



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE PROCESSOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA COM BANCO DE
DADOS PARA A CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE
RESÍDUOS E GASES INDUSTRIAIS**

AUTOR: Ronaldo Mendonça Lima Júnior

ORIENTADOR: Osvaldir Pereira Taranto.

CO-ORIENTADOR: Meuris Gurgel Carlos da Silva.

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Química como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Química.

Campinas - São Paulo

Junho de 2001



UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

UNIDADE BC
N.º CHAMADA L628d
V. Ex.
TOMBO BC 196957
PROC. 16-392101
C D
PREÇO R\$ 11,00
DATA 06/11/01
N.º QPS

CMO0161515-5

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

L628d

Lima Júnior, Ronaldo Mendonça.
Desenvolvimento de um sistema com banco de dados para a
classificação e caracterização de resíduos e gases industriais /
Ronaldo Mendonça Lima Júnior. --Campinas, SP: [s.n.], 2001.

Orientadores: Osvaldir Pereira Taranto, Meuris Gurgel Carlos da
Silva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Engenharia Química.

1. Resíduos industriais. 2. Resíduos - Classificação. 3. Gases. 4.
Sólidos. 5. Banco de dados. I. Taranto, Osvaldir Pereira. II.
Silva, Meuris Gurgel Carlos da. III. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Química. IV. Título.

Dissertação de Mestrado defendida por Ronaldo Mendonça Lima Júnior e aprovada em 26 de Junho de 2001 pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Osvaldir Pereira Taranto
FEQ/ UNICAMP

Prof. Dr. Marcelino Luiz Gimenes
UEM

Prof. Dr. Waldir Antonio Bizzo
FEM/ UNICAMP

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado em Engenharia Química defendida por Ronaldo Mendonça de Lima Júnior e aprovada pela comissão julgadora em 26 de junho de 2001.

Prof. Dr. Osvaldir Pereira Taranto

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Osvaldir Pereira Taranto". The signature is fluid and cursive, with a prominent initial "O". It is positioned above a horizontal line and below the typed name.

DEDICATÓRIA

A Etelda, minha mãe.

A Luciano, meu irmão.

A Carmelinda, minha noiva.

Em memória de Eudócia dos Santos Oliveira, minha avó.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que sempre esteve, está e continuará a meu lado ajudando-me a superar os desafios da vida, e a seguir em frente nos momentos difíceis. E que é a razão maior da nossa existência.

A Etelda Oliveira Lima, minha mãe, uma mulher forte e corajosa que apesar de todas as adversidades da vida, nunca deixou de acreditar no amanhã e sempre lutou, e continuará lutando, pelos seus filhos, educando-os e amando-os de forma incondicional. Que sempre acreditou em mim, apoando-me nas minhas decisões, e a quem devo tudo o que consegui até hoje, e o que conseguirei no futuro.

A Luciano, meu irmão, pela amizade, carinho, amor e por sempre ter acreditado no meu potencial.

A Carmelinda, meu amor, pela sua paciência durante o tempo que estivemos longe um do outro, por ter acreditado que o nosso amor é verdadeiro e que pode vencer com amizade e respeito, as dificuldades da vida.

A Ronaldo, meu pai, que desde pequeno me instigou a lutar pelo que eu queria.

A todos os meus familiares pelo incentivo e apoio durante toda a caminhada.

A amiga da família, Afra, um ser que DEUS coloca na nossa vida principalmente nos momentos mais difíceis.

A todos os meus amigos e conterrâneos de Alagoas, que me acolheram e deram-me apoio no início da minha vida em Campinas.

A todos os amigos que não mediram esforços para tornar realidade a minha vinda para Campinas, em especial a Fleorange que foi quem desencadeou todo o meu processo de vinda para Campinas.

A todos os meus amigos da Igreja de Santana pertencente a Comunidade de Santana, em Barão Geraldo, que me acolheram de uma forma magnífica, e me fizeram sentir em casa, em especial aos integrantes do grupo de jovens: Ludmila, Toppan, Tél, Marcel, Aletéia, Ci, Coll, Bete, Andréia, a turma do “A”, Míriam, Mônica, Gabriel, Adilsinho.

Aos amigos e companheiros da Casa B03, da Moradia Estudantil da UNICAMP, Sérgio, Wagner e Felipe pela amizade, convivência amigável e cumplicidade, e por todos os momentos alegres e marcantes durante a minha passagem por Campinas.

Aos amigos do Laboratório, Wanda, Sandra, Míriam, Angela, Jean, Dani e Samira, pela amizade e encorajamento.

Ao Professor Dr. Osvaldir Pereira Taranto, meu orientador, pela orientação presente, amiga e precisa, por sempre fornecer as condições necessárias para o bom desenvolvimento deste trabalho e pelo encorajamento em todas as etapas desta caminhada.

A Professora Dra. Meuris Gurgel, minha co-orientadora, pelo apoio e orientação concisa durante o desenvolvimento deste trabalho.

As moradoras da Casa D6A, Wanda, Nirinha, Lídia e Josi, pela amizade e alegria, tornando a estada em Campinas mais alegre.

Ao Dr. Jean, médico nefrologista do H.U, que me acompanhou durante o momento em que estive doente, pela sua dedicação e paciência.

A todos os funcionários da Faculdade de Engenharia Química da UNICAMP,

Ao CNPq, pela ajuda e incentivo fornecido, concretizado através do fornecimento de uma bolsa de pesquisa.

A FAPESP por viabilizar a compra do software Delphi 5.0 ferramenta básica para o desenvolvimento deste projeto.

A UNICAMP, pelo acolhimento e apoio que fornece a todos os estudantes que são de fora da cidade.

EPÍGRAFE

"O Bom-Senso é a coisa mais bem
repartida deste Mundo, cada um de
Nós pensa ser dele tão bem provido,
que mesmo aqueles que são mais
difíceis de se contentar com qualquer
outra coisa, não costumam desejar
mais do que o que têm".

R. Descartes

"Não se perturbe o vosso coração;
credes em DEUS, crede também em
Mim."

João, Capítulo 14, Versículo 1

RESUMO

No início do desenvolvimento industrial, os subprodutos gerados no processo produtivo eram dispostos sem nenhuma preocupação com as consequências do impacto ambiental causado nos rios, terrenos baldios ou na atmosfera. Tais resíduos eram, em sua maioria, perigosos e causariam o aparecimento de graves doenças no ser humano, a proliferação de doenças já existentes e o aumento da taxa de mortalidade nas comunidades circunvizinhas às instalações fabris.

Com o advento da cobrança, por parte da sociedade organizada, de uma postura mais responsável da Indústria frente à comunidade onde a mesma está inserida e ao meio ambiente, para evitar a ocorrência de contaminações que viessem a impactar o meio e interferir na saúde das populações circunvizinhas, os grandes grupos econômicos começaram a se preocupar com a segurança e destinação final dos seus resíduos, e os governos estabeleceram normas visando o tratamento adequado destes. Dentre os resíduos existentes, destaca-se os resíduos sólidos industriais. Atualmente, a obtenção de informações destes resíduos, constitui-se num processo lento, gerando muitas dúvidas, pois o mesmo exige a consulta às extensas listagens (8 listagens oficiais e uma não oficial) da norma NBR10004 - Resíduos Sólidos da ABNT a qual dispõe de um fluxograma de classificação não objetivo, nem sempre conduzindo ao resultado pretendido.

Este trabalho envolveu a elaboração de um software, Resíduos, no formato de banco de dados, baseado na legislação vigente no Brasil. O software Resíduos oferece, a partir de uma interface amigável com o usuário, informações sobre a identificação, classificação de resíduos sólidos, propriedades físico-químicas dos mesmos e características como: bioacumulação. O Software Resíduos oferece informações sobre possíveis alternativas de tratamentos, das reações que ocorrem entre várias substâncias diferentes, e sobre a incompatibilidade de dois ou mais resíduos. Todas as informações presentes no software de banco de dados Resíduos podem ser impressas através da geração de relatórios.

ABSTRACT

In the beginning of industrial development, process sub products were disposed without any preoccupation with consequences on environmental impacts upon rivers, soils or in the atmosphere. These wastes were dangerous and could cause serious diseases to the humankind, proliferation of existent diseases and increase of mortality rate in neighboring community.

With the demanding, from the organized society, for more responsible behavior of industry about the community where it is inserted and about the environment; in order to avoid the occurrence of contamination that impacts the environment and the health of neighboring population, the big corporations began to pay attention to safety and final disposal of their wastes, and the government created rules to correct treatment of waste. In the present days, to get information about solids wastes is a slow process, generating many doubts once it requires the consultation to the extensive lists (8 official and one non official) of NBR10004 norm – Solid Residues of ABNT Norm which have one non-objective classification algorithm , not always getting at the claimed result.

This work deals with the development of software, named Resíduos, which is in a data bank format, established for the Brazilian legislation. The software Resíduos (development in Delphi language) offers, through a friendly interface with the user, information about the identification and classification of solids wastes, their physic-chemical properties and characteristics such as: bioaccumulation, and degradation to more hazardous substance. Besides, it supplies alternatives about possible options of treatment, about the reactions between various substances, and incompatibility of two or more residues. All information existent in the Resíduos data bank can be printed out as reports.

SUMÁRIO

Resumo	i
Abstract	ii
Sumário	iii
Lista de Figuras	iv
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	01
<u>1- INTRODUÇÃO</u>	02
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	05
<u>2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	06
 2.1-Banco de Dados	06
2.1.1- <u>Introdução</u>	06
2.1.2- <u>Conceitos Básicos</u>	08
2.1.3- <u>O projeto de um banco de dados</u>	09
2.1.4 - <u>Banco de dados orientados a objetos – BDOOs</u>	11
2.1.5 - <u>Entendo a linguagem orientada a objeto</u>	12
 2.2 -Delphi	13
2.2.1 - <u>O Delphi</u>	13
2.2.2 - <u>Armazenagem de Dados em Delphi</u>	15
 2.3 - Resíduos Sólidos	16
2.3.1 – <u>Conceito</u>	16
2.3.2 – <u>Classificação</u>	17
2.3.2.1 - <u>Resíduo Classe I: Perigoso</u>	17
2.3.2.2 - <u>Resíduo Classe II: Não Inerte</u>	18
2.3.2.3 - <u>Resíduo Classe III: Inertes</u>	18
 2.4 -Tratamentos	20
2.4.1 - <u>Tratamentos Térmicos</u>	20
2.4.2 - <u>Tratamentos Químicos</u>	22
2.4.3 - <u>Tratamentos Físicos</u>	26
2.4.4 - <u>Tratamentos Biológicos</u>	29
2.4.4.1 - <u>Landfarming</u>	33
2.4.4.2 - <u>Biorremediação</u>	34
2.4.4.3 - <u>Bissorção</u>	35
 2.5 -Remediação de Áreas Degradadas	36
 2.6 –Minimização	38
CAPÍTULO 3 – RESÍDUOS	41
<u>3 - RESÍDUOS</u>	42
 3.1 - O Sistema <i>Resíduos</i>	42
 3.2 - A Potencialidade do Sistema Resíduos	43
3.2.1 – Propriedades	44
3.2.2 – Incompatibilidade	46
3.2.3 - Classificação de Resíduos Sólidos Industriais	53
3.2.4 – Listagem	56
3.2.5 - Consulta	56
3.2.6 – Tratamentos	57
3.2.7 – Tabelas	58

3.2.8 – Senhas	58
3.2.9 - O programa	59
CAPÍTULO 4 – UTILIZANDO O SISTEMA RESÍDUOS	61
4. UTILIZANDO OS RECURSOS DO SISTEMA RESÍDUOS	62
4.1 Classificando um resíduo	62
4.2 - Consultando as informações de um resíduo	73
4.3 - Realizando a manutenção do sistema	75
4.4 - Mudando a senha de acesso ao sistema	76
4.5 - Acessando as tabelas do sistema	77
4.6 - O item Ajuda	77
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES & SUGESTÕES	79
5. - CONCLUSÕES & SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	80
5.1 – Conclusões	80
5.2 - Sugestões Para Trabalhos Futuros	81
CAPÍTULO 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXO A – Características de Periculosidade Presente em um Resíduo	87
APÊNDICE A – Relatórios com as Propriedades Físico-Químicas de Diversos Resíduos Sólidos	93
APÊNDICE B – Relatórios com Dados de Compatibilidade, Incompatibilidade & Segregação de Resíduos	120
APÊNDICE C - Relatório com Informações sobre os Fatores de Periculosidade de vários Resíduos Sólidos	154

LISTA DAS FIGURAS

Quadro 2.1 - Comparativo entre a construção de um edifício e o desenvolvimento de um sistema.	07
Quadro 2.2 - Exemplo de um sistema de Banco de dados relacional.	09
Figura 2.1 - Exemplo de um modelo de Banco de Dados hierárquico	10
Figura 2.2 - Exemplo de um modelo de Banco de Dados em Rede	10
Figura 2.3 - Visão global do acesso a banco de dados no Delphi	16
Figura 2.4 - Fluxograma de Classificação de Resíduos Sólidos Industriais (Fonte: ABNT - NBR 10004 - Resíduos Sólidos)	19
Quadro 2.2 - Estimativas do custo para a recuperação de uma área degradada na indústria.	38
Figura 3.1 - Exibição de dados sobre algumas propriedades físico-químicas	45
Figura 3.2 - Relatório gerado com as propriedades físico-químicas de várias substâncias	46
Figura 3.3 - Analisando a compatibilidade entre dois gases.	47
Figura 3.4 - Manutenção nos dados relativos a compatibilidade entre gases.	48
Figura 3.5 - Relatório sobre a compatibilidade ou não entre dois gases.	48
Figura 3.6 - Verificando a compatibilidade entre dois resíduos quaisquer.	49
Figura 3.7 - Manutenção dos dados referentes a compatibilidade entre resíduos.	50
Figura 3.8 - Relatório sobre os dados de segregação de resíduos.	50
Figura 3.9 - Relação dos reagentes incompatíveis com o reagente em análise.	51
Figura 3.10 - Manutenção dos dados referentes a compatibilidade entre vários reagentes	52
Figura 3.11 - Relatório com os dados referentes a incompatibilidade entre reagentes.	52
Figura 3.12 - Tela de acesso às informações relativas aos fatores que conferem periculosidade ao resíduo.	55
Figura 3.13 - Resultado da classificação de um resíduo feita pelo software.	56
Figura 3.14 - Descrição sucinta das técnicas de tratamentos existentes no software	58
Figura 3.15 - Solicitação de senha para identificar o tipo de usuário.	59
Figura 3.16 - Exemplo do encadeamento de várias <i>procedures</i> num formulário.	60
Figura 4.1 - Identificação do tipo de usuário que está acessando o software.	63
Figura 4.2 - Escolha da opção classificação no menu Resíduo	64
Figura 4.3 - Início da classificação seguindo o fluxograma proposto.	65
Figura 4.4 - Informando ao software a composição do resíduo em análise.	65
Figura 4.5 - Listagem 7 com os valores máximos admissível no teste de lixiviação, acima deste valor o resíduo é considerado perigoso - Casse I.	67
Figura 4.6 - Tela com os fatores que conferem periculosidade ao resíduo	67
Figura 4.7 - Informações sobre os fatores de periculosidade de várias substâncias	68
Figura 4.8 - Listagem 8 com os valores máximos do teste de Solubilização	69
Figura 4.9 - Verificando a existência de alguma característica de periculosidade	69
Figura 4.10 - Resíduo da fábrica A, classificado como Perigoso - Classe I	70
Figura 4.11 - Relatório da classificação do resíduo da fábrica A	70
Figura 4.12 - Resíduo da fábrica B, classificado como Não Inerte - Classe II	71
Figura 4.13 - Relatório da classificação do resíduo da fábrica B.	71
Figura 4.14 - Resíduo da fábrica C, classificado como Perigoso - Classe I	72
Figura 4.15 - Relatório da classificação do resíduo da fábrica C.	72

Figura 4.16 - Consultando as informações existentes sobre a Benzenoamina.	74
Figura 4.17 - Resumo das informações sobre a Benzenoamina	74
Figura 4.18 - Tratamento sugerido pelo software para tratar o resíduo.	75
Figura 4.19 - Realizando a manutenção dos dados do software Resíduos.	76
Figura 4.20 - Mudança das senhas do sistema.	76
Figura 4.21 - Listagens informatizadas da norma 10004 da ABNT, organizadas em cascata.	77

Capítulo 1 - Introdução

1 - INTRODUÇÃO

É crescente a preocupação mundial com relação as consequências oriundas de um desenvolvimento não planejado e irresponsável, no qual o ecossistema é tratado como um grande aterro sanitário sem controle, onde todo e qualquer tipo de resíduo gerado, seja perigoso ou não, pode ser descartado indiscriminadamente. Devido ao alto índice da produção industrial, e a um aumento no consumo, enormes quantidades de rejeitos industriais estão acumulando-se em muitos países e esses rejeitos irão requerer atenção especial. Especialmente no Brasil, a situação é muito preocupante, pois desde a estabilização econômica começou-se a experimentar um maior crescimento no consumo dos produtos industrializados.

O que mais preocupa os ambientalistas, é o descaso de muitas empresas e autoridades públicas nas questões referentes aos problemas ambientais, e de como o Brasil está despreparado para evitar que situações como o derramamento de óleo (que geralmente ocorre nas praias e lagoas brasileiras), e a mortandade de peixes que ocorre nos rios brasileiros, continuem a ser práticas comuns pactuadas, muitas vezes, com a omissão das autoridades públicas.

Outros problemas vêm agravando as condições ambientais, tais como os rejeitos industriais de processo de mineração e refinamento de metais, lodo de águas residuárias, resíduos de estações elétricas e rejeitos de plantas de incineração, freqüentemente contém quantidade substancial de metais pesados. Se as medidas tomadas para disposição desses resíduos são inadequadas, os metais pesados podem ser transportados para redes hídricas ou contaminar o solo e causar graves problemas de impacto ambiental.

Dentre os resíduos industriais gerados, interessou-nos neste trabalho os resíduos sólidos. Considera-se como resíduo sólido industrial o resíduo no estado sólido ou semi-sólido, o qual, dependendo dos constituintes que o compõe, pode representar uma séria ameaça ao meio ambiente e a saúde humana. Um dos problemas iniciais que se apresenta quando se trabalha com resíduos sólidos é a classificação do mesmo, pois é fundamental seu conhecimento para a definição de uma política de gerenciamento, e posterior escolha de um tratamento adequado. Com vista nisto a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) lançou um conjunto de Normas Técnicas (NBR10004 - Resíduos Sólidos,

NBR10005 - Lixiviação de Resíduos, NBR10006 - Solubilização de Resíduos, NBR10007 - Amostragem de Resíduos) para padronizar a classificação dos resíduos sólidos. Essa classificação está fundamentada na utilização de listagens de resíduos (1 a 9), determinação de algumas características fisico-químicas e infecto-contagiosas dos constituintes do resíduo.

Este trabalho, tem como objetivo o desenvolvimento de um software na forma de banco de dados, que permite a consulta dos dados relativos às listagens oficiais, fornecendo informações relativas às tecnologias disponíveis atualmente para o tratamento de resíduos sólidos (com uma descrição sucinta das mesmas), e classificação e inclusão de novos resíduos não presentes nas listagens oficiais, informações sobre a segregação e compatibilidade de resíduos, informações referentes às várias características fisico-químicas do resíduo, bem como o seu comportamento em relação ao ecossistema no qual está inserido, ou que possa ser inserido. Possibilitando desta forma, a obtenção de dados sobre resíduos de uma forma mais dinâmica, apresentando-se assim como uma ferramenta bastante interessante para o tratamento de dados relativos a resíduos sólidos industriais. Pode-se salientar a inovação deste software, devido a inexistência de um software nacional semelhante a este voltado para a realidade vigente no Brasil. As fontes dos dados que alimentam o software são provenientes principalmente da norma ABNT - NBR10004 - Classificação de Resíduos Sólidos e da E.P.A (Environmental Protection Agency) que é o órgão americano de preservação ambiental.

Criado utilizando-se um ambiente de programação Delphi, o software *Resíduos* interage com o usuário de uma forma bastante amigável, oferecendo de forma ágil e descomplicada uma gama de informações a respeito do resíduo que deseja-se classificar.

Os capítulos desta dissertação estão organizados da seguinte forma:

Capítulo 1 - Introdução: Discorre a respeito do objetivo e motivação para o desenvolvimento da pesquisa, bem como da estruturação da Dissertação de Mestrado.

Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica: Fornece informações relevantes com relação aos aspectos observados durante o desenvolvimento de um software de banco de dados; aspectos do sistema orientado a objeto – Delphi; técnicas utilizadas para o tratamento de

resíduos sólidos industriais, a definição de resíduo sólido industrial e sua classificação, bem como as técnicas mais recentes sobre a remediação de áreas já degradadas.

Capítulo 3 - Resíduos: Este capítulo tem como objetivo apresentar o potencial informativo presente no banco de dados existente e quais recomendações (processo e segurança) podem ser obtidas dos dados disponíveis no sistema. É ainda mostrada de uma forma científica, a importância das informações fornecidas, e onde as mesmas podem ser úteis.

Capítulo 4 - Utilizando o software Resíduos: Neste capítulo, foi apresentado o modo operacional do Sistema. Onde e quais passos seguir para obter a informação desejada, ainda, como explorar da melhor forma possível os recursos e potencial do software Resíduos. Para isso, simulou-se no texto a consulta, no software de banco de dados Resíduos, relativo à classificação dos resíduos de três indústrias fictícias (Industrias A, B e C).

Capítulo 5 – Conclusões e Sugestões: Conclusões oriundas das potencialidades do software Resíduos, e sugestões referentes a sua otimização.

Anexo A - Características de Periculosidade Presentes em um Resíduo: Onde encontra-se a definição e como determinar, cada uma das características de periculosidade que se encontra num resíduo perigoso, conforme definido pelas Normas específicas da ABNT.

Apêndice A - Relatório com as Propriedades Físico-químicas de diversos Resíduos Sólidos: Relatório com diversas características físico-químicas das substâncias presente no banco de dados.

Apêndice B - Relatório com os dados de Compatibilidade/Incompatibilidade de vários Resíduos: Relatório com todos os dados de segregação de resíduos e gases existentes no banco de dados.

Apêndice C - Relatório com informações sobre os Fatores de Periculosidade de vários Resíduos: Relatórios completos com dados referentes a capacidade que o resíduo apresenta de bioacumular-se no ecossistema, de migrar para o meio ambiente, a toxicidade apresentada pelo mesmo, da capacidade em transformar-se em outras substâncias e de fixar-se no meio em que se encontra.

Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

Este capítulo tem como objetivo apresentar de forma sucinta uma teoria a respeito do projeto de banco de dados, da linguagem orientada a objeto Delphi (ferramenta básica para a criação do sistema Resíduos), do conceito e classificação oficial pela norma NBR 10004 da ABNT de resíduo sólido, das técnicas de tratamentos destinados a redução/eliminação do potencial perigoso de resíduos, das técnicas de remediação de áreas degradadas e do conceito de minimização de resíduo. Enfim, engloba não só a parte construtiva do sistema (Delphi) mas também a parte teórica no qual o sistema se fundamenta (NBR 10004 – Resíduos Sólidos).

2.1-Banco de Dados

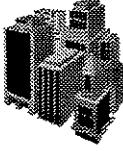
2.1.1- Introdução

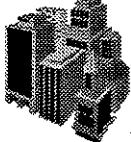
Na incursão na área de criação de banco de dados faz-se necessário elucidar a diferença entre dois conceitos, são eles Informação e Dados. Em geral, existe muita confusão no momento de definir o que cada um representa. Segundo Machado e Abreu (1996) a informação acrescenta elemento ao conhecimento da realidade a ser analisada. E o Dado é uma representação que corresponde a um registro de uma informação. O Dado pode ser registrado fisicamente em papel, disco de computação ou por um impulso elétrico, entre outros. O registro deverá conter apenas os aspectos relevantes da informação obtida. Para saber o que é realmente relevante, o responsável por registrar o dado deve ser um profundo conhecedor da realidade com a qual trabalha.

Num ambiente globalizado onde é possível, através da internet, comunicar-se com qualquer lugar da Terra num breve espaço de tempo, o fluxo de informações tornou-se tão intenso que é impossível para o homem, sem a ajuda de um meio eletrônico, a manipulação da mesma de forma eficiente. Por isso foram desenvolvidas técnicas que permitem depurar grande parte dessas informações ao mesmo tempo. Estas técnicas formam um conjunto denominado Metodologia de produção de sistemas de informação.

Segundo Kowal (in Machado e Abreu, 1996), comparando-se a construção de sistemas com a construção de um edifício, verifica-se que em ambos os casos, as duas construções seguem etapas bem definidas. Isso pode ser observado no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Comparativo entre a construção de um edifício e o desenvolvimento de um sistema (Fonte: Machado, 1996)

	
Construção de um edifício	Desenvolvimento de sistemas
Criatividade no projeto	Criatividade na análise
Construção de modelos	Construção de modelos
Introdução das últimas alterações	Introdução dos últimos ajustes
Várias recusões são efetuadas até o projeto final	Várias iterações são efetuadas durante os estágios de análise e projeto
Existência de padrões para aferição da qualidade do projeto	Existência de padrões e regras para medição da qualidade do projeto
Detalhamento do projeto em vários níveis	O projeto consiste de vários níveis de detalhamento
O projeto é constituído por várias partes	Os modelos são constituídos de várias partes
Minimização da interface entre as partes do projeto	Minimização da interface entre as partes do projeto
Pouca criatividade na construção física	Pouca criatividade durante a programação
Especialistas manipulam diferentes partes do projeto	Especialistas manipulam áreas específicas
Aferição do progresso do projeto	Gerentes de projeto avaliam a evolução do desenvolvimento
Variação dos materiais e equipamentos	Variação do hardware e sistema

	Construção de um edifício		Desenvolvimento de sistemas
Componentes pré-moldados são usados	Reutilização de código para aumentar a produtividade		

Estas metodologias definem o ciclo de vida do desenvolvimento, onde encontram-se as fases que geram o caminho a ser seguido pelos analistas e programadores, até a produção do sistema de informações na sua versão operacional.

O simples fato de estar armazenando eletronicamente dados disponíveis, em computador, não significa que não haverá mais problemas, e sim de que os mesmos serão tratados de maneira mais eficiente, ou seja, a solução será mais rápida.

Numa empresa existe sempre a necessidade de interligação de todas as informações, para que se possa obter uma visão corporativa do negócio. Com isso faz-se necessário a constante interligação da informação em diversos setores da mesma, não permanecendo estática e sim numa comunicação contínua, pois assim tornará as decisões sempre mais acertadas (Machado e Abreu, 1996).

2.1.2-Conceitos Básicos

Um banco de dados contém duas espécies de informação: descrição de entidades e de relacionamentos. Uma entidade é um objeto que tem existência própria no contexto das atividades da empresa, e é descrita por seus atributos. Por exemplo a entidade Carteira de Identidade possui como atributos os campos registro geral, filiação, naturalidade, data de nascimento, data de expedição, entre outros. Contudo se pensarmos na entidade Documentos de um cidadão, Carteira de Identidade passa a ser um atributo, em conjunto com os campos CPF, carteira de trabalho, registro de nascimento, etc.. Um relacionamento é uma associação, com um significado, entre entidades. O grau do relacionamento refere-se a quantidade de entidades associadas. Pode haver entre mesmas entidades vários

relacionamentos, sendo classificados como **1:1** (1 para 1), **1:n** (1 para vários), ou **n:m** (vários para vários).

2.1.3- O projeto de um banco de dados

Para Machado e Abreu (1996) o projeto de um banco de dados é classificado como um processo complexo que requer geralmente muitas decisões em diferentes níveis. A complexidade relatada é melhor gerenciada quando o problema é subdividido em vários subproblemas independentes. O fato central nas três fases do projeto de uma base de dados (projeto conceitual, projeto lógico e projeto físico), é a modelagem do dado e suas propriedades.

O projeto conceitual, tem como objetivo trazer para o banco de dados as informações que servem para descrever a realidade existente e seus relacionamentos. O projeto lógico é confeccionado a partir da etapa conceitual, e considera uma das três abordagens possíveis: Relacional, hierárquica e de rede.

Num modelo relacional existe um conjunto de tabelas, onde cada uma representa um tipo de relação. No Quadro 2.2 pode-se observar um exemplo das relações $F \subseteq$ Número de fornecedor ($F\#$) x Nome do fornecedor (NF) x Nome do representante (NR) x Código da peça (CP) e $P \subseteq$ Número da peça ($P\#$) x Nome da peça (NP) x Cor (C) x Peso (P). Cada linha (numerada) representa uma tupla, e os valores originários de diferentes domínios aparecem em colunas designadas pelos nomes, ou abreviaturas dos domínios (Furtado e Santos, 1982).

Quadro 2.2 - Exemplo de um sistema de Banco de dados relacional (Fonte: Furtado e Santos, 1982)

F	F#	NF	NR	CP
1	12	a	p	109
2	17	c	q	018
3	12	a	p	007
4	20	b	p	018

P	P#	NP	C	P
1	007	t	x	29
2	018	v	y	28
3	109	u	z	29

No modelo hierárquico, exemplificado na Figura 2.1, os relacionamentos são como um conjunto de árvores, ou seja, dois registros são unidos por um elo, onde um dos

registros é ascendente e o outro descendente. Os elos são do tipo 1: n, deste modo um ascendente pode ter vários descendentes mas cada descendente só pode ter um ascendente.

MODELO HIERÁRQUICO

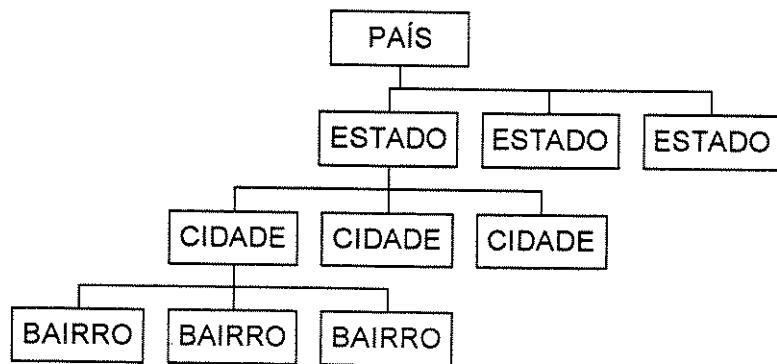


Figura 2.1 - Exemplo de um modelo de Banco de Dados hierárquico (Fonte: Furtado 1982)

No modelo de rede os elos não possuem a mesma restrição do modelo hierárquico, ou seja, cada ascendente pode ter vários descendentes assim como cada descendente pode ter vários ascendentes, e podem ser do tipo n : m, como mostra a Figura 2.2, onde fa, é usado para significar relacionamento "fornecer atualmente".

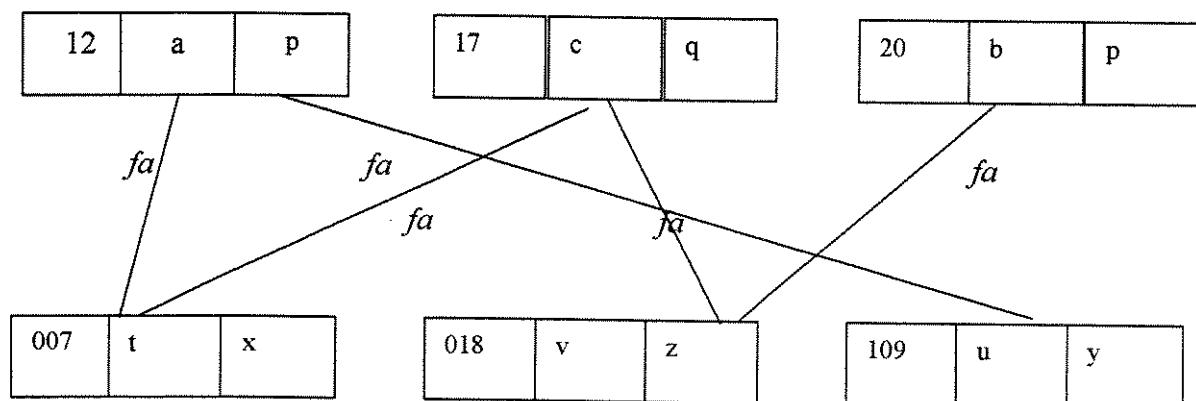


Figura 2.2 - Exemplo de um modelo de Banco de Dados em Rede (Furtado: 1982)

Estes dois modelos descrevem a lógica sequencial que deve ser obedecida pela estrutura do banco.

O projeto físico, em seqüência ao modelo lógico, define as características físicas da estrutura lógica definida, ou seja, determina o tamanho dos campos, tipo de dados em cada campo, índices, entre outros .

Cada ambiente empresarial possui uma realidade única, ou seja, por mais semelhante que sejam as atividades desenvolvidas em dois ambientes distintos, as necessidades nunca são as mesmas, por isso faz-se necessário a criação de um modelo específico para cada realidade que se observa. Assim é necessário ter um modelo base que permita a construção de outros modelos para qualquer realidade. Segundo Machado e Abreu (1996) o modelo Entidade - Relacionamento (E-R), é o modelo base mais largamente utilizado para a representação e entendimento dos dados que compõem a essência de um sistema de informações.

A observação de uma realidade distinta está centrada no relacionamento entre entidades, as quais retratam os fatos que lideram esta mesma realidade, e que cada um, a entidade ou o relacionamento, pode possuir atributos qualificadores desta realidade (Chen in Machado e Abreu, 1996).

