletores específicos, em pilhas ou amontoados próximos aos locais da sua geração, ficando acessíveis para a coleta (isolados em baias sinalizadas), conforme figura 4.11.

O recolhimento deve ser efetuado em caçamba, contêiner ou com caminhão, por profissionais contratados para esta finalidade.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.
FIGURA 4.11 – Entulho de obras civis

Os plásticos e papéis devem ser enviados para a ilha ecológica e, posteriormente, destinados à reciclagem. As madeiras e sucatas ferrosas devem ser enviadas para o galpão de sucatas e, posteriormente, destinadas à alienação. Os entulhos oriundos de obras civis serão enviados para aterro licenciado para recebimento de entulho.

4.13. Limpeza industrial

Quanto à limpeza industrial na Lubnor de uma forma geral, segue-se a seguinte rotina:

- a limpeza e a desobstrução das canaletas oleosas e pluviais devem ser feitas diariamente ou a qualquer momento quando solicitado para atender algum derrame por acidente;
- quando ocorre derramamento de CAP, utiliza-se solvente orgânico, tipo nafta, para facilitar a penetração das ferramentas, sendo esse solvente incorporado ao resíduo;
- as estopas e os trapos utilizados durante a operação devem ser recolhidos, entamborados e encaminhadas à Central de Resíduos de onde serão levadas para co-processamento;
- os tambores devem ser identificados com etiqueta auto-adesiva para identificação de produtos perigosos;
- os tambores já identificados devem ser transportados para a Central de Resíduos com a Ficha de Movimentação Interna de Resíduos devidamente preenchida pela gerência responsável pela geração do resíduo;

- na área industrial também existem tambores de coleta seletiva junto às frentes de serviço, como mostra a figura 4.12, os quais são coletados diariamente e seus resíduos enviados à “Ilha Ecológica”;



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.12 – Tambores de coleta seletiva da área industrial

- os **resíduos perigosos** devem ser acondicionados em tambores metálicos, etiquetados e fechados com tampa metálica e cinta. Quando cheios, os tambores devem ser transportados para a Central de Resíduos com a Ficha de Movimentação Interna de Resíduos. Alguns resíduos perigosos específicos ficam na Central de Resíduos, em local separado, conforme figura 4.13, até o envio para tratamento, quando a gerência de SMS, administradora da Central de Resíduos, preencherá o Certificado de Recolhimento e Destinação de Resíduos.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.13 – Local para armazenamento de resíduos perigosos

- os **resíduos não-perigosos** devem ser encaminhados para armazenamento na caçamba de lixo orgânico seguindo para aterro sanitário. O serviço de transporte e o

aterro devem ser licenciados, bem como deve ser emitido o Certificado de Recolhimento e Destinação de Resíduos – Manifesto de carga.

4.14. Armazenamento e movimentação de resíduos

Dentro do programa de gerenciamento de resíduos da Lubnor, o armazenamento e a movimentação de resíduos são itens de extrema importância, devendo seguir procedimentos internos com o intuito de não ocorrer derramamentos. Os resíduos gerados devem ser armazenados temporariamente na central de resíduos conforme figura 4.14.

O armazenamento de tambores deve ser feito sobre “pallets”, sendo a altura máxima de empilhamento de 3 tambores, intercalando os “pallets” entre os tambores, e em lotes por tipo de resíduo e classificação, de modo a facilitar o controle e a disposição final.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.14 – Armazenamento em separado de resíduos na Central

Todos estes resíduos e outros mais específicos são gerenciados em parte ou no todo dentro da própria indústria, sendo algumas das etapas deste gerenciamento, como coleta, segregação, acondicionamento, transporte e armazenamento, apresentadas na figura 4.15.

Pilhas, baterias e “no breaks”	São gerenciados através de procedimento operacional específico para devolução de resíduos especiais. Os resíduos são enviados à Central de Guarda Temporária de Resíduos Perigosos através do preenchimento da “Ficha de Movimentação Interna de Resíduos”. Cabe à gerência responsável a seleção e acondicionamento seguro (que evite extravasamento do conteúdo das pilhas e baterias). O material que não for passível de descarte será devolvido ao fornecedor ou fabricante.
Lâmpadas fluorescentes e a vapor de mercúrio e outras	As lâmpadas são consideradas resíduos especiais. São segregadas, embaladas em caixas conforme figura 4.2 e enviadas, com ficha de movimentação interna para a Central de Guarda Temporária de Resíduos Perigosos. São embaladas em caixas de madeira e encaminhadas para o Centro de Recepção para tratamento e destinação / eliminação e reciclagem do vidro.

Graxas usadas, borras asfálticas puras ou com solos ou britas, "pig", trapos sujos de borras, lixo ou areia oleosa	São recolhidos, segregados e transportados para a central de resíduos após emissão da ficha de movimentação interna, entamborados, fechados com tampa cintada, identificados e armazenados sobre "pallets", em lugar protegido de chuvas e enviados junto com a borra preferencialmente para co-processamento. Toda destinação é licenciada pelo órgão ambiental competente. As condicionantes legais propostas pelo órgão ambiental são cumpridas pela gerência responsável pelo serviço de transporte e destinação.
Óleos lubrificantes usados ou contaminados	São recolhidos, segregados e transportados para a central de resíduos após emissão da ficha de movimentação interna, entamborados, fechados com tampa cintada, identificados e armazenados sobre "pallets", em lugar protegido de chuvas. Ficam armazenados na Central de Guarda Temporária de Resíduos Perigosos até serem enviados para novo refino.
Sucata ferrosa e não ferrosa de volume e peso considerável	É encaminhada ao galpão de sucata, através do preenchimento da ficha de movimentação interna de resíduos. Os materiais destinados a este depósito são precedidos de uma análise prévia para sua devida classificação como sucata. Cabe ao gerador do resíduo a movimentação até a área de sucata. Cabe ao Suprimento, manter as sucatas segregadas, identificadas, sinalizadas e de forma organizada. Materiais de escritório e equipamentos usados não são considerados resíduos.
Resíduos de serviços de saúde - Hospitalares	São gerenciados conforme procedimento operacional específico e submetido ao órgão ambiental. O transporte é realizado por empresa licenciada pela SEMACE e o destino final é a incineração.
Transformadores e/ou capacitores	Os transformadores e capacitores serão classificados em descontaminados (conteúdo interno de óleo mineral) e contaminados (outros conteúdos). Quando o conteúdo for comprovadamente óleo mineral, será encaminhado para área de sucata, ficando armazenado em área contida para prevenção do derrame de óleo mineral no solo. Quando de outros conteúdos, serão primeiramente analisados pelo gerador. O resíduo será encaminhado à Central de Guarda Temporária de Resíduos para destinação autorizada pelo órgão ambiental competente.
Latas de Tintas e "Sprays"	Primariamente são reaproveitadas, as demais são compactadas e armazenadas em local apropriado para posterior envio e queima em siderúrgica.
Silicato	É segregado, acondicionado e armazenado como: 1. Silicato novo – proveniente de sobra de obras, 2. Silicato usado limpo, 3. Silicato usado sujo de óleo. A segregação é feita na fonte. O acondicionamento é preferencialmente em caçambas ou "big-bags". O descarte será específico conforme o tipo do silicato (1, 2 ou 3) e baseado em caracterização do silicato. O descarte é feito por empresa licenciada e a disposição em recebedor licenciado ou autorizado.
Entulhos	São descartados conforme procedimento operacional específico, submetido ao órgão ambiental. A empresa transportadora assim como o local de destinação são licenciados ou autorizados pela SEMACE.
Recipiente contaminado por produtos químicos	São lavados pelo próprio usuário, seguindo orientações de SMS. Os recipientes após lavagem são encaminhados para a Central de resíduos para disposição, tratamento e reciclagem do vidro.

Tambores vazios	Primariamente são reutilizados internamente no processo ou no acondicionamento de resíduos. As sucatas de tambor são encaminhadas à central de guarda temporária de resíduos perigosos. Sua permanência se dará até que a gerência de Meio Ambiente defina seu destino para siderurgia.
Catalisador	São acondicionados primariamente em sacos plásticos, posteriormente fechados, entamborados, tampados, cintados, identificados e armazenados sobre “pallets” na Central de Guarda Temporária de Resíduos. A destinação final é precedida de autorização pelos órgãos ambientais competentes.
Resíduos Laboratoriais e produtos vencidos	São inertizados segundo seus próprios princípios e descartados conforme procedimentos específicos do gerador. Aqueles que não são passíveis de destinação imediata ficam armazenados na Central de Guarda Temporária de Resíduos Perigosos até sua correta disposição, tratamento e eliminação final.
Resíduo orgânico, de varrição, poda e capina	São encaminhados segregados, com manifesto de carga por empresa licenciada, para aterro licenciado pela SEMACE.
Resíduos sem descarte conhecido ou previsto	São encaminhados para a Central de Guarda Temporária de Resíduos, através do preenchimento da “Ficha de movimentação interna de resíduos”. Sua permanência se dará até que a gerência de Meio Ambiente defina seu destino apropriado.

Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.15 – Quadro resumo do gerenciamento de resíduos da Lubnor

Na figura 4.16 mostra-se o armazenamento, na Central de Resíduos, das lâmpadas, que são classificadas como resíduos perigosos.



Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.16 – Armazenamento de lâmpadas na central de resíduos

Os resíduos gerados na Lubnor possuem diversas origens, como pode ser constatado na figura 4.17, que mostra um quadro relacionando os diferentes resíduos com suas respectivas fontes de geração em situação normal. Alguns deles têm geração exclusiva, como os PIG's utilizados na limpeza e inertização de dutos e tubulações de

gases, sendo os mesmos gerados na UPGN. Pode-se observar que os setores que podem gerar maior variedade de resíduos são o de manutenção e de armazenamento de resíduos, e que os resíduos com maiores fontes de geração são as lâmpadas, os resíduos de varrição, a sucata ferrosa, os trapos sujos de óleo e os tambores vazios.

Processos Resíduos																
	UVAC	ULUB	UPGN	Movimentação interna	UTDI	Drenagem de tanques	Manutenção	Montagem industrial	Construção civil	Limpeza industrial	ATUT	TE	Atividade administrativa	Armazenam. de resíduos	Serviços gerais	Laboratório
Areia oleosa				x						x				x		
Pilhas e baterias							x				x		x	x	x	
Borra com solo e brita				x						x				x		
Borra de tanques / UTDI				x	x		x							x		
Cartuchos e tonners													x	x		
Catalisador		x					x							x		
Efluentes oleosos	x	x	x			x	x				x	x				x
Entulho (construção)							x	x	x				x		x	
Graxa usada							x	x			x	x	x	x	x	x
Lâmpadas	x	x	x		x		x		x		x	x	x	x		x
Latas usadas							x	x	x					x	x	
Lixo hospitalar													x	x		
Lixo oleoso							x			x		x		x		x
Lixo orgânico										x			x		x	
Óleos lubrificantes							x							x		
PIG's usados			x													
Poliuretano (isolamento)	x	x	x		x						x	x		x		
Resíduos laboratoriais														x		x
Resíduos de varrição	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Recipientes contaminados							x	x						x	x	x
Silicato	x	x	x				x	x			x	x		x		
Sucata ferrosa	x	x	x	x	x		x	x		x	x			x	x	
Trapos sujos de óleo	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x
Tambores vazios	x	x	x		x		x	x			x	x		x	x	
Transformadores / capacitores							x				x			x		

Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.17 – Quadro dos processos e resíduos da Lubnor

4.15. Análise e discussão dos resultados

Nos levantamentos dos dados dos resíduos de 2005 a 2009, os tipos e a classificação dos que foram estudados nesse período estão representados na figura 4.18.

Resíduos Classe I - Perigosos					
BORRA OLEOSA/ flex pig/ trapo e papel oleoso	HOSPITALARES	FOSSAS	PILHAS/Baterias	LÂMPADAS	RES. LABORATORIAIS / vidraria de laboratório

Resíduos Classe II-A - Não Perigosos e Não Inertes				Resíduos Classe II-B - Inertes
CATALISADOR	SILICATO	SUC. FERROSA	ORGÂNICO (capina, resto alimentares e poda)	ENTULHO

Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

FIGURA 4.18 – Quadro resumo dos tipos de resíduos estudados no período

Com relação aos resíduos Classes I, II-A e II-B gerados e descartados neste período (de 2005 a 2009), gráficos com valores percentuais mostram a evolução dos mesmos nestes cinco anos.

Pode-se perceber, conforme figura 4.19 relativa ao ano de 2005, que mais de 67% dos resíduos gerados são os de Classe II-B (inertes e não perigosos), que no caso da Lubnor, correspondem aos entulhos provenientes de reformas e ampliações feitas tanto na área administrativa como na industrial.

Observa-se também que o percentual referente aos resíduos Classe I (perigosos) fica em torno de 18%, enquanto os da Classe II-A (não inertes e não perigosos) correspondem a aproximadamente 15%.

Dentre os resíduos Classe I gerados em 2005, a borra oleosa, juntamente com trapos oleosos, flex pig e papel oleoso, correspondem a apenas 44% do total, ficando os quase 56% restantes com os resíduos provenientes de fossas. Quanto aos resíduos Classe II-A, os orgânicos (restos alimentares), incluindo os provenientes de capina e poda de árvores, corresponderam a quase 75% do total, enquanto um parcela de aproximadamente 24% foi proveniente do resíduo catalisador.