2.1.4 - Banco de dados orientados a objetos - BDOOs

Segundo Zdonik e Maier (in Andrade, 1992) o banco de dados orientado a objeto (BDOO) surgiu como uma resposta à necessidade do mercado de um sistema que fosse capaz de lidar com aplicações que se utilizam de grandes quantidades de dados, com problemas enfrentados pela engenharia de sistema para dar suporte a estas aplicações e ao problema do “*impedance mismatch*”, que geralmente surge quando do desenvolvimento de aplicações de banco de dados, e está relacionado a dificuldade de comunicação observada entre uma linguagem de consulta e uma linguagem de programação, no transcorrer do desenvolvimento de aplicações que se utilizam de um banco de dados. Os BDOOs tentam amenizar esse problema estendendo a linguagem de manipulação de dados para que a maior parte do código das aplicações seja escrito nesta linguagem e que o mínimo possível deste código seja escrito em uma linguagem de propósito geral (Andrade, 1992).

Este tipo de aplicação, como é o caso do CAD (*Computer Aided Design*), requer um grande volume de dados persistentes. Contudo, é crescente o nível de complexidade tanto dos programas quanto dos dados com os quais se trabalha. Desta forma, conclui-se que os bancos de dados tradicionais não estão preparados para dar o suporte necessário para

estas aplicações. Com base nisto investe-se no desenvolvimento de BDOOs, para suprir estas necessidades.

Os BDOOs minimizam o problema da complexidade dos sistemas criados, facilitando o gerenciamento do processo de engenharia de sistema tais como a abstração de dados e a herança, e características para capturar mais diretamente interconexões e restrições de dados como as propriedades, os relacionamentos e os objetos complexos).

Os Bancos de Dados Orientados a Objetos incorporam tecnologias de outros campos como: engenharia de sistema que propõe uma boa organização via modularidade, suportando o processo de engenharia de sistema para aplicações complexas; a linguagem de programação, que por possuir uma linguagem de manipulação de dados completa, inclui no próprio banco muito da execução da aplicação; e a inteligência artificial como classificação e hierarquia de especificação, e delegação de comportamento.

2.1.5 - Linguagem orientada a objeto

Um **objeto** é um ser abstrato que define um **protocolo** através do qual os seus usuários podem interagir. O objeto possui um estado que é armazenado na memória de forma encapsulada (o encapsulamento é um conceito que permite uma forma de independência lógica dos dados, ou seja, pode-se modificar a implementação de uma operação sem modificar qualquer programa que a utiliza). O protocolo de um objeto é definido por um conjunto de mensagens. Uma mensagem pode ser enviada para um objeto com o fim de executar alguma ação. Uma mensagem é implementada por um método, que assemelha-se a um procedimento e possui privilégios especiais que permite acessar à representação da memória privada do objeto para o qual a mensagem foi enviada. Desta forma caracteriza-se um método pela sua assinatura, no caso, nome, tipo e o tipo de seus parâmetros e pelo seu corpo, ou seja o procedimento.

Todo objeto é ocorrência de uma classe, que é a forma para reunir objetos semelhantes. A classe é responsável pela definição de como os objetos devem responder e de como são implementados.

De acordo com Atkinson (in Andrade, 1992), para que um banco de dados seja orientado a objeto deve possuir as seguintes características:

- ◆ Ser um sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
- ◆ Suportar identidade de objetos (identidade é a propriedade de um objeto que distingue-o dos demais).
- ◆ Prover encapsulamento, o qual deve ser a base em que todos os objetos abstratos são definidos.
- ◆ Suportar objetos complexos, que é aquele composto de outros objetos. Esta propriedade é bastante útil pois qualquer mudança no objeto compartilhado é refletida nos objetos que o contém.
- ◆ Permitir sobreposição e acoplamento tardio.
- ◆ Possuir o conceito de tipo ou classe como mecanismo de descrição de objetos idênticos.
- ◆ Permitir herança e hierarquia de tipos.
- ◆ Prover extensibilidade.

2.2 -Delphi

Considerando a necessidade da utilização de uma ferramenta amigável, de modo a permitir o desenvolvimento do banco de dados, foi selecionado o Delphi como ambiente de programação que atende aos objetivos do trabalho.

2.2.1 - O Delphi

O Delphi é uma ferramenta de desenvolvimento visual com uma linguagem de programação totalmente orientada a objeto: o Object Pascal. Essa linguagem é derivada diretamente do Borland Pascal 7.0.

O programador terá boa parte do trabalho de criação de aplicativos automatizada, reduzindo sobremaneira o tempo gasto no desenvolvimento e manutenção, bem como aumentando a eficiência dos programas, a isso denomina-se desenvolvimento visual.

Em virtude da linguagem ser totalmente orientada a objeto, o programador tem flexibilidade de criar novos componentes a partir dos existentes na biblioteca do próprio

Delphi, criar novas classes e objetos, herdar propriedades e métodos de uma classe já existente.

No caso do Delphi, define-se classe como um tipo de dado estabelecido pelo usuário, o qual tem um estado (sua representação) e algumas operações (seu comportamento), descreve os recursos gerais e o comportamento de uma série de objetos muito semelhantes. A definição de objeto é o de uma instância de uma classe, ou, ainda, é uma variável do tipo de dados definido pela classe.

O Delphi é a única ferramenta de desenvolvimento em sua categoria a compilar os programas em código nativo, gerando um arquivo executável (.EXE) independente de bibliotecas run-time (arquivos .DLL). O que traduz-se em aumento na velocidade de execução do programa.

Uma característica que diferencia o Delphi das demais ferramentas de programação são os gabaritos “*wizards*” que auxiliam na criação de formulários ou mesmo de aplicações para banco de dados.

O Delphi permite que sejam desenvolvidas poderosas aplicações tanto para ambiente *stand-alone* (equipamentos autônomos) quanto para ambiente rede e cliente-servidor.

Uma aplicação em Delphi é construída em torno de formulários, que por sua vez podem conter diversos componentes no padrão Windows. Cada componente recebe uma série de atributos, denominados propriedades. A alguns desses componentes, principalmente botões de comando, podemos atribuir ainda códigos que desempenham determinadas tarefas. Esses códigos são chamados de manipuladores de eventos.

Além destes manipuladores temos ainda as *functions e procedures*, que são rotinas que dão apoio a todo o resto do aplicativo. Na construção de um aplicativo para esse novo ambiente deve-se sempre desenvolver uma interface amigável com o usuário. Isto é obtido com o desenho de formulários de aparência agradável e de um sistema de navegação descomplicado.

Um dos maiores recursos fornecidos pelo ambiente de programação em Delphi é a sustentação básica para a criação de banco de dados. Durante a criação do banco a maior

parte do tempo é empregado na confecção do código de acesso aos dados, o qual deve ser a parte mais atentamente planejada de um aplicativo de banco de dados. Em Delphi os aplicativos podem ser criados, a partir de formulários em branco ou através do “*Database Form Wizard*”.

A leitura, pelo programador, do código gerado é capaz de informar como é composta a interface com o usuário, ou seja, define classes e objetos como: botões de comando, fonte de dados, tabelas em uso, etc... E também quais as atividades desenvolvidas por cada elemento que constitui o formulário e como são feitas essas atividades.

2.2.2 - Armazenagem de Dados em Delphi

Existem várias técnicas para o armazenamento de dados. As duas mais comumente utilizadas são: alocar todo banco de dados em algo semelhante a único arquivo ou então armazenar cada tabela, índice ou outro elemento de banco de dados em um arquivo separado, normalmente no mesmo diretório. O Delphi pode utilizar as duas técnicas de abordagens.

A utilização de tabelas dBase ou Paradox, e o acesso a servidores de banco de dados SQL ou banco de dados em outros formatos por meio do padrão Microsoft ODBC (Open Database Connectivity - Conectividade de Banco de Dados Aberta) da Microsoft pode ser feito através do Delphi (Cantú ,1997). O Delphi 3.0 utiliza o BDE (Borland Database Engine) como interface com as fontes de dados, incluindo dBase, Paradox, ASCII, FoxPro e tabelas Access. O BDE pode também interfacear com o SQL Links da Borland, o que permite acesso a servidores SQL (Structured Query Language – Linguagem Estruturada de Pesquisa) locais e remotos. Os servidores remotos incluem “*Oracle, Sybase, Informix, Interbase*” e DB2. O Delphi vem acompanhado do “*Local InterBase for Windows da Borland*” (Cantú, 1997), conforme mostrado na Figura 2.3.

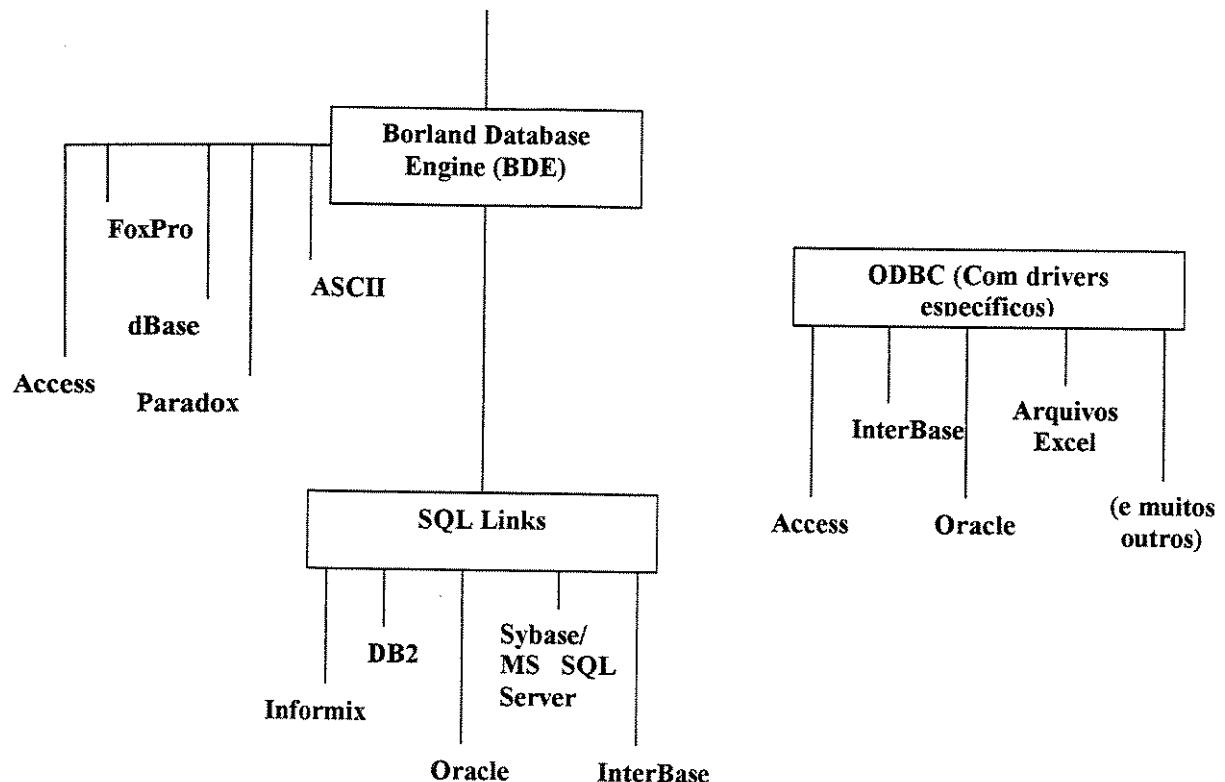


Figura 2.3 - Visão global do acesso a banco de dados no Delphi (Cantú, 1997)

2.3 - Resíduos Sólidos

2.3.1 -Conceito

Conforme definição legal Brasileira, constante da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), são considerados *resíduos sólidos*, não somente materiais no estado físico "sólido" mas todos os resíduos, exceto os emitidos para a atmosfera e os líquidos dentro dos padrões para serem lançados no sistema de esgotos ou em corpos d'água. Os resíduos sólidos industriais são aqueles que se encontram no estado sólido ou semi-sólido e que tiveram origem em uma atividade industrial, incluindo-se aqui os produtos pós-consumo, como papel e vidro, os quais podem ser considerados como resíduos industrializados de geração domiciliar.

2.3.2 -Classificação

Os resíduos sólidos industriais são classificados pela sua caracterização através da identificação das substâncias com potencial perigoso nele presente, analisando sua origem, quantidade e apontando os danos que este poderá causar ao homem e ao meio ambiente.

A classificação visa fornecer base de informação para as tomadas das decisões técnicas e econômicas relativas ao destino, considerando o manuseio, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte e disposição final.

A ABNT é o órgão responsável, no Brasil, para determinar os parâmetros que devem ser observados quanto à classificação de um resíduo sólido. E isto é feito através da utilização das listagens de resíduos e substâncias por ela fornecidas.

Para avaliação de resíduos sólidos tem-se como base seu grau de periculosidade que é caracterizado quando:

- Apresentar risco à saúde pública.
- Apresentar riscos ao meio ambiente.

O grau de periculosidade do resíduo é avaliado pela comprovação da presença de pelo menos uma das características abaixo (cujas definições mais detalhadas encontram-se no anexo A) :

- ⇒ *Inflamabilidade*
- ⇒ *Corrosividade*
- ⇒ *Reatividade*
- ⇒ *Toxicidade*
- ⇒ *Patogenicidade*

A partir destas características os resíduos são agrupados em três classes a saber: Classe I, Classe II, Classe III.

2.3.2.1 -Resíduo Classe I: Perigoso

Resíduo sólido ou mistura de resíduos sólidos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de

mortalidade ou de incidência de doenças, ou apresentarem efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

2.3.2.2 -Resíduo Classe II: Não Inerte

Resíduo ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I ou na Classe III, e podem ter propriedades tais como: Combustibilidade, Biodegradabilidade ou Solubilidade em água.

2.3.2.3 -Resíduo Classe III: Inertes

São designados como resíduos Classe III - Inertes, quaisquer resíduos, que quando amostrados de forma representativa e submetido a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente conforme teste de solubilização (normas NBR10006 - Solubilização de Resíduos e NBR10005 - Lixiviação de Resíduos), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor como exemplo desses materiais, pode-se citar, rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Para que o resíduo sólido seja classificado dentro de uma das três classes, proposta pela norma 10004 da ABNT, faz-se necessário a utilização do fluxograma (criado com o objetivo de ser um instrumento facilitador) apresentado na Figura 2.4. A utilização do fluxograma, que baseia-se nas listagens de resíduos presentes na norma NBR 10004 – Classificação de Resíduos Sólidos, nem sempre é uma tarefa fácil, pois, o fluxograma às vezes, solicita informações das quais o usuário não dispõe, e sem a qual não chega-se a uma classificação final do resíduo em análise.

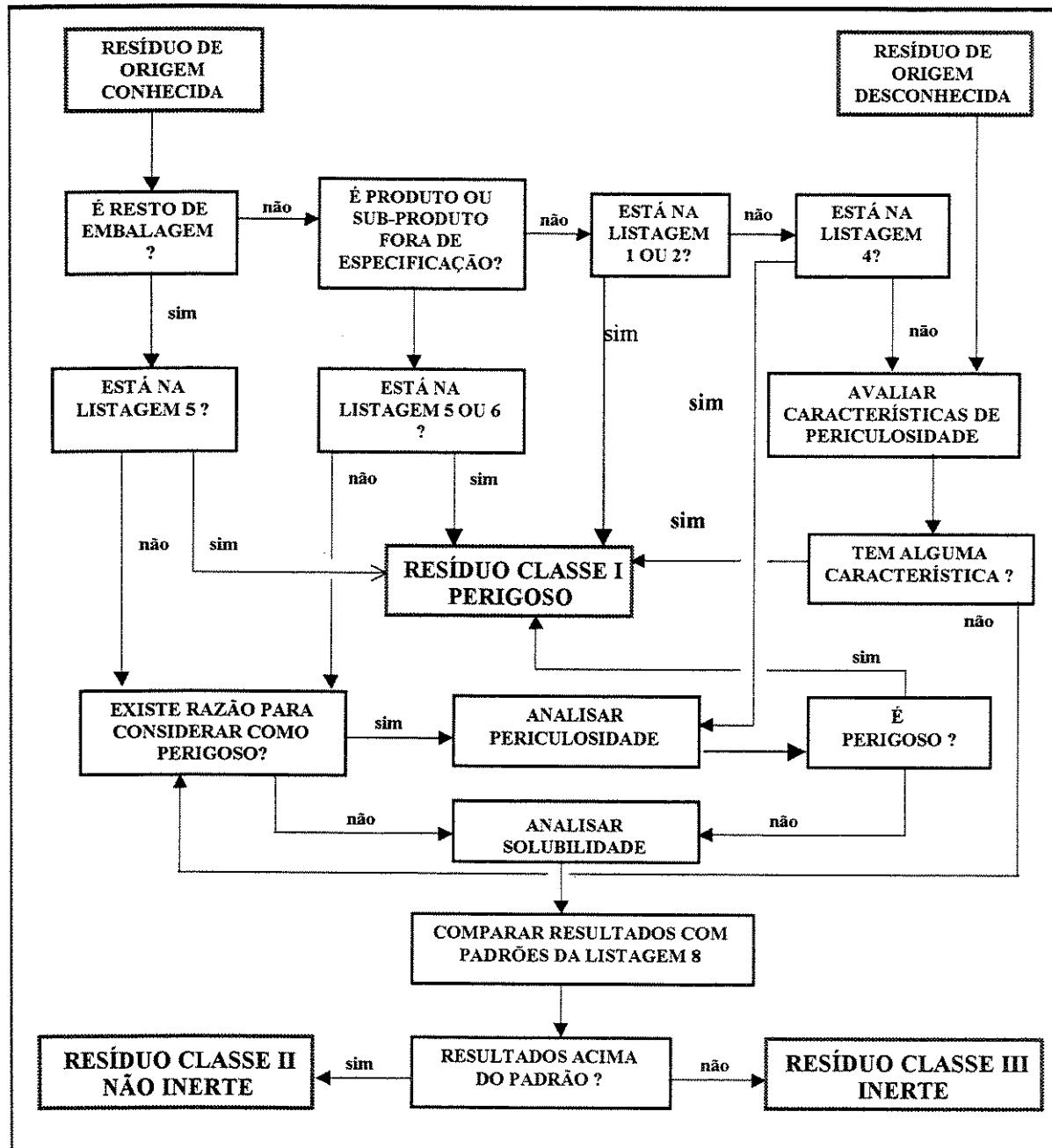


Figura 2.4 - Fluxograma de Classificação de Resíduos Sólidos Industriais (Fonte: ABNT - NBR 10004 - Resíduos Sólidos)

2.4 -Tratamentos

O objetivo do tratamento é o de eliminar ou reduzir o potencial de periculosidade do resíduo. A escolha do tratamento para um dado resíduo, está associada a classificação (Classe I, II ou III) e ao tipo de resíduo. Devido a diversidade de resíduos perigosos e as mais variadas faixas de concentração de seus constituintes não existe regra geral para a escolha do tratamento adequado. Os processos de tratamento, na maioria das vezes, são constituídos por uma seqüência de operações unitárias químicas, físicas e ainda envolve os processos biológicos e térmicos. Os tipos de tratamentos existentes são:

- ◆ Térmico
- ◆ Físico
- ◆ Químico
- ◆ Biológico

2.4.1 - Tratamentos Térmicos

Tratamento realizado a altas temperaturas, transformando as características físicas e químicas do resíduo, com o objetivo de diminuir o potencial perigoso do resíduo (Valle in Ceragioli, 1998). Dentre os tratamentos térmicos mais aplicados aos resíduos estão a Incineração, o Encapsulamento, a Vitrificação, a Calcinação e Secagem.

Incineração

A incineração é o processo de tratamento mais utilizado na destruição de resíduos perigosos. Para muitos pesquisadores a incineração trata-se de um método de disposição e não de tratamento.

O processo de incineração ocorre numa atmosfera oxidante, e numa temperatura superior a 900°C. Em geral, o calor requerido para a incineração é oriundo da oxidação das ligações orgânicas de carbono e hidrogênio que existem no interior do resíduo, desta forma ocorrem as reações de 2.1 a 2.4 no incinerador:





Essas reações destroem a matéria orgânica e geram energia requerida pelas reações endotérmicas, tais como quebra das ligações C - Cl , nos compostos organoclorados (Manaham, 1990). Alguns resíduos apresentam uma maior possibilidade de sofrerem incineração do que outros . Em geral, listando-se as características que o resíduo deve apresentar para ser passível de incineração tem-se:

- a) resíduos orgânicos constituídos primordialmente de carbono, hidrogênio e oxigênio;
- b) resíduos contendo carbono, hidrogênio, cloro com teor inferior a 30% em peso e oxigênio;
- c) resíduos que apresentam seu poder calorífico inferior (PCI) maior que 4700 Kcal/kg ou 8000 Btu/lb (queimam bem não sendo necessário a adição de combustível auxiliar).

Resíduos que apresentam em sua composição elementos como cloro, flúor, enxofre, bromo e iodo, fornecem após incineração, um efluente gasoso contendo os mesmos como poluentes. Em geral estes poluentes são eliminados, depois de passarem por uma torre onde são lavados em contracorrente. O efluente líquido resultante desta operação é recolhido na parte inferior da torre e, após ser neutralizado, pode ser lançado na rede de esgotos (Rocca, 1993).

A incineração é eficiente com resíduos orgânicos, contudo não é capaz de destruir compostos inorgânicos, podendo apenas concentrá-los nas cinzas, tornando o transporte e disposição dos mesmos mais segura.

Existem vários tipos de incineradores, contudo, os dois tipos mais utilizados são os de Forno Rotativo e o de Injeção Líquida.

Além da incineração outros métodos fazem uso de altas temperaturas para destruir ou neutralizar resíduos perigosos. Dentre estes encontram-se: a **pirólise**, na qual o material é fortemente aquecido na ausência de oxigênio; a **secagem**, que tem como objetivo primário evaporar a água presente no resíduo, os constituintes líquidos evaporaram como uma consequência do calor aplicado. Nesta técnica, a taxa na qual ocorre a evaporação do líquido depende da condutividade térmica do resíduo sólido a ser seco e dos pontos de

ebulição dos constituintes líquidos voláteis a serem evaporados. Este tipo de tratamento, é aplicável para resíduos sólidos contendo 40% ou mais de sólidos passíveis de sofrerem filtração; **gaseificação**, na qual o resíduo é tratado numa atmosfera redutora que produz gases combustíveis; a **oxidação úmida**, envolvendo reação com o oxigênio de substâncias dissolvidas em água superaquecida e um grande número de tecnologias menos convencionais, como sal ou vidro fundido ou gás ionizado de plasmas a alta temperatura. (Manaham, 1990); e ainda as técnicas de estabilização/solidificação, às quais através de uma matriz aprisiona o resíduo perigoso (em geral material inorgânico) diminuindo o seu poder lixiviante, destacando-se o encapsulamento, a vitrificação e a calcinação.

2.4.2 -Tratamentos Químicos

Tratamentos que alteram a constituição química do resíduo, e são empregados principalmente na eliminação de componentes tóxicos e na transformação do resíduo em materiais insolúveis (Valle in Ceragioli, 1998). Dentre as mais aplicadas estão: a Precipitação, a Oxidação Química, a Redução Química, a Neutralização, a Troca Iônica, a Extração com Solvente, a Lixiviação e mais recentemente, a Extração com fluido Supercrítico.

a) Precipitação

A precipitação química é amplamente usada em sistemas aquosos e não aquosos para remover metais tóxicos presentes nas correntes de resíduos. A concentração do precipitado é obtida por técnicas de sedimentação, tais como coagulação e floculação. O sistema pode ser utilizado em sistemas aquosos como uma etapa de pré-tratamento antes das águas residuárias serem submetidas a um tratamento biológico.

A precipitação química usa a adição de substâncias químicas para converter um componente solúvel presente em uma alimentação líquida em um material sólido insolúvel. O precipitado pode então ser removido da solução por filtração, flotação, ou sedimentação. O processo é amplamente utilizado para a remoção de metais tóxicos dissolvidos, como sais insolúveis. O método pode ser aplicado nos resíduos de óleos lubrificantes provenientes da indústria automotiva, resíduos de indústrias metalúrgicas, empresas que trabalham com refino de metais e indústrias eletrônicas.

Os principais agentes precipitantes usados para converter metais solúveis e compostos inorgânicos à suas formas mais insolúveis, incluem cal, soda cáustica, sulfeto de sódio, e em menor extensão, carbonato de cálcio, fosfato e sulfeto ferroso.

b) Oxidação Química

A oxidação é uma reação química que consiste na perda de elétrons por parte de um átomo, molécula ou íon aumentando assim a sua valência. Fenóis, cianetos, sulfetos, muitos compostos orgânicos, arsênio, ferro e manganês são algumas das substâncias que podem sofrer este tipo de tratamento. Muitas vezes, a mudança no valor da valência de uma dada substância torna-a numa espécie menos solúvel, facilitando assim a retirada da mesma do resíduo.

A oxidação, também pode ser usada para a destruição da parte orgânica de compostos organometálicos presentes no resíduo, liberando assim o componente metálico para que o mesmo possa ser tratado por precipitação química, estabilização ou outro método não químico.

Hipoclorito de sódio, gás cloro, peróxido de hidrogênio, dióxido de cloro, ozônio e permanganato de potássio são alguns dos agentes oxidantes mais usados.

Dentre os fatores que podem vir a interferir no processo de oxidação, encontram-se a concentração de outros contaminantes oxidáveis e a concentração de sais metálicos. A presença de outros compostos oxidáveis, além daqueles que se conheciam previamente, aumentará a demanda pelos agentes oxidantes reduzirá potencialmente a efetividade do tratamento (E.P.A, 1991).

c) Redução Química

A reação de redução consiste no decréscimo da valência, de uma dada substância presente no resíduo, com o ganho de elétrons (Blackman, 1996). Esta técnica é muito usada na redução de cromo hexavalente e de íons selenatos, a íons cromo trivalentes e selênio elementar , respectivamente. É também usada para tratar resíduos oxidantes contendo orgânicos reduzíveis e inorgânicos oxidantes tais como hipoclorito de cálcio, peróxido de hidrogênio (e outros peróxidos), e ácido nítrico. Por isso esta tecnologia requer que o pH esteja numa faixa ácida, e normalmente será aplicável a resíduos que contenham quantidades significantes de cianetos e sulfetos. Em tais resíduos, o abaixamento do pH resulta no desprendimento de gases tóxicos tais como cianeto de hidrogênio ou sulfeto de hidrogênio.

Dentre os agentes redutores usados para efetuar a ação de redução temos o sulfito de sódio (Na_2SO_3), bissulfito de sódio (NaHSO_3), metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), dióxido de enxofre, e hidrossulfeto de sódio (NaHS).

d) Neutralização

A neutralização é uma técnica de tratamento químico que consiste na adequação do pH de uma massa de resíduo aos valores legais permissíveis, visando torná-lo passível a outros processos de tratamento e menos agressivo e corrosivo ao meio ambiente. A modificação do pH é obtida mediante a adição controlada de reagentes ácidos ou básicos apropriados. Os reagentes ácidos mais comumente utilizados são ácidos sulfúrico, clorídrico e nítrico. E dentre os reagentes alcalinos mais utilizados temos a soda cáustica, hidróxido de cálcio e carbonatos (Rocca, 1991).

e) Troca Iônica

Esta técnica de tratamento consiste na passagem de um efluente através de um leito de resina com o intuito de trocar alguns contaminantes iônicos presentes no efluente por íons menos agressivos presentes na resina. O contaminante é aderido na resina e o efluente original torna-se descontaminado, em geral, em uma condição tal que pode ser descartado diretamente nas redes de esgotos. Quando a capacidade de retenção da resina tiver sido ultrapassada, a mesma deve ser regenerada para continuar absorvendo mais íons. Na regeneração, os contaminantes iônicos são liberados de forma seletiva e em volume de líquido muitas vezes menor que o volume do efluente original (Rocca, 1991).

As resinas de troca catiônica contém íons móveis positivos, tais como hidrogênio (H^+) ou sódio (Na^+), os quais são atacados por grupos ácidos funcionais imóveis, tais como sulfônico (SO_3^-) e grupos carboxílicos (COO^-). Resinas de troca aniônica tem íons imóveis básicos, tais como aminas (NH_2^-), que atacam aníons como hidroxilas (OH^-) e cloretos (Cl^-) (E.P.A, 1991).

Uma das principais vantagens deste processo é a concentração dos contaminantes capturados num volume reduzido e em condições de manuseio. O líquido que se produz, neste processo, é em geral passível de recuperação, quando isto não ocorre, pelo menos o custo que decorre do transporte desse líquido concentrado até um ponto de disposição será sensivelmente menor do que o do transporte do efluente em sua forma primária.

f) Extração com Solvente

A extração líquido-líquido é a técnica mais comum dos processos de extração com solvente. Em geral, é a segunda escolha, após a destilação, para a separação de grandes volumes de misturas líquidas. Se a alimentação contém apenas uma pequena quantidade de impurezas e a mesma possui um ponto de ebulição bem maior do que os outros constituintes, então a extração com solvente torna-se bem mais atraente, em termos de consumo de energia, do que a destilação. Isso porque a destilação terá que vaporizar quase toda a alimentação para recuperar uma pequena quantidade de impureza. A extração poderá retirar diretamente o componente em menor quantidade. A extração líquida é muito usada em refinarias de petróleo, em indústrias químicas e nucleares para a purificação de correntes aquosas e não-aquosas do processo. Entretanto, o seu uso atual nas aplicações de minimização de resíduos está restrito a remoção e recuperação de materiais orgânicos de correntes de resíduos aquosas. O seu potencial para a remoção de impurezas indesejáveis das correntes orgânicas tornando-as recicláveis não foi ainda amplamente reconhecido.

Este processo é utilizado principalmente na recuperação de metais como cobre, zinco, urânio e terras raras, presentes nos líquidos oxigenados do processamento de minérios (Rocca, 1991).

g) Lixiviação

Quando a extração de um solvente é aplicada a um material sólido, a mesma é denominada lixiviação. A lixiviação pode ser potencialmente perigosa, como acontece quando é proveniente da passagem da água da chuva através de um depósito de resíduos perigosos dissolvendo materiais tóxicos, ou uma útil ferramenta na remoção de resíduos perigosos de sólidos contaminados. É comumente usado na indústria alimentícia para recuperar óleos de sementes e na descafeinação do café. Na indústria de minérios, a mesma é utilizada na recuperação de metais valiosos. Na área de minimização de resíduos algumas das aplicações são a regeneração de adsorventes, retirada de óleos de lodos, remoção de contaminantes do solo, e recuperação de metais preciosos.

A diferença básica entre a lixiviação e outros processos de extração é que o sólido deve estar intimamente misturado com o fluido para ser separado. Isso pode requerer longos tempos de residência para que a mistura solvente-sólido atinja o equilíbrio em cada estágio de contato. Para que isso realmente ocorra o sólido deve ser poroso e o solvente deve difundir-se dentro dos poros para dissolver o soluto desejado. Os problemas mais comuns que são encontrados na lixiviação de sólidos é a promoção de um contato eficiente entre líquidos e sólidos, e uma recuperação efetiva de líquidos de sólidos.

h) Extração com fluido Supercrítico

Extração com fluido supercrítico é a técnica que utiliza como solvente de extração um material na pressão e temperatura acima do seu ponto líquido-vapor crítico. O ponto crítico do solvente é a temperatura acima da qual ele não pode ser liquefeito por simples aumento de pressão. A correspondente pressão de vapor na temperatura crítica é chamada de pressão crítica e está usualmente entre $3,45 \times 10^6$ e $8,16 \times 10^6$ Pa para gases de hidrocarbonetos leves, freons leves, e dióxido de carbono. As propriedades de viscosidade e difusão de um solvente supercrítico são semelhantes as de um gás. Contudo, a densidade, e assim as interações moleculares levando a solubilidade do soluto, são maiores do que a de um líquido. Isso permite o uso de um gás supercrítico como um solvente de extração para materiais de alto ponto de ebulição, mas que são sensíveis ao calor.

Os fatores que, cada vez mais, norteiam a escolha da técnica de extração com um fluido supercrítico são a facilidade e baixo custo de recuperação do solvente, acoplada com uma remoção essencialmente completa dos mesmos dos produtos.

2.4.3 -Tratamentos Físicos

a) Destilação

A destilação é uma tecnologia de tratamento que utiliza a temperatura com o parâmetro de processo e é aplicável no tratamento de resíduos contendo compostos orgânicos que são voláteis bastante para serem removidos pela aplicação de calor. Os constituintes que não são volatilizados podem ser reutilizados ou incinerados como apropriado. Os processos de destilação mais comuns são: destilação em batelada, destilação fracionada, evaporação em camada delgada e colunas de stripping. De uma forma simplificada, a destilação consiste no aquecimento do resíduo até o seu ponto de ebulição, separação dos vapores da fase líquida, e então condensação do vapor formando uma nova fase líquida. O condensado contém uma maior concentração no material mais volátil do que havia originalmente na alimentação. Se a diferença entre os pontos de ebulição dos componentes a separar for grande o bastante, será possível obter a purificação desejada com um aparato simples, por outro lado se esta diferença for de poucos graus, será necessário um aparato complexo e um grande gasto com energia. No caso do tratamento de resíduos o objetivo é a remoção de orgânicos suficientemente voláteis do resíduo em questão (Mcketta in Ceragioli, 1998). Na destilação os fatores que mais influem são a condutividade térmica, a diferença entre os pontos de ebulição dos constituintes, e concentração dos voláteis (E.P.A, 1991).

b) Filtração

A filtração é uma das aplicações mais comuns do escoamento de fluidos através de leitos de sólidos compactos. O objetivo da operação é o da separação de um sólido do fluido que o carreia. Em todos os casos, a separação se realiza pela passagem forçada do fluido através de um leito filtrante. As partículas sólidas ficam retidas nos poros do leito

filtrante e acumulam-se, formando uma sobrecamada sobre este leito foltrante. O fluido passa pela sobrecamada de sólidos e através do leito filtrante retentor (Foust, 1982).

Os fenômenos que ocorrem durante a filtração são: a ação mecânica de filtrar; a sedimentação de partículas sobre o leito; floculação de partículas, que estavam em formação, pelo aumento da possibilidade de contato entre elas; e formação de película gelatinosa no meio filtrante, promovida por microorganismos que ai se desenvolvem.