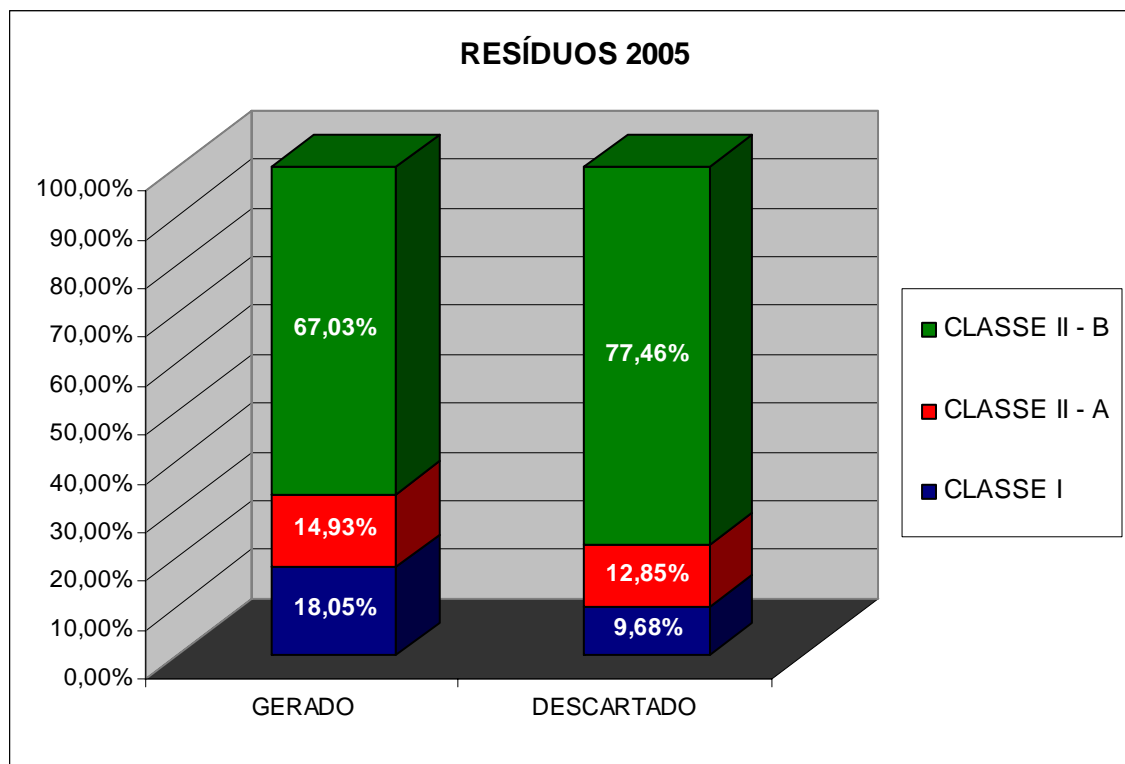


FIGURA 4.19 – Gráfico do percentual de resíduos gerados e descartados em 2005 na Lubnor.

Com relação ao ano de 2006, o percentual dos resíduos Classe I, II-A e II-B gerados e descartados é mostrado na figura 4.20, sendo que mais de 78% dos resíduos gerados são os de Classe II-B, aproximadamente 10% são referentes aos resíduos Classe II-A, enquanto os da Classe I correspondem a 11,5% do total gerado.

Dentre os resíduos Classe I gerados em 2006, a borra oleosa, juntamente com trapos oleosos, flex pig e papel oleoso, correspondam a mais de 80% do total, ficando os quase 20% restantes com os resíduos provenientes de fossas. Quanto aos resíduos Classe II-A, os resíduos orgânicos (restos alimentares), incluindo os provenientes de capina e poda de árvores, representa quase 80% do total, enquanto um parcela de aproximadamente 10% foi proveniente do resíduo catalisador.

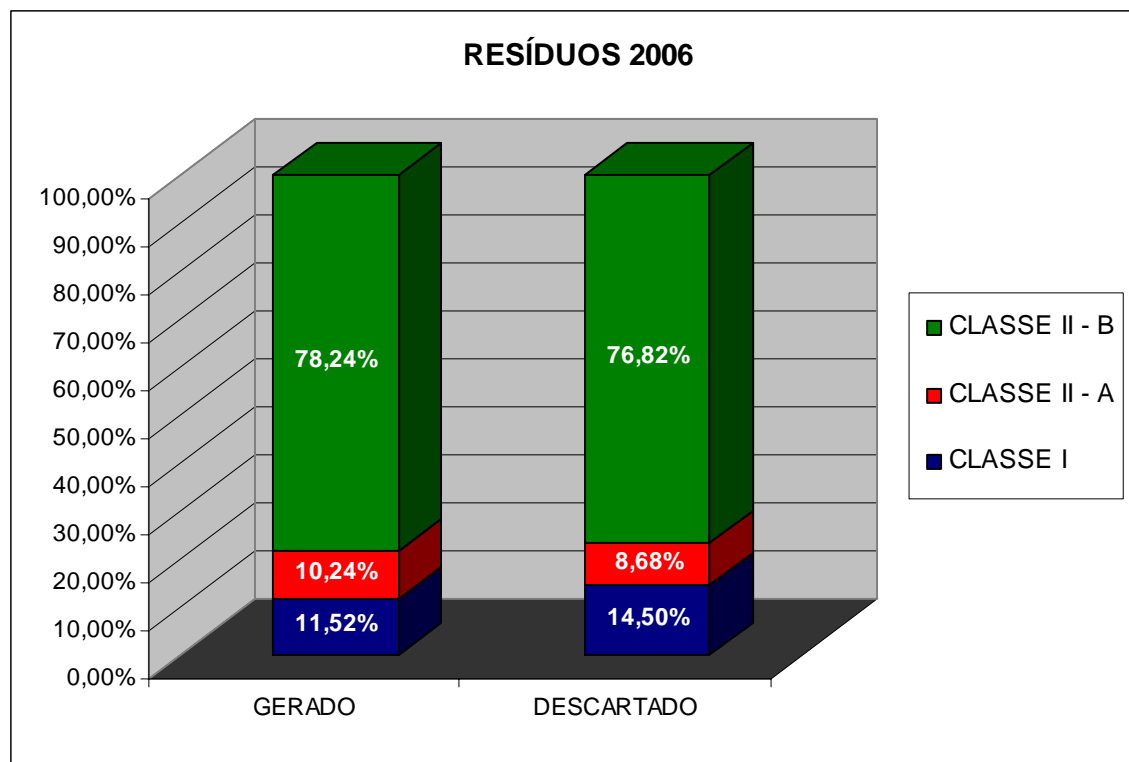


FIGURA 4.20 – Gráfico do percentual de resíduos gerados e descartados em 2006 na Lubnor.

No ano de 2007 foram realizadas algumas construções na Lubnor, incluindo reformas e ampliações. Este fato foi de fundamental importância para o aumento de mais de 10% na geração dos resíduos Classe II-B, ficando estes com um percentual de mais de 88% do total de resíduos gerados. Isso fez também com que os percentuais dos resíduos Classe I e II-A gerados ficassem reduzidos a 6,7% e 4,9% respectivamente, os quais podem ser vistos na figura 4.21.

Dentre os resíduos Classe I gerados em 2007, a borra oleosa, juntamente com trapos oleosos, flex pig e papel oleoso, correspondem a quase 90% do total. Já dentre os resíduos Classe II-A, os orgânicos (restos alimentares), incluindo os provenientes de capina e poda de árvores, responderam por quase 99% do total.

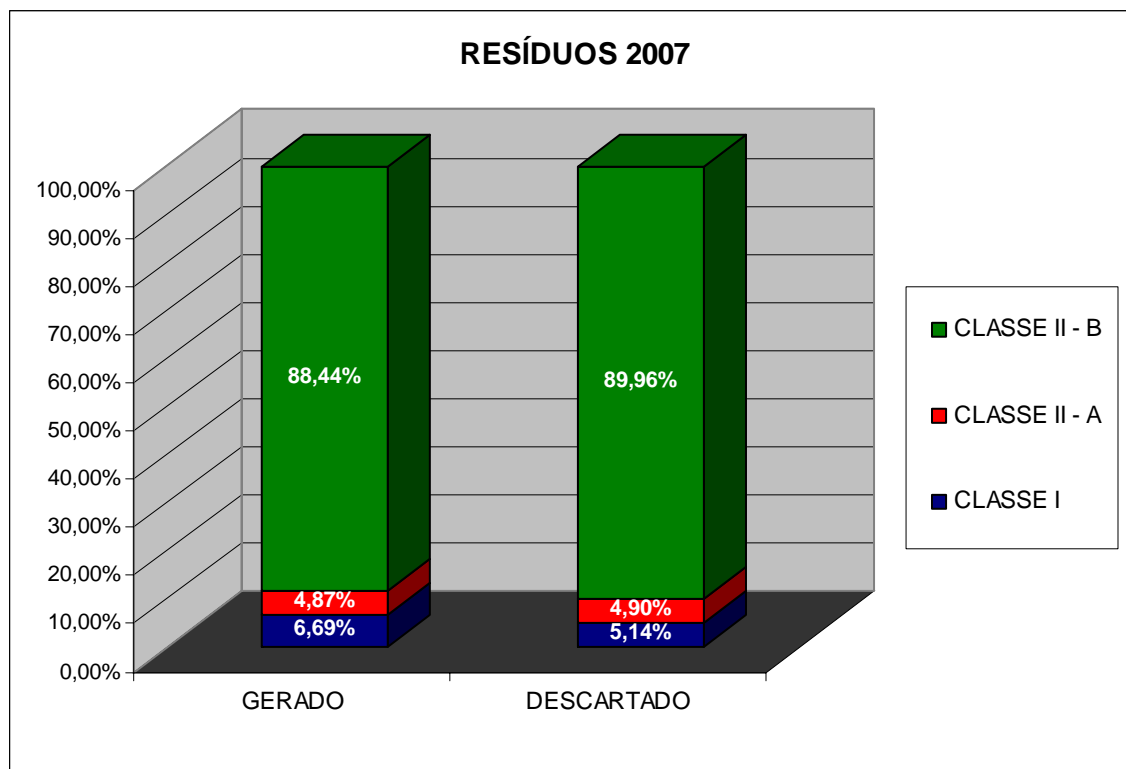


FIGURA 4.21 – Gráfico do percentual de resíduos gerados e descartados em 2007 na Lubnor.

Em 2008 também foram realizadas algumas construções na Lubnor, somadas ainda às que não foram concluídas em 2007, sendo por isso o ano em que mais foi gerado entulho. Esse fato levou a um aumento dos resíduos Classe II-B em relação a 2007, ficando estes com um percentual de mais de 89% do total de resíduos gerados, conforme mostrado na figura 4.22. Esse percentual de aumento não correspondeu ao aumento real dos resíduos Classe II-B, pois a geração de resíduos como um todo no ano de 2008 foi bem superior à de 2007, o que pode ser visto na figura 4.24. As quantidades dos resíduos Classe I e II-A gerados também foram maiores que em 2007, porém os valores percentuais ficaram em 5,6% e 5,3%.

Dentre os resíduos Classe I gerados em 2008, a borra oleosa, juntamente com trapos oleosos, flex pig e papel oleoso, correspondem a mais de 99% do total. Já dentre os resíduos Classe II-A, os orgânicos (restos alimentares), incluindo os provenientes de capina e poda de árvores responderam por aproximadamente 72% do total, e o resíduo sucata ferrosa, que não foi gerado em 2007, correspondeu em 2008 a quase 28%. O restante dos resíduos Classe II-A representou menos de 1%.

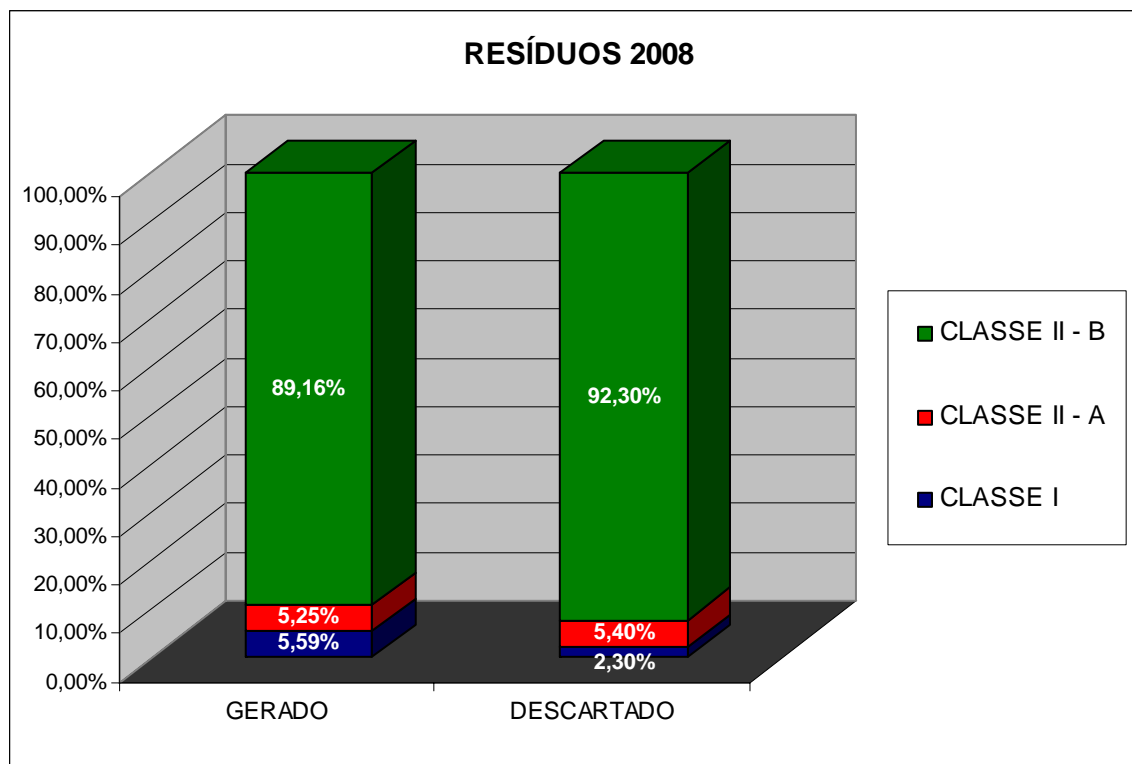


FIGURA 4.22 – Gráfico do percentual de resíduos gerados e descartados em 2008 na Lubnor.

Com relação ao ano de 2009, o percentual dos resíduos Classe I, II-A e II-B gerados e descartados são apresentados na figura 4.23, sendo que em 2009 os dados são referentes aos cinco primeiros meses. Quanto aos resíduos Classe II-B, o percentual gerado foi de aproximadamente 85%, referentes principalmente às conclusões das obras e reformas iniciadas em 2008. A quantidade de entulho gerado em 2009 (até o mês de maio) já foi superior à quantidade gerada em todo o ano de 2006, porém bem abaixo da gerada em 2007 e 2008.