A utilização da filtração como processo de tratamento tem como base os mesmos fundamentos adotados nas tecnologias industriais convencionais quanto aos seus parâmetros de projeto, de processos e de operações.

c) Sedimentação

A separação de uma solução diluída pela sedimentação gravitacional, até a obtenção de um fluido límpido e uma lama com maior teor de sólidos, é denominada sedimentação (Foust, 1982). Mesmo que seja sabido que um sólido possa decantar sob a ação de uma força centrífuga, a decantação deve ser entendida como o movimento de partículas no seio de uma fase fluida, provocado pela ação da gravidade. Apesar de haver decantação de sólidos ou líquidos em gases, os tanques especiais de sedimentação e tanques de clarificação são projetados para estimular a decantação dos sólidos de modo que os mesmos sejam coletados no fundo dos tanques, alguns sólidos flotaram naturalmente à superfície e poderão ser removidos mecanicamente (Master, 1991).

A sedimentação pode ser feita num equipamento contínuo ou em batelada. Contudo, a sedimentação contínua é mais comum, especialmente quando grandes volumes de rejeitos devem ser tratados.

A sedimentação pode ter como objetivo a clarificação do líquido, o espessamento da suspensão ou a lavagem dos sólidos (como é o caso da lavagem da lama de carbonato na indústria da celulose pelo processo sulfato). No primeiro caso parte-se de uma suspensão com baixa concentração de sólidos para obter um líquido com um mínimo de sólidos,

obtém-se também uma suspensão mais concentrada do que a inicial, mas o fim visado é clarificar o líquido. No segundo caso, parte-se de uma suspensão concentrada para obter os sólidos com a quantidade mínima possível de líquido.

Em geral, a separação gravitacional é mais efetiva para partículas na faixa de 100 a 1000 μm de tamanho. Contudo, com grandes câmaras de separação, longos tempos de retenção, ou com a adição de dispositivos de coalescência, partículas tão pequenas quanto 1 μm podem ser removidas.

d) Centrifugação

A centrifugação consiste na separação entre sólidos e líquidos através da rápida mistura dos mesmos em um vaso.

A característica fundamental desta separação é a substituição da força da gravidade que atua sobre as partículas por uma força centrífuga de maior intensidade e que pode ser alterada e controlada por rotação.

As separações centrífugas são utilizadas para realizar a sedimentação centrífuga de sólidos (clarificação ou espessamento) e para filtração centrífuga. Empregam-se normalmente na separação de líquidos imiscíveis, para separar partículas sólidas ou gotículas em suspensão nos gases, para separação de gases finamente dispersos em líquidos e ainda para a classificação hidráulica de mistura de sólidos. As centrífugas de sedimentação utiliza a força centrífuga para acelerar a sedimentação de partículas do seio líquido. As unidades de filtração usam a força centrífuga para direcionar o fluxo através do filtro nas centrífugas e assim aumentar a taxa de filtração. Os problemas comumentes encontrados nas centrífugas incluem desgaste, corrosão, e abrasão.

2.4.4 - Tratamentos Biológicos

Os tratamentos biológicos têm como princípio básico de funcionamento a degradação ou redução do potencial de periculosidade do resíduo em questão, mediante a ação de microorganismo. Estes tratamentos podem ser classificados em: **tratamentos aeróbios**, que são aqueles nos quais os microorganismos necessitam de oxigênio para poderem atuar, e **tratamento anaeróbios** que são aqueles no qual os microorganismos se

desenvolvem num ambiente rarefeito em oxigênio. Dentre os vários tratamentos biológicos existentes podem-se citar:

- a) Lodo Ativado
- b) Lagoa Aerada
- c) Lagoa de Estabilização
- d) Filtro Biológico
- e) Digestão Anaeróbia

De acordo com a EPA (1991), agência ambiental americana, o princípio básico do tratamento biológico aeróbio é que os microorganismos necessitam de oxigênio para decompor constituintes orgânicos e inorgânicos não metálicos em água, dióxido de carbono (CO_2), nitratos (NO_3^-), sulfatos (SO_4^{2-}), sub-produtos orgânicos de menor massa molecular, e biomassa celular. Neste processo faz-se necessário a adição de nutrientes tais como nitrogênio e fósforo para auxiliar a biodegradação.

De uma forma genérica pode-se representar o processo de biodegradação aeróbia pela reação 2.5:



Ao degradarem os resíduos orgânicos, os microorganismos obtêm energia para o crescimento e metabolismo celular.

No processo anaeróbio, os microorganismos transformam os compostos orgânicos e compostos contendo nitrogênio em dióxido de carbono e gás metano. Assim como no processo aeróbio em geral faz-se necessário a adição de nutrientes, tais como nitrogênio e fósforo, ao processo de tratamento biológico. O processo de uma forma genérica é descrito pela reação 2.6:



a) Lodos Ativados:

Segundo Souza (1984), o tratamento biológico dos lodos ativados consiste num tratamento onde uma massa biológica que cresce e flocula é freqüentemente recirculada e

posta em contato com o resíduo afluente ao sistema de tratamento, na presença de oxigênio molecular, fornecido através do borbulhamento de ar ou oxigênio puro, ou por aeradores mecânicos postos nos tanques de aeração.

Para Souza (1984) as principais vantagens do sistema de lodos ativados são, em geral, a boa qualidade do efluente do clarificador, a flexibilidade operacional, a segurança e a estabilidade do processo, a capacidade de recebimento de cargas de choque e compostos tóxicos e a independência, dentro de certos limites, das condições ambientais. Em contrapartida, as desvantagens são o seu custo relativamente elevado, principalmente para o fornecimento de oxigênio dissolvido, a necessidade de controle especializado do processo, a geração de grande quantidade de lodo (que necessitam de tratamento posterior para a sua estabilização), e as dificuldades de separação dos sólidos em suspensão do efluente, que ocorre em determinadas situações ou para certos tipos de despejos.

b) Lagoa Aerada

Assim como no processo de lodos ativados, nas lagoas aeradas ocorre o crescimento em suspensão dos microorganismos. De acordo com Souza (1984) as lagoas aeradas foram desenvolvidas a partir de verificação de que no inverno a eficiência das lagoas de estabilização caíam bastante. Desta forma foram introduzidos aeradores mecânicos que faziam adição de oxigênio ao sistema propiciando o desenvolvimento dos microorganismos. Como pode-se perceber, o sistema de lagoa aerada é um processo de lodo ativado sem recirculação de lodo, e por isso, para atingir a mesma eficiência de tratamento de um sistema de lodos ativados, é necessário um grande tempo de residência, o que pode ser uma vantagem quando se trabalha com substâncias orgânicas complexas. Vale salientar que os microorganismos, das lagoas aeradas, são mais resistentes a variações de processo devido a variações da alimentação do que os microorganismos do processo de lodos ativados, isto deve-se ao grande volume da lagoa aerada e do grande tempo de residência do processo.

c) Lagoas de Estabilização

De acordo com Imhoff (1966), qualquer represamento de um curso de água, formando um lagoa ou uma represa, propiciará a autodepuração da mesma, visto que coloca em exposição ao ar uma grande superfície livre desta, ocorrendo assim os fenômenos de

estabilização. Com isto conclui-se que é possível utilizar instalações biológicas para o tratamento de efluentes, o que já é feito com grande eficiência no tratamento de vazões inexpressivas quanto de vazões consideráveis. Um grande problema deste tipo de tratamento é o ambiente bastante agressivo (presença de O₂ e CO₂) ao qual são expostos os materiais de construção destas lagoas além da excessiva proliferação de algas devida as substâncias fertilizantes produzidas no processo.

As algas, nas lagoas de estabilização, possuem a função de proverem às bactérias o oxigênio necessário para a degradação da matéria orgânica do efluente. E em contra partida as bactérias produzem o CO₂ necessário a fotossíntese das algas. Deve-se ter contudo, cuidado para evitar a alta proliferação das algas que podem provocar o fenômeno da eutrofização. O que levaria a uma diminuição na quantidade de oxigênio disponível ao desenvolvimento dos microorganismos e consequente eficiência das lagoas de estabilização. Com relação à remoção de DBO solúvel as lagoas de estabilização podem atingir níveis de tratamento secundário (similares aos do lodo ativado).

d) Filtros Biológicos

Os sistemas de filtros biológicos são constituídos de um decantador primário para retirar os materiais sólidos grosseiros que podem obstruir a passagem do resíduo a ser tratado pelo meio filtrante; o meio filtrante pode ser constituído de areia, brita, ou material plástico em forma de anel ou sela, onde forma-se uma camada de microorganismo que irá degradar a matéria orgânica presente no resíduo; no filtro deve haver um distribuidor rotativo, que propiciará uma distribuição bastante homogênea do material a ser tratado e um sistema de drenagem para captar o material filtrado; por último existe um decantador secundário onde são separados o efluente, do filtro biológico, da biomassa resultante da degradação da matéria orgânica presente no despejo.

Segundo Souza (1984), a matéria orgânica é adsorvida na camada biológica ou limo. Na parte mais externa da camada biológica a matéria orgânica é degradada pelos microorganismos aeróbios, enquanto um ambiente anaeróbio se forma próximo à superfície do material de enchimento do filtro. A recirculação de parte do efluente do filtro ou do efluente final, para o filtro biológico incrementa a retirada da DBO, propicia o aumento da cargas orgânicas, impede que o filtro fique seco, reduz problemas de mau cheiro e a proliferação de moscas.

e) Digestão Anaeróbia

A digestão anaeróbia é definida como um processo fermentativo no qual o resíduo é tratado numa atmosfera isenta de oxigênio, tendo como objetivo as seguintes finalidades: remoção da matéria orgânica poluente e dos microorganismos patogênicos, produção de biogás e produção de biofertilizantes mais estáveis, ricos em nutrientes e melhores características sanitárias.

O processo de digestão anaeróbia consiste em fazer o afluente passar por um tanque de sedimentação e homogeneização, sendo posteriormente bombeado, através de uma linha onde é feito um ajuste da alcalinidade, para o digestor anaeróbio onde sofre o processo fermentativo propriamente dito, após um adequado tempo de residência o efluente do digestor é conduzido para um clarificador. O sobrenadante será encaminhado para uma área de tratamento aeróbio enquanto o lodo será seco para ser posteriormente disposto.

De uma forma simplificada, pode-se dizer que o processo ocorre em duas etapas. Inicialmente , a matéria orgânica complexa é transformada em compostos simples como ácidos orgânicos voláteis (propionico, láctico), CO₂ , H₂, etc., pela ação de enzimas extracelulares, das bactérias acidogênicas e das bactérias acetogênicas (que transformam os demais ácidos voláteis em ácido acético, CO₂ e H₂). Na etapa seguinte, estes produtos são transformados principalmente em CH₄ e CO₂, pela ação das bactérias metanogênicas como mostrado na reação 2.7:



O tratamento anaeróbio se caracteriza pela força da ação de microorganismos anaeróbios, ou seja na ausência de ar, ao contrário os de mais processos biológicos necessitam de alguma forma de aeração.

2.4.4.1 - “Landfarming”

Landfarming é a denominação oficialmente adotada pela E.P.A, o qual também é o nome adotado no Brasil, para um método de tratamento onde o substrato orgânico de um resíduo é degradado biologicamente na camada superior do solo e os íons metálicos, liberados nessa degradação, ou presentes nos resíduos, são incorporados nessa mesma camada de forma a não promover a contaminação das águas do lençol freático (CETESB, 1985).

O princípio de operação baseia-se no fato de que os solos contém uma diversidade de microorganismos, dentre os quais têm-se bactérias, fungos, algas, protozoários, e actinomicetos. Em solos bem drenados, os quais são mais apropriados para o *landfarming*, esses microorganismos são geralmente aeróbios. Desses organismos as bactérias apresentam-se como o grupo mais numerosos e bioquimicamente ativo, particularmente a baixos níveis de oxigênio. As bactérias necessitam de uma fonte de carbono para o crescimento celular e de uma fonte de energia para prover as funções metabólicas requeridas para o crescimento, além de nitrogênio e fósforo. As bactérias que usam compostos orgânicos (constituíntes de petróleo e outros orgânicos de ocorrência natural) como fontes de carbono são heterotróficas, e aquelas que usam compostos inorgânicos de carbono (dióxido de carbono) são autotróficas (E.P.A - OUST, 1986).

O processo de *landfarming*, vem de há muito sendo utilizado pela indústria petrolífera no tratamento de seus produtos e subprodutos. Para aplicação de *landfarming* direcionada a tratamento de produtos, apenas as bactérias que são aeróbias e heterotróficas são importantes no processos de degradação.

A eficiência do *landfarming* depende de parâmetros que podem ser agrupados em três categorias: características do solo, características dos constituintes, condições climáticas.

Este método é considerado também como uma forma de disposição do resíduo e, portanto, o projeto deve considerar problemas ambientais e de saúde que possam ocorrer a curto e longo prazo.

2.4.4.2 - Biorremediação

Biorremediação é um tratamento que utiliza microorganismos que existem normalmente no solo (leveduras, fungos, ou bactérias) para degradar substâncias perigosas em substâncias menos tóxicas ou não tóxicas. Os microorganismos se alimentam de substâncias orgânicas, as quais servem de nutrientes e energia. Certos microorganismos podem digerir substâncias orgânicas tais como combustíveis ou solventes que são perigosos ao ser humano. Os contaminantes orgânicos são degradados pelos microorganismos em produtos inócuos, principalmente dióxido de carbono e água. Estando todo o contaminante

degradado, a população microbiana começa a diminuir, pois não há mais a fonte de alimento necessário às funções metabólicas dos mesmos (E.P.A - SWER, 1996).

Através do fornecimento de condições ambientais ótimas, a tecnologia de biorremediação favorece o crescimento dos microorganismos e consequente aumento da população microbiana, dando assim condições para que os mesmos degradem a máxima quantidade de contaminantes. Alguns fatores como tipo de microorganismo presente, condições do local onde a técnica será aplicada, e quantidade e toxicidade das substâncias contaminantes. Vale salientar que tipos diferentes de microorganismos degradam diferentes tipos de compostos e sobrevivem sob condições diferentes. O processo pode ocorrer sob condições aeróbias ou anaeróbias. A biorremediação pode ser usada como um método de limpeza para solos contaminados e água. Este processo divide-se em duas categorias: *in situ* or *ex situ*. A biorremediação *in situ* trata o solo contaminado ou águas subterrâneas no local que se encontra. A biorremediação *ex situ* que requer a escavação do solo contaminado ou bombeamento de águas subterrâneas antes de serem tratados.

A biodegradação é útil para muitos tipos de compostos orgânicos a um custo atrativo, para um processo. Muitas técnicas podem ser conduzidas no local, eliminando a necessidade para transportar materiais perigosos. A extensão da biodegradação é altamente dependente da toxicidade e concentração inicial dos contaminantes, sua biodegradabilidade, as propriedades do solo contaminado, e particularmente o sistema de tratamento selecionado. Os contaminantes indicados para o tratamento por biodegradação são os orgânicos voláteis não-halogenados e semi-voláteis e combustíveis. A eficiência da biorremediação é limitada em locais com altas concentrações de metais, compostos orgânicos altamente clorados, ou sais inorgânicos por esses compostos serem tóxicos para esses microorganismos.

2.4.4.3 - Biossorção

Dentre as novas técnicas de tratamento de efluentes industriais, uma que merece ser destacada é a técnica denominada de biossorção. A técnica de biossorção realiza o tratamento do efluente industrial para a retirada de metais pesados como: mercúrio, chumbo, cádmio, arsênio, antimônio, cobre, zinco entre outros. A biossorção baseia-se no fato de que alguns microorganismos possuem a capacidade de funcionarem como

biossorventes frente a estes metais. Essa biomassa microbiana possui em sua estrutura sítios ativos que, através de uma série de mecanismos físico-químicos, ainda não totalmente determinada, conseguem reter o metal em sua estrutura, o qual pode vir a fazer parte internamente da estrutura da célula ou só ficar retido na sua superfície. Dentre os fatores que influenciam na capacidade acumulativa do metal pela biomassa microbiana, encontram-se o pH da solução onde a biossorção ocorre, a temperatura, o metal desejado, o tamanho da partícula. Como exemplos de eficientes bioadsorventes pode-se citar: a biomassa bacteriana, biomassa a partir de fungos e de algas.

Segundo Volesky (1990), faz-se necessário fazer a distinção entre bioacumulação e biossorção. A bioacumulação, técnica já de há muito estudada pelos microbiologistas devido a sua importância toxicológica, consiste na retenção de material por células que possuam atividade metabólica, ou seja, as mesmas precisam estar vivas. Desta forma, a bioacumulação não é uma boa técnica para a recuperação de metais pesados, visto que os mesmos podem vir a ser tóxicos para as mesmas, provocando a sua morte. Para estes processos, de recuperação de metais pesados, a técnica de biossorção é mais recomendada, uma vez que não é necessário que a célula esteja metabolicamente ativa (viva) para ser usada no processo. Além disso a técnica de biossorção oferece a capacidade de regeneração da biomassa microbiana, podendo a mesma ser reutilizada no processo.

Dentre os trabalhos, no Brasil, que vêm sendo desenvolvidos na área de biossorção têm-se o de Amorim (2000) que estuda a remoção do cromo contido em efluentes industriais e posterior dessorção objetivando a reutilização da biomassa e a redução do cromo para sua forma trivalente, utilizando como bioadsorvente algas marinhas, que além de possuir um baixo custo econômico, pois encontra-se em abundância no litoral brasileiro, tem grande capacidade de retenção de metais. Neste trabalho, esta sendo avaliado as melhores condições para a adsorção do cromo pela alga e posterior dessorção regenerando a biomassa.

De acordo com Volesky (1990) o processo de biossorção apresenta-se como uma técnica bastante viável economicamente, com relação as técnicas convencionais tais como: precipitação química, oxidação ou redução química, troca iônica, filtração, tratamento eletroquímico, tecnologias de membrana, e evaporação, no tratamento de lixiviados de fábricas e para a recuperação de metais de interesse comercial.

2.5 -Remediação de Áreas Degradadas

Até o presente momento vimos algumas das várias tecnologias de tratamentos que são utilizadas para tratar resíduos perigosos, evitando que o mesmo chegue a contaminar o meio ambiente. Mas o que fazer quando um acidente ecológico ocorre? Neste caso é preciso utilizar-se de técnicas que têm como objetivo a recuperação do sítio degradado. De acordo com Rebouças (1997) dentre as tecnologias desenvolvidas para atender os organismos de controle ambiental, a da remediação de solos e águas subterrâneas contaminadas merece uma atenção especial das empresas.

O processo de remediação em si, apoia-se em duas vertentes: uma ou mais tecnologias para a descontaminação da água, que compreende a zona saturada e o lençol freático, e as tecnologias para a descontaminação do solo, no caso, a zona não-saturada. Contudo existem técnicas que abrangem as duas vertentes de uma só vez.

A remediação inicia com o interrompimento da fonte geradora da poluição, impermeabilizando-se a superfície acima da região contaminada para evitar o arraste dos contaminantes aos lençóis freáticos pela chuva. Esta etapa é realizada antes de se iniciar a retirada dos resíduos e de se estancar os vazamentos de tanques ou tubulações. Se a contaminação é por metais, prefere-se dispor-lo adequadamente em aterros, com a conseqüente troca por outro solo de boa qualidade. Outra técnica que começou a utilizar, para contaminações de solos por metais e pesticidas, consiste na inertização do mesmo com cimento e aditivos, transformando-o em tijolos que podem ser utilizados na confecção de pisos ou outras construções mais rústicas.

Segundo Rebouças (1997), para contaminações mais complicadas, como a dos organoclorados, os quais além de ficarem retidos no solo e se infiltrarem com facilidade nos aquíferos também se movimentam de modo imprevisível e se degradam com muita lentidão, a tendência é usar tecnologias mais sofisticadas. As principais técnicas de remediação são:

- ◆ Extração de Vapores do Solo (conhecida por SVE)
- ◆ Aspersão de ar (*Air Sparging*)
- ◆ *Pump-and-Treat*
- ◆ *Skimmer*

- ◆ Extração com Solventes
- ◆ Lavagem do Solo

O Quadro 2.2, apresenta informações conforme Rebouças (1997), sobre o custo de cada etapa presente no processo de recuperação de uma área degradada na indústria.

Quadro 2.3 - Estimativas do custo para a recuperação de uma área degradada na indústria (Fonte: Furtado, 1997)

ETAPA	MESES										ANOS			
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	4	6	8	10
INVESTIGAÇÃO	●	●												
MODELOS				●										
DIAGNÓSTICO					●									
ANÁLISE DE RISCO						●								
ALTERNATIVAS DE RECUPERAÇÃO							●							
DEFINIÇÃO DE METAS								●						
APROVAÇÃO									●					
AUTORIDADES										●				
IMPLEMENTAÇÃO											●			
OPERAÇÃO/ MONITORAMENTO												●		→
CUSTOS (R\$)	100.000 - 1.000.000										250.000 - 5.000.000			

fonte: CSD - Geoklock

* Para postos de combustível dividi por 10

2.6 -Minimização

A minimização é uma estratégia utilizada na Gestão Ambiental que visa a diminuição da quantidade de resíduos gerados. Se utiliza de duas técnicas que estão inseridas profundamente neste intuito, e definem muito bem a minimização, são elas: Redução na fonte, reciclagem e recuperação.

A redução na fonte ou eliminação de um resíduo perigoso na fonte, ocorre em geral no processo produtivo propriamente dito e envolve a mudança na própria prática de processo (forma operacional), substituição de matéria-prima por outra que gere o mesmo produto porém menos sub-produtos perigosos, matéria-prima mais pura, manutenção preventiva dos equipamentos (verificando se todos estão regulados).

A reciclagem e recuperação do resíduo perigoso gerado pode ser aplicada, utilizando-se o produto gerado num outro processo industrial ou até mesmo na corrente de alimentação do processo no qual o mesmo foi gerado, dependendo das características do resíduo em si.

Nos Estados Unidos, desde 1987, prevalece a política de prevenção à geração, sobre o incentivo ao aumento das técnicas de tratamento. A política é reduzir tanto quanto possível a quantidade de rejeitos industriais perigosos gerados. A E.P.A corrobora para esta mudança de atitude nas indústrias americanas. Para que esta filosofia seja determinante no novo milênio, o governo americano investe pesado e incentiva: o aumento no preço referente ao tratamento e disposição final do resíduo perigoso; a pressão popular na indústria reivindicando a redução na geração dos resíduos perigosos e a responsabilidade associada com o gerenciamento de resíduos perigosos.

Para a E.P.A, é possível obter-se uma redução de 20 a 30% no volume de rejeitos gerados, através da utilização das práticas já descritas anteriormente. Além destas práticas, têm-se também as técnicas de separação e concentração de resíduos, e ainda a reutilização (reuso/reciclagem) tanto interna como externa a fonte geradora do resíduo.

Atualmente, no caso desta última alternativa, a adoção de uma prática cada vez mais difundida e que se incorpora a rotina das indústrias é a troca, venda e doação de resíduos nas chamadas bolsa de resíduos. Nestas é pode-se muitas vezes encontrar a matéria-prima para um dado processo em particular, a um preço mais acessível. Resolvendo-se deste modo dois problemas: o de quem está gerando o resíduo e o de quem necessita da matéria-prima. Para quem está oferecendo o negócio é lucrativo, pois além de não ter que despender dinheiro com técnicas de tratamento e disposição do mesmo, tem a possibilidade de obter receita com o resíduo. Para quem está comprando, a vantagem é a possibilidade de obter a matéria-prima para o seu processo produtivo dentro na medida do possível, das especificações necessárias. Contudo quem compra deve estar atento a real composição do que está adquirindo para evitar maiores problemas futuros.

A técnica de separação de rejeito usada na minimização de resíduos é utilizada quando:

- a) Deseja-se recuperar um componente de alta qualidade, o qual foi contaminado durante o seu uso e só poderá ser usado caso os contaminantes presentes sejam removidos;
- b) Pretende-se remover uma pequena quantidade de resíduos perigosos presente num volume grande de diluente, não perigoso, o que facilita a disposição de ambos, do diluente purificado e do pequeno volume de resíduo perigoso.

Para o bom desempenho da atividade de reciclagem ou recuperação de um dado material é de grande ajuda se não ocorrem misturas com outros rejeitos. Ou seja é necessário uma boa segregação do resíduo pelo gerador, tornando a reciclagem mais fácil e atrativa economicamente.

Separação magnética e eletrostática, destilação, extração por solventes, evaporação e absorção são algumas das técnicas de separação que podem ser usadas para recuperar resíduos.

Quando deseja-se diminuir o volume no qual está contido o resíduo perigoso, os processos de separação mais utilizados são: adsorção, filtração, flotação, entre outros.

Capítulo 3 - *RESÍDUOS*

3 -RESÍDUOS

Este capítulo tem como objetivo, apresentar o potencial informativo do sistema *Resíduos*, e a forma através da qual as informações, contidas no mesmo, são disponibilizadas para o usuário.

3.1 - Sistema *Resíduos*

Desenvolvido no ambiente de programação orientado para objeto Delphi, o Sistema com banco de dados *Resíduos* apresenta-se como uma ferramenta poderosa e de fácil manuseio pelo o usuário devido a sua interface bastante amigável.

A criação do sistema *Resíduos*, surgiu da necessidade de tornar o processo de classificação de resíduos sólidos industriais mais rápido e confiável, diminuindo a necessidade de manusear grandes quantidades de papéis. Contudo, o sistema não conta apenas com a informatização das listagens presentes na norma 10004 da ABNT - Classificação de Resíduos Sólidos Industriais. Na elaboração do sistema, verificou-se a necessidade de inserir dados referentes às características dos constituintes presentes que não constam nas listagens da ABNT. A seção de tratamentos presente no capítulo 2, e incorporada no sistema com banco de dados *Resíduos*, apresenta os tipos de tecnologias disponíveis, atualmente, para tratar os resíduos sólidos industriais visando a redução ou eliminação do seu potencial perigoso.

Todas as informações presentes no banco de dados, encontram-se interligadas de modo a prover ao usuário acesso, da melhor forma possível, às informações que se encontram no sistema referente ao resíduo em análise. As informações relativas às propriedades físico-químicas de muitas substâncias presentes no sistema *Resíduos*, traz dados que podem ser úteis na determinação da capacidade de migração do resíduo de um para outro ambiente, volatilizar-se, ou do potencial tóxico ou reativo do mesmo. Com o propósito de ser um aliado na conservação do meio ambiente, e de preservar com as informações que fornece a integridade física dos indivíduos, o sistema disponibiliza ainda informações sobre a segregação de resíduos sólidos, dos gases e de solventes.

Além destas informações, presentes em *Resíduos*, é possível em praticamente todas as atividades, desenvolvidas pelo mesmo, obter um relatório resumido ou completo das mesmas.

A classificação do resíduo segue a rotina presente no fluxograma da norma 10004 da ABNT, e para que esta tarefa tenha êxito, o sistema disponibiliza ao usuário subsídios, para responder as questões que possam ser levantadas no transcorrer do processo classificatório.

Apesar do grande potencial do programa em classificar resíduos sólidos industriais, o mesmo necessita, em geral, que o usuário se utilize de bom senso e de conhecimento do processo de geração do resíduo para classificá-lo.

Além de configurar-se como uma ferramenta poderosa no trato com resíduos sólidos industriais, o sistema destaca-se também pela sua versatilidade em adaptar-se ao "perfil da instituição" que o utiliza, isto se deve a sua capacidade de interação com o usuário. O sistema *Resíduos* reconhece dois tipos de usuários: "**Mestre**" e "**Consulta**". O usuário **Mestre** pode incluir, alterar ou apagar as informações presentes no sistema de banco de dados *Resíduos*, sempre que desejar ou sempre que a tecnologia avance, determinando novos limites à exposição ao meio ambiente. O usuário de **Consulta** não usufrui dos mesmos privilégios do usuário **Mestre**, o mesmo tem acesso a todas as informações sem contudo poder alterá-las ou inserir novas. A seguir, será apresentado em que se baseia e quais informações fornecem, cada ação desenvolvida pelo sistema de banco de dados.

O sistema, permite além da avaliação de compatibilidade entre resíduos, a compatibilidade entre gases com líquidos e resíduos sólidos, considerando questões ambientais e de segurança.

3.2 - A Potencialidade do Sistema *Resíduos*

O sistema resíduos oferece aos seus usuários as seguintes opções: Propriedades, incompatibilidade, classificação de resíduos sólidos industriais, listagem, consulta, tratamentos, tabelas e senhas.

3.2.1 - Propriedades

O item **Propriedades** disponibiliza aos usuários, os valores de várias propriedades importantes como:

- a) Outros nomes pelos quais a substância também é denominada.
- b) Fórmula molecular
- c) Peso molecular
- d) Solubilidade em água
- e) Estado físico
- f) Ponto de fusão
- g) Ponto de ebulição
- h) Coeficiente de adsorção ao solo (Koc)
- i) Massa específica
- j) Constante da lei de Henry
- k) Pressão de vapor
- l) Reatividade

Todas essas propriedades, permitem ao usuário fazer algumas deduções quanto ao comportamento de algumas substâncias frente ao meio em que se encontram. Por exemplo, se uma substância apresenta um valor elevado para o Koc, é uma indicação de que a mesma será fortemente adsorvida no solo e assim dificilmente lixiviaria em direção aos aquíferos para contaminar os mesmos. Um valor considerável para a pressão de vapor é uma indicação de que o elemento se volatilizará com facilidade, ou seja, migrará facilmente de onde se encontra para o ar. Sendo bastante solúvel em água, e tendo uma baixa pressão de vapor é indicativo de que a mesma dificilmente se volatilizará e permanecerá no meio líquido em que se encontra. A propriedade reatividade está associada a quais elementos, a substância em análise irá reagir de forma adversa, podendo vir a provocar algum tipo de dano físico ou material. Desta forma, verifica-se a importância das informações fornecidas pelo sistema.

A Figura 3.1 mostra a tela exibida quando se seleciona no sistema a opção Propriedades. Esta seção, como todas as que existem em Resíduos, não é estática e permite a atualização pelo usuário cada vez que o conhecimento científico evoluir, identificando os

valores destas propriedades para novas substâncias. Apesar de existir no Banco de dados muitos elementos, para apenas 25 deles, dispõem-se atualmente, os valores de todas as propriedades listadas no item **Propriedades**. É interessante destacar, que de acordo com as informações disponíveis no ambiente no qual o sistema estiver sendo usado, este número pode aumentar significativamente, podendo vir a compreender quase todos os elementos já presentes no banco. É possível ainda, imprimir um relatório contendo todas as informações relativas às propriedades fisico-químicas das substâncias presentes, como pode ser visto na Figura 3.2.

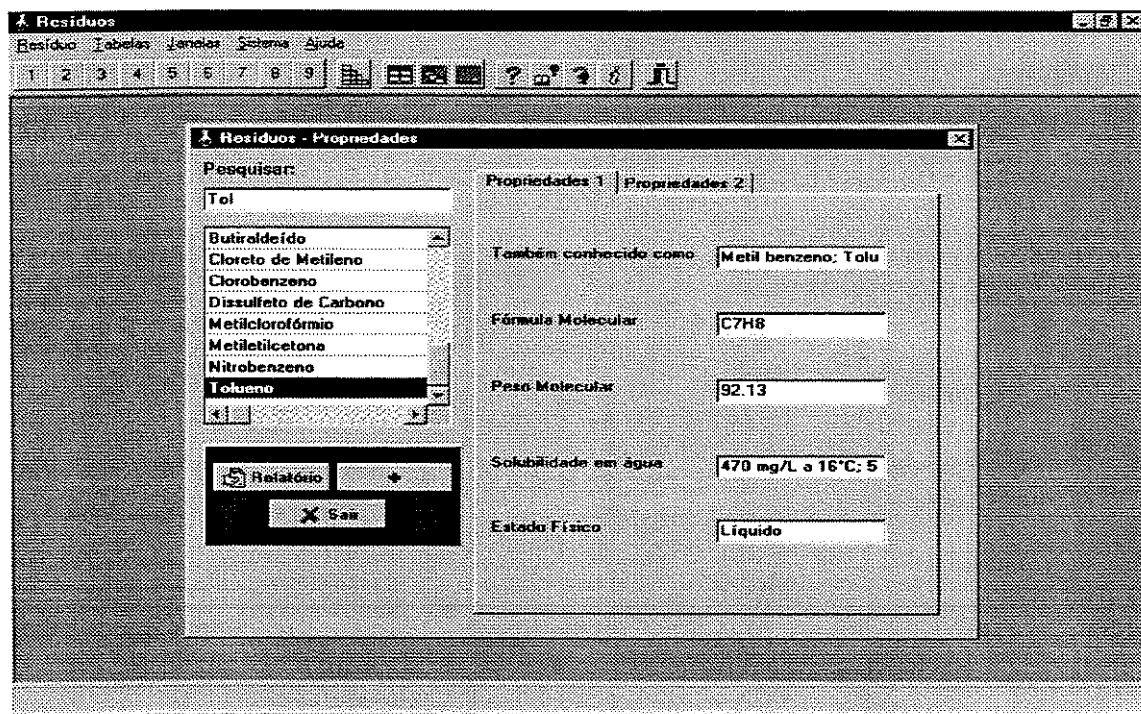


Figura 3.1 - Exibição de dados sobre algumas propriedades fisico-químicas

The screenshot shows a Windows application window titled "Resíduos". The main area contains a table with two sections of properties for different substances. The first section is for 1-Butanol and the second for 1,1-Biphenyl.

PROPRIEDADES	
Substância:	1 - Butanol
Também conhecido por :	butanol; n-butanol; butil álcool
Fórmula Molecular:	C ₄ H ₁₀ O
Peso Molecular:	74.12
Ponto de Fusão (°C):	- 90
Ponto de Ebulição (°C):	117 - 118
Pressão de Vapor:	7.00 mmHg a 25°C
Densidade (mg/L):	d _{20/4} , 0.810
Solubilidade em água:	9.1 mL/100mL a 25°C
Flash Point (°C):	36 - 38
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	8.81 x 10 ⁻⁶
Substância:	1,1 - Biphenil
Também conhecido por :	bifenil; bibenzeno; ferilbenzeno

Page 1 of 3

Figura 3.2 - Relatório gerado com as propriedades fisico-químicas de várias substâncias.