Os percentuais referentes aos resíduos Classe II-A ultrapassaram os 8%, enquanto os da Classe I ficaram em torno de 6,6% do total gerado.

Dentre os resíduos Classe I gerados em 2009, a borra oleosa, juntamente com trapos oleosos, flex pig e papel oleoso, correspondem a aproximadamente 32% do total, ficando quase 67% desse total com os resíduos de fossas. Já dentre os resíduos Classe II-A, os orgânicos (restos alimentares), incluindo os provenientes de capina e poda de árvores, responderam por aproximadamente 60% do total. O resíduo sucata ferrosa correspondeu a quase 19% e o resíduo silicato representou aproximadamente 21%.

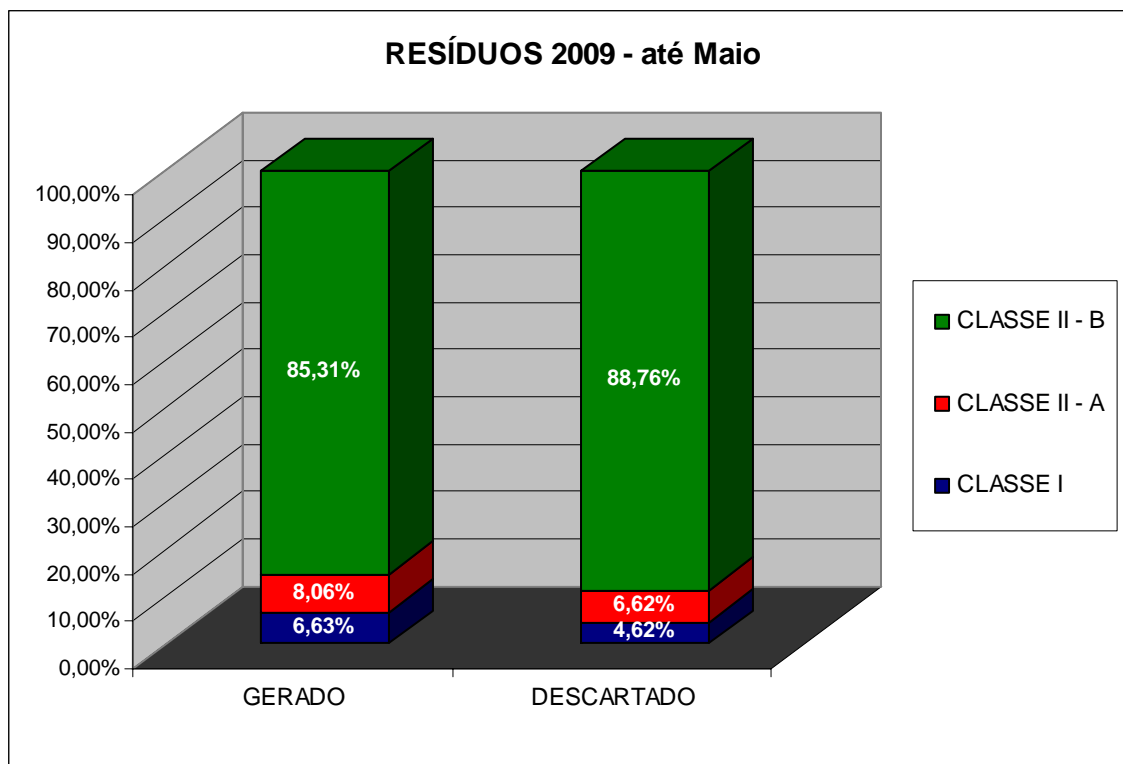


FIGURA 4.23 – Gráfico do percentual de resíduos gerados e descartados até maio de 2009 na Lubnor.

Na média de todos os anos, pode-se constatar que a geração de entulhos foi de (único resíduos classe II-A desses anos) aproximadamente 85%, ficando a borra oleosa (junto com flex pig e trapo e papel oleoso) como segundo resíduo mais gerado, com aproximadamente 5,9%. Excluindo os entulhos deste cálculo, a borra oleosa representa um total de 40,8% e os resíduos orgânicos 36,5%.

A figura 4.24 abaixo mostra a evolução durante os cinco anos do total de resíduos gerados e descartados na Lubnor, estando todas as três classes incluídas. Como já mencionado anteriormente, devido às diversas obras, reformas e ampliações feitas em 2007 e principalmente em 2008, os percentuais de resíduos gerados nesses dois anos foram de 29,5% e 39,8% respectivamente. Porém, na comparação 2008/2007 houve um aumento na geração de resíduos de aproximadamente 35%.

Considerando os cinco anos em que foram coletados os dados, teve-se que a quantidade gerada foi superior à descartada, porém essa superioridade foi de apenas 3%, ou seja, do total gerado, conseguiu-se dar um descarte (destino final) a 97% dos resíduos, ficando os demais armazenados na central de resíduos.

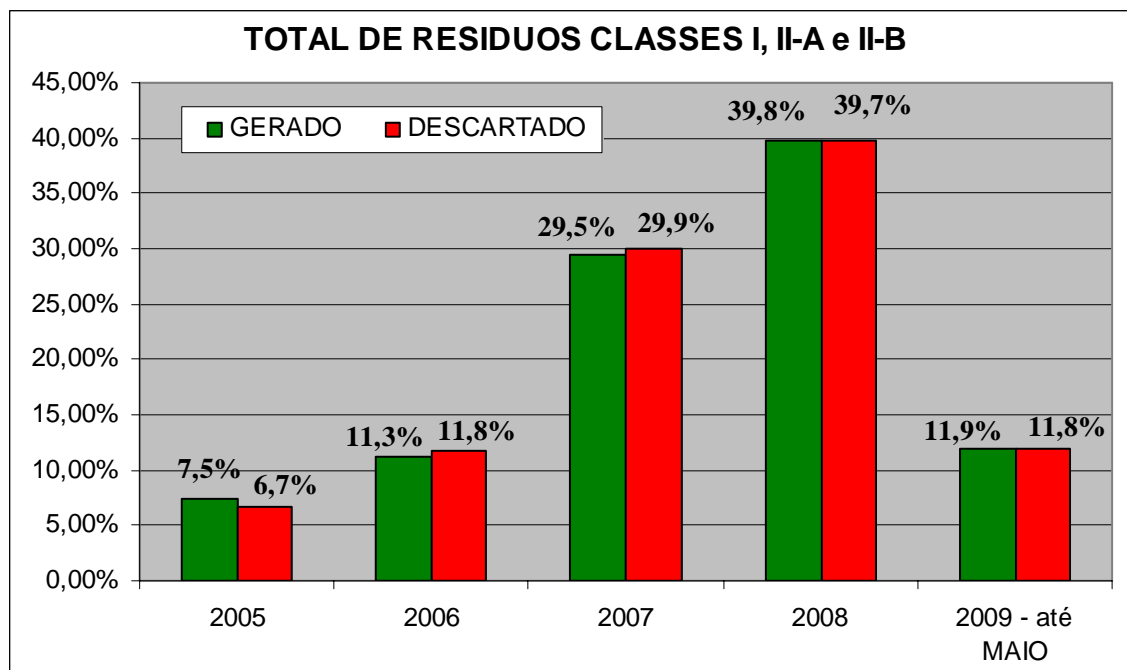


FIGURA 4.24 – Gráfico da evolução do percentual de resíduos gerado e descartado de 2005 até maio de 2009 na Lubnor.

Um ponto positivo a se destacar é que em todos os anos (desde 2005) a quantidade gerada é praticamente a mesma que é descartada (conforme figura 4.25), sendo este descarte (destinação final) feito no mesmo ano e de forma adequada, não ficando os resíduos armazenados por muito tempo.

Dentre os cinco anos, o de 2006 foi o único em que a quantidade gerada foi menor que a quantidade descartada, e isso deveu-se ao fato de no ano anterior o percentual de resíduos que tiveram uma destinação final foi de 86,5%, ficando bem abaixo da média. Porém, dentre os cinco anos, como o de 2008 foi o que gerou a maior quantidade de resíduos, mesmo com um percentual de descarte de 96,6%, como pode ser visto na figura 4.26, foi o ano em que o remanescente de resíduos não descartados foi maior.

Dentre as três classes de resíduos, a Classe II-B, representada pelos entulhos provenientes de obras civis, é a única em que a quantidade gerada no ano é 100% descartada até o final do mesmo ano, não deixando remanescente. Dentre os da Classe II-A, apenas os resíduos orgânicos (restos alimentares, capina e poda) e a sucata ferrosa também não deixam remanescentes para o ano seguinte, enquanto o silicato e os catalisadores deixam, algumas vezes, de serem descartados no mesmo ano. Já os resíduos Classe I, os hospitalares, fossas e pilhas e baterias, são também totalmente descartados,

enquanto a borra oleosa (junto com materiais contaminados com ela ou com óleo), as lâmpadas e os resíduos laboratoriais deixam também, algumas vezes, remanescentes.

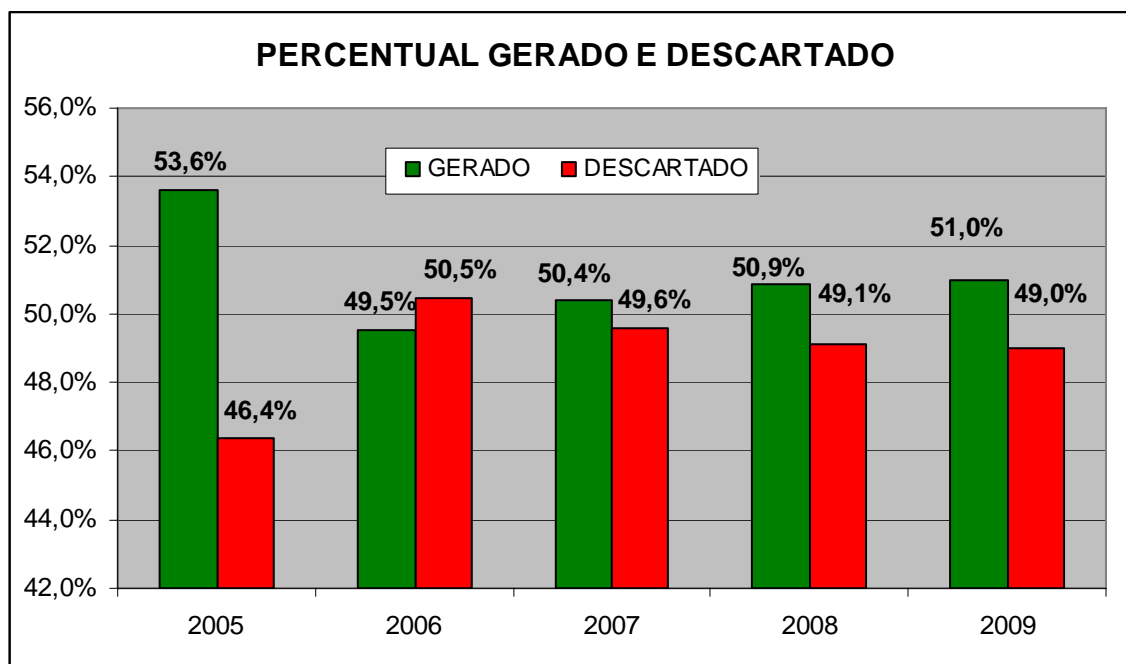


FIGURA 4.25 – Gráfico comparativo entre o percentual de resíduos gerado e descartado em cada ano na Lubnor.

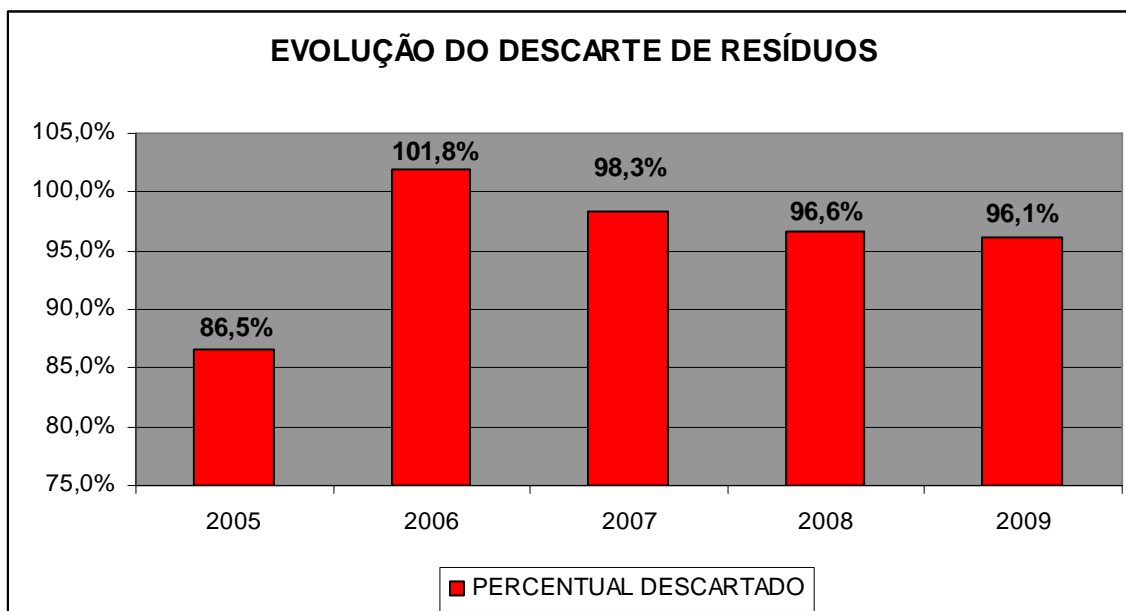


FIGURA 4.26 – Gráfico do percentual de resíduo descartado em relação ao gerado em cada ano na Lubnor.

Alguns desses resíduos foram gerados e descartados em todos esses cinco anos, tais como borra oleosa (e resíduos contaminados com ela), silicato, resíduos orgânicos, entulho e resíduos laboratoriais (este apenas nos anos de 2007 a 2009), sendo representado o percentual gerado a cada ano nas figuras a seguir.

A borra oleosa, trapo e papel oleoso e flex pig tiveram em 2007 e 2008 o maior valor percentual de geração, sendo o ano de 2008 o com maior geração, em torno de 37,8%. Essa grande geração foi devido principalmente à válvulas e junções antigas e defeituosas e às vedações, o que provocava derramamentos; falhas operacionais principalmente nas estações de carregamento e descarregamento rodoviário. Essas últimas falhas são caminhões com fissuras, válvulas abertas ou dando passagem e com presença de emulsão, as quais deveriam ser observadas.

Como pode ser visto na figura 4.27, a geração no ano de 2009, referente aos cinco primeiros meses, foi de apenas 4,4%, que já mostra uma projeção de redução na geração desses resíduos, devido principalmente a menores ocorrências de falhas operacionais (maior cumprimento dos padrões e procedimentos internos) e à troca de válvulas e juntas antigas e com defeito.

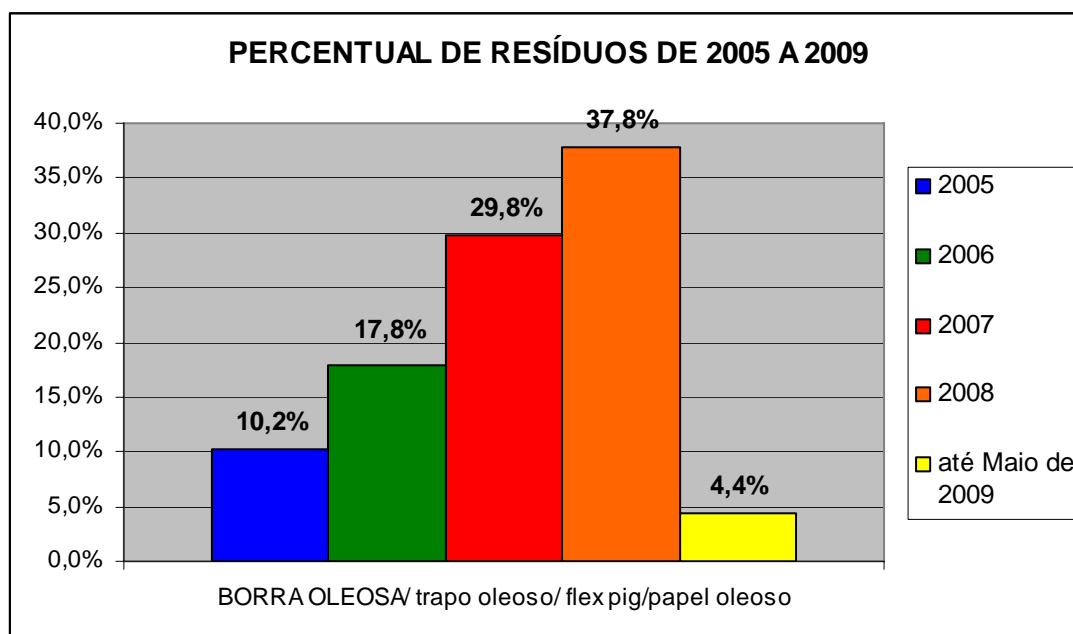


FIGURA 4.27 – Gráfico com a evolução percentual na geração do resíduo borra oleosa na Lubnor.

Quanto ao silicato, o mesmo é utilizado para isolamento térmico de tanques e tubulações de vapor. Conforme figura 4.28, sua geração nos anos de 2005 a 2008 não supera 13%, atingindo este percentual no ano de 2006. Porém, apenas nos cinco primeiros meses de 2009, esse indicador atingiu 70,8%. Esse aumento foi devido às reformas na parte externa de alguns tanques, com troca da isolamento térmica dos mesmos, bem como das substituições deste isolamento em tubulações de vapor.

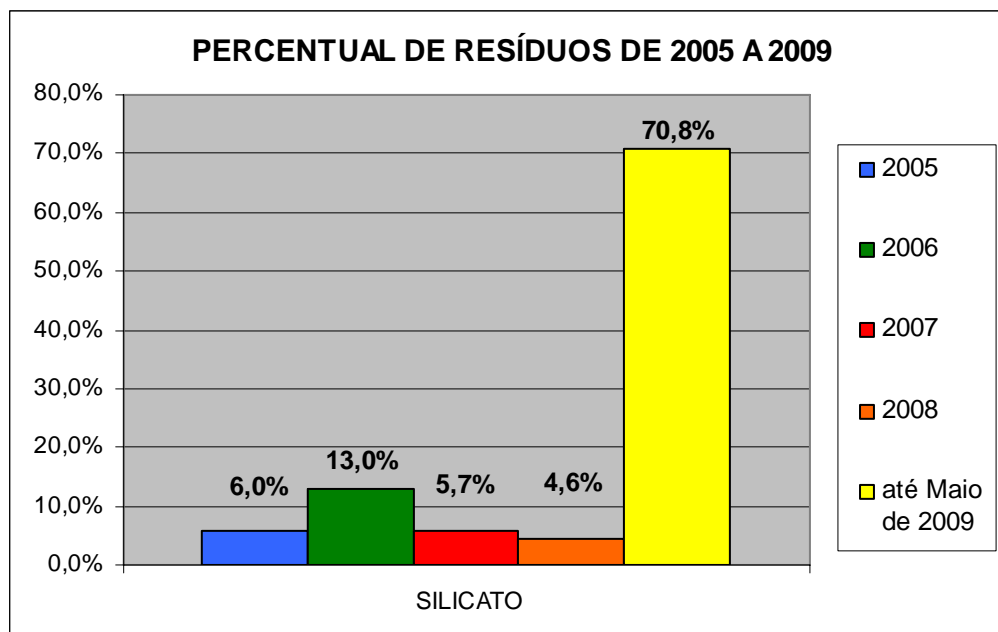


FIGURA 4.28 – Gráfico com a evolução percentual na geração do resíduo silicato na Lubnor.

Com relação aos resíduos orgânicos, 2007 e 2008 tiveram valores bem acima dos anos anteriores, e a explicação para esse fato foi o aumento da área industrial, devido à ampliações e ao início da construção de uma nova unidade, o que aumenta tanto os resíduos de capina nas áreas e poda de árvores, como os restos alimentares, pois o número de funcionários, principalmente terceirizados, cresceu significativamente.

Em 2009 já pode ser observada uma projeção de geração menor, já que nos cinco primeiros meses o percentual gerado foi de 11%, conforme figura 4.29. Este percentual ainda não está baixo, mesmo porque nesses meses o número de funcionários ainda estava bem acima do normal, devido a essas obras. Contudo, pode-se observar que a geração no primeiro semestre é levemente superior a do segundo, em virtude do período chuvoso em Fortaleza ser concentrado no começo do ano, gerando grande quantidade de resíduos proveniente de capina nas áreas.

Um ponto não mostrado na figura 4.29 foi um levantamento da geração de resíduo orgânico (restos alimentares, capina e poda) no ano de 2008, referente ao número de funcionários. Pode-se calcular a quantidade gerada em quilograma por funcionário por dia, ficando este valor abaixo de 0,9.

Uma forma de minimizar a geração desse resíduo é realizar de forma criteriosa a segregação dos resíduos recicláveis, pois quando os mesmos são misturados, estes são dispostos como resíduos orgânicos. Logo, deve-se trabalhar com o intuito de conscientizar

os trabalhadores quanto aos benefícios que a segregação bem feita pode trazer, como menos resíduos “orgânicos” gerados (menor gasto para disposição final) e maior quantidade de resíduos recicláveis, que traz benefícios econômicos e ambientais, reduzindo a necessidade de adquirir matéria prima.

Um ponto a ser melhorado no gerenciamento dos resíduos orgânicos é a destinação final dada aos mesmos, que é o aterro sanitário. Tal destinação poderia ser evitada caso tivesse um programa que utilizassem esses resíduos para compostagem, trazendo benefícios econômicos e ambientais. No entanto, não há ainda iniciativas disseminadas em maior escala no município de Fortaleza para implementação dessas alternativas. Além disso, na área industrial da Lubnor não tem-se como fazer compostagem.

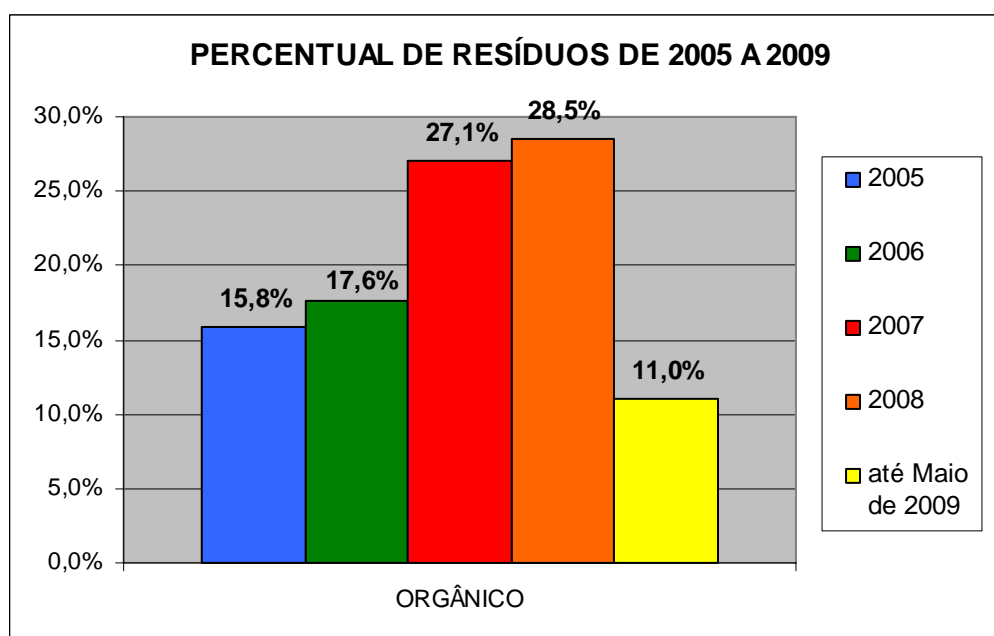


FIGURA 4.29 – Gráfico com a evolução percentual na geração do resíduo orgânico na Lubnor.

Quanto aos resíduos provenientes de obras civis, sua maior geração foi no ano de 2008, atingindo o percentual de 41,5% do total, ou seja, os entulhos gerados naquele ano foram maiores que nos dois anos anteriores juntos, que somou 40,8%, conforme figura 4.30. Essa quantidade exagerada em 2008 foi devido ao grande volume de obras e reformas feitas (algumas iniciadas em 2007) na Lubnor.

Porém, para o ano de 2009, este percentual até o mês de maio (11,9%) já mostra uma projeção de redução nessa geração, mesmo porque atualmente não estão mais ocorrendo obras e reformas de grande porte.

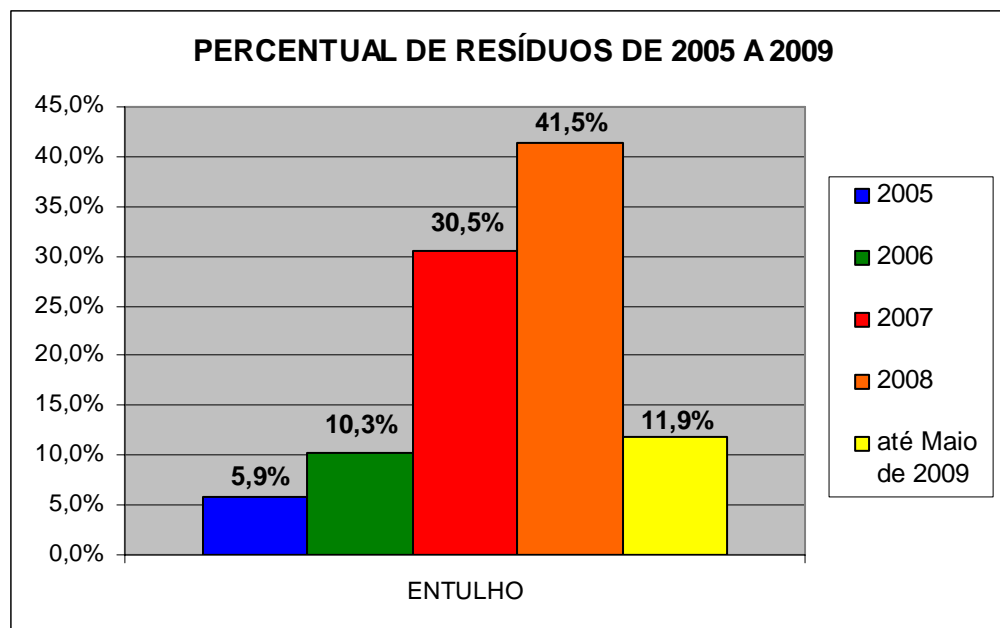


FIGURA 4.30 – Gráfico com a evolução percentual na geração de entulho na Lubnor.

Com relação aos resíduos laboratoriais, estes passaram a ter uma geração expressiva apenas a partir de 2007, quando os mesmos começaram a ser segregados dos demais resíduos, atingiu um percentual de 14,1%, como é mostrado na figura 4.31. No ano seguinte, em 2008, a quantidade gerada foi mais que triplicada, atingindo um percentual de 45,8%, devido ao aumento no número e na periodicidade dos ensaios realizados.

Neste ano, a geração até o mês de maio já atingiu 40,1%, o que mostra uma projeção de geração para todo o ano de 2009 de aproximadamente o dobro de 2008. Este aumento ainda é devido à continuação do aumento no número e na periodicidade dos ensaios, pois as especificações de alguns produtos estão cada vez mais restritivas, exigindo então novos tipos de ensaios, de vidrarias para os mesmos, de produtos químicos e também de aparelhos, aumentando a quantidade de ensaios e resíduos.