O apêndice A, traz um relatório completo das propriedades dos 25 elementos presentes no banco.

3.2.2 - Incompatibilidade

Muitas vezes um elemento que não apresenta características perigosas quando isolado, podendo ter seu potencial perigoso potencializado quando encontra-se associado a outro elemento ou substância. Diante disto, deve-se, ao misturar resíduos diferentes adotar procedimentos com o intuito de aplicar aos mesmos um único tratamento. Esses procedimentos devem nortear as ações que precisam ser tomadas para verificar se os resíduos são compatíveis ou se a mistura provocará alguma reação explosiva, formação de algum produto tóxico, inflamável entre outros.

Baseado nesta necessidade, foi implantado no Sistema um item no menu que oferece várias informações referente à compatibilidade ou não das substâncias que deseja-se misturar, no caso, a compatibilidade entre gases, a compatibilidade entre resíduos sólidos e a incompatibilidade entre vários reagentes. As Figuras de 3.3 a 3.11, mostram as várias possibilidades oferecidas neste módulo do programa. Apenas o usuário mestre tem a permissão para acessar a tela das Figuras 3.4, 3.7 e 3.10 , modificar, inserir ou apagar as

informações contidas referentes a qualquer uma das substâncias presentes. O usuário de consulta pode apenas consultar as informações existentes.

As Figuras de 3.3 a 3.5, trazem informações sobre a compatibilidade entre gases comprimidos, e informam se os mesmos podem ou não ter seus respectivos cilindros armazenados num mesmo local. Podem ser guardados juntos cilindros contendo o mesmo gás, e aqueles contendo gases quimicamente inertes, tipo nitrogênio ou argônio. Além da compatibilidade entre gases, há informações sobre a compatibilidade dos gases com combustíveis líquidos e sólidos.

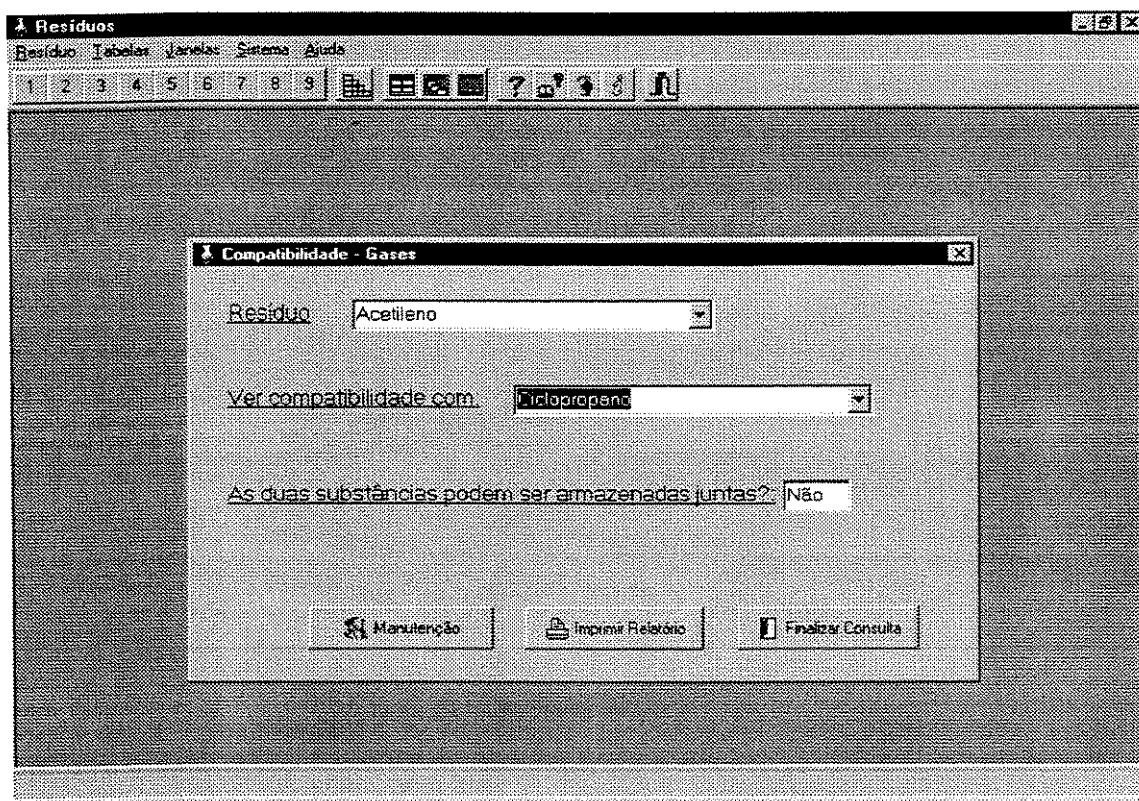


Figura 3.3 - Analisando a compatibilidade entre dois gases.

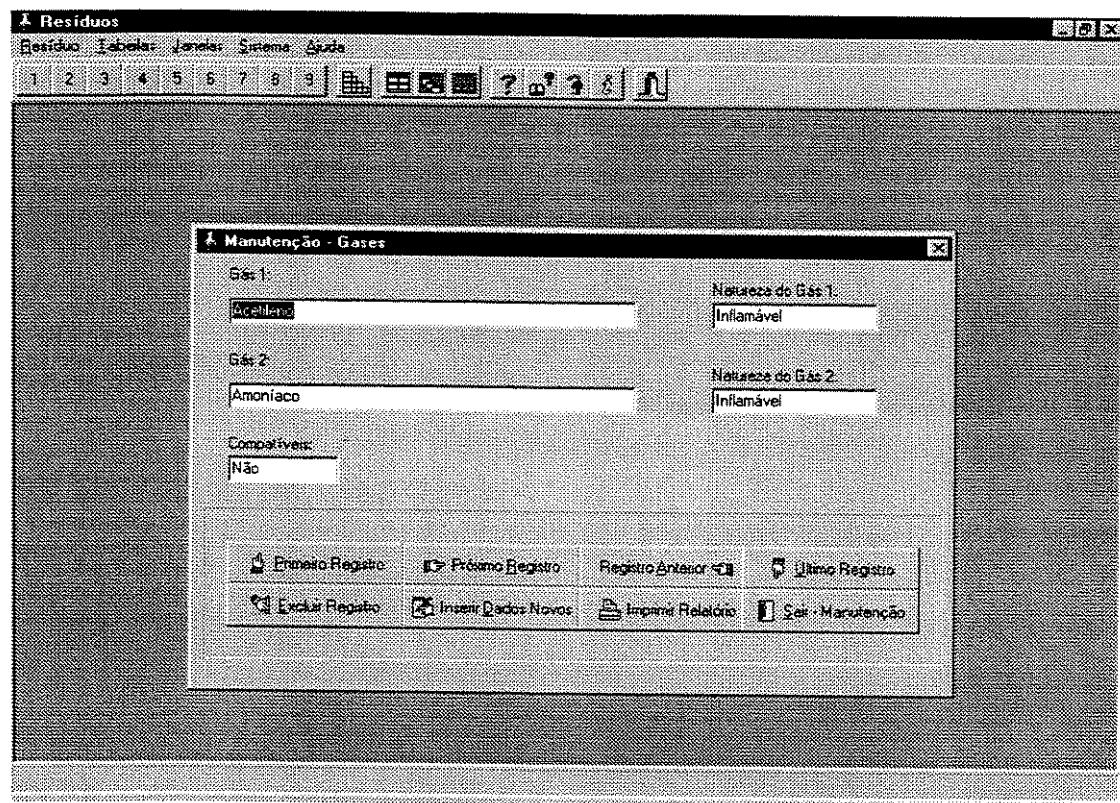


Figura 3.4 - Manutenção nos dados relativos a compatibilidade entre gases.

The screenshot shows a Windows application window titled 'Resíduos'. A report titled 'Compatibilidade de Gases Comprimidos' is displayed. The table lists various gas pairs and their compatibility status:

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Acetileno	Inflamável	Amoníaco	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Argônio	Inerte	Sim
Acetileno	Inflamável	Ciclopropano	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Cloro	Corrosivo	Não
Acetileno	Inflamável	Criptônio	Inerte	Sim
Acetileno	Inflamável	Etano	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Etileno	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Flúor	Corrosivo	Não
Acetileno	Inflamável	Gás Carbônico	Inerte	Sim
Acetileno	Inflamável	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Não

Figura 3.5 - Relatório sobre a compatibilidade ou não entre dois gases.

As Figuras 3.6 a 3.8 trazem informações sobre a compatibilidade entre grupos de substâncias, como: agentes oxidantes e redutores fortes, bases cáusticas, metais tóxicos, orgânicos halogenados, hidrocarbonetos aromáticos, etc. E mostra que reação pode ser desencadeada se essas substâncias forem armazenadas juntas, ou se forem manuseadas, estocadas ou transportadas de maneira inadequada.

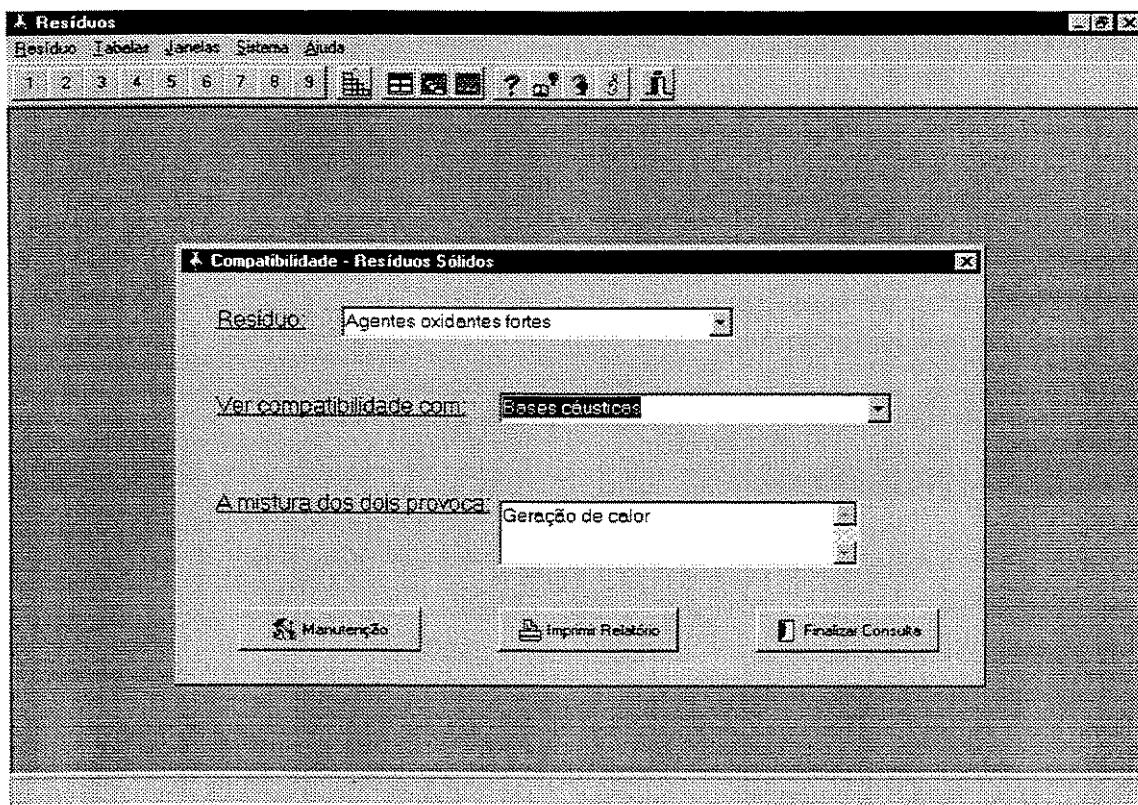


Figura 3.6 - Verificando a compatibilidade entre dois resíduos quaisquer.

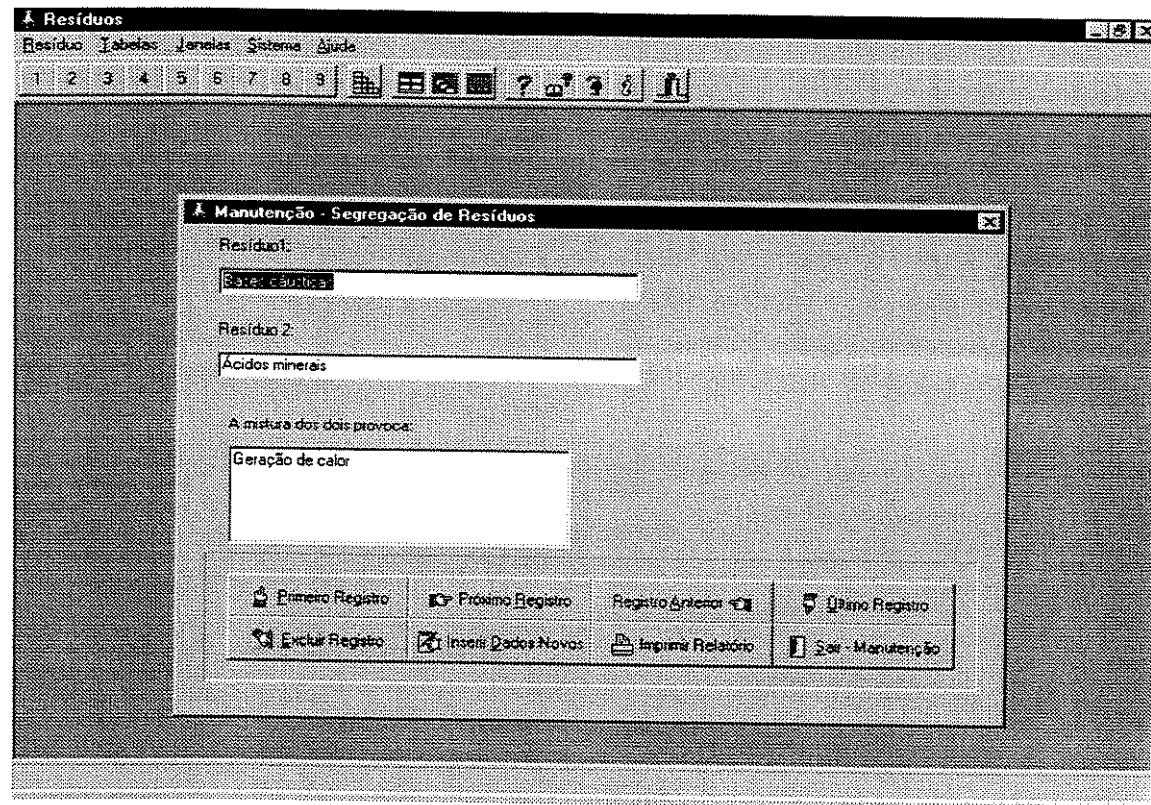


Figura 3.7 - Manutenção dos dados referentes a compatibilidade entre resíduos.

Relatório - Segregação		
Resíduo 1	Resíduo 2	A mistura provoca:
Bases cársticas	Ácidos minerais	Geração de calor
Hidrocarbonetos aromáticos	Ácidos minerais	Geração de calor e Fogo
Hidrocarbonetos aromáticos	Bases cársticas	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Orgânicos halogenados	Ácidos minerais	Geração de calor, Fogo e Gás tóxico
Orgânicos halogenados	Bases cársticas	Geração de calor e Gás inflamável
Orgânicos halogenados	Hidrocarbonetos aromáticos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Metais	Ácidos minerais	Gás inflamável, Geração de calor e Fogo

Page 1 of 5

Figura 3.8 - Relatório sobre os dados de segregação de resíduos.

Através das Figuras de 3.9 a 3.11, obtém-se informações relativas à incompatibilidade de alguns dos reagentes mais conhecidos. Informando que o reagente em análise, em hipótese alguma poderá ser armazenado, mesmo que accidentalmente, em conjunto com a substância com o qual o mesmo é incompatível. A não observância desta advertência poderá promover reações violentas. No apêndice B, encontra-se três relatórios completos referente aos dados de compatibilidade entre resíduos existentes no banco de dados do sistema Resíduos.

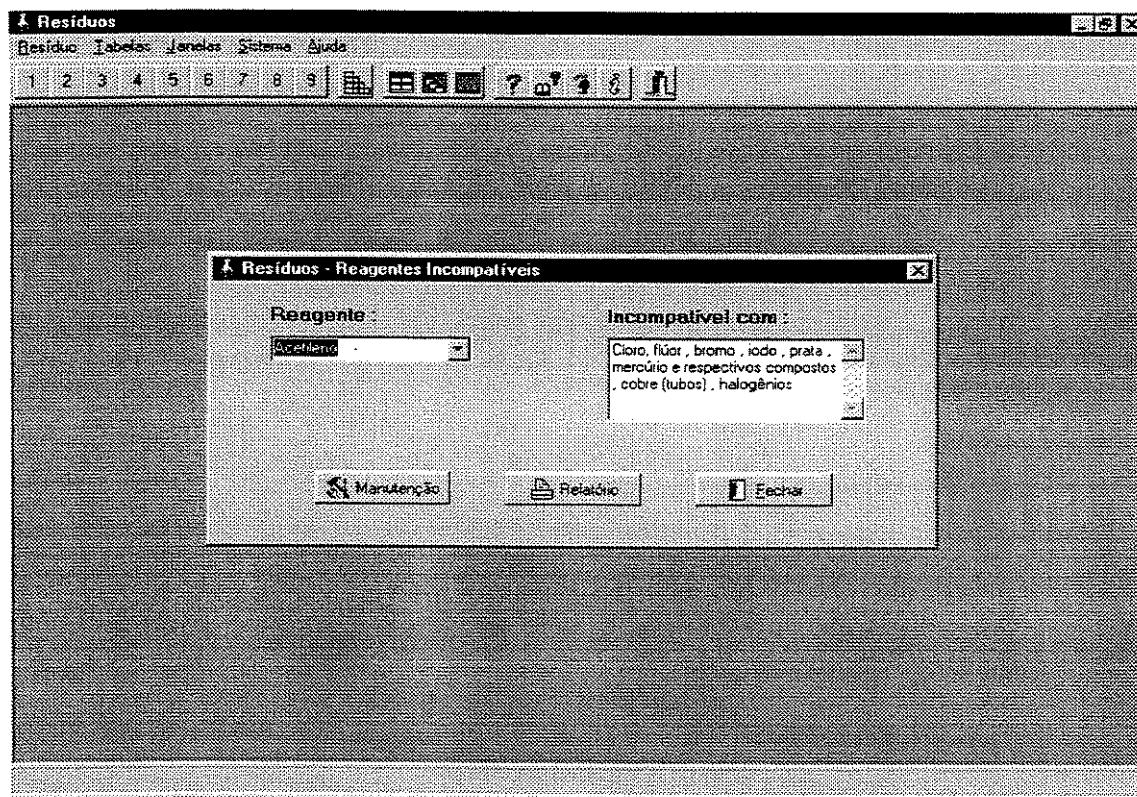


Figura 3.9 - Relação dos reagentes incompatíveis com o reagente em análise.

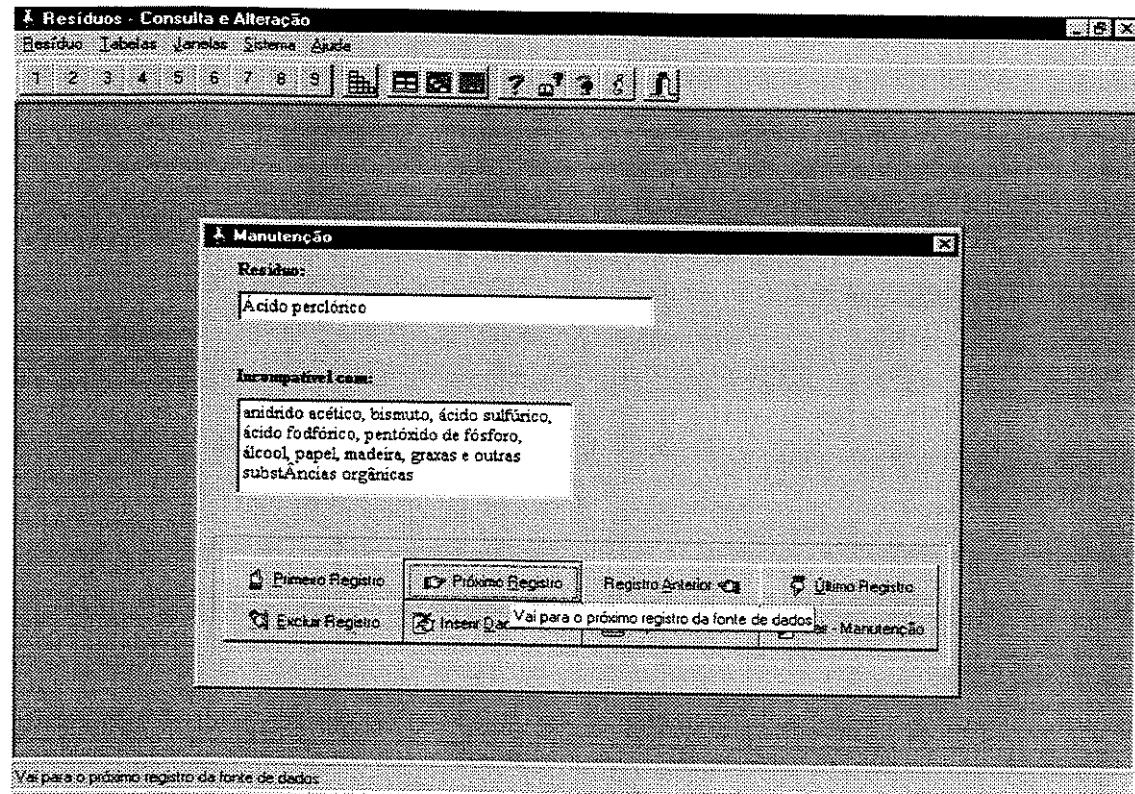


Figura 3.10 - Manutenção dos dados referentes a compatibilidade entre vários reagentes.

Relatório de Incompatibilidade	
Reagente	Incompatível com:
Acetileno	Cloro, flúor, bromo, iodo, prata, mercúrio e respectivos compostos, cobre (tubos),
Acetona	ácido sulfúrico concentrado, ácido nítrico concentrado
Ácido acético	ácido crômico, ácido nítrico, álcool, etilenoglicol, ácido perclórico, peróxidos,
Ácido cianídrico	ácido nítrico, substâncias alcalinas
Ácido crômico	ácido acético, naftaleno, cânfora, álcool, glicerol, terebintina

Figura 3.11 - Relatório com os dados referentes a incompatibilidade entre reagentes.

3.2.3 - Classificação de Resíduos Sólidos Industriais

O desenvolvimento da atividade de classificação pelo sistema, segue o fluxograma editado pela norma 10004 da ABNT- Resíduos Sólidos - Classificação, que avalia o resíduo quanto aos potenciais de riscos apresentados por este à saúde pública e ao meio ambiente. A classificação baseia-se nas oito listagens oficiais, e mais uma nona listagem não oficial, de resíduos existentes na norma, e agrupa, em cada uma, várias substâncias com algumas características em comum. A presença do resíduo que se está analisando nas listagens 1, 2, 5 e 6, os classificam automaticamente como Resíduo Perigoso - Classe I, pois as substâncias que se encontram nestas listagens são aquelas que possuem alguma das características que conferem periculosidade ao resíduo: Toxicidade, Corrosividade, Reatividade, Patogenicidade e Inflamabilidade. Uma descrição detalhada destas características, conforme a ABNT, encontra-se no Anexo - A. Segundo a norma a simples comprovação de uma dessas características é suficiente para classificar o resíduo como perigoso. Seguindo a orientação do fluxograma de classificação de resíduos sólidos (ver figura 2.4 no capítulo 2), chega-se a listagem 4 que fornece uma indicação de que a substância pode ser perigosa. Para obter-se uma conclusão definitiva, faz-se necessário verificar a presença, ou não, de alguns fatores tais como:

- ◆ Natureza de toxicidade;
- ◆ Concentração do constituinte no resíduo;
- ◆ Potencial que o constituinte tem de migrar do resíduo para o ambiente sob condições impróprias de manuseio;
- ◆ Persistência do constituinte ou de qualquer produto tóxico de sua degradação;
- ◆ Potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem em degradar-se em constituintes não perigosos considerando-se a velocidade em que ocorre sua degradação; e
- ◆ Extensão em que o constituinte ou os produtos de sua degradação são capazes de bioacumular nos ecossistemas.

A natureza de toxicidade está relacionada em quanto a substância em análise é tóxica nos diversos ecossistemas, e se baseia nos testes de dose letal 50 (DL50) para ratos, concentração letal (CL50) e DL50 dérmica para coelhos.

A capacidade que o constituinte do resíduo tem de migrar de um meio para outro pode ser indicada por propriedades fisico-químicas, como pressão de vapor e a constante da lei de Henry. Essas indicam a facilidade ou não do constituinte de volatilizar-se da superfície do solo ou da água, ou a capacidade que o constituinte tem de ser adsorvido no solo evitando que o mesmo seja lixiviado e atinja os corpos de água existentes.

O potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem em degradar-se em constituintes não perigosos, refere-se as características que os produtos originários da degradação do constituinte do resíduo resultarão, ou seja, se serão compostos com um potencial perigoso menor, igual ou maior do que o constituinte original.

Alguns produtos apresentam a características de bioacumular-se em vários ecossistemas. Por exemplo, algumas substâncias tendem a se acumularem em ecossistemas aquáticos, outras em ecossistemas terrestres. Como tais substâncias tem-se o nitrobenzeno, que se bioacumula em plantas terrestres, e o bifenil que, pode ser estocado em animais, além do 1,2,4-Triclorobenzeno que é esperado bioacumular-se em organismos aquáticos (E.P.A, 1994).

O sistema disponibiliza informações sobre estes fatores para apenas 25 substâncias, podendo este número ser ampliado à medida que o conhecimento sobre as demais substâncias se expanda. Estas informações, como pode ser verificado, contribuem significativamente na classificação do resíduo, possibilitando que o processo classificatório seja executado com êxito, como visto através da Figura 3.12. Um relatório completo, com todas as informações sobre os fatores de periculosidade dos resíduos é apresentado no apêndice C.

Se o constituinte do resíduo não apresentar nenhuma das características ou fatores de periculosidade já descritos, o programa consulta as listagens 7 e 8, que possuem resultados padrões para ensaios de lixiviação e solubilização, verificando se os valores obtidos nos testes de lixiviação e solubilização para o constituinte do resíduo, é inferior ao do padrão especificado para o mesmo. Dependendo deste resultado o resíduo será classificado como Perigosos, Inerte ou Não-Inerte como pode ser visto através da figura 3.13. Se os constituintes do resíduo não se encontrar em nenhuma das listagens existentes, e se o mesmo não apresentar nenhuma das características de periculosidade, já descritas, o sistema não poderá classificá-lo baseando-se na norma 10004 da ABNT.

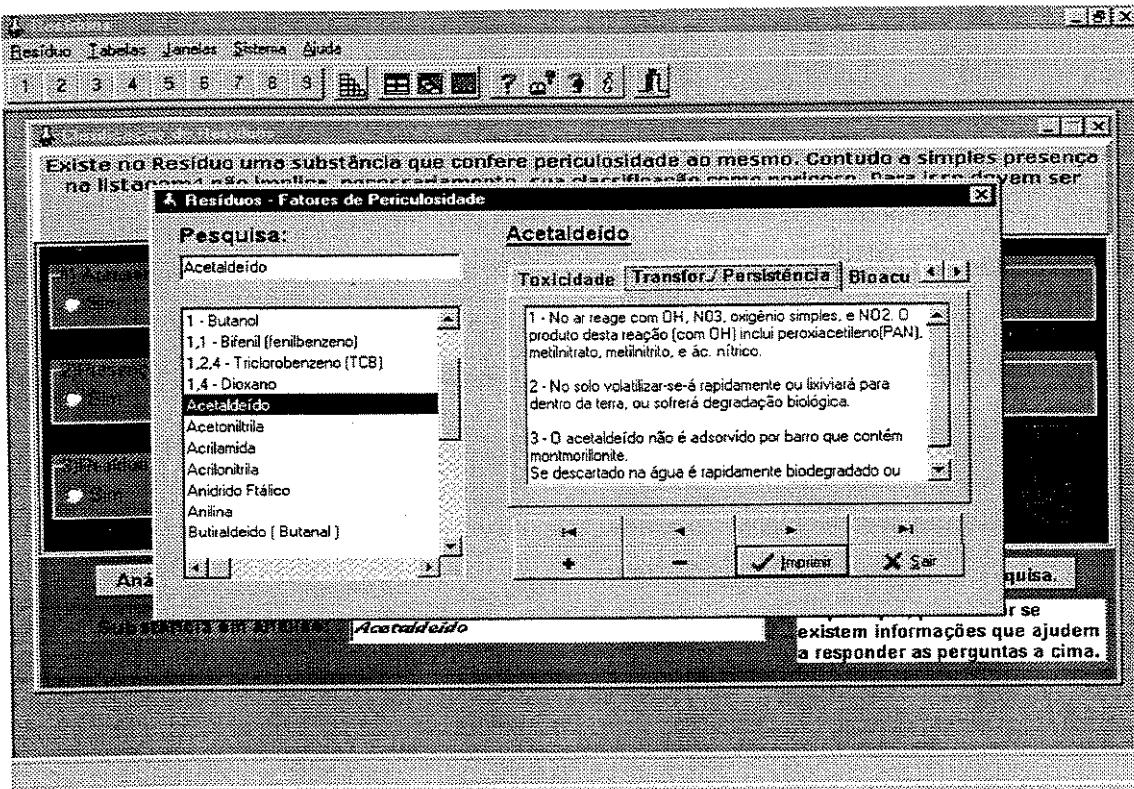


Figura 3.12 - Tela de acesso às informações relativas aos fatores que conferem periculosidade ao resíduo.

É importante salientar que durante a classificação, o sistema não considera o fato de que, dependendo da composição do resíduo, alguma substância pode ter o seu potencial perigoso aumentado pela presença de outra no mesmo resíduo. Portanto, para saber se este fato ocorre com o resíduo com o qual se trabalha, faz-se necessário consultar, no menu principal do sistema, a opção "**Incompatibilidade entre...**", e fazer uma escolha entre as três possibilidades de consulta do submenu (**Resíduos Sólidos, Gases e Reagentes**) verificando-se se as substâncias presentes no resíduo são ou não incompatíveis.

A etapa de classificação, é uma das mais importante quando se trabalha com o gerenciamento de resíduos, e isso vem do fato de que, é baseado na classificação do resíduo, e nas características por este apresentadas, que decide-se pelo critério de hierarquização, sendo atualmente, consideradas as alternativas de melhor técnica de tratamento e disposição final do resíduo em questão.

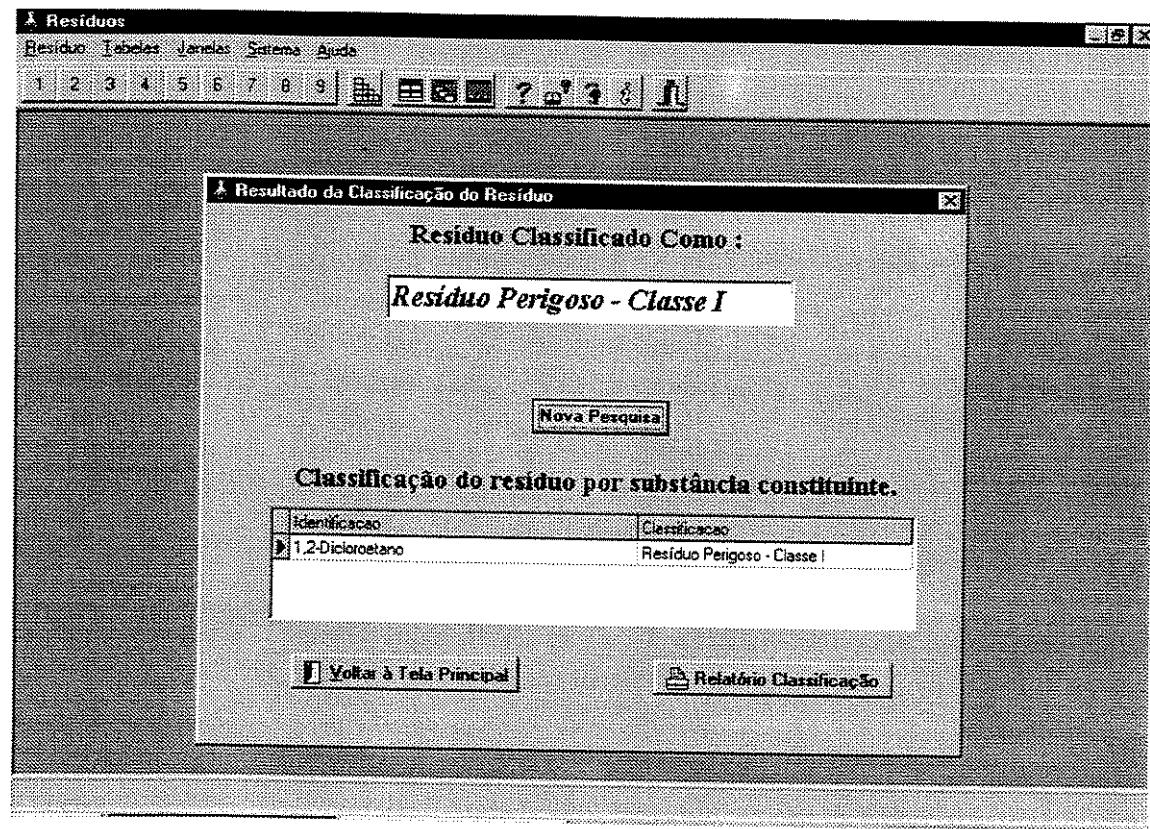


Figura 3.13 - Resultado da classificação de um resíduo feita pelo sistema.