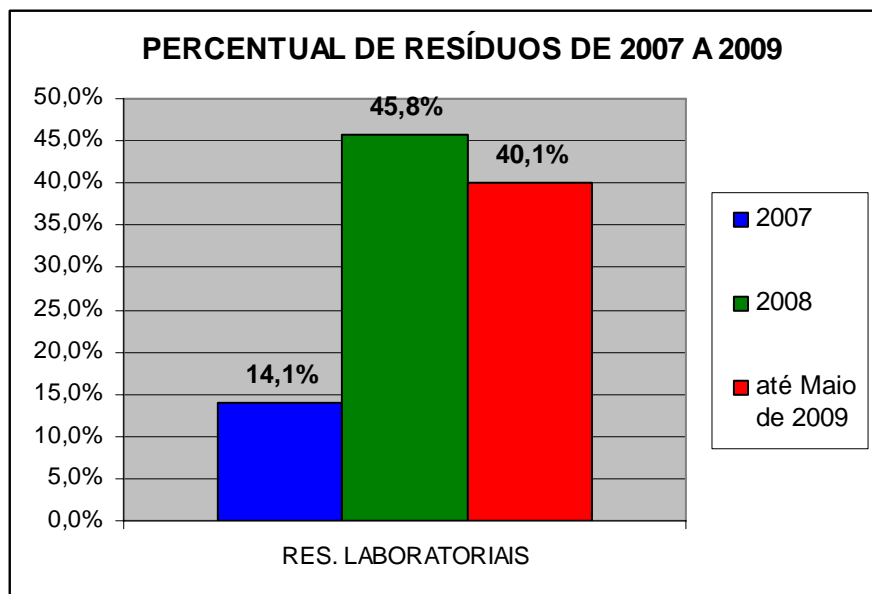


FIGURA 4.31 – Gráfico com a evolução percentual na geração de resíduos laboratoriais na Lubnor.

Através das entrevistas realizadas, conseguiu-se informações acerca dos resíduos borra oleosa, resíduos orgânicos (restos alimentares), resíduos de coleta seletiva e entulhos.

Com relação à borra oleosa, constatou-se que a maior parte de sua geração ocorre na estação de carregamento rodoviário (ECR) e na limpeza dos tanques e canaletas de óleo. Os motivos da geração de borra na ECR são:

- Presença de água e/ou emulsão no interior das carretas, provocando evaporação e derrame de produto;
- carretas com furos, fissuras ou com válvulas abertas;
- vazamentos nas linhas e tubulações (juntas e válvulas) da ECR.

Com relação aos resíduos orgânicos, especificamente os restos alimentares, sua geração está diretamente ligada à quantidade de funcionários. Nas sextas-feiras existe uma tendência de geração maior, pois sobra mais “comida” porque boa parte dos funcionários que deveriam fazer a refeição na Lubnor, não a fazem.

Quanto aos resíduos de coleta seletiva, os mesmos também têm sua geração relacionada diretamente ao número de funcionários. Contudo, boa parte dessa geração não é utilizada para reciclagem devido à segregação não ser bem feita, ou seja, mistura-se plástico com papel e restos alimentares, sendo estes encaminhados para a caçamba de resíduos orgânicos.

Já os entulhos estão diretamente relacionados com o volume de obras civis, porém, um planejamento mal feito da obra gera retrabalho e também mais entulho. Por isso, para a minimização deste resíduo na geração, é preciso um planejamento bem feito para a execução do serviço, juntamente com profissionais qualificados e ferramentas adequadas.

4.16. Práticas de minimização de resíduos

A seguir são apresentadas algumas práticas para minimização da geração de resíduos adotadas e aplicadas na Lubnor e outras que poderão vir a serem utilizadas.

Alumínio

- Adequar as dimensões das embalagens às necessidades de consumo;
- recuperar e reciclar.

Pilhas e baterias

- Avaliar a frequência de troca e retorno ao fabricante;
- utilizar baterias recarregáveis;
- substituir fonte energética;
- utilizar baterias feitas de material menos tóxico;
- avaliar a possibilidade de substituição de uso de bateria para gerador.

Cartuchos e tonners de impressoras vazios

- Definir, sempre que possível, configuração padrão da impressora no modo econômico ou rascunho ou na escala cinza;
- evitar impressões desnecessárias;
- retornar ao fabricante;
- encaminhar para recarga ou remanufaturamento;
- reciclar.

Isolantes térmico e acústico

- Manter boas práticas de manutenção e armazenamento, visando o aumento da vida útil.

Lâmpadas fluorescentes

- Substituir por outros materiais;

- prolongar o uso de materiais para evitar o descarte;
- manter em sua embalagem original até o momento de sua destinação, com o objetivo de evitar a quebra acidental;
- realizar manutenção adequada de sistemas elétricos.

Papel e papelão em geral

- Adequar as dimensões das embalagens às necessidades de consumo;
- investir em equipamentos que possibilitem impressão frente e verso;
- evitar impressões desnecessárias;
- reusar e reciclar.

Plástico e borrachas em geral

- Adequar as dimensões das embalagens às necessidades de consumo;
- adquirir material a granel, sempre que possível;
- segregar antes da disposição;
- reusar, recuperar e reciclar.

Restos ou sobras de alimentos

- Otimizar o estoque com base nas datas de validade;
- armazenar os alimentos de forma adequada;
- realizar manutenção preventiva dos equipamentos de refrigeração;
- utilizar, sempre que possível, técnicas de compostagem.

Restos de podas e vegetação em geral

- Avaliar a necessidade de desmatamento;
- triturar e utilizar o resto de vegetação como corretivo de solo e controle de erosão;
- utilizar, sempre que possível, técnicas de compostagem.

Barris, tambores, containeres e cilindros de gás (vazios)

- Reciclar e retornar ao fabricante;
- utilizar tanques para armazenamento de produtos a granel.

Borra oleosa

- Limpeza de tanques seguida por centrifugação trifásica, em água, óleo e sólidos, com redução do volume de resíduos a ser tratado;
- mudança no ângulo dos misturadores nos tanques de petróleo;
- mudança na armazenagem por produtos mais leves, antes da liberação do tanque para manutenção;
- diluição da borra com diesel, nafta ou outro petróleo;
- limpeza rápida do tanque (quanto mais rápida for a limpeza, melhor será o rendimento pois evita-se a perda de leves e endurecimento da borra);
- empregar captador flutuante na entrada do separador de água e óleo;
- segregar esgoto oleoso de não oleoso;
- utilizar desemulsificante;
- a retirada da borra com água durante a limpeza de tanques deve ser evitada, quando utilizada, a água deve ser reciclada;
- utilização de Sistema de Geração de Nitrogênio (SGN);
- implementar programa de redução de vazamentos;
- realizar reposição e reparo de componentes (flanges, bombas etc.);
- otimizar o processo de recuperação e captação do óleo para retorno ao sistema.

Catalisador gasto

- Maximizar o reuso;
- reciclar e retornar ao fabricante.

Trapos e EPIs contaminados com oleosos

- Reutilização de toalhas após lavagem por firma especializada
- utilizar equipamento que possa ser descontaminado;
- minimizar vazamentos de óleo;
- substituir trapos, estopas etc. por toalhas industriais;
- avaliar a utilização de sistemas de centrifugação para recuperação de óleo.

Solo e vegetação contaminada por óleo

- Em caso de vazamento, fazer limpezas manuais de áreas contaminadas, evitando o uso de retro-escavadeira;
- retirada imediata de material de poda próximo a canaletas de drenagem de água oleosa;
- instalar caixas de limpeza de tanques evitando contaminação das bacias.

Entulho de construção

- Comprar material a granel;
- reciclar e reusar “pallets” e containeres;
- dimensionar corretamente o volume de material a ser escavado;
- promover o correto escoramento das cavas;
- utilizar sempre o traço e volumes de argamassa ou de concreto recomendados, evitando os excessos;
- considerar a utilização de aditivos líquidos para evitar o descarte de argamassa ou concreto preparado;
- melhorar as condições de armazenamento para evitar a contaminação e o endurecimento do cimento seco;
- utilizar moagem para preenchimento, pavimentação de estradas e controle de erosão;
- utilizar o excesso para a estabilização de outros resíduos;
- recuperar e reciclar.

Resíduos de pintura e outros revestimentos

- Utilizar racionalmente produtos;
- adquirir quantidades exatas;
- realizar armazenamento apropriado de materiais;
- avaliar periodicidade de pinturas;
- realizar limitação de tipos e cores quando possível;
- substituir por produtos mais duráveis;
- utilizar tinta base água ao invés de base óleo;

- realizar sistema de jateamento seguro, sem metais ou sílica;
- evitar o uso de tintas contendo metais pesados (exemplo: chumbo, cromo);
- utilizar recipientes com “liners” e dar preferência ao uso de material descartável ao invés de utilizar solventes para a limpeza.

Filtros de óleo

- Avaliar a frequência de troca;
- utilizar produtos com maior durabilidade e recicláveis;
- avaliar a utilização de sistemas de centrifugação para recuperação de óleo.

Óleo lubrificante ou de motor usado

- Avaliar a frequência de troca;
- utilizar produtos com maior durabilidade;
- realizar manutenção periódica de equipamentos para minimizar vazamento;
- trocar filtros para aumento da vida útil do óleo.

Brita contaminada

- Eliminar vazamentos;
- fazer lavagem com hidrojato e reutilizar.

Areia contaminada

- Durante limpezas de praias, utilizar materiais absorventes e fazer a retirada com rodos e rastelos;
- proteger a areia de maior contaminação com a colocação de barreira de contenção na arrebentação;
- otimizar programa de redução de vazamentos;
- utilizar elementos de contenção em pontos de potencial vazamento;
- utilizar absorventes para captação de pequenos vazamentos;
- racionalizar a retirada de solo contaminado durante operações de emergência;
- priorizar tecnologias de remediação “in-situ”.

Soluções ácidas / cáusticas

- Realizar uso seguro dos produtos químicos;
- otimizar a manutenção;
- reutilizar até a saturação ou neutralização;
- substituir por produto menos tóxico ou reciclável;
- realizar controle de inventário e armazenamento seguro;
- utilizar inibidores para a prevenção de incrustações e para diminuição da frequência de operações de limpeza.

Solventes

- Realizar controle de inventário e estoque;
- utilizar solvente base água;
- avaliar cronograma de limpeza;
- utilizar racionalmente os produtos;
- reutilizar os produtos;
- evitar o uso de produtos halogenados;
- eliminar vazamentos em equipamentos para minimizar a necessidade de limpeza;
- reprocessar para reuso.

Pneus

- Realizar checagem de pressão e alinhamento de rodas para prolongamento da vida útil;
- realizar melhoria e manutenção das vias;
- adequar o tipo de pneus às vias e ao uso.

Produtos químicos vencidos ou gastos

- Utilizar totalmente os produtos;
- realizar aquisição racional de produtos para evitar vencimento;
- reciclar quando possível;
- reutilizar em aplicações menos críticas, se possível;

- substituir insumos;
- retornar produtos ao fornecedor;
- realizar manutenção de embalagens fechadas e protegidas para evitar a contaminação;
- manter todos os produtos rotulados.

Amostragem

- Fazer lavagem e reaproveitar;
- utilizar sistemas que evitem perda de produtos durante a amostragem. Quando não for possível, recolher o produto no local de geração e reusá-lo;
- sempre que possível utilizar analisador em linha.

Embalagem

- Se possível, comprar produtos em embalagens maiores;
- negociar com o fornecedor o retorno da embalagem.

4.17. Levantamento do ano de 2008

No ano de 2008, o levantamento realizado quanto à geração, ao descarte e aos tipos de resíduos foi feito de forma mais detalhada, onde se conseguiu, por exemplo, separar o resíduo borra oleosa dos trapos e papel contaminados com ela e os flex-pig, sendo a mesma estudada em separado. Neste estudo, incluíram-se também alguns resíduos que não foram caracterizados anteriormente, como embalagens metálicas contaminadas, resíduos contaminados com óleo ou produto químico, abrasivo de jateamento, cartuchos e tonners, e os resíduos de coleta seletiva (papel, papelão, plástico e metal), não incluindo junto com coleta seletiva os resíduos orgânicos da área administrativa, caracterizados separadamente.

A figura 4.32 mostra um gráfico com valores percentuais da geração dos resíduos, sendo excluído desse gráfico o resíduo entulho devido à sua grande geração em relação aos demais, o que distorceria o gráfico caso o mesmo fosse incluído, já que representa quase 84% do total.

Pode-se perceber que os resíduos embalagens metálicas contaminadas, resíduos contaminados com óleo ou produto químico e os resíduos orgânicos foram os que apresentaram o maior percentual de geração, ficando cada um com aproximadamente 35%, 28% e 19% respectivamente.

Um fator importante a ser considerado é que, fazendo esse levantamento com o resíduo borra oleosa em separado, o mesmo só representou 4,2% do total, enquanto que se a borra fosse considerada junta com trapo oleoso, papel oleoso, flex-pig e outros contaminados com a mesma, esse percentual de geração ficaria superior a 50%, considerando o ano de 2008.

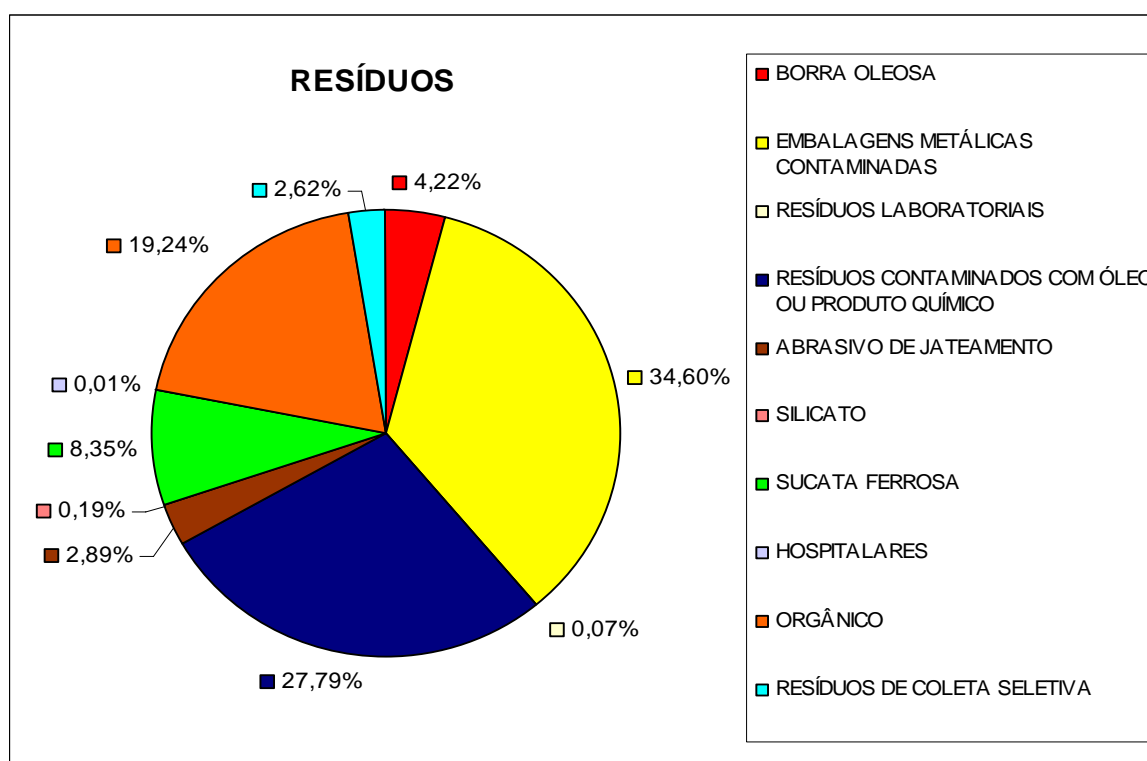


FIGURA 4.32 – Gráfico do percentual de resíduos gerados em 2008 na Lubnor.

A tabela 11 a seguir resume o gerenciamento dado aos resíduos no ano de 2008, sendo mostrados as etapas de origem dos resíduos no processo, sua classificação segundo a NBR 10004, sua caracterização (composição aproximada), a empresa que se responsabiliza pelo transporte, pelo local de armazenamento e pela destinação final dada aos materiais.

TABELA 11 – Resumo da caracterização e gerenciamento dado aos resíduos

RESÍDUO	ETAPAS DE ORIGEM NO PROCESSO	CLASSE NBR 10.004	CARACTERIZAÇÃO	TRANSPORTE	ARMAZENAMENTO	DESTINO FINAL
			Composição aproximada			
HOSPITALARES	Atendimento Ambulatorial	I	Remédios, desinfetantes, algodão contaminado, agulhas e material etc.	BRASLIMP	Central de Resíduos	CONSTRUTORA MARQUISE S/A
BORRA OLEOSA	Limpeza de Canaletas e Tanques, Derrames em Válvulas, etc	I	Hidrocarbonetos, outros componentes do petróleo cru e sólidos (areia, cascalho, etc).	TECNOSHIP	Central de Resíduos	VOTORANTIM CIMENTOS N/NE S.A.
PILHAS/ BATERIAS	Diversas	I	Composta de metais (zinco, manganês e níquel) e íons de lítio, zinco e argônio	TRANSPORTADORA BITURY LTDA	Central de Resíduos	ACUMULADORE MOURA S/A
LÂMPADAS	Iluminação	I	Vidro e metais não ferrosos, vapor de mercúrio e chumbo	*	Central de Resíduos	*
RESÍDUOS LABORATORIAIS	Análises laboratoriais	I	Materiais diversos	*	Central de Resíduos	*
EMBALAGENS METÁLICAS CONTAMINADAS	Serviços de Pintura	I	Latas de metal	TECNOSHIP	Central de Resíduos	VOTORANTIM CIMENTOS N/NE S.A.
RESÍDUOS CONTAMINADOS COM ÓLEO OU PRODUTO QUÍMICO	Diversas	I	Materiais diversos (madeira, plásticos, metais, borrachas, isolantes, etc)	TECNOSHIP	Central de Resíduos	VOTORANTIM CIMENTOS N/NE S.A.
ABRASIVO DE JATEAMENTO	Jateamento	I	Granalha de aço, vidro e cobre contaminados com óleo, ferrugem e tinta	TECNOSHIP	Central de Resíduos	VOTORANTIM CIMENTOS N/NE S.A.
SILICATO	Isolamento Térmico	II A	Silicato	TECNOSHIP	Central de Resíduos	VOTORANTIM CIMENTOS N/NE S.A.
CATALISADOR	Manutenção	II A	Caralisador	*	Central de Resíduos	*
SUCATA FERROSA	Diversas	II A	Sobras, aparas e equipamentos inservíveis, contaminados ou não.	GERDAU	Pátio de Sucata	GERDAU
ORGÂNICO	Administrativo, Capina e Poda de árvores	II A	Resto de alimentos, Papeis Higiênicos, Capina, etc	BRASLIMP	Container	ATERRO SANITÁRIO
CARTUCHOS TONNER	Impressão	IIA	Plásticos e/ou metal com resíduo de tinta.	Associação dos Moradores da Barra do Rio Cocó	Central de Resíduos	Associação dos Moradores da Barra do Rio Cocó
RESÍDUOS DE COLETA SELETIVA (PAPEL, PLÁSTICO E METAL)	Diversas	IIA	Papel, Papelão, Plástico e metal não-contaminado	Associação dos Moradores da Barra do Rio Cocó	Ilha Ecológica	Associação dos Moradores da Barra do Rio Cocó
ENTULHO	Obras de Construção Civil	II B	Restos de demolição e obras civis	VENTANIA TRANSPORTE ME.	Área	ATERRO SANITÁRIO

Fonte: Lubnor. Fortaleza – CE. 2009.

O transporte e a destinação dos resíduos são feitos de forma muito criteriosa, com documentos que liberam e aprovam tal etapa e com empresas licenciadas pelo órgão ambiental competente.

Com relação à destinação final, levando-se em consideração aspectos sócio-econômicos, cada resíduo recebe a destinação mais adequada. Destacando-se a borra oleosa, segundo estudo de Magalhães (2006), sua destinação mais econômica é a fábrica de cimento em Sobral – Votorantim Cimentos N/NE S.A., para co-processamento, o qual está implementado.

Pelo lado social, os resíduos de coleta seletiva e os cartuchos e tonners são destinados para a Associação dos Moradores da Barra do Rio Cocó através de doação, visando o beneficiamento e crescimento da região.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Baseado nos objetivos do trabalho pôde-se perceber que os mesmos foram atingidos, principalmente com relação à identificação dos resíduos, às práticas de minimização dos mesmos e ao levantamento da geração dos resíduos nos últimos cinco anos, bem como propostas de melhorias do sistema de gestão.

Com relação ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Lubnor, pôde-se apresentar as seguintes conclusões:

- O Plano é de fundamental importância para garantir a segurança do homem e do meio ambiente através da minimização da geração de resíduos e o controle efetivo destes;
- Está embasado por normas e procedimentos que facilitam o entendimento, tornando-o mais específico, e faz com que todas as gerências da indústria participem ativamente do Plano;
- Tem participação ativa e de forma compromissada de todas as gerências, com a elaboração de procedimentos relacionados aos resíduos, bem como dos relatórios de tratamento de anomalias, além do cumprimento do plano;
- Um ponto a ser abordado e melhor trabalhado no plano é o treinamento dos trabalhadores (principalmente os contratados) quanto ao cumprimento dos procedimentos e normas, e a divulgação de boas práticas, como a importância da correta segregação dos resíduos.
- Outro ponto a ser mais bem discutido é com relação à destinação dos restos alimentares, que poderiam ser utilizados em processo de compostagem.

Quanto aos resíduos gerados:

- Quase todos os resíduos do processo industrial são classificados como perigosos, o que mostra a importância do plano de gerenciamento ser bem elaborado e cumprido por todos.

- Existe uma grande diversidade de resíduos, tanto devido à variedade de produtos e processos, quanto à presença do ambulatório e do laboratório, além dos resíduos das atividades administrativas.
- Por ter apresentado nos últimos anos várias ampliações, construções e reformas, o principal resíduo gerado em termo de quantidade em peso foi o entulho, o qual não é oriundo do processo industrial.
- Devido a esse crescimento da Lubnor, alguns resíduos não tiveram uma geração estável, apresentando um maior crescimento ou diminuição, como o caso do silicato e da borra oleosa (junto com flex pig, trapo e papel oleoso).
- Devido a Lubnor ser uma refinaria de pequeno porte, o resíduo borra oleosa não é o principal gerado em termos de quantidade, ficando com um percentual bem abaixo da média de outras refinarias (estudo do ano de 2008), porém, sua importância ambiental fica em primeiro plano.

Quanto às etapas de gerenciamento dos resíduos:

- A integração dos componentes de um sistema deve estar sempre em primeiro plano, principalmente quando se trata de meio ambiente e saúde, como é o caso de todo gerenciamento de resíduos industriais.
- A etapa de minimização da geração dos resíduos é muito bem desenvolvida, com diversas práticas de minimização, mas que deve ser melhor trabalhada e divulgada como o principal ponto do gerenciamento, criando meios de se medir o grau de minimização dos resíduos por área ou gerência.
- Atenção especial é dada à etapa de transporte, exigindo empresas licenciadas pelo órgão ambiental, bem como documentos, cujo foco é ter documentado a rastreabilidade do resíduo até sua destinação final.
- A destinação final é feita de forma segura e para todos os resíduos, não ficando mais resíduos sem destinação, ou seja, armazenados por mais de um ano. Todos os processos de tratamento e disposição final são licenciados pelo órgão ambiental competente.
- Pode-se observar que os setores que podem gerar maior variedade de resíduos são o de manutenção e de armazenamento de resíduos.

- Pode-se melhorar a etapa de destinação final, pois nos cinco anos em estudo, alguns resíduos não foram destinados até o final do ano em que foi gerado, ficando como remanescente para o ano seguinte.

5.2. Recomendações

Como recomendações para futuros trabalhos, têm-se:

- Realizar estudos mais aprofundados e detalhados sobre novas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos provenientes da indústria do petróleo, principalmente a borra oleosa, bem como métodos de aplicação dos 3R's.
- Como prosseguimento para este trabalho, pode-se realizar um estudo de viabilidade econômica para o tratamento e disposição final mais adequado para os resíduos sólidos da Lubnor baseado em novas tecnologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8418: Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos** – procedimento. Rio de Janeiro, mar. 1984. 17p.
- _____. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos** – procedimento. Rio de Janeiro, abr. 1992a. 7p.
- _____. **NBR 10004: Resíduos sólidos** – classificação. Rio de Janeiro, maio. 2004a. 71p.
- _____. **NBR 10005: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, maio. 2004b. 16p.
- _____. **NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, maio. 2004c. 3p.
- _____. **NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, maio. 2004d. 21p.
- _____. **NBR 10157: Aterros de resíduos perigosos** – Critérios para projeto, construção e operação – procedimento. Rio de Janeiro, dez. 1987. 22p.
- _____. **NBR 11174: Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e III – inertes** – procedimento. Rio de Janeiro, jul. 1990a. 8p.
- _____. **NBR 11175: Incineração de resíduos sólidos perigosos** – Padrões de desempenho. Rio de Janeiro, jul. 1990b. 5p.
- _____. **NBR 12235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos** – procedimento. Rio de Janeiro, abr. 1992b. 14p.
- _____. **NBR 12980: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, ago. 1993. 6p.
- _____. **NBR 13463: Coleta de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, set. 1995. 3p.
- _____. **NBR 13591: Compostagem** – Terminologia. Rio de Janeiro, mar. 1996. 4p.
- _____. **NBR 13894: Tratamento no solo (*landfarming*)** – procedimento. Rio de Janeiro, jun. 1997a. 10p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos** – Critérios para projeto, implantação e operação – procedimento. Rio de Janeiro, jun. 1997b. 12p.

_____. **NBR 17505-1: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis**. Parte 1: Disposições gerais. Rio de Janeiro, jul. 2006a. 14p.

_____. **NBR 17505-4: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis**. Parte 4: Armazenamento em recipientes e em tanques portáteis. Rio de Janeiro, jul. 2006b. 60p.

A Produção Mais Limpa na Micro e Pequena Empresa. Rio de Janeiro, 2003. CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Centro Nacional de Tecnologias Limpas.

ABREU, M. C. S. de; SOUSA, H. F. de. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a Indústria de Petróleo: O Caso de Fazenda Belém-Icapuí/CE**. Porto Alegre, 2005. 8 p. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

AGENDA 21: resumo. Conferencia das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992. Primeira Tradução.

AGUIAR, R. G. **Política de gestão de resíduos sólidos para a indústria da construção civil**. Fortaleza, 2007. 69 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Ceará.

ALMEIDA, F. **O Bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro, 2002. Nova Fronteira.

ALVES, M. R. F. V.; HOLANDA, F. S. R. **Indicadores ambientais para a gestão de resíduos sólidos oleosos da indústria de petróleo**. Rio de Janeiro, 2004. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP. Rio Oil & Gas Expo and Conference.

ALVES, M. R. F. V. **Reciclagem de borra oleosa: uma contribuição para a gestão sustentável dos resíduos da indústria de petróleo em Sergipe**. São Cristovão, 2003. 191p. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal de Sergipe.

ARAÚJO, L. S. de.; NICOLAIEWSKY, E.; FREIRE, D. D. C. **O estudo de caso do gerenciamento de resíduos sólidos em uma refinaria de petróleo**. Rio de Janeiro, 2003. 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás.

ARIDE, S. **Uso do resíduo oleoso das atividades de extração de petróleo em manutenção de estradas: um enfoque econômico e ambiental**. Vitória, 2003. 160f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo.

BOHN, C. H. **Modelo de gerenciamento de resíduos industriais sólidos**. Florianópolis, 2003. 108 p. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 257, de 30 de junho de 1999**. Dispõe sobre o estabelecimento da obrigatoriedade de procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos. Brasília: Diário Oficial da União, edição de 22 de julho de 1999a.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999**. Dispõe sobre a destinação final, de forma ambientalmente adequada e segura aos pneumáticos inservíveis. Brasília, 1999b.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 264, de 26 de agosto de 1999**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental para o co-processamento de resíduos em fornos rotativos de clínquer, para a fabricação de cimento. Brasília: Diário Oficial da União, edição de 20 de março de 2000.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001**. Dispõe sobre o estabelecimento do código de cores para diferentes tipos de resíduos, a ser adotados na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília: Diário Oficial da União, edição de 19 de junho de 2001.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 293, de 12 de dezembro de 2001**. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleos originados em portos organizados, instalações portuárias ou terminais, dutos, plataformas, bem como suas respectivas instalações de apoio e orienta a sua elaboração. Brasília: Diário Oficial da União, edição de 29 de abril de 2002a.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o inventário nacional de resíduos sólidos industriais. Brasília: Diário Oficial da União, edição de 22 de novembro de 2002b.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 314, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o registro de produtos destinados à remediação de substancias potencialmente poluidoras, incluindo petróleo e seus derivados e dá outras providencias. Brasília: Diário Oficial da União, edição de 20 de novembro de 2002c.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 316, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Brasília: Diário Oficial da União, edição de 22 de novembro de 2002d.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 334, de 03 de abril de 2003**. Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos. Brasília: Diário Oficial da União, edição de 19 de maio de 2003.