3.2.4 - Listagem

A opção Listagem, oferece ao usuário um acesso direto aos resíduos que são considerados perigosos Classe I, fornecendo uma indicação dos possíveis tratamentos que podem ser aplicados, para minimizar o potencial perigoso do resíduo em questão. Essa listagem foi criada com base nas listagens oficiais da ABNT que possui uma série de resíduos pré-classificados como perigoso Classe I.

3.2.5 - Consulta

Dentro da opção consulta, encontra-se as principais informações relativas ao resíduo que se analisa. Informações tais como a existência ou não da presença de características de periculosidade, se o mesmo possui características de biodegradabilidade, solubilidade ou combustibilidade, e a qual classe de resíduo pertence, sendo estas informações estas informações significativas para a escolha da tecnologia de tratamento mais adequada.

3.2.6 - Tratamentos

O Sistema com banco de dados *Resíduos*, contém uma série de técnicas de tratamentos atualmente utilizadas em resíduos sólidos e áreas degradadas. O sistema traz uma breve descrição da técnica existente, em quais casos são indicadas, e sob que condições se processam. Deve-se salientar que o sistema não tem o compromisso de apresentar a melhor técnica a ser utilizada com o resíduo em questão, e sim propor quais técnicas podem ser usadas para tratar um dado resíduo, pois a escolha de um tratamento em definitivo depende não só da sua classificação, mas sim de vários outros fatores, como transporte, condições de armazenamento, disponibilidade tecnológica e custo, que devem ser considerados, antes de se optar por um determinado método de tratamento. A Figura 3.14 apresenta o resultado da consulta do usuário sobre a descrição de um dos tratamentos presentes no sistema. A escolha de um tratamento inadequado pode levar não somente a prejuízos financeiros, como comprometer principalmente a qualidade de vida dos ecossistemas circunvizinhos ao local de tratamento. Não é suficiente utilizar a técnica mais comum para o tratamento de um dado resíduo, mas deve-se pesquisar se a mesma tem possibilidade de ser aplicada com as condições que se dispõe no local de tratamento. Um exemplo típico desta problemática encontra-se relatado na revista Química e Derivados que faz menção a um caso de recuperação de uma área utilizando-se a biorremediação. Esta técnica foi aplicada utilizando-se, para degradar o resíduo, bactérias importadas em vez das que já haviam no solo. O tratamento não foi eficiente, pois as bactérias importadas dos E.U.A, utilizadas no processo, foram mortas pelas bactérias brasileiras já presentes no solo (Química e Derivados, 1998). Isso mostra que antes da aplicação de qualquer técnica de tratamento, por mais consagrada pelo uso que seja, deve ser feita uma análise das condições existentes no local de aplicação, pois somente assim a mesma atingirá os objetivos propostos.

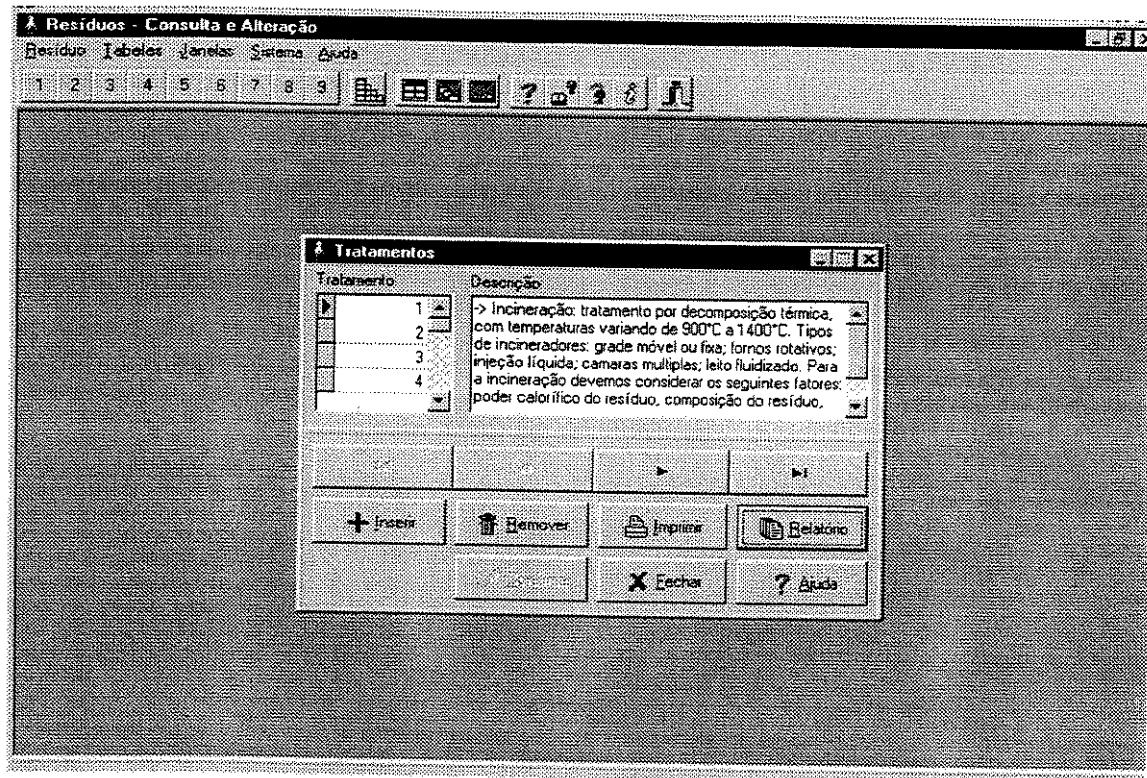


Figura 3.14 - Descrição sucinta das técnicas de tratamentos existentes no sistema.

3.2.7 - Tabelas

Tabelas é um item do menu principal do sistema, e traz todas as listagens da ABNT, oficiais e não-oficiais, com todas as informações completas, informatizadas na forma de tabelas. Todos os tratamento presentes no banco e todas as definições sobre como identificar as características que conferem periculosidade ao resíduo, como inflamabilidade, corrosividade, patogenicidade, reatividade e toxicidade.

3.2.8 - Senhas

O sistema possui um sistema de senhas diferenciadas que permite identificar quais usuários têm capacidade de gerenciar o banco de dados existente, podendo alterar, inserir ou apagar as informações contidas, sempre que o conhecimento tecnológico evoluir, e novos dados tornarem-se relevantes a respeito de uma dada substância. Os usuários que possuem permissão para efetuar estas alterações são denominados de usuários **Mestre** e os que apenas podem ter acesso às informações, sem no entanto poder alterá-las, são denominados de usuários de **Consulta**, a Figura 3.15 mostra a tela de acesso ao sistema.

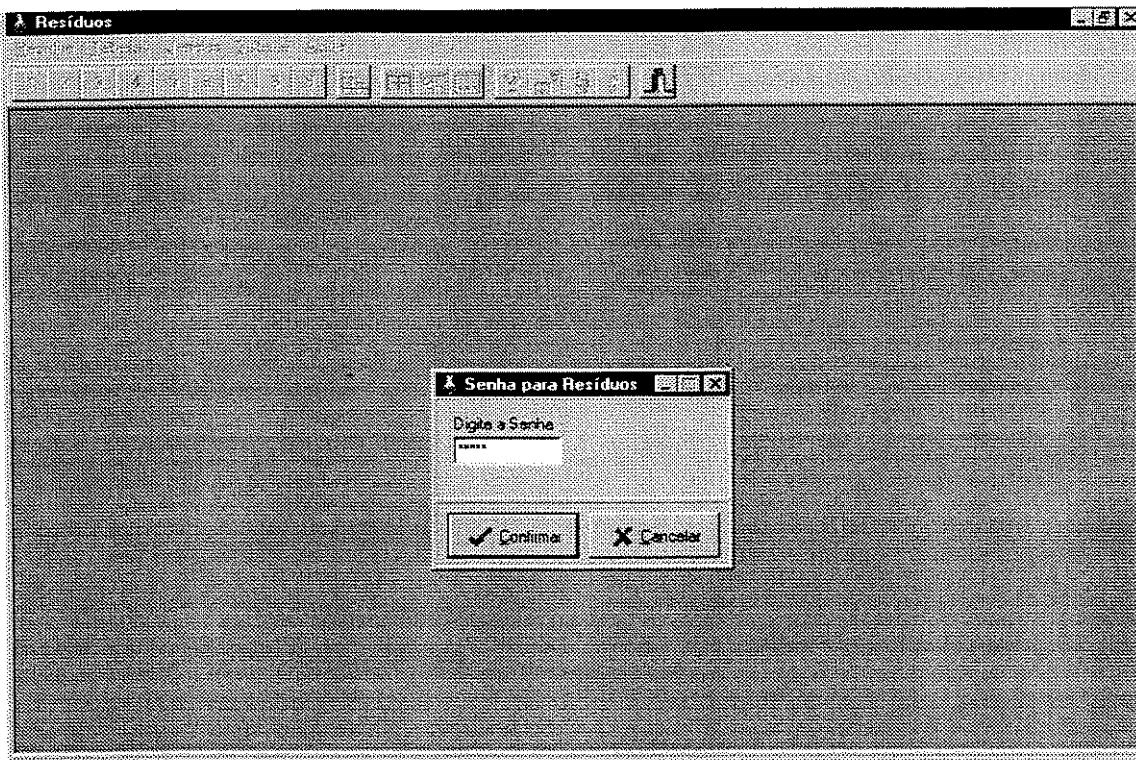


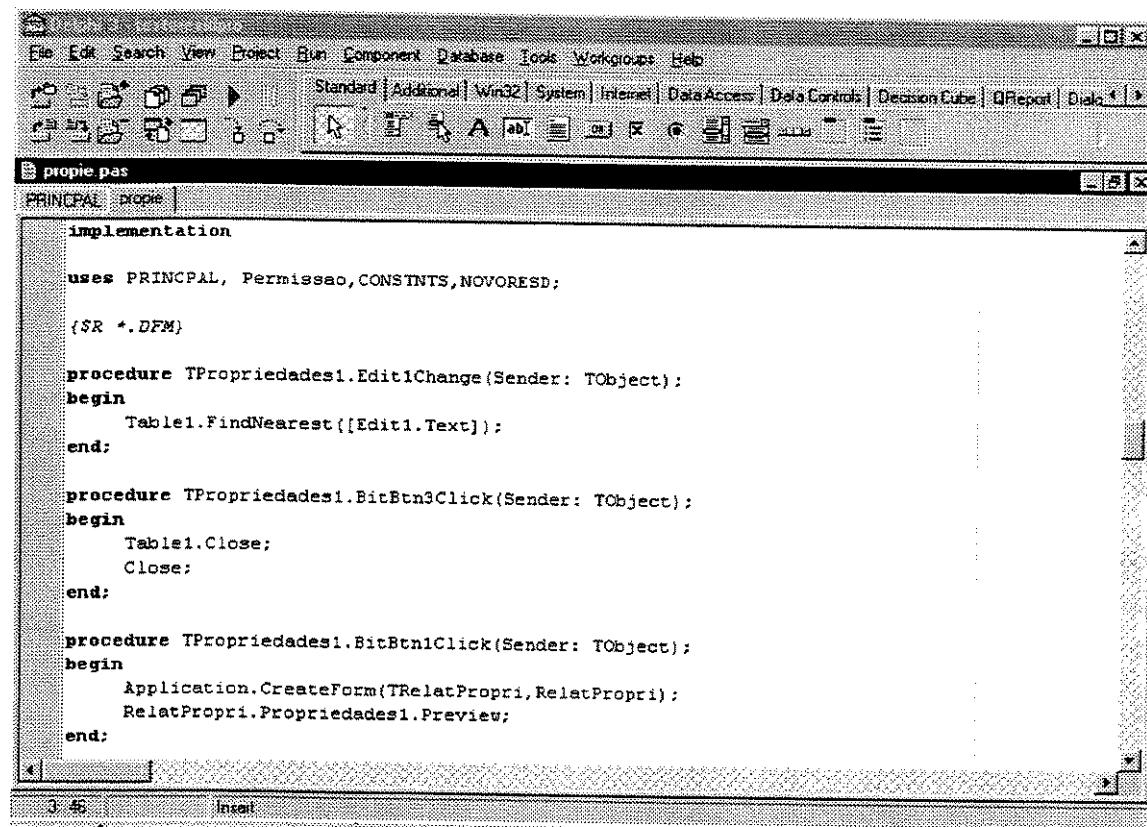
Figura 3.15 - Solicitação de senha para identificar o tipo de usuário.

3.2.9 - O programa

O sistema resíduos foi construído tendo como base uma linguagem orientada a objetos, ou seja, cada ação executada pelo usuário no sistema exige do mesmo uma reação imediata. Isto significa que cada botão acionado, retornará uma resposta ao usuário que pode ser a abertura de uma nova tela que disponibiliza o acesso a informação desejada através de tabelas, o resultado final da classificação do resíduo, os dados de segregação, a rotina de classificação do resíduo, a impressão de relatórios completos ou resumidos, entre outros.

Esses procedimentos ("procedures") são desencadeados a partir de uma série de comandos escritos em módulos. Os procedimentos constituem-se numa série de comandos escritos em linguagem turbo Pascal, que determinam qual ação será desencadeada se a mesma for solicitada no programa. A ação de um procedimento, pode ser desencadeada quando faz-se uma opção no menu do programa principal, aciona-se um botão existente na tela, quando um formulário é ativado ou mesmo com um dado valor de entrada no programa.

Num mesmo formulário, como são denominados as telas que se apresentam ao usuário, em geral, encontram-se várias procedimentos que desencadeiam uma série de operações. Muitas vezes um formulário está invisível para o usuário, contudo continua ativo, e pode ter algumas funções acionadas pelo formulário que esta visível ao usuário. Além dos procedimentos, existem as funções (“*functions*”), que desenvolvem atividades e retornam um valor como resposta. Existem muitas funções pré-determinadas na linguagem Pascal, e que são de grande utilidades no sistema de Banco de Dados Resíduos. A Figura 3.16, apresenta uma parte de um procedimento responsável pelo gerenciamento da opção **Propriedades** do Menu principal do sistema *Resíduos*.



```

File Edit Search View Project Run Component Database Tools Workgroups Help
Standard | Additional | Win32 | System | Internet | Data Access | Data Controls | Decision Cube | QReport | Dialogs | ...
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
proprie.pas
PRINCIPAL proprie
implementation
uses PRINCIPAL, Permissao, CONSTANTS, NOVORESD;
(SR *.DFM)

procedure TPropriedades1.Edit1Change(Sender: TObject);
begin
  Table1.FindNearest([Edit1.Text]);
end;

procedure TPropriedades1.BitBtn3Click(Sender: TObject);
begin
  Table1.Close;
  Close;
end;

procedure TPropriedades1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
  Application.CreateForm(TRelatPropri, RelatPropri);
  RelatPropri.Propriedades1.Preview;
end;

```

Figura 3.16 - Exemplo do encadeamento de várias *procedures* num formulário.

O sistema, que disponibiliza ao usuário informações sobre os resíduos sólidos e semisólidos, fornece as informações diretamente à tela do monitor e permite a impressão das mesmas, bem como a elaboração de relatórios mais completos, por isso, necessita de um computador com sistema operacional Windows 95 e configuração mínima de Pentium 166MHz com 32 MB de memória (Ceragioli, 1998). No capítulo 4, será demonstrado, o modo de acesso às informações contida no sistema.

Capítulo 4 – Utilizando o software

Resíduos

4 - UTILIZANDO O SISTEMA RESÍDUOS

Este capítulo teve como objetivo, fornecer ao usuário uma visão da potencialidade do sistema e mostrar que com a possibilidade de interação com um programa que apresenta uma interface bastante amigável o processo de classificação de um resíduo torna-se mais rápido e eficiente.

Será apresentado o modo de utilização dos recursos oferecidos pelo sistema Resíduos. Para tanto, será definida uma composição hipotética para um resíduo, sob o qual será feita a consulta no sistema.

4.1 - Classificando um resíduo

Supondo que uma empresa "X" , de utilidades, seja responsável, num pólo industrial, pelo tratamento dos rejeitos gerados nas fábricas existentes no mesmo. A empresa "X", recebe as seguintes correntes de efluentes oriundos das fábricas com as quais trabalha:

Tabela 4.1 - Composição hipotética das corrente dos efluentes que chegam para ser tratados

Fábrica	Resíduo	Concentração (mg/L)
A	Heptacloro; Metiletilcetona;	500; 200; 300
	Metacrilato de metila	
B	Fenol; 1,2-Dicloroetano	0,0001; 0,00001
C	Cr(VI); Cr(III); Zn(II);SO ₄ ²⁻	400000; 3000;20000; 5000

A primeira informação desejada reside sobre a compatibilidade entre estes resíduos, que indicará se as correntes de resíduos das fábricas podem ser unificadas e submetidas a um único tratamento. Consultando as opções incompatibilidade entre Resíduos Sólidos e incompatibilidade entre Reagentes, verifica-se que não é possível unir as correntes para submetê-las a um único tratamento, pois existem substâncias que quando associadas têm o seu potencial perigoso potencializado, provocando a geração de calor e de gases inflamáveis. De acordo com as Figuras de 3.3 a 3.6, têm-se uma mostra do procedimento de consulta no sistema. Essas reações são baseadas nas características fisico-químicas das substâncias e estão sumarizadas no banco de dados que existe no sistema.

De posse desses dados pode-se iniciar a classificação das correntes de resíduos, através do seguinte modo operacional do sistema *Resíduos*:

- 1) Para executar qualquer atividade no sistema, faz-se necessário primeiramente a identificação do usuário para o sistema. Essa identificação é realizada através de senhas, como pode ser visto na Figura 4.1.

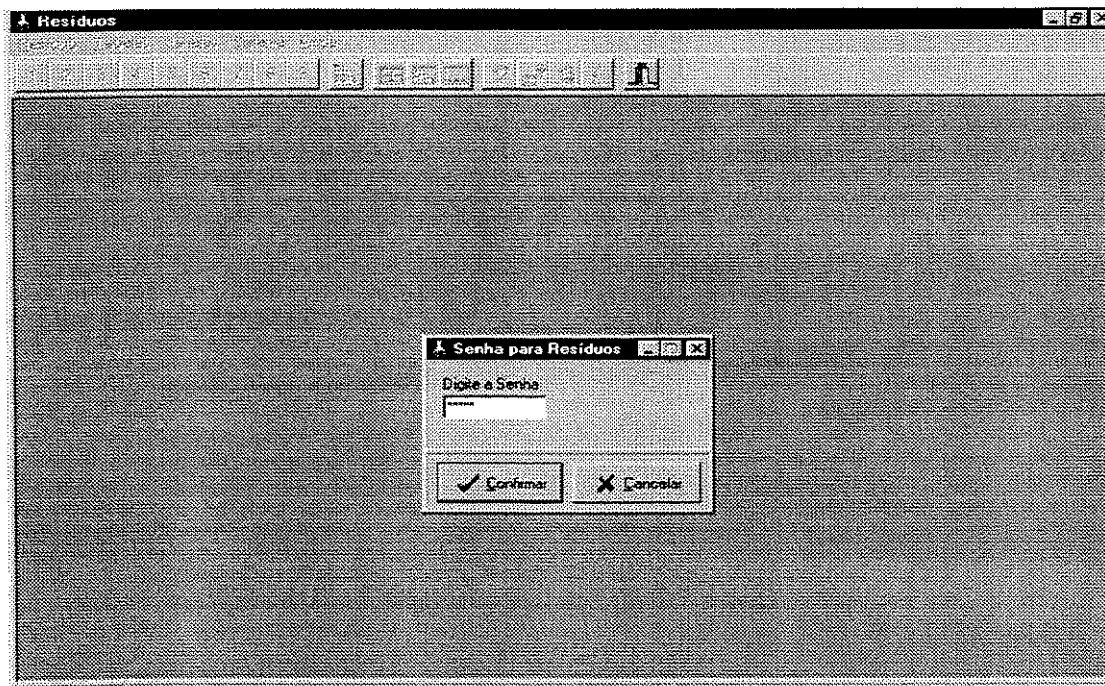


Figura 4.1 - Identificação do tipo de usuário que está acessando o sistema.

- 2) Dando prosseguimento a atividade de classificação do resíduo, escolhe-se no menu Resíduo a opção classificação, como pode ser visto através da Figura 4.2. A partir deste momento o sistema passará a se basear no fluxograma oficial de classificação de resíduos sólidos que está inserido na NBR 10004 da ABNT e que pode ser visto na Figura 2.4. Seguindo este fluxograma, o resultado final da análise para o resíduo poderá classificá-lo como: Perigoso - Classe I, Não Inerte - Classe II e Inerte - Classe III. O que determina em que tipo de classe um dado resíduo se encontra, é a forma de como o mesmo influencia a saúde humana e os ecossistemas existentes. Esta avaliação é feita a partir das características físicas, químicas e biológicas das correntes de resíduos.

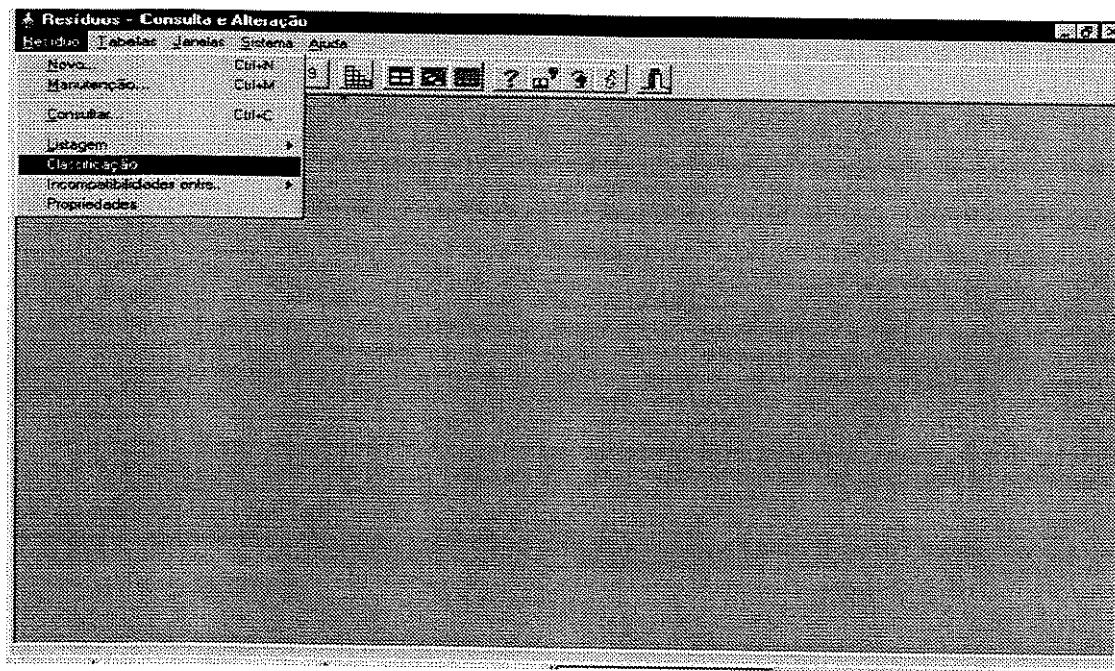


Figura 4.2 - Escolha da opção classificação no menu Resíduo

- 3) Em seguida surgirá a tela da Figura 4.3, a qual direcionará a classificação do resíduo a partir das informações fornecidas, que têm como objetivo fazer uma avaliação inicial da procedência do resíduo, e sob a forma e concentração que o mesmo deve apresentar-se. Esta etapa inicial fornece ao programa as prováveis características que o resíduo deve apresentar direcionando a classificação. O próximo passo será o de fornecer ao programa a composição do resíduo que deseja-se analisar. Em conjunto com a composição é importante que sejam realizados ensaios de solubilização, lixiviação e determinação da massa bruta que dependendo da composição do resíduo é decisivo para obter-se resultados adequados. Um exemplo destas etapas é mostrado pelas Figuras 4.3 e 4.4. Neste ponto o programa cria uma tabela temporária, onde os dados fornecidos pelo usuário serão alocados, durante a classificação do resíduo.

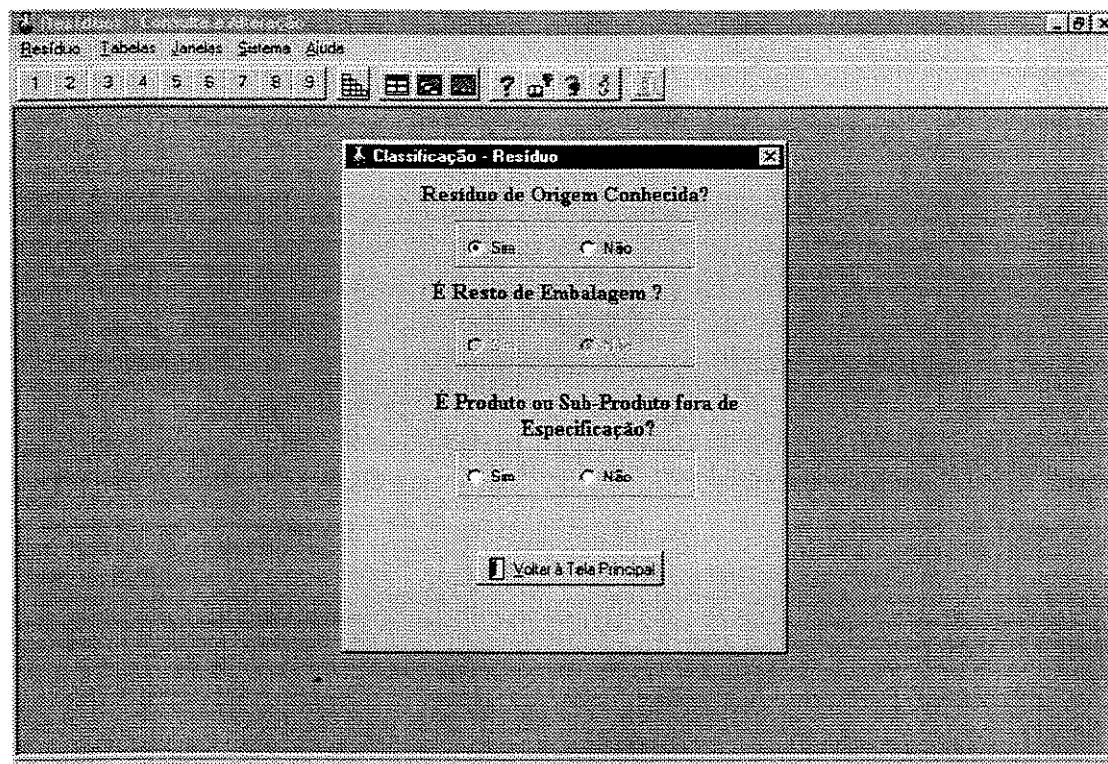


Figura 4.3 - Início da classificação seguindo o fluxograma proposto.

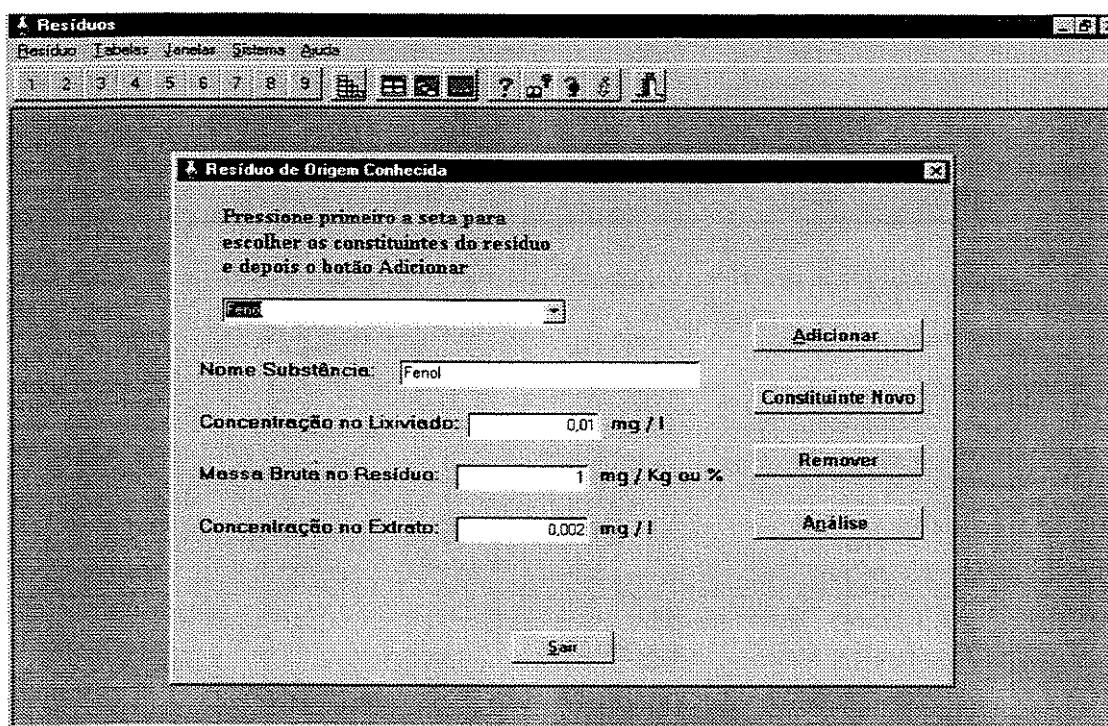


Figura 4.4 - Informando ao sistema a composição do resíduo em análise.

- 4) Deste ponto em diante o sistema executará, passo a passo, o procedimento sugerido pelo fluxograma, isso para cada um dos constituintes do resíduo, ou seja, será verificado se algum deles está presente nas listagens que classificam o resíduo automaticamente como Perigoso - Classe I (listagens 1, 2, 5 e 6). Quando isto ocorre significa que a substância em questão apresenta risco eminente a saúde humana, podendo aumentar a taxa de mortalidade do local em que se encontra. Caso nenhum dos constituintes se encontre nestas listagens, o próximo passo será verificar se os mesmos se encontram na listagem 4 e se estão entre as substâncias que possuem valor limite para o teste de lixiviação, no caso a listagem 7. Na listagem 7, a qual apresenta-se na Figura 4.5, encontram-se algumas substâncias que tendo o seu valor limite de tolerância ultrapassado podem começar a apresentar efeito deletério ao homem. Se não houver valor limite para a substância na listagem 7, automaticamente abrir-se-á uma tela na qual será necessário fornecer algumas respostas para a continuação da classificação, esta tela é mostrada na Figura 4.6. O sistema possui, para algumas substâncias, informações que auxiliarão o usuário a tomar a decisão mais adequada, de acordo com as condições reais. As questões levantadas nesta etapa da classificação visam determinar o potencial impactante da substância nos ecossistemas (aquático, terrestre e aéreo), ou seja, de que forma a substância reagiria ao entrar em contato com o solo. Lixiviaria e seria capaz de contaminar os aquíferos existentes comprometendo assim o abastecimento de água da população, ou seria adsorvida na superfície do solo sendo assim contida. Uma outra forma de indagação que pode ser feita, e que essas informações existentes no banco de dados podem auxiliar a responder, é se a substância apresenta potencial para bioacumular-se em peixes, animais e plantas, fato este importante pois pode ser uma via indireta de contaminação do homem. Estas são algumas das informações que podem ser obtidas com a consulta feita nesta seção do programa que pode ser vista na Figura 4.7.

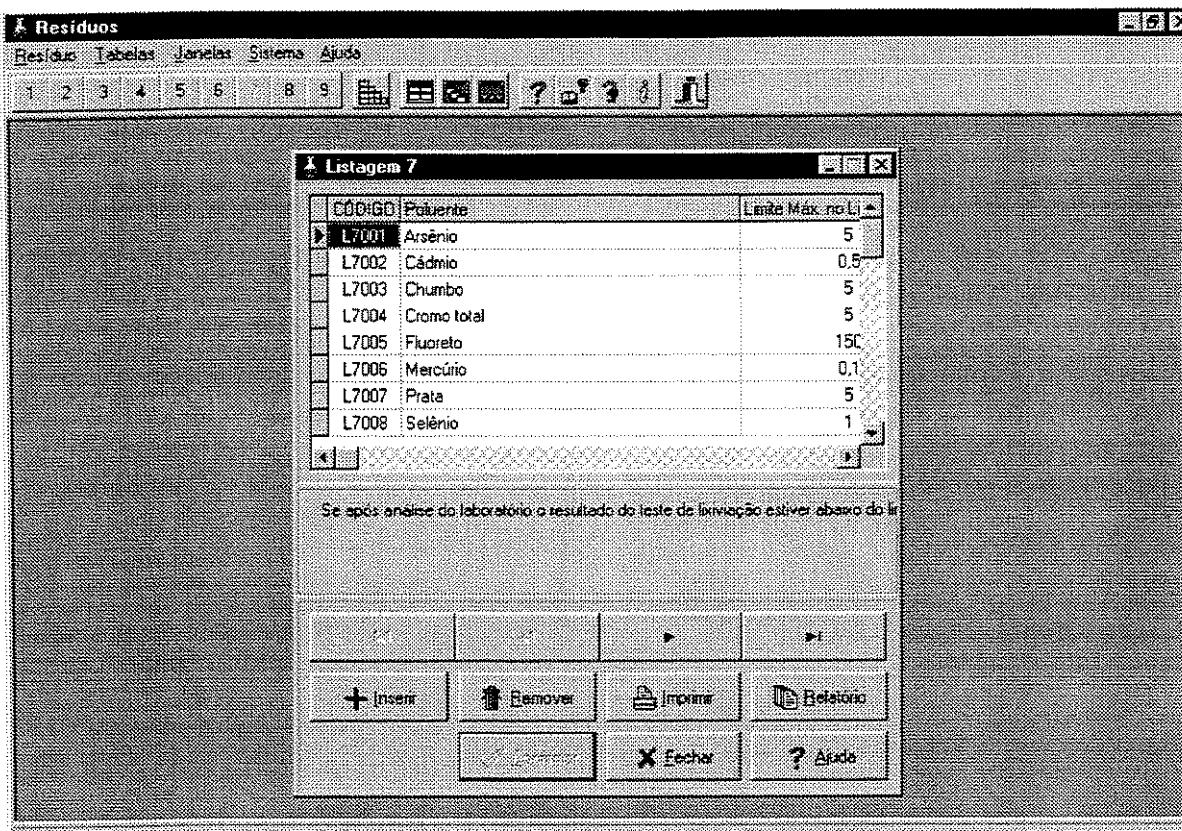


Figura 4.5 - Listagem 7 com os valores máximos admissível no teste de lixiviação, acima deste valor o resíduo é considerado perigoso - Casse I.

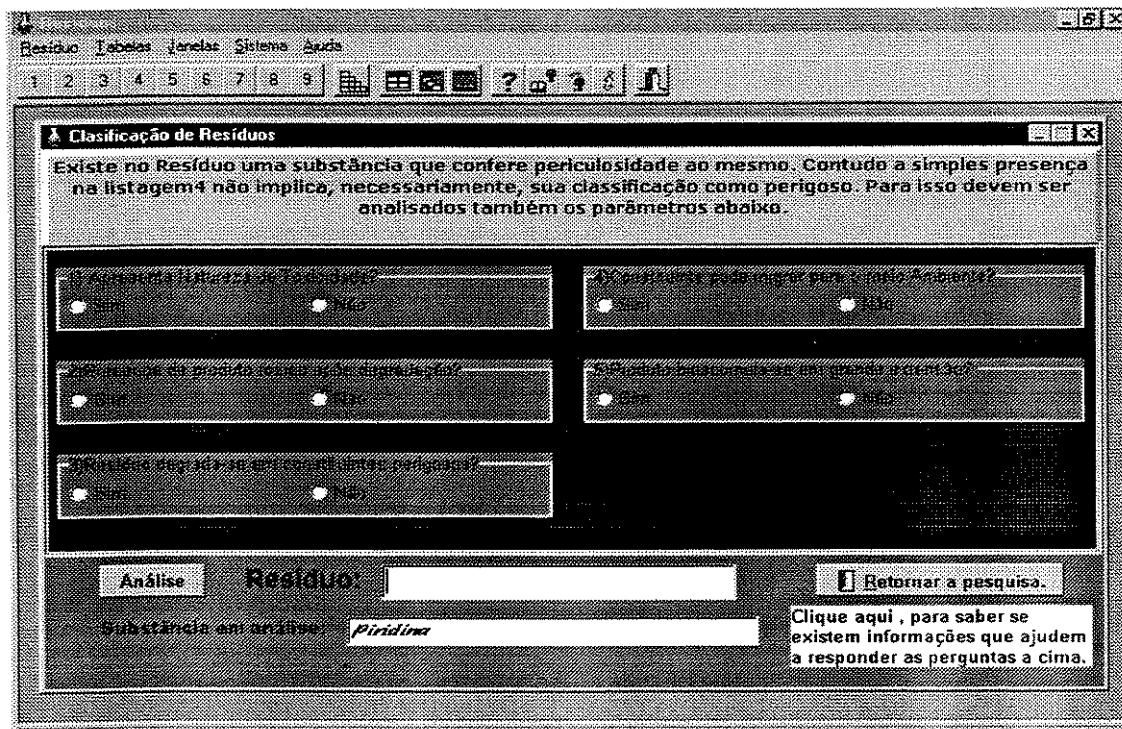


Figura 4.6 - Tela com os fatores que conferem periculosidade ao resíduo.

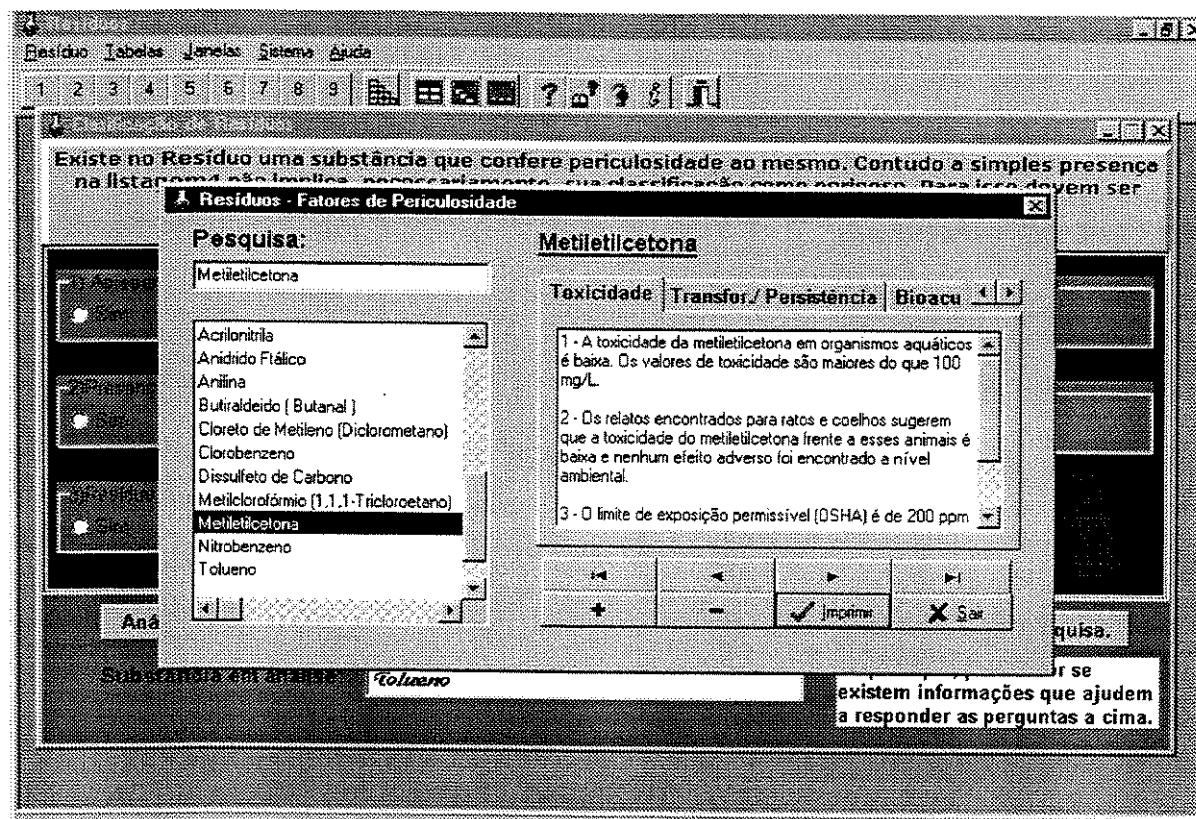


Figura 4.7 - Informações sobre os fatores de periculosidade de várias substâncias

- 5) Se as informações dadas forem suficientes, e o usuário responder as perguntas realizadas, o sistema poderá classificar o resíduo como perigoso - Classe I (perigoso a saúde humana e ao ambiente), não inerte - Classe II (que apresenta características de combustibilidade e biodegradabilidade ou solubilidade em água com um valor no teste de solubilidade superior ao que se encontra na listagem 8) e inerte - classe III (se o valor no teste de solubilização estiver abaixo do valor limite da listagem 8, que é mostrada na Figura 4.8). Contudo, se não houver informações a respeito do elemento em análise, ou se as mesmas não forem conclusivas para o usuário, será então indicada a verificação de existência de características de periculosidade no resíduo (inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e toxicidade), através de testes laboratoriais, como mostra a Figura 4.9. Se os testes realizados forem negativos para todas as características que conferem periculosidade ao resíduo e não houver valor máximo para o teste de solubilização, ou se não for possível realizá-los, o sistema não poderá classificar o resíduo mediante a norma da ABNT. As Figuras de 4.10 a 4.15 mostram o

resultado fornecido após a realização com sucesso da classificação de um resíduo e os resultados que podem ser gerados nesta fase.

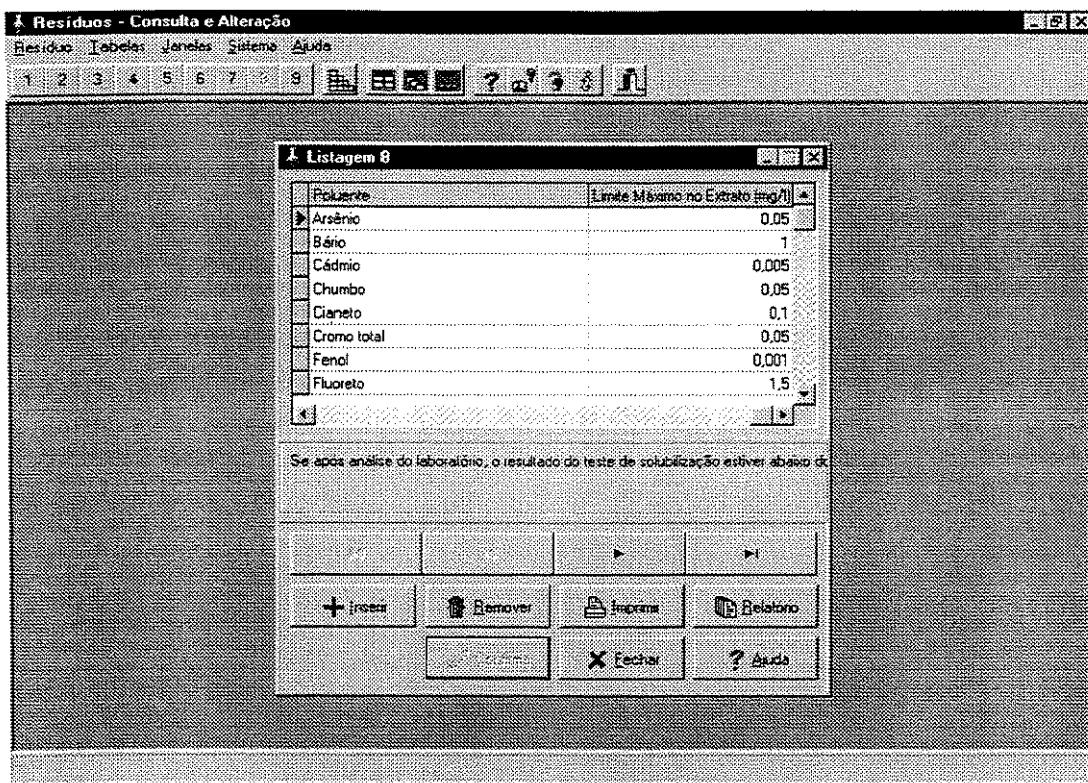


Figura 4.8 - Listagem 8 com os valores máximos do teste de Solubilização

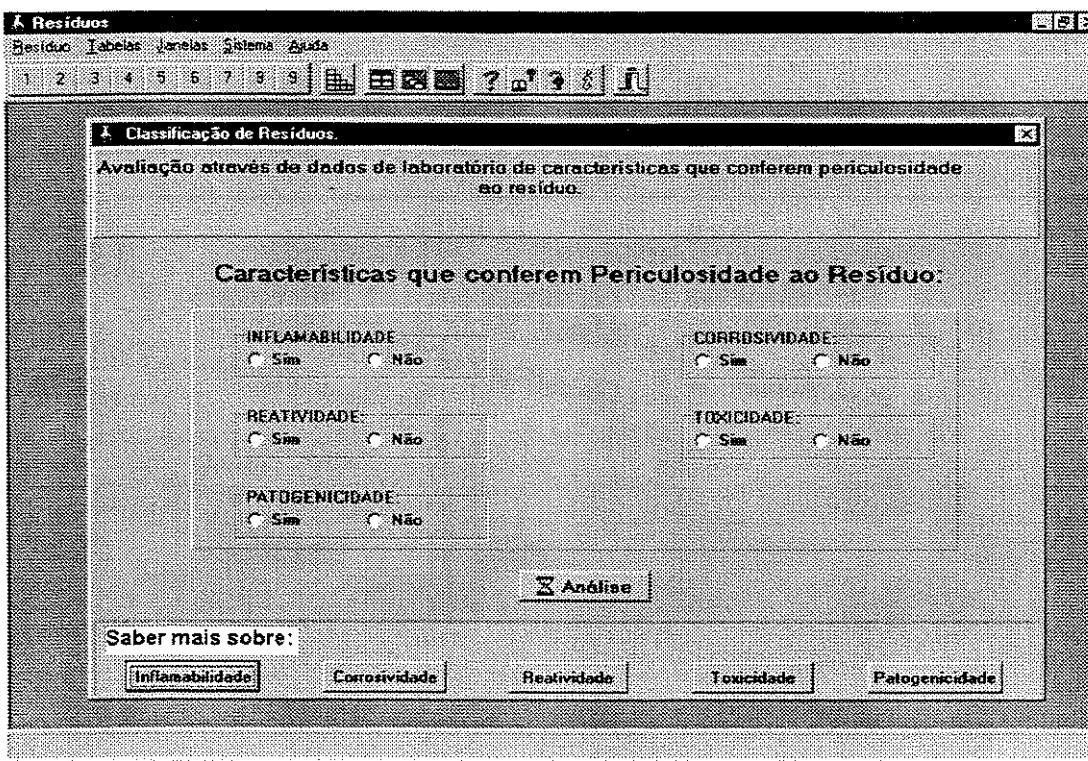


Figura 4.9 - Verificando a existência de alguma característica de periculosidade.

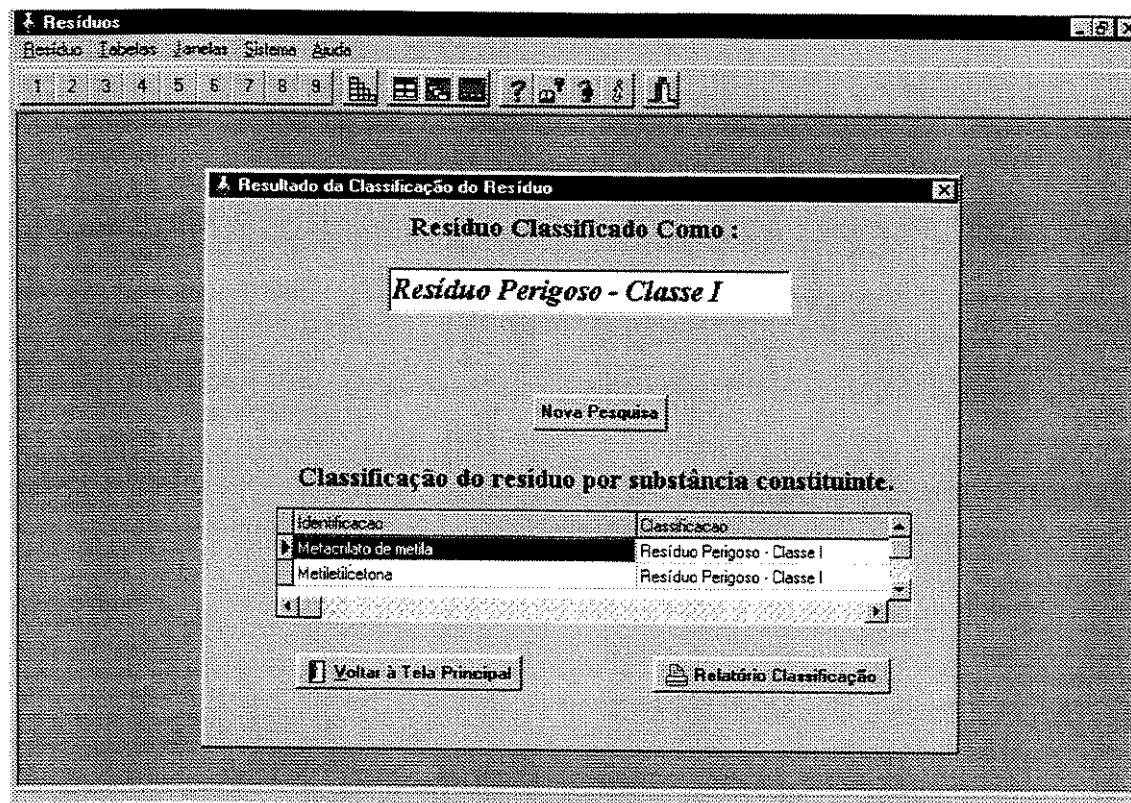


Figura 4.10 - Resíduo da fábrica A, classificado como Perigoso - Classe I.

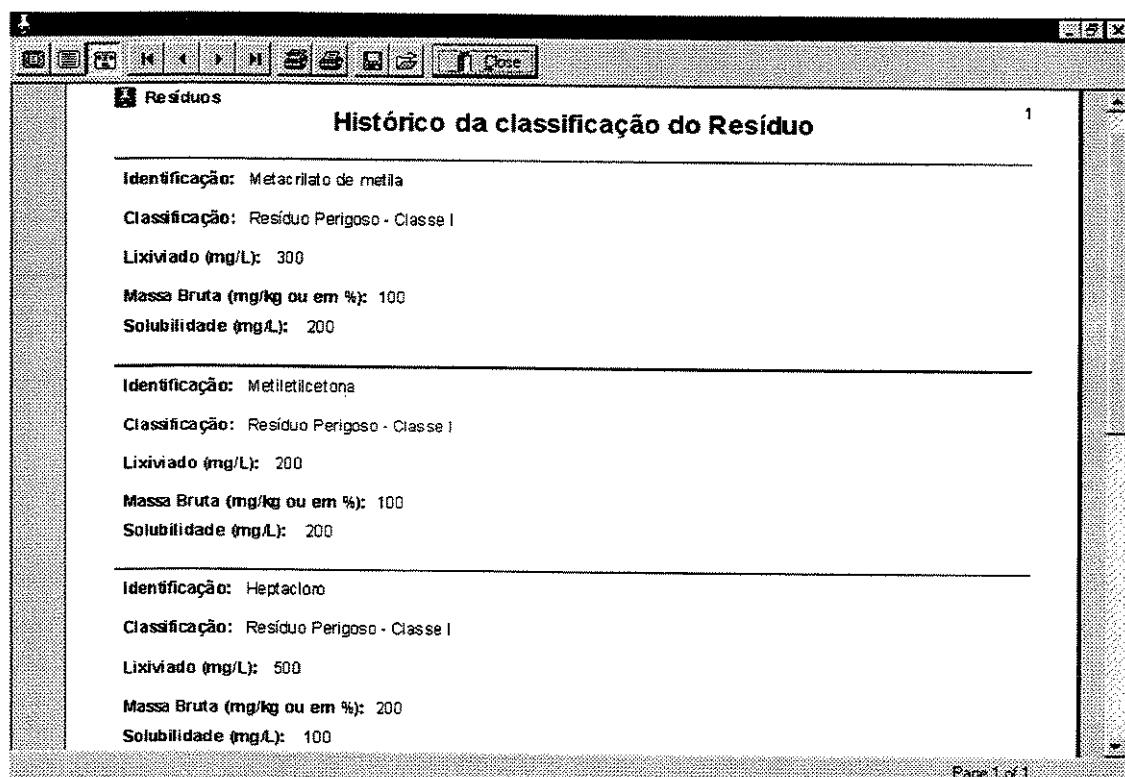


Figura 4.11 - Relatório da classificação do resíduo da fábrica A.

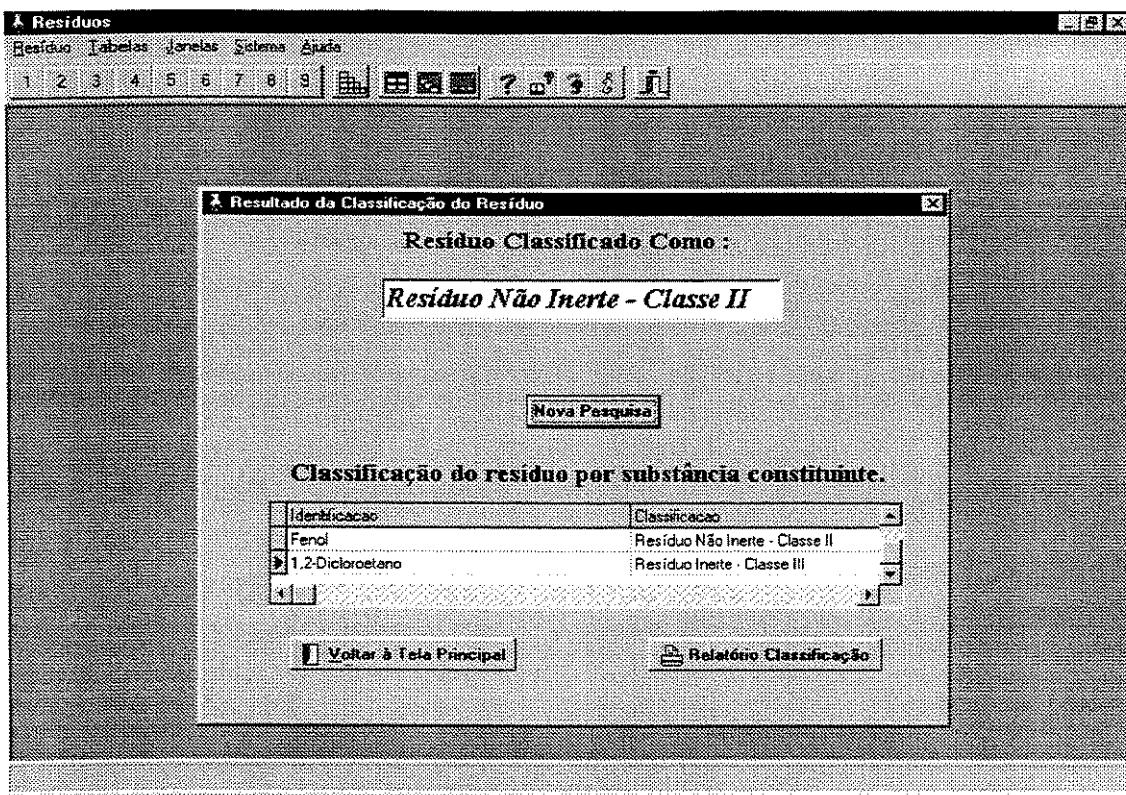


Figura 4.12 - Resíduo da fábrica B, classificado como Não Inerte - Classe II.

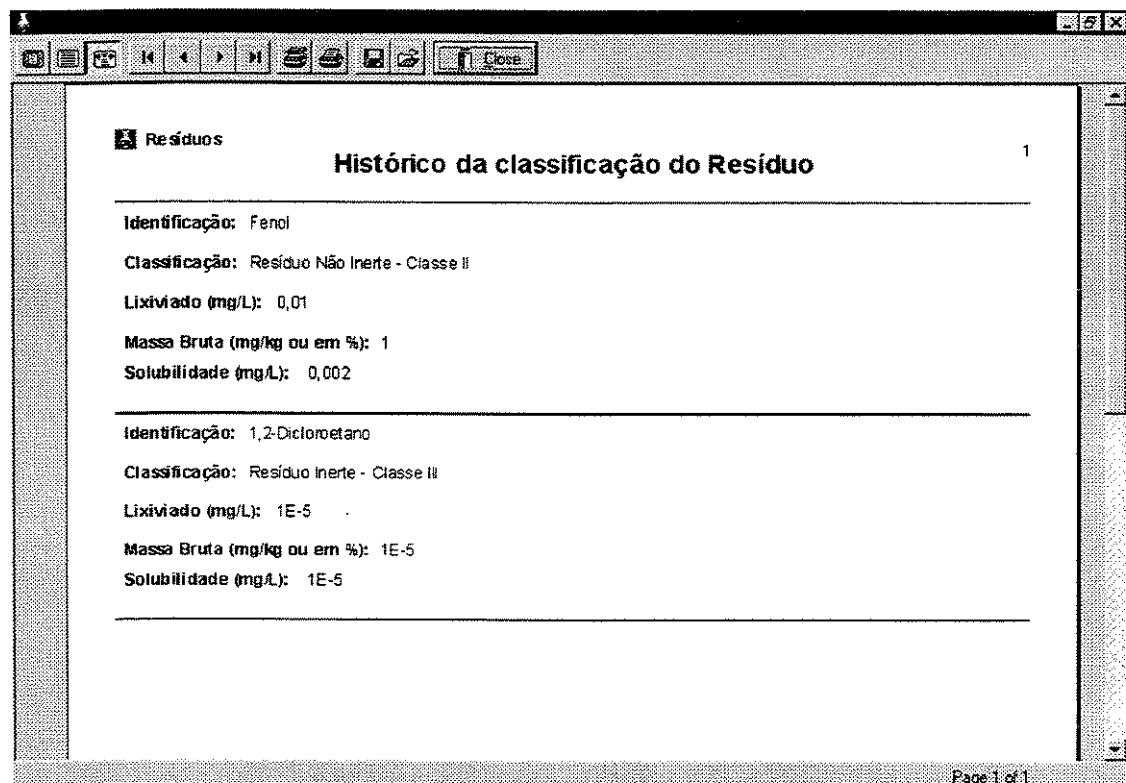


Figura 4.13 - Relatório da classificação do resíduo da fábrica B.

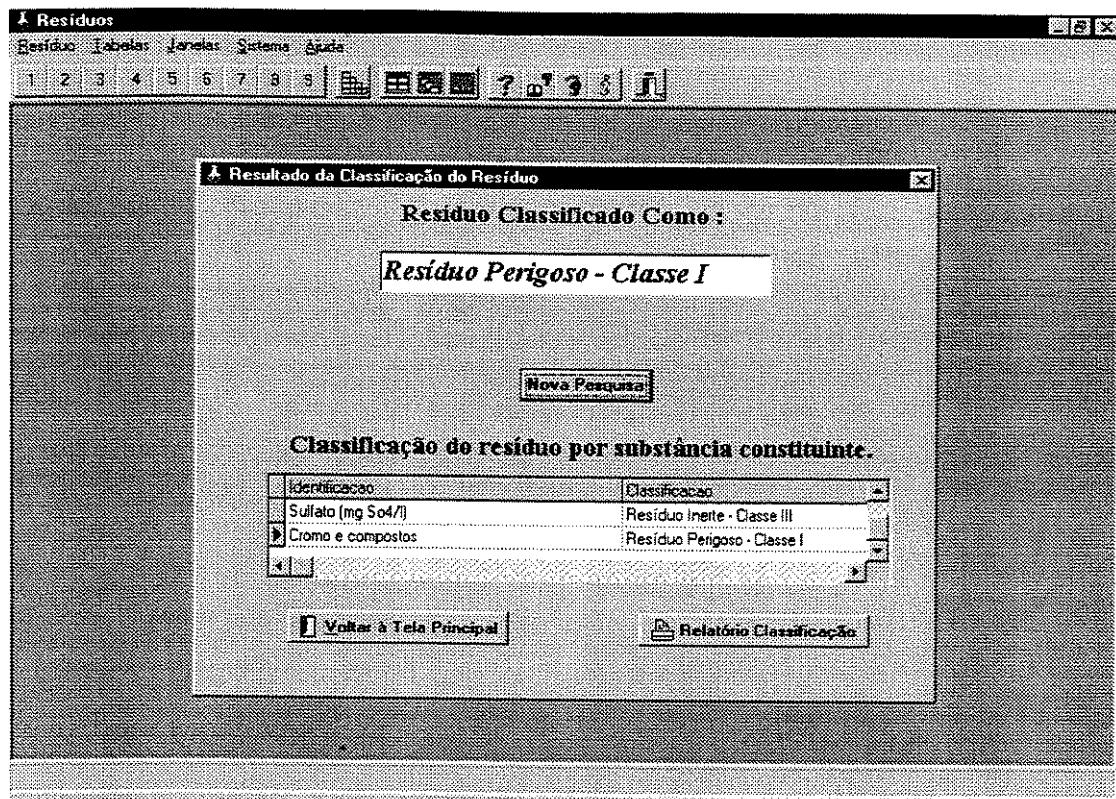


Figura 4.14 - Resíduo da fábrica C, classificado como Perigoso - Classe I.

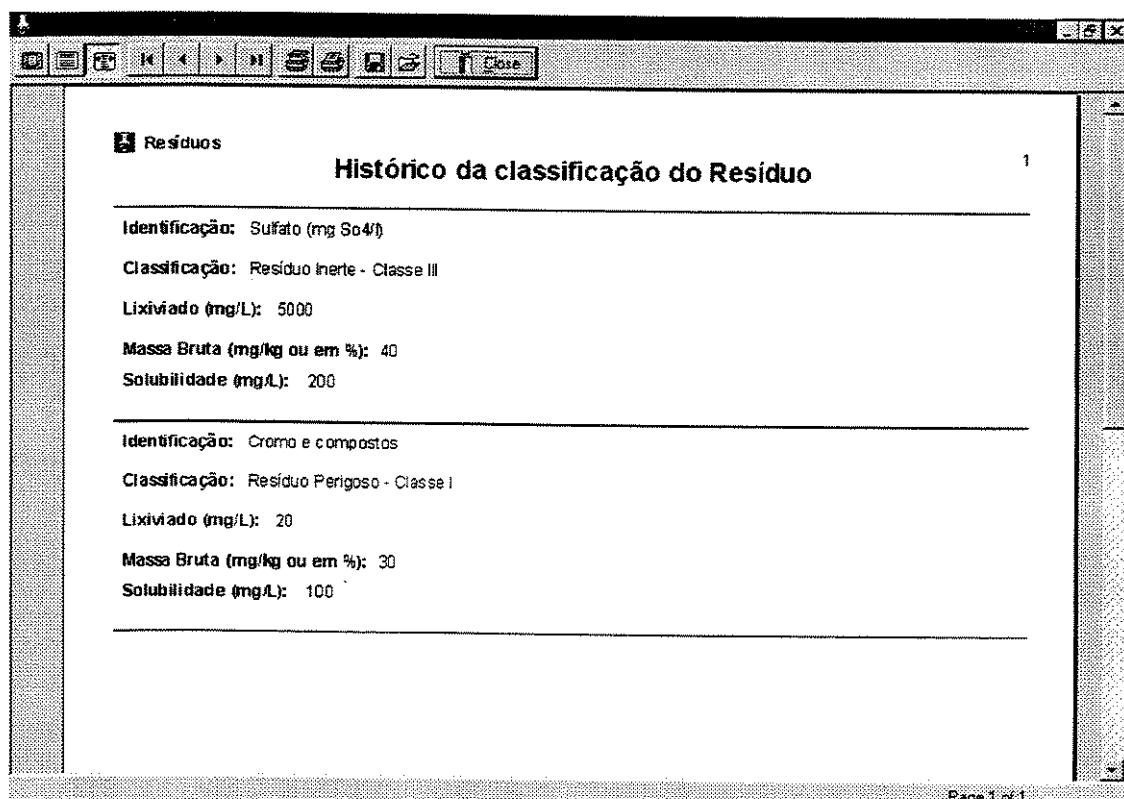


Figura 4.15 - Relatório da classificação do resíduo da fábrica C.

Toda a etapa de classificação, seguindo o fluxograma ABNT, está baseada em vários procedimentos, que foram desenvolvidos para seguir todas as direções indicadas pelo fluxograma, mediante as respostas que forem sendo obtidas e, mantendo uma grande interação com o usuário. Esses procedimentos, contidos num ambiente Delphi, são confeccionados em linguagem de programação Pascal, e permitem o desenvolvimento de tarefas que não estão pré-definidas na linguagem orientada a objeto. Os procedimentos desenvolvidos, permitem o intercâmbio das informações contidas em diferentes partes do banco, possibilitam o acesso às informações mesmo durante a execução de outra consulta, por exemplo, é possível verificar se um determinado elemento possui algum fator de periculosidade durante a classificação de um resíduo, ou saber a definição de alguma das características que classificam o resíduo como perigoso, simultaneamente no processo de classificação. Todos os dados estão disponíveis sob a forma de relatórios completos, o usuário tem o poder de escolher se deseja todas as informações presentes imprimindo-o por completo, ou configurar a impressão apenas das páginas que contém as informações pertinentes no momento.

Uma vez que o sistema, durante a classificação do resíduo, não avalia os efeitos de interação que possam vir a potencializar a capacidade perigosa do resíduo, este é sempre classificado de acordo com a substância mais perigosa presente. Ou seja, se um resíduo possui em sua composição dez substâncias, e apenas uma delas apresenta característica de periculosidade, o mesmo será classificado como Perigoso - Classe I, ou ainda, se entre as dez substâncias, uma apresenta-se como Não-Inerte, enquanto as demais são Inertes, o resíduo será considerado Não-Inerte - Classe II.

4.2 - Consultando as informações de um resíduo

No menu da tela principal do sistema, apresentado na Figura 4.2, existe a opção "Consultar", a qual dará acesso a várias informações sobre o resíduo em análise. Por exemplo, deseja-se saber quais as informações existentes sobre a substância denominada Benzenoamina, descritas nas Figuras 4.16 e 4.17. Inicialmente digita-se o nome da substância, e pode-se acessar as informações escolhendo a opção Confirmar.