CABRAL, B. **Legislação Brasileira de Resíduos Sólidos e Ambiental Correlata**. Brasília: Senado Federal, 1999. 4v. (Caderno Legislativo; 4/99)

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4. ed. São Paulo: Humanitas, 2003. 346 p.

CARLOS, G. A. M. **Contaminação industrial pelos resíduos sólidos perigosos - relação com a saúde humana - Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil**. Cancún, 2002. 7p. XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

CARVALHO, J. H. da S. **Conservação de água, tratamento, reuso e reciclo de efluentes em refinaria de petróleo**. Rio de Janeiro, 2006. 85 f. Dissertação de mestrado em Química. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). **Portaria Nº 201, de 13 de outubro de 1999**. Dispõe estabelecer normas técnicas e administrativas necessárias à regulamentação do sistema de licenciamento de atividade utilizadoras de recursos ambientais no território do Estado do Ceará. Fortaleza: Diário Oficial do Estado do Ceará, edição de 27 de outubro de 1999.

CEARÁ. **Constituição do Estado do Ceará – 1989**. Fortaleza: INESP, 2000. p. 207-214.

CEARÁ. **Lei nº 13.103, de 24 de janeiro de 2001.** Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Ceará e dá outras providências correlatas. Fortaleza: Diário Oficial do Estado do Ceará, edição de 05 de fevereiro de 2001.

CEARÁ. **Decreto Nº 26.604, de 16 de maio de 2002.** Regulamenta a Lei nº 13.103, de 24 de janeiro de 2001, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Ceará e dá outras providências. Fortaleza: Diário Oficial do Estado do Ceará, edição de 17 de maio de 2002.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). **Inventário estadual de resíduos sólidos industriais.** Fortaleza: SEMECE, MMA/FNMA, 2004. 106p

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Resíduos sólidos industriais.** 2. ed. rev. ampl. São Paulo: CETESB, 1993. 234 p.

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual para implementação de um programa de prevenção à poluição/CETESB.** 4.ed. São Paulo: CETESB, 2002. 16 p.

CONEGLIAN, C. M. R. et al. **Avaliação da biodegradação no solo de resíduos gerados em refinaria de petróleo.** HOLOS Environment, v.6 n.2, 2006. 106 p.

CORAZZA, R. I. **Gestão ambiental e mudanças da estrutura organizacional.** RAE-eletrônica, v. 2, n. 2, 2003. Editora: Fundação Getulio Vargas – Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Site da internet - www.rae.com.br/eletronica.

CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. **Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos:** estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. São Carlos, 2002. Gestão & Produção. v.9 n.2.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa.** São Paulo, 1995. Ed. Atlas.

EBRAHIMI, S.; MOGHADDAS, J. S.; AGHJEH, M. K. R. **Study on thermal cracking behavior of petroleum residue.** Tabriz, 2008. Science Direct – Fuel. 1623–1627 p.

FLOHR, L. et al. **Classificação de resíduos sólidos industriais com base em testes ecotoxicológicos utilizando *Daphnia magna*:** uma alternativa. Florianópolis, 2005. 12 p. Artigo. Universidade Federal de Santa Catarina.

FURLAN, L. T.; MERCANTI, J. A. **Destinação final de resíduos em fornos de cimento: uma solução inteligente.** São Paulo, 2004. Seminário de Co-processamento. VI FIMAI – 6ª Feira internacional de meio ambiente industrial. Casos práticos – PETROBRÁS.

GALDINO, C. A. B., MARQUES JÚNIOR, S., RAMOS, R. E. B. **Gestão ambiental e o setor de exploração de petróleo:** um estudo sobre a percepção dos técnicos ambientais quanto ao passivo ambiental da atividade. Ouro Preto, 2003. XXIII Encontro Nacional de Eng. de Produção,

GUIA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA – FAÇA VOCÊ MESMO. Rede de Produção Mais Limpa. Rio de Janeiro, 2003. *CEBDS* - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável

GUIMARAES, A. K. V. **Extração do óleo e caracterização dos resíduos da borra de petróleo para fins de reuso.** Natal, 2007. Dissertação de mestrado em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 154 f.

IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado.** 1ª ed. São Paulo: Institutos de Pesquisas Tecnológicas, 1995. Publicação IPT 2163.

JARDIM, W. de F. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa.** Campinas, 1997. 3 p. Instituto de Química – UNICAMP.

LIMA, J. D. de. **Sistemas integrados de destinação final de resíduos sólidos urbanos.** 1.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005. 277 p.

LIMA, J. D. de. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil.** 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 267 p.

MAGALHÃES, L. C. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos para a indústria de petróleo:** o caso de Petrobras/Lubnor-CE. 2006. 71 f. Monografia (graduação). Universidade Federal do Ceará.

MANÇÚ, R. J. de S. **Práticas de gestão ambiental:** os casos dos campos produtores de petróleo da Bahia. Salvador, 2008. Dissertação de mestrado em Administração Estratégica. Universidade Salvador – UNIFACS. 207p.

MARIANO, J. B. **Impactos Ambientais do Refino de Petróleo.** Rio de Janeiro, 2001. Tese de mestrado em Ciências em Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 216 p.

MESQUITA Jr, J. M. de. **Gestão integrada de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40 p. (Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos)

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 388p.

MOURA, L. A. de. **Gestão de resíduos sólidos na indústria da construção civil**: 2006. 72 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Ceará.

OLIVEIRA, S. de. **Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos (RSD) da cidade de Botucatu/SP**. São Paulo, 1999. v. 4. Artigo publicado na Revista Engenharia Sanitária e Ambiental da ABES.

OLIVEIRA, M. L. de. **Caracterização e pirólise dos resíduos da Bacia de Campos: análise dos resíduos da P-40**. Rio de Janeiro, 2006. Dissertação de Mestrado em Ciências. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Química Ambiental. 192f.

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A. **N-270: Projeto de tanque de armazenamento atmosférico**. CONTEC – Comissão de Normalização Técnica. Rio de Janeiro, 2008a. 76p.

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A. **N-2493: Solo** – Amostragem da Camada Reativa da Célula de “Landfarming”. CONTEC – Comissão de Normalização Técnica. Rio de Janeiro, 2008b. 6 p.

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A. **N-2350: Resíduos de Atividades Administrativas**. CONTEC – Comissão de Normalização Técnica. Rio de Janeiro, 2006a. 20 p.

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A. **N-2622: Resíduos Industriais**. CONTEC – Comissão de Normalização Técnica. Rio de Janeiro, 2006b. 29 p.

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A. **N-2644: Plano de Respostas a Emergências**. CONTEC – Comissão de Normalização Técnica. Rio de Janeiro, 2008c. 12 p.

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A. **N-2645: Critérios Mínimos para Elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos**. CONTEC – Comissão de Normalização Técnica. Rio de Janeiro, 2006c. 9 p.

PHILIPPI Jr., **A Agenda 21 e resíduos sólidos**. São Paulo, SP. Anais do RESID'99 – Seminário sobre resíduos sólidos; ABGE, 1999. 15-25p.

PINTO, F. A. R. **Resíduos sólidos industriais: caracterização e gestão.** O caso do estado do Ceará. Fortaleza, 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** São Paulo, 1999. Tese de Doutorado em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 189 p.

PROSAB. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro: ABES, 1999. 65p. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

QUEIROZ, M. S. de. **A Indústria do Petróleo e o Meio Ambiente.** 2001. Artigo apresentado no II Fórum Ambiental Pro-Rio.

REICHE, A. P. **Estudo do potencial de degradação de petróleo de linhagens de fungos isoladas de solo nordestino.** Rio de Janeiro, 2005. Universidade do Rio de Janeiro. XIII Jornada de Iniciação Científica – CETEM.

ROJAS, J. W. J. **Estudo de remediação de solo contaminado por borra oleosa ácida utilizando a técnica de encapsulamento.** Porto Alegre, 2007. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SALEK, J. M. **Um estudo da legislação ambiental brasileira sobre resíduos sólidos urbanos.** Fortaleza, 2006. 109 f. Dissertação (mestrado em Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental.

SANCHES, C. S. **Gestão ambiental proativa.** *RAE* - Revista de Administração de Empresas, v. 40, n. 1, p. 76-87. São Paulo, 2000. Site da internet acessado em 15 de maio de 2009 <www.rae.com.br/eletronica>.

SEABRA, P. N.; GARCIA, R. L. P.; NEDER, L. de T. C. **Técnicas de tratamento de resíduos sólidos gerados na exploração e produção de petróleo.** Rio de Janeiro, 2001. 13 p. 1º Seminário sobre Proteção Ambiental na Exploração e Produção de Petróleo. Copyright 2001, Brazilian Petroleum and Gas Institute – IBP.

SEWELL, G. H. **Administração e controle da qualidade ambiental.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1978. 295 p.

SISINNO, C. L. S. et al. **Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em resíduos sólidos industriais**: uma avaliação preliminar do risco potencial de contaminação ambiental e humana em áreas de disposição de resíduos. Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2003. 671-676 p.

SOUSA, H. F. de. **Análise de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para indústria de petróleo**: o caso da fazenda Bélem em Icapuí, Ceará. Dissertação. Universidade Federal do Ceara. Fortaleza, 2007. 127p.

SOUZA, J. F.; SARMENTO, R. **Sistema de avaliação do desempenho ambiental de atividades petrolíferas**. Rio de Janeiro, 2003. 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás.

SOUZA, J. F. **Sistema de avaliação do desempenho ambiental das atividades upstream da indústria petrolífera**, 2003. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, UFES.

TEIXEIRA, E. N., FASSINA, L. T. C. V. S., CASTRO, V. L. F. L. **Potencial de minimização de resíduos sólidos domésticos em termos de matéria orgânica e embalagens**. Foz do Iguaçu: ABES, 1997. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

TEIXEIRA, G. H.; MARCILIO, N. R. **Tratamento térmico de resíduos da indústria de refino de petróleo**. 2007. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Seminário do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química.

THOMAS, J. E. (organizador) et al. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004. Interciência: PETROBRAS.

VASCONCELLOS, M. M. de. **Gerenciamento de resíduos sólidos do Campus Universitário do Pici, visando à sua redução e reaproveitamento**. Fortaleza, 2004. 193f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental.

ANEXOS

ANEXO A – TABELA DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	AVAL. DA SIGNIFICÂNCIA			AÇÕES DE CONTROLE
		SEV.	FREQ.	SIGNIF.	
Descarte de Sucatas de metais ferrosos e não-ferrosos	Alteração da qualidade do solo	1	A	Não Significativo	Programa de Coleta Seletiva Coleta de Lixo Reciclável Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Resíduos Contaminados	Alteração da qualidade do solo	2	A	Não Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Resíduos de Papel e papelão	Alteração da qualidade do solo	1	C	Significativo	DDSMS Consumo Consciente Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR Coleta de Lixo Reciclável Utilização de trituradores de papel Auditorias
Descarte de Resíduos de Plástico e bombonas plásticas	Alteração da qualidade do solo	1	C	Significativo	DDSMS Utilização de Poupa-Copos Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR Coleta de Lixo Reciclável Auditorias
Descarte de Resíduos de Vidro	Alteração da qualidade do solo	1	A	Não Significativo	Coleta de Lixo Reciclável Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Resíduos de Madeira e serragem	Alteração da qualidade do solo	1	A	Não Significativo	Coleta de Lixo Reciclável Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Resíduos Catalisadores gastos	Alteração da qualidade do solo	2	A	Não Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Resíduos de pinturas	Alteração da qualidade do solo	2	A	Não Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Cartuchos de tinta e toner	Alteração da qualidade do solo	2	B	Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Embalagens de produtos químicos	Alteração da qualidade do solo	1	B	Não Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Borras Oleosas	Alteração da qualidade do solo	2	A	Não Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Lâmpadas de vapor metálico, vapor de sódio e fluorescentes e seus componentes	Alteração da qualidade do solo	2	A	Não Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de EPIs usados	Alteração da qualidade do solo	1	A	Não Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Baterias e pilhas	Alteração da qualidade do solo	2	A	Não Significativo	Programa de Coleta Seletiva Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Resíduos infectantes	Alteração da qualidade do solo	2	A	Não Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Resíduo de graxas	Alteração da qualidade do solo	2	A	Não Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR
Descarte de Resíduos de silicatos	Alteração da qualidade do solo	2	A	Não Significativo	Gerenciamento de Resíduos da LUBNOR