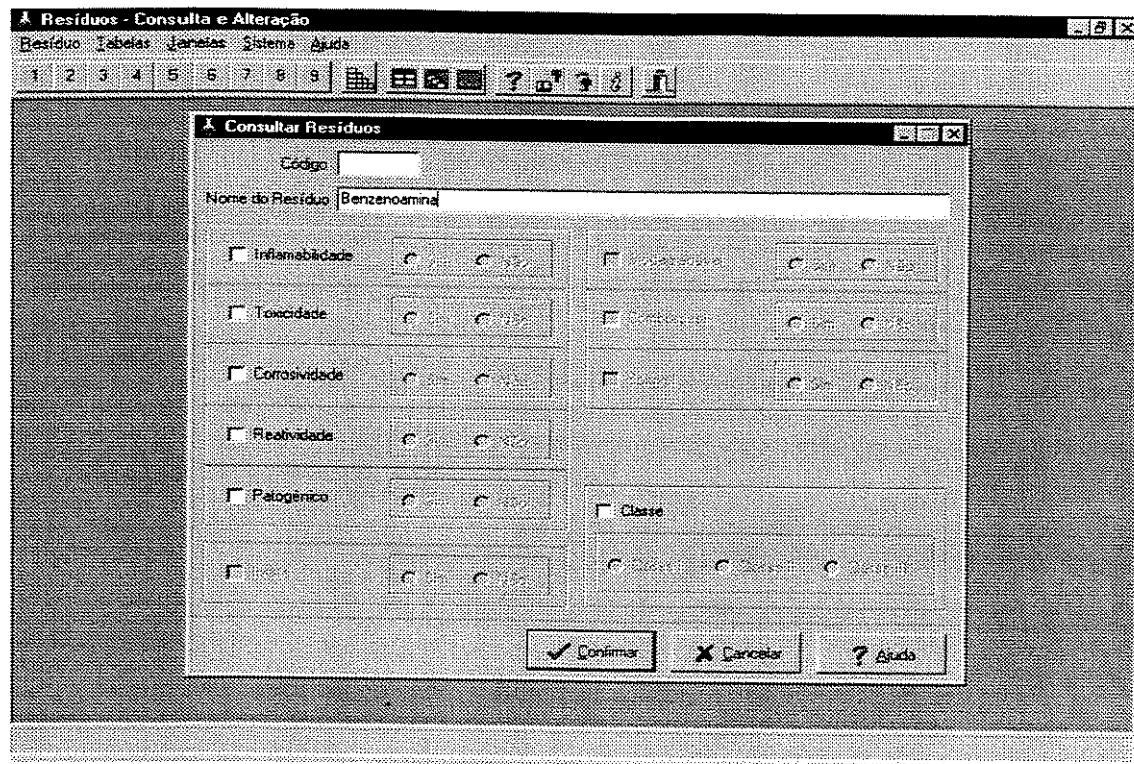


Figura 4.16 - Consultando as informações existentes sobre a Benzenoamina.

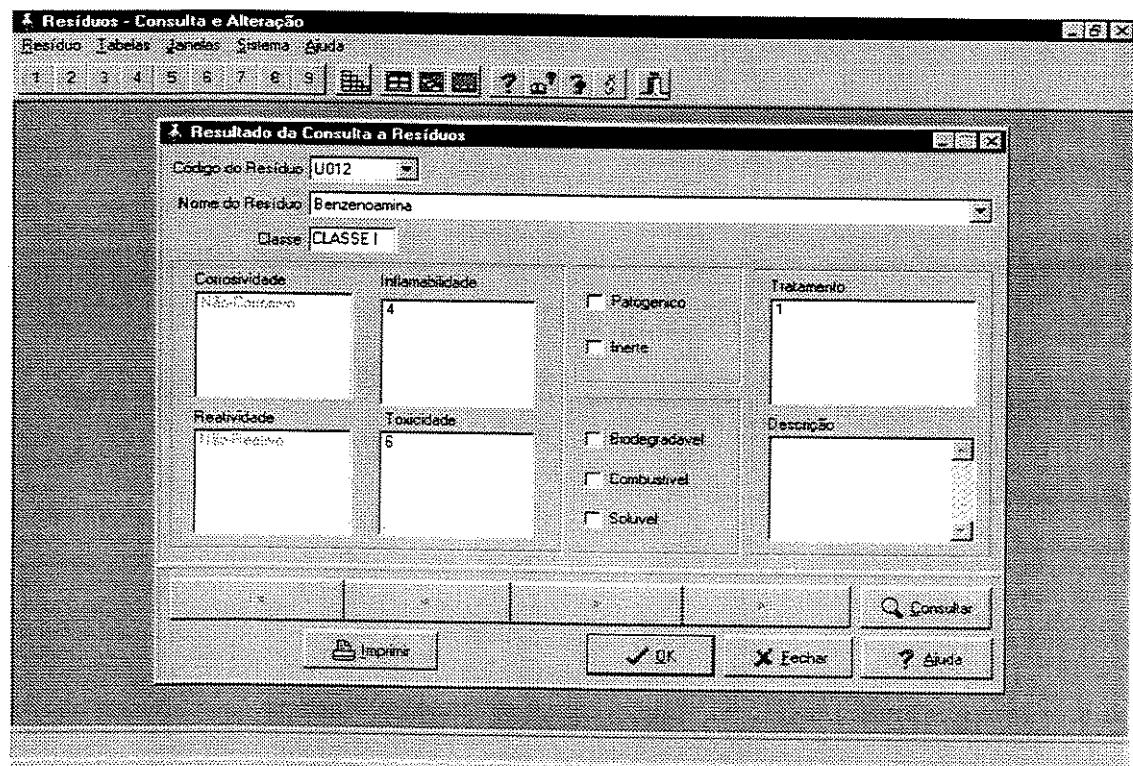


Figura 4.17 - Resumo das informações sobre a Benzenoamina

Em seguida apresentar-se-á a Figura 4.17, mostrando que o resíduo analisado é classificado como Perigoso - Classe I, por apresentar características de periculosidade, no caso, a inflamabilidade e a toxicidade. Para este, o sistema indica o tratamento 1, mostrado na Figura 4.18, e que corresponde a incineração. Vale salientar, contudo, que isto é apenas uma sugestão de tratamento, e que a escolha definitiva do tratamento a ser aplicado deve se basear em aspectos tais como segurança, transporte, armazenamento, tecnologia mais indicada na literatura e custo.

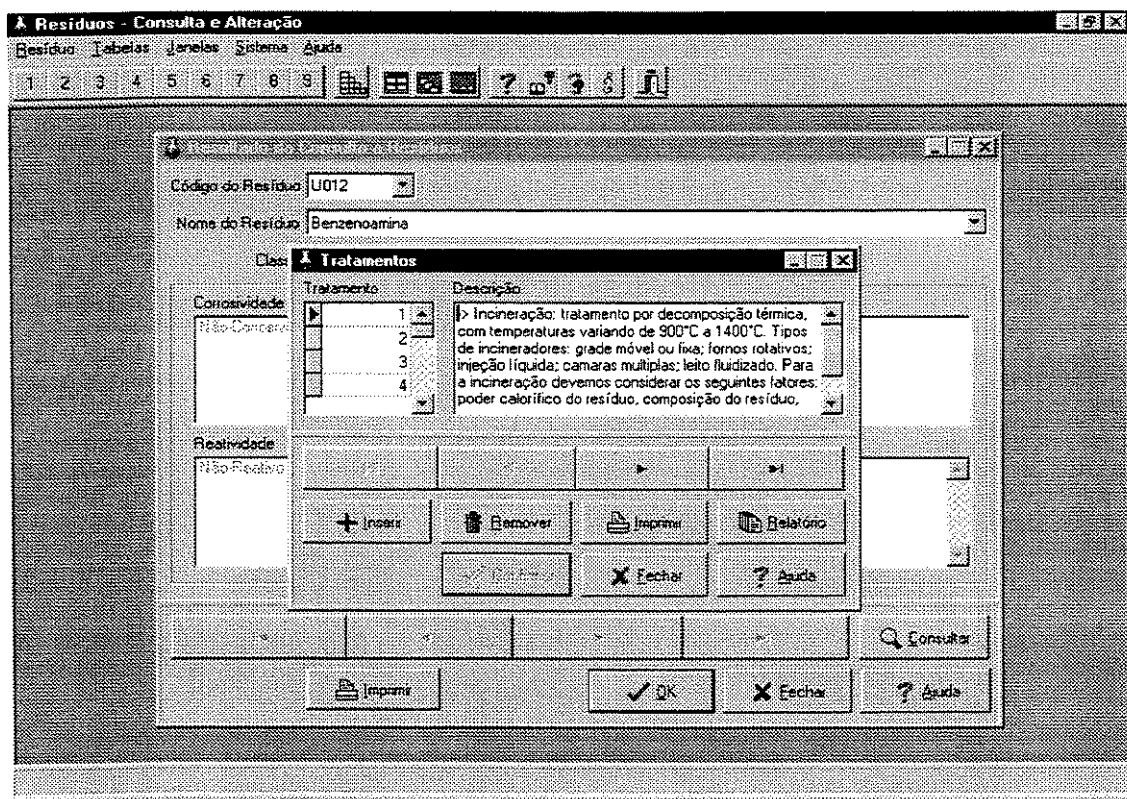


Figura 4.18 - Tratamento sugerido pelo sistema para tratar o resíduo.

4.3 - Realizando a manutenção do sistema

Os dados contidos no sistema podem ser atualizados a qualquer momento, apenas pelo usuário Mestre, através da tela que é descrita na Figura 4.19, sempre que o conhecimento científico permitir. Neste espaço pode-se inserir novas informações, modificar as existentes e apagar registros inteiros.

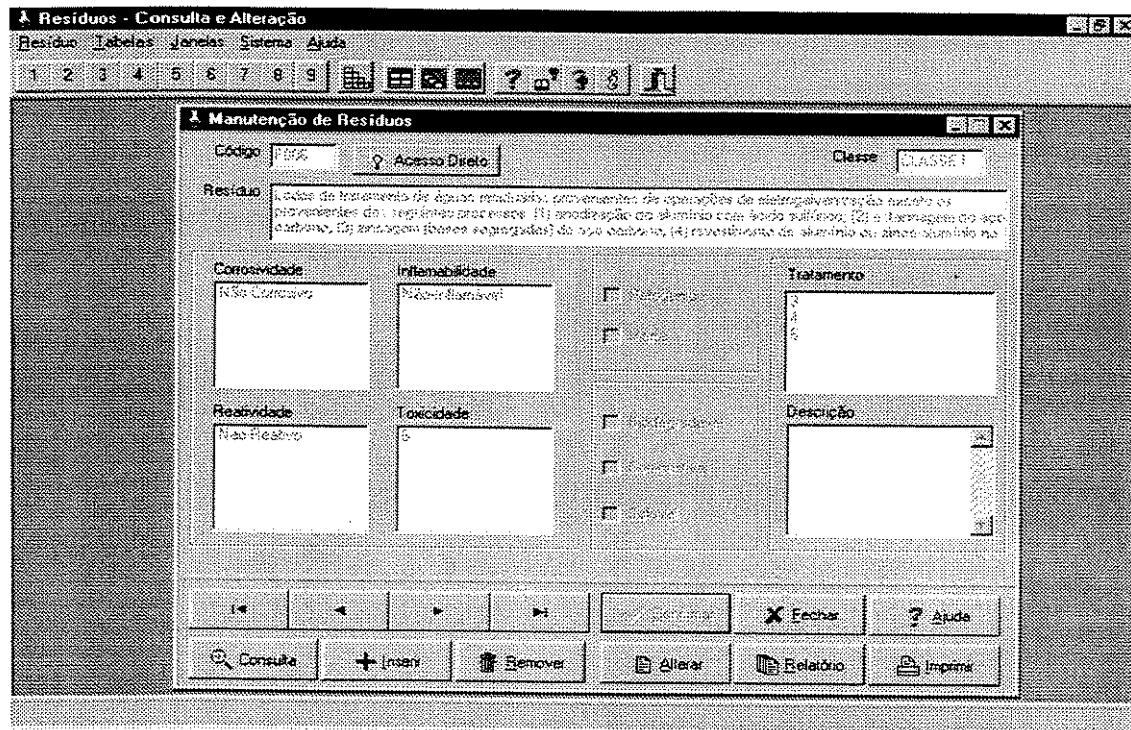


Figura 4.19 - Realizando a manutenção dos dados do sistema Resíduos.

4.4 - Mudando a senha de acesso ao sistema

Como já visto na Figura 4.1, o acesso ao sistema Resíduos está condicionado a um sistema de senhas. Como existem dois tipos de usuários que podem consultar o sistema, foi concebido, para identificá-los, um sistema de senhas que é apresentado na Figura 4.20.

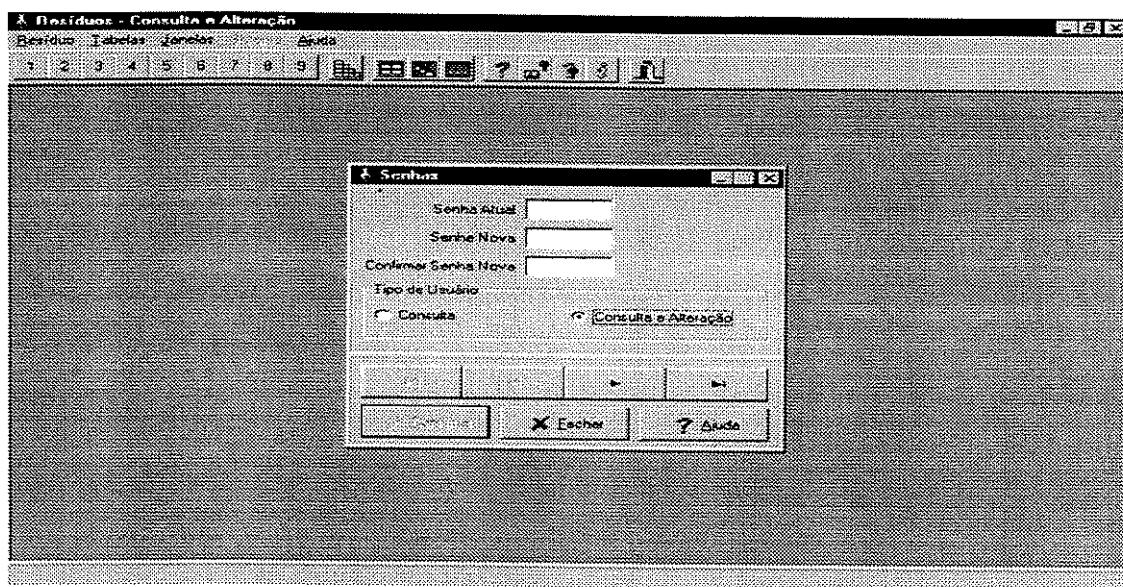


Figura 4.20 - Mudança das senhas do sistema.

4.5 - Acessando as tabelas do sistema

A opção Tabelas do menu principal disponibiliza ao usuário todas as listagens da ABNT informatizadas, os tratamentos presentes no sistema e todas as informações disponíveis sobre as características que conferem periculosidade ao resíduo. Uma mostra das listagens agrupadas em forma de cascata é fornecida na Figura 4.21.

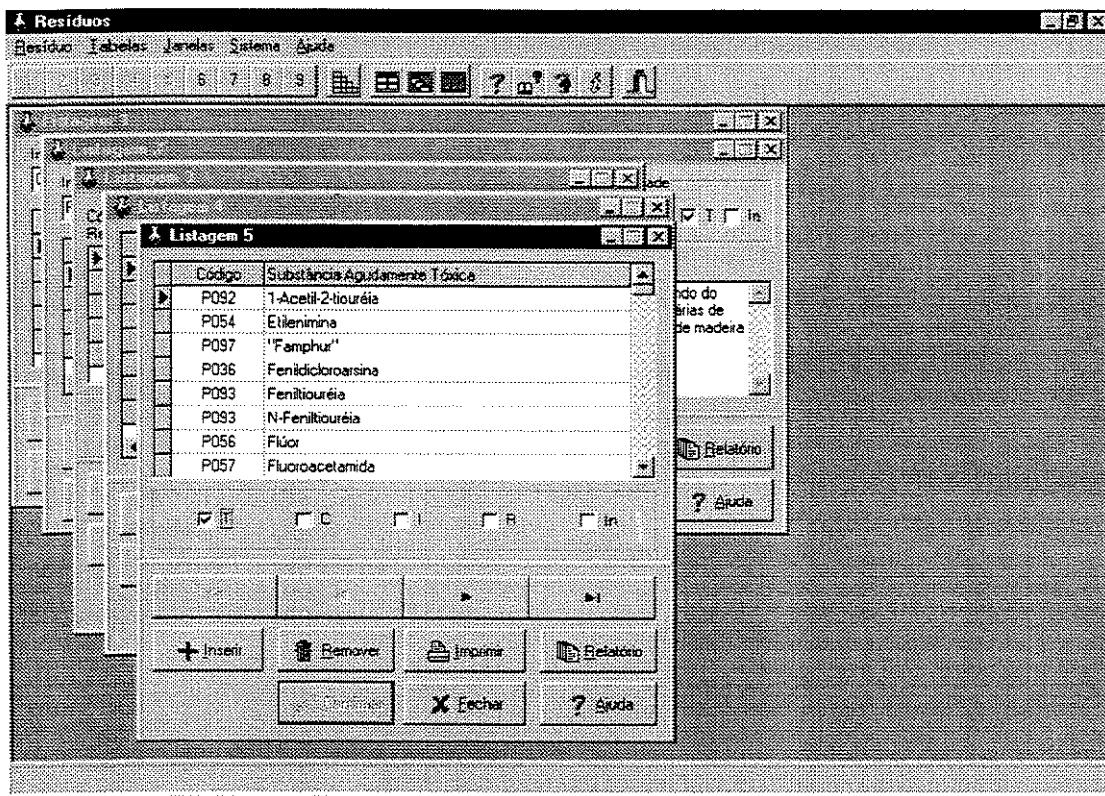


Figura 4.21 - Listagens informatizadas da norma 10004 da ABNT, organizadas em cascata.

4.6 - O item Ajuda

O item ajuda é composto pelos seguintes tópicos: Conteúdo, Procurar ajuda sobre..., Como usar o ajuda, Sobre.

Em Conteúdo, Procurar ajuda sobre..., e Como usar o ajuda encontram-se dados sobre quais itens há informações mais detalhadas relativa a um dado item do sistema, e como acessá-lo ajudando o usuário a explorar todo o potencial do sistema. Em Sobre encontra-se todo um histórico sobre a criação do sistema e os créditos de desenvolvimento do mesmo.

Os dados constantes do banco de dados do sistema e os relatórios gerados de sua utilização estão apresentados Apêndices A, B e C, enquanto no Anexo A estão colocadas as informações básicas relativas às normas ABNT consideradas neste trabalho.

Observou-se pelo desenvolvimento da aplicação do sistema Resíduo que o mesmo apresenta-se como uma poderosa ferramenta, não só para a tarefa de classificação do resíduo, bem como verificar a compatibilidade entre resíduos, verificação de várias propriedades físico-químicas de uma dada substância, acesso as técnicas de tratamentos atualmente existentes para resíduos sólidos e de várias características referentes aos efeitos que a substância provoca no ecossistema.

Capítulo 5 – Conclusões & Sugestões para Trabalhos Futuros

5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 - Conclusões

O sistema *Resíduos*, apresenta-se como uma poderosa ferramenta para a obtenção de informações relativos a resíduos sólidos industriais, propiciando a criação de um banco de dados com características próprias da empresa, instituição ou fábrica que o utilizar, seja para a classificação de resíduos de acordo com a legislação brasileira, na segregação de resíduos, e na obtenção de valores de propriedades físico-químicas de diversos resíduos sólidos.

O sistema, apresenta grande agilidade e facilidade de manuseio devido a interface amigável disponibilizada. É possível gerar relatórios, sobre todas as informações fornecidas pelo mesmo.

Inicialmente o sistema resíduo, foi idealizado para a classificação de resíduos sólidos industriais, com recursos da informática (Ceragioli, 1999). Este trabalho desenvolveu outros recursos tornando-o um sistema mais integrado com as questões relativas ao meio ambiente, o que pode ser visto com a inclusão, nesta versão, das seções: **Incompatibilidade entre Gases**, **Incompatibilidade entre reagentes**, **Incompatibilidade entre Resíduos**, está ultima já existia sob a forma de tabela estática, e não sob a forma de consulta dinâmica, a seção **Propriedades** aborda as propriedades físico-químicas de diversos resíduos sólidos, **Fatores de Periculosidade** com informações relativas aos fatores de periculosidade que existem na listagem 4: como a bioacumulação, a toxicidade, a reatividade, a capacidade do resíduo de migrar de um meio para outro e de se transformar em substâncias com um grau de periculosidade maior, além de possibilitar a entrada do resultado dos testes de lixiviação, solubilização e massa bruta. O resultado final é apresentado de forma clara e classifica o resíduo como um todo e também informa a classificação de cada constituinte do mesmo em separado, e ainda fornece a possibilidade de impressão sob a forma de relatório do resultado desta classificação. Finalmente o sistema permite obtenção de relatórios completos ou parciais das informações contidas no seu banco de dados.

Apesar de todas as facilidades que o sistema disponibiliza, muitas vezes numa classificação o bom senso do usuário será responsável pela resposta final em questões específicas.

Na seção **Tratamentos**, são apresentadas as técnicas mais recentes no que concerne a remediação de áreas degradadas, apresenta-se ainda como uma sugestão os possíveis métodos que podem ser utilizados para minimizar ou eliminar o problema ambiental, contudo a escolha mais adequada dependerá de outros fatores, dentre os quais principalmente o nível de conhecimento do usuário.

5.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros

Dentre as sugestões para trabalhos futuros encontram-se:

- Inclusão de uma seção que aborde aspectos ligados a segurança no manuseio, transporte, e armazenamento de resíduos sólidos industriais.
- Inclusão de uma seção com links de acesso a instituições ligadas a temática ambiental como: E.P.A (Environmental Protection American), CETESB (Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico), Ministério do Meio Ambiente, IMA, etc..
- Inclusão de uma seção que permita ao usuário uma avaliação, através de gráficos ou índices de desempenho, da quantidade de todos resíduos gerados mensalmente, durante um ano. Isso seria feito com a entrada mensal de dados referentes a quantidade gerada de cada resíduo.
- Obter mais informações referentes as substâncias presentes no banco de dados, tais como: toxicidade, bioacumulação, degradação, migração entre ecossistemas.

Estas sugestões, estão inseridas na tendência que o programa demonstra, atualmente, em abranger não só resíduos sólidos industriais, mas de tornar-se um sistema relacionado às questões ambientais como um todo.

Capítulo 6 – Referências Bibliográficas

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLOWAY, B. J and AYRES, D.C. *Chemical Principles of Environment Pollution*. 2^a edição, Chapman & Hall, 1997.

AMORIM, W. B de. *Estudo do processo de dessorção de cromo hexavalente presente em algas marinhas provenientes do processo de biossorção* Campinas: Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 2000.102p.

ANDRADE, M. J. *Manutenção de restrições de integridade em bancos de dados orientados a objetos*. Campinas: Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação, Universidade Estadual de Campinas, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. NBR-10004; referências bibliográficas. Rio de Janeiro

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. NBR-10005; referências bibliográficas. Rio de Janeiro

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. NBR-10006; referências bibliográficas. Rio de Janeiro

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. NBR-10007; referências bibliográficas. Rio de Janeiro.

BENNETE, C.O e MYERS, J.E. *Fenômenos de Transporte*. São Paulo: Editora Mc Graw Hill do Brasil, 1978. 812p.

BLACKMAN, W.C. *Basic Hazardous Waste Management*. Florida: Second Edition, Lewis Publishers, 1996. 397p.

BRAILE, P. M. *Despejos Industriais*. Rio de Janeiro: 1971. 254p.

CANTÙ, M , *Dominando o Delphi 3 - "A Biblia"*. São Paulo: Makron Books, 1997. 1090p

- CERAGIOLI, H.J. *Desenvolvimento de Software/Banco de Dados de Resíduos Perigosos Sólidos Industriais Perigosos.* Campinas: Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 1998.
- CETESB, *Resíduos Sólidos Industriais.* São Paulo: 1985. 182p.
- COULSON, J.M. e RICHARDSON, J.F. *Chemical Engineering.* London: Butterworth-Heinemann, v.2, 4^a edição, 1991.
- EPA, OSW , *Treatment Technology*, Goverment Institute, Inc., 1991.
- FOUST, A.S. ..[et al]. *Princípios de Operações Unitárias:* Editora Guanabara Dois, 1982. 670p.
- FURTADO, A.L e SANTOS, C. S. dos. *Organização de Banco de Dados.* Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 3^a impressão, 1982. 281p.
- FURTADO, M. R. *Química e Derivados.* São Paulo: Julho, 1998.
- FURTADO, M. R. *Química e Derivados.* São Paulo: Outubro, 1997.
- GIMENEZ, S. M. N. *Ensaios de toxicidade aguda usando E. coli como organismo – teste.* Campinas: Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas , 1994. 100p.
- GROSSE, D.W. Hazardous Waste Management. Journal of the Air Polution Central Association,v.36, n° 5, p. 603 - 614, may 1986.
- IMHOFF, K. *Manual de Tratamento de Águas Residuárias.* São Paulo: Edgard Blucher, 1966. 235p.
- JAIN, V.K., Supercritical fluids tackle hazardous wastes. Enviroments Science Technology, v. 27, n° 5, p. 806 - 808, 1993.
- LIMA, L.M.Q. *Tratamento e Biorremediação.* São Paulo: Editora HEMUS, 3^a edição, 1995.

- MACHADO, F.N.R e ABREU, M.P. *Projeto de uma Banco de Dados : Uma visão prática..* São Paulo: Editora Érica, 2^ª edição, 1996. 300p.
- MANAHAN, S.E. *Environmental Chemistry*. Chelsea: Lewis Publishers, 5th edition, 1991. 811p.
- MASSAI, L. R. *Dissertação de Mestrado: Análises químicas e teste de toxicidade dos efluentes Kraft-E₁ e final E₃, após tratamento com o fungos Lentinus edodes*. Campinas: Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas ,1996. 71p.
- MASTERS, G. M. *Introduction to Environmental Engineering and Science*. U.S.A : Prentice Hall International Editions, 1991. 460p.
- McKETTA,J.J. *Unit Operations Handbook*, v.1, Marcel Dekker Inc., 1993.
- MORAES, S. G. de. *Fotodegradação de compostos organoclorados aromáticos: caracterização e toxicidade de intermediários*. Campinas: Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas , 1995. 80f.
- OLIVEIRA, J . C de A. R de. *Desenvolvimento de software de Banco de Dados*. São Paulo: Editora Edgard Blucher, volume 7, 1979. 62p.
- PETTS, J. *Environmental impact assessment for waste treatment and disposal facilities*, J. Wiley, 1994.
- POJASEK, R.B. Developing Solution to Harzadous - Waste Problems, Enviroment Science Technology, v.29, n8, págs. 251-255, 1980.
- REGINATTO, V. *Avaliação do ensaio de toxicidade com a alga Scenedesmus subspicatus para o estudo de efluentes industriais*. Campinas: Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, 1998. 105f.
- ROCCA, A.C.C..[et al]. *Resíduos Sólidos Industriais*. São Paulo: CETESB, 1993. 234p.

- SILVA, M.G.C. *Apostila de TIQ165 - Tópicos em Engenharia Ambiental*, 1998.
- SOUZA, M. E. de. *Tratamento Biológico de Efluentes*. Fortaleza: CETESB, 1984. 119p.
- TEIXEIRA, C. E. *Ensaios de tratabilidade de resíduo sólido industrial - areia fenólica: isolamento, identificação e seleção de fungos filamentosos*. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas , 1993.
- TEIXEIRA, S. R. P. *Engenharia de software: Experiência e Recomendações*. São Paulo: Editora Edgard Blucher, volume 2, 1979. 48p.
- VALLE, C.E. ISO 14000 Qualidade Ambiental, 2^a Edição, 1995.
- VOLESKY, B., *Biosorption of metals*. Boca Raton: CRC, 1990. 396p.
- WEBER, A. S. M. *Hazardous and Industrial Wastes*. Pennsylvania: Technomic, 1996, págs. 381-388.
- WENTZ, C. A Hazardous Waste Management. Mc Graw Hill, International Edition, p. 275 - 389, 1989.

ANEXO - A



ANEXO - A

Neste anexo encontra-se as definições para todas as características de periculosidade de um resíduo (Corrosividade, Inflamabilidade, Reatividade, Patogenicidade e Toxicidade). Também descreve o número e o tipo de substâncias das listagens da norma ABNT NBR - 10004 - Resíduos Sólidos – Classificação.

Definição das Características de Periculosidade Presentes em um Resíduo

Segundo visto no capítulo 2 - Revisão bibliográfica, um resíduo sólido pode ser classificado como:

- Resíduo Classe I - Perigoso
- Resíduo Classe II - Não Inerte
- Resíduo Classe III - Inerte

Mas especificamente os resíduos Classe I - perigosos, para assim serem considerados, precisa que uma amostra representativa do mesmo, obtida segundo norma específica da ABNT (NBR 10007- Amostragem de Resíduos - Procedimentos), apresente as seguintes características:

- **Corrosividade**
- **Inflamabilidade**
- **Reatividade**
- **Patogenicidade**
- **Toxicidade**

Corrosividade:

Um resíduo será considerado corrosivo se apresentar algumas das seguintes propriedades :

- For aquosa e apresentar pH menor ou igual a 2 ou maior ou igual 12,5;
- For líquida e corroer o aço a uma razão maior que 6,35mm ao ano em temperatura a 55°C.

Inflamabilidade:

Um resíduo será considerado inflamável se, uma amostra representativa do mesmo, apresentar algumas das seguintes propriedades :

- For líquida e tiver ponto de fulgor inferior a 60°C, excetuando-se as soluções aquosas com menos de 24% de álcool em volume;
- Não for líquida e for capaz de, sob condições de temperatura e pressão de 25°C e 1 atm, produzir fogo por fricção, absorção de umidade ou alterações químicas espontâneas e, quando inflamado, queimar vigorosamente e persistentemente , dificultando a extinção do fogo;
- For um oxidante definido como substância que pode liberar oxigênio e, como resultado, estimule a combustão e aumente a intensidade de um fogo em outro material.

Reatividade:

Para se considerar o resíduo reativo o mesmo deve apresentar as seguintes características :

- Ser normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata sem detonar;
- Reagir violentamente com a água;
- Formar misturas potencialmente explosivas com água;
- Gerar gases, vapores e fumos tóxicos em quantidade suficiente para provocar danos à saúde ou ao meio ambiente, quando misturados com água;
- Possuir em sua constituição ânions cianeto ou sulfeto por reação, liberar gases, vapores ou fumos tóxicos em quantidades suficientes para por em risco a saúde humana ou ao meio ambiente;
- For capaz de produzir reação explosiva ou detonante sob a ação de forte estímulo inicial ou de calor em ambientes confinados;

- For capaz de produzir, prontamente, reação ou decomposição detonante ou explosiva a 25°C e 1 atm;
- For explosiva definida como uma substância fabricada com o objetivo de produzir um efeito prático, através de explosão ou de efeito pirotécnico, esteja ou não contida em dispositivo propositadamente preparado.

Patogenicidade:

Um resíduo será considerado patogênico se contiver microorganismos ou suas toxinas capazes de produzir doenças. Não se incluem neste item os resíduos sólidos domiciliares e aqueles gerados nas estações de tratamento de esgotos domésticos.

Toxicidade:

Um resíduo será considerado tóxico se:

- Apresentar uma DL 50 oral para ratos, menor que 50mg/kg ou CL 50 inalação para ratos, menor que 2mg/L ou DL 50 dérmica para coelhos, menor que 200mg/kg;
- Quando o extrato obtido desta amostra contiver qualquer um dos contaminantes em concentrações superiores aos valores constantes da listagem 7 da ABNT (Listagem 7 : Concentração - Limite Máximo no Extrato Obtido no Teste de Lixiviação);
- Se contiver uma ou mais substâncias constantes da listagem 4 da ABNT (Listagem 4 : Substâncias que Conferem Periculosidade a um Resíduo), e apresentar periculosidade. Para avaliação desta periculosidade deverão ser considerados os seguintes fatores:
 - Natureza de toxidez apresentada pelo resíduo;
 - Concentração do constituinte no resíduo;
 - Potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico originado da degradação deste constituinte, tem de migrar do resíduo para o ambiente sob condições impróprias de manuseio;

- Persistência do constituinte ou de qualquer produto tóxico de sua degradação;
 - Potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem de se degradar em constituintes não perigosos, considerando a velocidade em que ocorre sua degradação e;
 - Extensão em que o constituinte ou os produtos de sua degradação são capazes de bioacumulação nos ecossistemas;
- Se for constituída por restos de embalagem contaminadas com substâncias da Listagem 5 (Listagem 5 : Substâncias Agudamente Tóxicas);
- Resíduos de derramamento ou produtos fora de especificação de qualquer das substâncias constantes nas Listagens 5 e 6 (Listagem 6 : Substâncias Tóxicas).

A norma ABNT NBR 10004 - Resíduos Sólidos - Classificação, é composta de um fluxograma de classificação baseado nas listagens de resíduos sólidos presentes na mesma. As listagens são em número de 9, sendo 8 oficiais e uma não oficial (Listagem 9). Dentre as listagens tem-se:

Listagem 1 : Resíduos sólidos de fonte não específicas

Listagem 2: Resíduos sólidos de fontes específicas

Listagem 3: Constituintes perigosos

Listagem 4: As substâncias que conferem periculosidade aos resíduos

Listagem 5: Substâncias agudamente tóxicas

Listagem 6: Substâncias tóxicas

Listagem 7: Concentração, Limite máximo no extrato obtido no teste de lixiviação

Listagem 8: Padrões para teste de solubilidade

Listagem 9: Concentrações máximas de poluentes na massa bruta de resíduos utilizado pelo Ministério do Meio Ambiente da França para classificação de resíduos.

Apêndice A- Relatório com as Propriedades Físico-Químicas de Diversos Resíduos Sólidos

APÊNDICE - A

O apêndice - A, disponibiliza um relatório completo com todas as informações contidas no software de banco de dados Resíduos, a respeito das propriedades fisico-químicas de 25 substâncias. Essas propriedades vão desde os diferentes nomes pelos quais a substância pesquisada é conhecida, até o valor da constante da lei de Henry para a mesma. Propriedades que auxiliarão o usuário a prever o possível comportamento da substância no meio em que se encontra, ou seja. Se a mesma lixiviará representando risco aos aquíferos existentes, se volatilizar-se-á com facilidade, ou se é solubilizada no meio aquoso, dentre várias outras.