ANEXO B – TABELA DE LEGISLAÇÃO FEDERAL E ESTADUAL RELATIVA A ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	LEGISLAÇÃO FEDERAL	LEGISLAÇÃO ESTADUAL
Descarte de Sucatas de metais ferrosos e não-ferrosos	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Decreto 5.940/2006 (Recicláveis) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários) Lei 7.408/1985 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 210/2006 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 258/2007 (Transporte de cargas em geral)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos Oleosos - Slop	Alteração da qualidade da água superficial	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Portaria MINTER 124/1980 Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) Resolução CONAMA 362/2005 (óleo lubrificante e oleosos) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários) Resolução CONAMA 237/1997 (TPP) Decreto 98.973/1990 (TPP ferroviário) Decreto 96.044/1988 (TPP) Resolução ANTT 420/2004 (TPP) Portaria INMETRO 236/2008 (TPP) Resolução ANTT 420/2004 (TPP) Portaria INMETRO 452/2008 (TPP) Portaria INMETRO 326/2006 (TPP) Portaria INMETRO 71/2008 (TPP) Portaria INMETRO 347/2008 (TPP) Portaria INMETRO 453/2008 (TPP) Portaria INMETRO 460/2007 (TPP) Portaria INMETRO 451/2008 (TPP) Portaria INMETRO 250/2006 (TPP) Portaria INMETRO 280/2008 (TPP) Portaria INMETRO 347/2008 (TPP) Portaria INMETRO 456/2008 (TPP) Portaria INMETRO 175/2006 (TPP) Lei 7.408/1985 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 210/2006 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 258/2007 (Transporte de cargas em geral)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	LEGISLAÇÃO FEDERAL	LEGISLAÇÃO ESTADUAL
Descarte de Resíduos Oleosos - Slop	Alteração na qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Portaria MINTER 124/1980 Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) Resolução CONAMA 362/2005 (óleo lubrificante e oleosos) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessoamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários) Resolução CONAMA 237/1997 (TPP) Decreto 98.973/1990 (TPP ferroviário) Decreto 96.044/1988 (TPP) Resolução ANTT 420/2004 (TPP) Portaria INMETRO 236/2008 (TPP) Resolução ANTT 420/2004 (TPP) Portaria INMETRO 452/2008 (TPP) Portaria INMETRO 326/2006 (TPP) Portaria INMETRO 71/2008 (TPP) Portaria INMETRO 347/2008 (TPP) Portaria INMETRO 453/2008 (TPP) Portaria INMETRO 460/2007 (TPP) Portaria INMETRO 451/2008 (TPP) Portaria INMETRO 250/2006 (TPP) Portaria INMETRO 280/2008 (TPP) Portaria INMETRO 347/2008 (TPP) Portaria INMETRO 456/2008 (TPP) Portaria INMETRO 175/2006 (TPP) Lei 7.408/1985 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 210/2006 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 258/2007 (Transporte de cargas em geral)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	LEGISLAÇÃO FEDERAL	LEGISLAÇÃO ESTADUAL
Descarte de Resíduos domésticos e produtos de varrição	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários) Lei 7.408/1985 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 210/2006 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 258/2007 (Transporte de cargas em geral)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de resíduos de papel e papelão	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Decreto 5.940/2006 (Recicláveis) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários) Lei 7.408/1985 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 210/2006 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 258/2007 (Transporte de cargas em geral)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de resíduos de amianto	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Resolução CONAMA 307/2002 (resíduos de construção civil) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de plástico e bombonas plásticas	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) Decreto 5.940/2006 (Recicláveis) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários) Lei 7.408/1985 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 210/2006 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 258/2007 (Transporte de cargas em geral)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	LEGISLAÇÃO FEDERAL	LEGISLAÇÃO ESTADUAL
Descarte de resíduos de vidro	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Decreto 5.940/2006 (Recicláveis) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários) Lei 7.408/1985 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 210/2006 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 258/2007 (Transporte de cargas em geral)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de explosivos	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 NR 19 (explosivos) NR 22 (explosivos) Decreto 3.665/2000 (explosivos) NRM 16 - Operações com Explosivos e Acessórios Portaria DLOG 18/2005 (explosivos) Portaria DLOG 19/2002 (nitrate de amônio) Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de madeira e/ou serragem	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários) Lei 7.408/1985 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 210/2006 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 258/2007 (Transporte de cargas em geral)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	LEGISLAÇÃO FEDERAL	LEGISLAÇÃO ESTADUAL
Descarte de Resíduos de Catalisadores gastos	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Portaria MINTER 124/1980 Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de recheios de reatores	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de pinturas	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Portaria MINTER 124/1980 Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de pneus	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Instrução Normativa IBAMA 08/2002 (Pneus) Resolução CONAMA 258/1999 (Pneus) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários) Lei 7.408/1985 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 210/2006 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 258/2007 (Transporte de cargas em geral)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	LEGISLAÇÃO FEDERAL	LEGISLAÇÃO ESTADUAL
Descarte de Resíduos de embalagens de produtos químicos	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de borras oleosas	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) Resolução CONAMA 362/2005 (óleo lubrificante e oleosos) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de Lâmpadas de vapor metálico, vapor de sódio e fluorescentes e seus componentes	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de pilhas e baterias	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Resolução CONAMA 401/2008 (pilhas e baterias) Instrução Normativa IBAMA 02/2000 (pilhas e baterias) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001 Lei 12.944/1999 (pilhas e baterias)

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	LEGISLAÇÃO FEDERAL	LEGISLAÇÃO ESTADUAL
Descarte de Resíduos de Serviços de Saúde	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) NR 32 (RSS) Resolução ANVISA/RDC 306/2004 (RSS) Resolução COFEN 303/2005 (RSS) Resolução CONAMA 358/2005 (RSS) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessoamento) Resolução CONAMA 237/1997 (TPP) Decreto 98.973/1990 (TPP ferroviário) Decreto 96.044/1988 (TPP) Resolução ANTT 420/2004 (TPP) Portaria INMETRO 236/2008 (TPP) Resolução ANTT 420/2004 (TPP) Portaria INMETRO 452/2008 (TPP) Portaria INMETRO 326/2006 (TPP) Portaria INMETRO 71/2008 (TPP) Portaria INMETRO 347/2008 (TPP) Portaria INMETRO 453/2008 (TPP) Portaria INMETRO 460/2007 (TPP) Portaria INMETRO 451/2008 (TPP) Portaria INMETRO 250/2006 (TPP) Portaria INMETRO 280/2008 (TPP) Portaria INMETRO 347/2008 (TPP) Portaria INMETRO 456/2008 (TPP) Portaria INMETRO 175/2006 (TPP) Lei 7.408/1985 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 210/2006 (Transporte de cargas em geral) Resolução CONTRAN 258/2007 (Transporte de cargas em geral)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001 Portaria SS 395/1994 (RSS)
Descarte de Resíduos de limpeza de fossas sépticas	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessoamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	LEGISLAÇÃO FEDERAL	LEGISLAÇÃO ESTADUAL
Descarte de Resíduos de fuligem de fornos e caldeiras	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de massa asfáltica	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de resinas catiônicas e aniônicas	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001
Descarte de Resíduos de silicatos	Alteração da qualidade do solo	NR 25 Resolução CONAMA 313/2002 Portaria MINTER 53/1979 Resolução CONAMA 275/2001 Decreto 2.657/1998 (produtos químicos e embalagens) Resolução CONAMA 316/2002 (Incineração) Resolução CONAMA 264/1999 (Coprocessamento) Resolução CONAMA 05/1993 (Resíduos de Terminais Portuários)	Decreto 26.604/2002 Lei 13.103/2001

ANEXO C – FICHA DE MOVIMENTAÇÃO INTERNA DE RESÍDUOS

		FICHA DE MOVIMENTAÇÃO INTERNA DE RESÍDUOS	
Resíduo		Data	
Quantidade		Gerência Geradora do Resíduo:	
ESTADO FÍSICO DO RESÍDUO: <input type="checkbox"/> SÓLIDO <input type="checkbox"/> LÍQUIDO <input type="checkbox"/> GASOSO	CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUO <input type="checkbox"/> CLASSE I – PERIGOSO <input type="checkbox"/> CLASSE II – NÃO INERTE <input type="checkbox"/> CLASSE III – INERTE	RECICLÁVEL <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> AVALIAR	
ACONDICIONAMENTO:			
VIAS DE PENETRAÇÃO <input type="checkbox"/> RESPIRATÓRIA <input type="checkbox"/> PELE <input type="checkbox"/> MUCOSAS <input type="checkbox"/> DIGESTIVA		CLASSIFICAÇÃO DO RISCO <input type="checkbox"/> INFLAMÁVEL <input type="checkbox"/> TÓXICO <input type="checkbox"/> REATIVO <input type="checkbox"/> PATOGÊNICO <input type="checkbox"/> CORROSIVO <input type="checkbox"/> ERGONÔMICO <input type="checkbox"/> ACIDENTES	
OBSERVAÇÕES:			
DADOS DO GERADOR			
NOME _____ MATRÍCULA _____			
CAMPO PARA UTILIZAÇÃO DA CENTRAL:			

ANEXO D – ETIQUETA PARA IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS PERIGOSOS

		IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS			
Resíduo			Gerência Geradora		
Data			Responsável pela identificação do resíduo		
Características físicas		Características químicas		Vias de penetração	
Líquido		Tóxico		Pele	
Sólido		Corrosivo		Mucosa	
Pastoso		Inflamável		Respiratória	
Pó		Reativo		Digestiva	
Volátil		Patogênico			
		Acidentes			
Observações					

	Descrição do Resíduo: PETRÓLEO CRU (BORRA DE PETRÓLEO)		Estado Físico: Líquido (Pastoso)
		Classe NBR 10.004: I	Classe de Risco: 3
Nome para Embarque: Petróleo Cru			Nº ONU: 1267
Gerador do Resíduo: PETROBRAS UN-LUBNOR			
Destino Final:			
RISCOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Fogo: Produto inflamável em presença de fonte de ignição ou aquecimento. Em contato com o calor do fogo recipientes podem romper, entrando em chamas. Ponto de fulgor > 58°C. • Saúde: Contato irrita a pele e os olhos. Aquecimento ou combustão liberam vapores e gases que irritam as vias respiratórias. • Meio Ambiente: Contamina cursos d'água tornando-os impróprios para uso em qualquer finalidade, podendo vir a destruir fauna e flora do local do derrame. Escoamento para rede de esgotos pode criar riscos de fogo ou explosão. Os vapores são mais pesados que o ar. 			
PROTEÇÃO			
EPIs: Avental e luva de PVC, capacete, bota de borracha, óculos ampla visão, máscara respiratória semi-facial com filtro químico para vapores orgânicos.			
EM CASO DE ACIDENTE			
Ver Ficha de Emergência			

**ANEXO F – Certificado de Recolhimento e Destinação de Resíduos
MANIFESTO DE CARGA**

	<p align="center">CERTIFICADO DE RECOLHIMENTO E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS Manifesto de carga</p>
<p>GERADOR: Empresa geradora: PETROBRAS/LUBNOR</p> <p>Local do carregamento: PETROBRAS/LUBNOR</p> <p>Local da entrega:</p> <p>Endereço do gerador: Av. Leite Barbosa s/número - Esplanada do Mucuripe – Fortaleza - Ceará</p> <p>Nome/ matrícula do solicitante do transporte:.....Tel.: (85) fax: (85).....</p> <p>Assinatura e carimbo:.....data.....</p>	
<p>DESCRIÇÃO do RESÍDUO.....</p> <p>Licença do órgão ambiental.....validade..... código NBR.....</p> <p>Consistência: sólido () Pastoso () Líquido () Gasoso () Pulverizado ()</p> <p>Constituintes perigosos:.....</p> <p>.....</p> <p>Quantidade:.....kg</p> <p>Embalagem:.....</p> <p>Cuidados no manejo e primeiros socorros: ver ficha de emergência anexa à autorização de transporte de resíduos – expedida pelo órgão ambiental</p>	
<p>TRANSPORTADOR</p> <p>Licença do órgão ambiental:..... validade:.....</p> <p>Data do carregamento:.....Hora:.....veículo:.....</p> <p>Responsável:.....Assinatura:.....</p> <p>Placa do veículo:.....Nome da transportadora.....</p> <p>.....Tel.:.....</p> <p>Endereço:.....</p>	
<p>DESTINATÁRIO.....</p> <p>Licença do órgão ambiental:.....validade:.....</p> <p>Data do recebimento:Hora:.....</p> <p>Forma de Destino</p> <p>Endereço:.....Tel.:.....fax:.....</p> <p>Observações:.....</p> <p>Responsável:.....cargo/função:.....</p> <p>Assinatura.....Setor:.....</p>	

ANEXO G - TIPOS DE RESÍDUOS E OPÇÕES DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL USUALMENTE UTILIZADAS

TIPO DE RESÍDUO	ORDEM DE PRIORIDADE						
	REUSO	RECUPE RAÇÃO	RECICLA GEM	TRATAMENTO		DISPOSIÇÃO FINAL	
				Compostagem	Co- processamento	Aterro Industrial	Aterro Sanitário
Alumínio (ex. latas)		X	X			X	X
Baterias e pilhas						X	X
Cartuchos vazios de impressoras e copiadoras	X		X			X	
Embalagens metálicas vazias	X	X	X				
Filtro de água ou de ar usado						X	X
Lâmpadas fluorescentes						X	
Lixo comum não reciclável							X
Papel/papelão em geral	X		X				X
Restos ou sobras de alimentos				X			X
Resto de podas e vegetação				X			X
Vidros em geral, garrafas e recipientes sem contaminantes	X		X				
Sucata de material eletroeletrônico, informática e telecomunicações	X	X	X			X	
Sucata de mobiliário		X	X				
Plásticos e borrachas em geral	X	X	X		X		X

ANEXO H - TIPOS DE RESÍDUOS E OPÇÕES DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL USUALMENTE UTILIZADAS

TIPO DE RESÍDUO	Processos Físico-Químicos			Processos Biológicos			Processos Térmicos			DISPOSIÇÃO FINAL	
	Estabilização Solidificação	Lavagem	Incorporação em Artefatos de Cimento ou Cerâmica	“Landfarming”	Compostagem	Biopilha	Incineração	Co-processamento	Pirólise	Aterro Industrial	Aterro Sanitário
Barris, tambores, containeres e cilindros de gás (vazio)		x									
Borra oleosa	x		x	x			x	x	x	x	
Cartuchos de filtro para injeção de água							x	x		x	
Catalisador UFCC gasto	x		x							x	
Cinzas	x										
Entulho de construção (“pallets”, cimento, argamassas, concreto, etc)										x	x
Entulho de construção impregnado com óleo		x					x			x	
Filtro de óleo	x						x	x		x	
Isolantes térmicos (lã de vidro e silicato de cálcio) e isolantes acústicos										x	x
Isopor										x	x
Lodo de tratamento de efluente	x			x			x	x		x	
Material contendo amianto										x	
Óleo lubrificante/óleo de motor (usado)							x	x			
Óleo “slop”							x	x	x		
Pneus			x					x			
Produtos químicos vencidos ou gastos	x						x	x		x	
Resíduos associados (trapos e EPIs contaminados com óleo, etc.)		x					x			x	
Resíduos de pintura e outros revestimentos							x			x	
Resíduos de sistemas separadores, borras e resíduos de limpeza por “pig”	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
Solo contaminado com hidrocarboneto	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
Soluções ácidas/cáusticas				x	x	x	x	x			
Solventes							x				
Sucata metálica										x	x
Serragem com óleo	x	x		x	x	x	x			x	