Substância:	1,1 - Bifenil
Também conhecido por:	difenil; bibenzeno; fenilbenzeno
Fórmula Molecular:	C12H10
Peso Molecular:	154.2
Ponto de Fusão (°C):	69 - 71
Ponto de Ebulação (°C):	254 - 255
Pressão de Vapor:	9.64×10^{-3} mmHg a 25°C
Densidade (mg/L):	1.041
Solubildade em água:	Insolúvel
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	1400
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	3×10^{-4}

Resíduos**PROPRIEDADES**

Substância: 1,2,4 - Triclorobenzeno

Também conhecido por: TCB

Fórmula Molecular: C₆H₃Cl₃

Peso Molecular: 181.46

Ponto de Fusão (°C): 17

Ponto de Ebulação (°C): 213

Pressão de Vapor: 0.27 mmHg a 20°C

Densidade (mg/L): 1.46 a 25°C

Solubilidade em água: 31 mg/L a 25°C

Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC): 6350

Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol): 4.33 x 10⁻³

Substância:	1,4 - Dioxano
Também conhecido por:	Óxido de 1,4 - dietileno
Fórmula Molecular:	C4H8O2
Peso Molecular:	88.10
Ponto de Fusão (°C):	11.8
Ponto de Ebulação (°C):	101.1
Pressão de Vapor:	30 mmHg a 20°C
Densidade (mg/L):	1.0329
Solubilidade em água:	Totalmente
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	1.23
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	4,88 x 10 -6

Resíduos**PROPRIEDADES**

Substância: Acetaldeído

Também conhecido por: Aldeído acético; etanal; aldeído etílico

Fórmula Molecular: C₂H₄O

Peso Molecular: 44.05

Ponto de Fusão (°C): - 123.5

Ponto de Ebulação (°C): 21

Pressão de Vapor: 740 mmHg a 20°C

Densidade (mg/L): d_{16/4} = 0.788

Solubilidade em água: Miscível

Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC): Não disponível

Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol): 7.89 x 10⁻⁵

Substância:	Acetonitrila
Também conhecido por:	Cianeto de metila; cianometano; etilnitrila
Fórmula Molecular:	C ₂ H ₃ N
Peso Molecular:	41.05
Ponto de Fusão (°C):	- 45
Ponto de Ebulação (°C):	81.6
Pressão de Vapor:	91.1 mmHg a 25°C
Densidade (mg/L):	d _{20/4} = 0.79
Solubildade em água:	Miscível
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	16
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	3.46 x 10 ⁻⁵

Substância:	Ácido acrílico
Também conhecido por:	ácido 2-propenóico; ácido vinilfórmico
Fórmula Molecular:	C3H4O2
Peso Molecular:	72.06
Ponto de Fusão (°C):	14
Ponto de Ebulação (°C):	141
Pressão de Vapor:	3.2 mm Hg a 20°C
Densidade (mg/L):	d16/4 = 1.0621
Solubildade em água:	> 10g/L
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	Não estimado
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	3.2x10 ⁻⁷

Substância: Acrilamida

Também conhecido por: 2 - Propenamida

Fórmula Molecular: C₃H₅NO

Peso Molecular: 71.08

Ponto de Fusão (°C): 84.5

Ponto de Ebulição (°C): 125

Pressão de Vapor: 7 x 10⁻³ torr a 20°C

Densidade (mg/L): d_{30/4} = 1.122

Solubilidade em água: 2155 g/L a 30°C

Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC): Adsorção insignificante

Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol): 302 x 10⁻¹⁰

Resíduos**PROPRIEDADES**

Substância:	Acrilonitrila
Também conhecido por:	Acrylon; 2 - Propenonitrila; Cianeto de vinila
Fórmula Molecular:	CH ₂ =CH-CN
Peso Molecular:	53.06
Ponto de Fusão (°C):	83.55
Ponto de Ebuição (°C):	77.3
Pressão de Vapor:	108.5 mm Hg a 25°C
Densidade (mg/L):	0.8004
Solubildade em água:	73 g/L
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	9
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	8.8 x 10 ⁻⁵

Substância:	Álcool metílico
Também conhecido por:	metanol; álcool de madeira
Fórmula Molecular:	CH ₄ O
Peso Molecular:	32.04
Ponto de Fusão (°C):	-97.8
Ponto de Ebulação (°C):	64.7
Pressão de Vapor:	126 mmHg a 25°C
Densidade (mg/L):	d _{20/4} = 0.7915
Solubilidade em água:	miscível
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	9
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	4.55x10 ⁻⁶

Resíduos**PROPRIEDADES**

Substância:	Anidrido Ftálico
Também conhecido por:	1,2 - benzenodicarboxílico;1,3-phthaladione
Fórmula Molecular:	C8H4O3
Peso Molecular:	148.12
Ponto de Fusão (°C):	131
Ponto de Ebulação (°C):	284
Pressão de Vapor:	0.00052 mmHg a 25°C
Densidade (mg/L):	1.527 a 20°C
Solubilidade em água:	6.2 g/L a 25°C
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	36
Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol):	1.6 x 10 -8

Substância:	Anilina
Também conhecido por:	aminobenzeno; fenilamina; benzenoamina
Fórmula Molecular:	C ₆ H ₇ N
Peso Molecular:	93.12
Ponto de Fusão (°C):	6.15
Ponto de Ebuição (°C):	184.4
Pressão de Vapor:	0.3 mmHg 20°C; 0.67 mmHg a 25°
Densidade (mg/L):	d _{20/4} = 1.02173
Solubildade em água:	34 g/L a 20°C; 35 g/L a 25°C
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	3870 em pH 6.5
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	1.9 x 10 ⁻⁶

Substância: Butiraldeído

Também conhecido por: Butanal

Fórmula Molecular: CH₃CH₂CH₂CHO

Peso Molecular: 72.10

Ponto de Fusão (°C): - 99.0

Ponto de Ebulação (°C): 74.80

Pressão de Vapor: 111.4 mmHg a 25°C

Densidade (mg/L): 0.802

Solubilidade em água: 71 g/L a 25°C

Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC): 9.4

Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol): 1.15 x 10⁻⁴

Substância:	Ciclohexano
Também conhecido por:	hexametileno; hexanafteno
Fórmula Molecular:	C6H12
Peso Molecular:	84.16
Ponto de Fusão (°C):	6.47
Ponto de Ebuição (°C):	80.7
Pressão de Vapor:	77 mm Hg
Densidade (mg/L):	$d20/4 = 0.7781$
Solubildade em água:	55 mg/L a 25°C
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	482
Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol):	0.195

Substância:	Cloreto de Metileno
Também conhecido por:	Diclorometano; bicloreto de metileno
Fórmula Molecular:	CH ₂ Cl ₂
Peso Molecular:	84.94
Ponto de Fusão (°C):	- 95
Ponto de Ebulação (°C):	39.75
Pressão de Vapor:	400 mmHg a 24.1°C
Densidade (mg/L):	d _{20/4} = 1.3255
Solubildade em água:	1.32 x 10 +4 a 20°C
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	25
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	2.57 x 10 -3

Substância: Cloro

Também conhecido por:

Fórmula Molecular: Cl₂

Peso Molecular: 34.453

Ponto de Fusão (°C): -101

Ponto de Ebulação (°C): -34.05

Pressão de Vapor: 5.85x10⁺³ mmHg

Densidade (mg/L): 1.468 mg/L a 0°C

Solubilidade em água: 7.3g/L a 20°C

Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC): Não há dados

Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol): Não há dados

Substância:	Clorobenzeno
Também conhecido por:	Monoclorobenzeno; cloreto de benzeno; clorobenzol
Fórmula Molecular:	C ₆ H ₅ Cl
Peso Molecular:	112.5
Ponto de Fusão (°C):	45.6
Ponto de Ebulação (°C):	132
Pressão de Vapor:	11.7 mm Hg a 20°C
Densidade (mg/L):	1.1058 a 20°C
Solubilidade em água:	466.3 mg/L
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	126
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	3.58 x 10 ⁻³

Substância:	Dissulfeto de Carbono
Também conhecido por:	Bissulfeto de Carbono; anidrido dithiocarbônico
Fórmula Molecular:	CS ₂
Peso Molecular:	76.14
Ponto de Fusão (°C):	- 111.6
Ponto de Ebulação (°C):	46.5
Pressão de Vapor:	260 mmHg a 20°C; 430 mmHg a 30
Densidade (mg/L):	d _{20/4} = 1.263
Solubilidade em água:	2300 mg/L a 22°C
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	54
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	-

Substância:	Metil metacrilato
Também conhecido por:	éster metílico do ácido 2-metil-2-propenóico; metil-2-metil-propionato
Fórmula Molecular:	C5H8O2
Peso Molecular:	100.1
Ponto de Fusão (°C):	48
Ponto de Ebulação (°C):	100 - 101
Pressão de Vapor:	29.3 mmHg
Densidade (mg/L):	0.939
Solubildade em água:	15g/L a 25°C
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	63.1
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	3.37x10 ⁻⁴

Substância: Metilclorofórmio

Também conhecido por: 1,1,1-Tricloroetano; cloroteno

Fórmula Molecular: C₂H₃Cl₃

Peso Molecular: 133.42

Ponto de Fusão (°C): - 32.5

Ponto de Ebuição (°C): 74.10

Pressão de Vapor: 100 mmHg a 20°C

Densidade (mg/L): d_{20/4} = 1.3376

Solubildade em água: 1334 mg/L

Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC): 152

Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol): 2.76 x 10⁻²

Substância: Metiletilcetona

Também conhecido por: 2 - Butanona

Fórmula Molecular: C₄H₈O

Peso Molecular: 72.10

Ponto de Fusão (°C): - 86

Ponto de Ebulação (°C): 79.6

Pressão de Vapor: 77.5 mmHg a 20°C; 98 mmHg a 25

Densidade (mg/L): d_{20/4} = 0.805

Solubilidade em água: 353 g/L a 20°C; 190 g/L a 90°C

Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC): Estimado entre 4.5 e 50

Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol): 4.16 a 6.11 x 10⁻⁵

Substância: Metilisobutilcetona

Também conhecido por: 4-metil-2-pentanona

Fórmula Molecular: C6H12O

Peso Molecular: 100.16

Ponto de Fusão (°C): -85/-80

Ponto de Ebulação (°C): 117 - 118

Pressão de Vapor: 19.86 mmHg a 25°C

Densidade (mg/L):

Solubilidade em água: 17000 mg/L a 20°C; 19000 mg/L

Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC): 19

Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol): 1.38x10⁻⁴

Substância:	Nitrobenzeno
Também conhecido por:	Nitrobenzol; óleo de mirbane
Fórmula Molecular:	C ₆ H ₅ NO ₂
Peso Molecular:	123.06
Ponto de Fusão (°C):	5.85
Ponto de Ebulação (°C):	210.9
Pressão de Vapor:	0.15 mmHg a 20°C; 0.27 mmHg a
Densidade (mg/L):	d24/4 = 1.199
Solubilidade em água:	1.9 g/L a 20°C; 2.1 g/L a 25°C
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	Estimado entre 36 e 650
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	2.3 x 10 -5

Substância:	Tetracloroetileno
Também conhecido por:	PCE; percloroetileno; tetracloreto de etileno
Fórmula Molecular:	C ₂ Cl ₄
Peso Molecular:	165.85
Ponto de Fusão (°C):	-22
Ponto de Ebuição (°C):	121
Pressão de Vapor:	18.47 mmHg a 25°C
Densidade (mg/L):	d _{15/4} = 1.6311
Solubildade em água:	< 1 mg/L a 22°C
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	665
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	1.8x10 ⁻²

Substância:	Tolueno
Também conhecido por:	Metil benzeno; Toluol; Fenilmetano
Fórmula Molecular:	C7H8
Peso Molecular:	92.13
Ponto de Fusão (°C):	- 95
Ponto de Ebulação (°C):	110.6
Pressão de Vapor:	22.0 mmHg a 20°C
Densidade (mg/L):	0.87 a 20°C
Solubilidade em água:	470 mg/L a 16°C; 515 mg/L a 20
Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC):	259
Constante da Lei de Henry (atm.m ³ /mol):	6.61 x 10 -3

Substância: 1 - Butanol

Também conhecido por: butanol; n-butanol; butil álcool

Fórmula Molecular: C4H10O

Peso Molecular: 74.12

Ponto de Fusão (°C): - 90

Ponto de Ebuição (°C): 117 - 118

Pressão de Vapor: 7.00 mmHg a 25°C

Densidade (mg/L): d20/4 = 0.810

Solubildade em água: 9.1 mL/ 100mL a 25°C

Coeficiente de Adsorção ao solo (KOC): 72

Constante da Lei de Henry (atm.m³/mol): 8.81 x 10 -6

APÊNDICE - B

No apêndice - B, têm-se acesso a informações referentes a compatibilidade / incompatibilidade entre vários dos resíduos, ou grupos de resíduos, presentes nas listagens da ABNT(NBR 10004 - Resíduos Sólidos - Classificação), além dos dados de compatibilidade entre gases comprimidos. Dentre as informações disponíveis, encontra-se o tipo de reação que pode ser gerada ao se misturar dois resíduos distintos, e uma lista de resíduos com os quais o resíduo que está em análise é incompatível. Essas informações são significativas na etapa de segregação de resíduos.

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Acetileno	Inflamável	Combustível Sólido		Não
Acetileno	Inflamável	Produtos Orgânicos		Não
Amoníaco	Inflamável	Argônio	Inerte	Sim
Amoníaco	Inflamável	Ciclopropano	Inflamável	Não
Amoníaco	Inflamável	Cloro	Cortrosivo	Não
Amoníaco	Inflamável	Criptônio	Inerte	Sim
Amoníaco	Inflamável	Etano	Inflamável	Não
Amoníaco	Inflamável	Etileno	Inflamável	Não
Amoníaco	Inflamável	Flúor	Corrosivo	Não
Amoníaco	Inflamável	Gás Carbônico	Inerte	Não
Amoníaco	Inflamável	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Não
Amoníaco	Inflamável	G.L.P	Inflamável	Não
Amoníaco	Inflamável	Hélio	Inerte	Sim
Amoníaco	Inflamável	Hidrogênio	Inflamável	Não
Amoníaco	Inflamável	Metano	Inflamável	Não
Amoníaco	Inflamável	Neônio	Inerte	Sim
Amoníaco	Inflamável	Nitrogênio	Inerte	Sim
Amoníaco	Inflamável	Oxigênio	Combustível	Não
Amoníaco	Inflamável	Propano	Inflamável	Não
Amoníaco	Inflamável	Propileno	Inflamável	Não
Amoníaco	Inflamável	Xenônio	Inerte	Sim

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Acetileno	Inflamável	Amoníaco	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Argônio	Inerte	Sim
Acetileno	Inflamável	Ciclopropano	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Cloro	Corrosivo	Não
Acetileno	Inflamável	Criptônio	Inerte	Sim
Acetileno	Inflamável	Etano	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Etileno	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Flúor	Corrosivo	Não
Acetileno	Inflamável	Gás Carbônico	Inerte	Sim
Acetileno	Inflamável	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Não
Acetileno	Inflamável	G.L.P	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Hélio	Inerte	Sim
Acetileno	Inflamável	Hidrogênio	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Metano	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Neônio	Inerte	Sim
Acetileno	Inflamável	Nitrogênio	Inerte	Sim
Acetileno	Inflamável	Oxigênio	Combustível	Não
Acetileno	Inflamável	Propano	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Propileno	Inflamável	Não
Acetileno	Inflamável	Xenônio	Inerte	Sim
Acetileno	Inflamável	Combustível Líquido		Não

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Amoníaco	Inflamável	Combustível Líquido		Não
Amoníaco	Inflamável	Combustível Sólido		Não
Amoníaco	Inflamável	Produtos Orgânicos		Não
Argônio	Inerte	Ciclopropano	Inflamável	Sim
Argônio	Inerte	Cloro	Combustível	Sim
Argônio	Inerte	Criptônio	Inerte	Sim
Argônio	Inerte	Etano	Inflamável	Sim
Argônio	Inerte	Etileno	Inflamável	Sim
Argônio	Inerte	Flúor	Corrosivo	Sim
Argônio	Inerte	Gás Carbônico	Inerte	Sim
Argônio	Inerte	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Sim
Argônio	Inerte	G.L.P	Inflamável	Sim
Argônio	Inerte	Hélio	Inerte	Sim
Argônio	Inerte	Hidrogênio	Inflamável	Sim
Argônio	Inerte	Metano	Inflamável	Sim
Argônio	Inerte	Neônio	Inerte	Sim
Argônio	Inerte	Nitrogênio	Inerte	Sim
Argônio	Inerte	Oxigênio	Combustível	Sim
Argônio	Inerte	Propano	Inflamável	Sim
Argônio	Inerte	Propileno	Inflamável	Sim
Argônio	Inerte	Xenônio	Inerte	Sim

Resíduos

Compatibilidade de Gases Comprimidos

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Argônio	Inerte	Combustível Líquido		Sim
Argônio	Inerte	Combustível Sólido		Sim
Argônio	Inerte	Produtos Orgânicos		Sim
Ciclopropano	Inflamável	Cloro	Corrosivo	Não
Ciclopropano	Inflamável	Críptônio	Inerte	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Etano	Inflamável	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Etileno	Inflamável	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Flúor	Corrosivo	Não
Ciclopropano	Inflamável	Gás Carbônico	Inerte	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Não
Ciclopropano	Inflamável	G.L.P.	Inflamável	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Hélio	Inerte	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Hidrogênio	Inflamável	Não
Ciclopropano	Inflamável	Metano	Inflamável	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Neônio	Inerte	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Nitrogênio	Inerte	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Oxigênio	Combustível	Não
Ciclopropano	Inflamável	Propano	Inflamável	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Propileno	Inflamável	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Xenônio	Inerte	Sim
Ciclopropano	Inflamável	Combustível Líquido		Não

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Ciclopropano	Inflamável	Combustível Sólido		Não
Ciclopropano	Inflamável	Produtos Orgânicos		Não
Cloro	Corrosivo	Criptônio	Inerte	Sim
Cloro	Corrosivo	Etano	Inflamável	Não
Cloro	Corrosivo	Etileno	Inflamável	Não
Cloro	Corrosivo	Flúor	Corrosivo	Não
Cloro	Corrosivo	Gás Carbônico	Inerte	Não
Cloro	Corrosivo	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Não
Cloro	Corrosivo	G.L.P.	Inflamável	Não
Cloro	Corrosivo	Hélio	Inerte	Sim
Cloro	Corrosivo	Hidrogênio	Inflamável	Não
Cloro	Corrosivo	Metano	Inflamável	Não
Cloro	Corrosivo	Neônio	Inerte	Sim
Cloro	Corrosivo	Nitrogênio	Inerte	Não
Cloro	Corrosivo	Oxigênio	Combustível	Não
Cloro	Corrosivo	Propano	Inflamável	Não
Cloro	Corrosivo	Propileno	Inflamável	Não
Cloro	Corrosivo	Xenônio	Inerte	Sim
Cloro	Corrosivo	Combustível Líquido		Não
Cloro	Corrosivo	Combustível Sólido		Não
Cloro	Corrosivo	Produtos Orgânicos		Não

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Criptônio	Inerte	Etano	Inflamável	Sim
Criptônio	Inerte	Etileno	Inflamável	Sim
Criptônio	Inerte	Flúor	Corrosivo	Sim
Criptônio	Inerte	Gás Carbônico	Inerte	Sim
Criptônio	Inerte	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Sim
Criptônio	Inerte	G.L.P.	Inflamável	Sim
Criptônio	Inerte	Hélio	Inerte	Sim
Criptônio	Inerte	Hidrogênio	Inflamável	Sim
Criptônio	Inerte	Metano	Inflamável	Sim
Criptônio	Inerte	Neônio	Inerte	Sim
Criptônio	Inerte	Nitrogênio	Inerte	Sim
Criptônio	Inerte	Oxigênio	Combustível	Sim
Criptônio	Inerte	Propano	Inflamável	Sim
Criptônio	Inerte	Propileno	Inflamável	Sim
Criptônio	Inerte	Xenônio	Inerte	Sim
Criptônio	Inerte	Combustível Líquido		Sim
Criptônio	Inerte	Combustível Sólido		Sim
Criptônio	Inerte	Produtos Orgânicos		Sim
Etano	Inflamável	Etileno	Inflamável	Sim
Etano	Inflamável	Flúor	Corrosivo	Não
Etano	Inflamável	Gás Carbônico	Inerte	Sim

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Etano	Inflamável	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Não
Etano	Inflamável	G.L.P.	Inflamável	Sim
Etano	Inflamável	Hélio	Inerte	Sim
Etano	Inflamável	Hidrogênio	Inflamável	Não
Etano	Inflamável	Metano	Inflamável	Sim
Etano	Inflamável	Neônio	Inerte	Sim
Etano	Inflamável	Nitrogênio	Inerte	Sim
Etano	Inflamável	Oxigênio	Combustível	Não
Etano	Inflamável	Propano	Inflamável	Sim
Etano	Inflamável	Propileno	Inflamável	Sim
Etano	Inflamável	Xenônio	Inerte	Sim
Etano	Inflamável	Combustível Líquido		Não
Etano	Inflamável	Combustível Sólido		Não
Etano	Inflamável	Produtos Orgânicos		Não
Etileno	Inflamável	Flúor	Corrosivo	Não
Etileno	Inflamável	Gás Carbônico	Inerte	Sim
Etileno	Inflamável	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Não
Etileno	Inflamável	G.L.P.	Inflamável	Sim
Etileno	Inflamável	Hélio	Inerte	Sim
Etileno	Inflamável	Hidrogênio	Inflamável	Não
Etileno	Inflamável	Metano	Inflamável	Sim

Resíduos

Compatibilidade de Gases Comprimidos

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Etileno	Inflamável	Neônio	Inerte	Sim
Etileno	Inflamável	Nitrogênio	Inerte	Sim
Etileno	Inflamável	Oxigênio	Combustível	Não
Etileno	Inflamável	Propano	Inflamável	Sim
Etileno	Inflamável	Propileno	Inflamável	Sim
Etileno	Inflamável	Xenônio	Inerte	Sim
Etileno	Inflamável	Combustível Líquido		Não
Etileno	Inflamável	Combustível Sólido		Não
Etileno	Inflamável	Produtos Orgânicos		Não
Flúor	Corrosivo	Gás Carbônico	Inerte	Não
Flúor	Corrosivo	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Não
Flúor	Corrosivo	G.L.P.	Inflamável	Não
Flúor	Corrosivo	Hélio	Inerte	Sim
Flúor	Corrosivo	Hidrogênio	Inflamável	Não
Flúor	Corrosivo	Metano	Inflamável	Não
Flúor	Corrosivo	Neônio	Inerte	Sim
Flúor	Corrosivo	Nitrogênio	Inerte	Não
Flúor	Corrosivo	Oxigênio	Combustível	Não
Flúor	Corrosivo	Propano	Inflamável	Não
Flúor	Corrosivo	Propileno	Inflamável	Não
Flúor	Corrosivo	Xenônio	Inerte	Sim

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Metano	Inflamável	Não
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Neônio	Inerte	Sim
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Nitrogênio	Inerte	Sim
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Oxigênio	Combustível	Não
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Propano	Inflamável	Não
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Propileno	Inflamável	Não
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Xenônio	Inerte	Sim
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Combustível Líquido		Não
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Combustível Sólido		Não
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Produtos Orgânicos		Não
G.L.P.	Inflamável	Hélio	Inerte	Sim
G.L.P.	Inflamável	Hidrogênio	Inflamável	Não
G.L.P.	Inflamável	Metano	Inflamável	Sim
G.L.P.	Inflamável	Neônio	Inerte	Sim
G.L.P.	Inflamável	Nitrogênio	Inerte	Sim
G.L.P.	Inflamável	Oxigênio	Combustível	Não
G.L.P.	Inflamável	Propano	Inflamável	Sim

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Flúor	Corrosivo	Combustível Líquido		Não
Flúor	Corrosivo	Combustível Sólido		Não
Flúor	Corrosivo	Produtos Orgânicos		Não
Gás Carbônico	Inerte	Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Não
Gás Carbônico	Inerte	G.L.P.	Inflamável	Sim
Gás Carbônico	Inerte	Hélio	Inerte	Sim
Gás Carbônico	Inerte	Hidrogênio	Inflamável	Sim
Gás Carbônico	Inerte	Metano	Inflamável	Não
Gás Carbônico	Inerte	Neônio	Inerte	Sim
Gás Carbônico	Inerte	Nitrogênio	Inerte	Sim
Gás Carbônico	Inerte	Oxigênio	Combustível	Sim
Gás Carbônico	Inerte	Propano	Inflamável	Sim
Gás Carbônico	Inerte	Propileno	Inflamável	Sim
Gás Carbônico	Inerte	Xenônio	Inerte	Sim
Gás Carbônico	Inerte	Combustível Líquido		Sim
Gás Carbônico	Inerte	Combustível Sólido		Sim
Gás Carbônico	Inerte	Produtos Orgânicos		Sim
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	G.L.P.	Inflamável	Não
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Hélio	Inerte	Sim
Gás Sulfídrico	Inflamável e Corrosivo	Hidrogênio	Inflamável	Não

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Hélio	Inerte	Hidrogênio	Inflamável	Sim
Hélio	Inerte	Metano	Inflamável	Sim
Hélio	Inerte	Neônio	Inerte	Sim
Hélio	Inerte	Nitrogênio	Inerte	Sim
Hélio	Inerte	Oxigênio	Combustível	Sim
Hélio	Inerte	Propano	Inflamável	Sim
Hélio	Inerte	Propileno	Inflamável	Sim
Hélio	Inerte	Xenônio	Inerte	Sim
Hélio	Inerte	Combustível Líquido		Sim
Hélio	Inerte	Combustível Sólido		Sim
Hélio	Inerte	Produtos Orgânicos		Sim
Hidrogênio	Inflamável	Metano	Inflamável	Não
Hidrogênio	Inflamável	Neônio	Inerte	Sim
Hidrogênio	Inflamável	Nitrogênio	Inerte	Sim
Hidrogênio	Inflamável	Oxigênio	Combustível	Não
Hidrogênio	Inflamável	Propano	Inflamável	Não
Hidrogênio	Inflamável	Propileno	Inflamável	Não
Hidrogênio	Inflamável	Xenônio	Inerte	Sim
Hidrogênio	Inflamável	Combustível Líquido		Não
Hidrogênio	Inflamável	Combustível Sólido		Não
Hidrogênio	Inflamável	Produtos Orgânicos		Não

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Metano	Inflamável	Neônio	Inerte	Sim
Metano	Inflamável	Nitrogênio	Inerte	Sim
Metano	Inflamável	Oxigênio	Combustível	Não
Metano	Inflamável	Propano	Inflamável	Sim
Metano	Inflamável	Propileno	Inflamável	Sim
Metano	Inflamável	Xenônio	Inerte	Sim
Metano	Inflamável	Combustível Líquido		Não
Metano	Inflamável	Combustível Sólido		Não
Metano	Inflamável	Produtos Orgânicos		Não
Neônio	Inerte	Nitrogênio	Inerte	Sim
Neônio	Inerte	Oxigênio	Combustível	Sim
Neônio	Inerte	Propano	Inflamável	Sim
Neônio	Inerte	Propileno	Inflamável	Sim
Neônio	Inerte	Xenônio	Inerte	Sim
Neônio	Inerte	Combustível Líquido		Sim
Neônio	Inerte	Combustível Sólido		Sim
Neônio	Inerte	Produtos Orgânicos		Sim
Nitrogênio	Inerte	Oxigênio	Combustível	Sim
Nitrogênio	Inerte	Propano	Inflamável	Sim
Nitrogênio	Inerte	Propileno	Inflamável	Sim
Nitrogênio	Inerte	Xenônio	Inerte	Sim

Resíduos

Compatibilidade de Gases Comprimidos

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Nitrogênio	Inerte	Combustível Líquido		Sim
Nitrogênio	Inerte	Combustível Sólido		Sim
Nitrogênio	Inerte	Produtos Orgânicos		Sim
Oxigênio	Combustível	Propano	Inflamável	Não
Oxigênio	Combustível	Propileno	Inflamável	Não
Oxigênio	Combustível	Xenônio	Inerte	Sim
Oxigênio	Combustível	Combustível Líquido		Sim
Oxigênio	Combustível	Combustível Sólido		Não
Oxigênio	Combustível	Produtos Orgânicos		Não
Propano	Inflamável	Propileno	Inflamável	Sim
Propano	Inflamável	Xenônio	Inerte	Sim
Propano	Inflamável	Combustível Líquido		Sim
Propano	Inflamável	Combustível Sólido		Não
Propano	Inflamável	Produtos Orgânicos		Não
Propileno	Inflamável	Xenônio	Inerte	Sim
Propileno	Inflamável	Combustível Líquido		Sim
Propileno	Inflamável	Combustível Sólido		Não
Propileno	Inflamável	Produtos Orgânicos		Não
Xenônio	Inerte	Combustível Líquido		Sim
Xenônio	Inerte	Combustível Sólido		Sim
Xenônio	Inerte	Produtos Orgânicos		Sim

Resíduos**Compatibilidade de Gases Comprimidos**

Gás 1	Natureza do Gás	Gás 2	Natureza do Gás	Os gases são Compatíveis?
Propileno	Inflamável	Combustível Sólido		Não
Propileno	Inflamável	Produtos Orgânicos		Não
Xenônio	Inerte	Combustível Líquido		Sim
Xenônio	Inerte	Combustível Sólido		Sim
Xenônio	Inerte	Produtos Orgânicos		Sim

Relatório de Incompatibilidade

Reagentes	Incompatível com:
Acetileno	Cloro, flúor , bromo , iodo , prata , mercúrio e respectivos compostos , cobre (tubos) , halogênios
Acetona	ácido sulfúrico concentrado, ácido nítrico concentrado
Ácido acético	ácido crômico, ácido nítrico, álcool, etilenoglicol, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos, compostos hidroxilados
Ácido cianídrico	ácido nítrico, substâncias alcalinas
Ácido crômico	ácido acético, naftaleno, cânfora, álcool, glicerol, terebintina

Relatório de Incompatibilidade

Reagentes	Incompatível com:
Ácido fluorídrico	amônia (gás ou solução aquosa)
Ácido fórmico	metais em pó , agentes oxidantes
Ácido nítrico	ácido acético, anilina
Ácido oxálico	prata e mercúrio
Ácido perclórico	anidrido acético, bismuto, ácido sulfúrico, ácido fofórico, pentóxido de fósforo, álcool, papel, madeira, graxas e outras substâncias orgânicas

Relatório de Incompatibilidade

Reagentes	Incompatível com:
Ácido picrício	acetileno, amoníaco, metais, picratos alcalinos, alumínio, ácido nítrico, peróxidos, agentes oxidantes
Ácido sulfúrico	clorato de potássio, permanganato e perclorato de potássio
Amônia anidra (amoníaco)	metais em pó, mercúrio, ácidos, hipoclorito de cálcio, ácido fluorídrico, halogênio, cloro, iodo, bromo
Anilina	ácido nítrico, peróxido de hidrogênio, nitrometano, agentes oxidantes
Bromo	amônia, acetileno, butadieno, butano, hidrogênio, benzeno, carbeto de sódio, terebintina, metano, propano e outros gases do petróleo

Relatório de Incompatibilidade

Reagentes	Incompatível com:
Carbureto de cálcio	água
Carvão ativado	hipoclorito de cálcio, agentes oxidantes
Cianetos	ácidos, agentes oxidantes, nitritos, mercúrio (III), nitratos
Cianuretos	ácidos e álcalis
Cloratos	sais de amônio, metais em pó, enxofre, carbono, compostos orgânicos, combustíveis finamente divididos, ácidos, anidrido acético, cianetos, álcool, papel, madeira, ácido sulfúrico e fosfórico

Relatório de Incompatibilidade

Reagentes	Incompatível com:
Cloro	amônia, acetileno, butadieno, benzina, hidrogênio, carbeto de sódio, terebintina, metais finamente divididos, propano, metano
Cobre	acetileno, nitretos e peróxido
Cromo (IV) óxido	ácido acético, anidrido acético, naftalina, glicerina, benzina, álcool, hidrazina, líquidos inflamáveis
Dióxido de cloro	amônia, metano, fosfina, sulfeto de hidrogênio
Flúor	deve ser totalmente isolado

Relatório de Incompatibilidade

Reagentes	Incompatível com:
Halogênios	amoníaco, amina, metais em pó e alcalinos ferrosos, hidrocarbonetos, luz, hidrogênio
Hidrocarbonetos	flúor, cloro, bromo, formol, ácido crômico, pentóxido de sódio, halogênios e peróxido em geral
Hidróxido de potássio	água, ácidos, alumínio, zinco, hidrocarbonetos halogenados
Iodo	acetileno, amônia, hidrogênio
Líquidos inflamáveis	nitrato de amônio, ácido crômico, peróxido de hidrogênio e de sódio, ácido nítrico, agentes oxidantes, hidrogênio, halogênios

Relatório de Incompatibilidade

Reagentes	Incompatível com:
Mercúrio	acetileno, ácido fulmínico, hidrogênio e amônia
Metais alcalinos e alcalinos terrosos	água, dióxido de carbono, tetracloreto de carbono, hidrocarbonetos clorados e halogenados, ácidos , álcool, halogênios, oxigênio do ar, sais agentes oxidantes
Metais em pó	peróxidos, nitratos, nitritos, agentes oxidantes, halogênios, hidrazina, hidrocarbonetos halogenados, ácidos
Nitrito de amônia	ácidos, metais em pó, líquidos inflamáveis, cloratos, nitratos, enxofre, compostos orgânicos ou combustíveis finamente divididos
Nitreto de sódio	chumbo, cobre e outros metais (formando compostos indesejáveis e explosivos; se for eliminado pelo ralo da pia, os canos e as juntas chumbo, cobre e outros metais

Relatório de Incompatibilidade

Reagentes	Incompatível com:
Oxigênio	óleos, graxas, hidrogênio e líquidos, sólidos e gases inflamáveis
Pentóxido de fósforo	água
Permanganato de potássio	glicerol, etilenoglicol, benzaldeído, ácido sulfúrico e clorídrico, peróxido de hidrogênio, enxofre, piridina, dimetilformamida, substâncias oxidáveis
Perclorato de potássio	ácido sulfúrico e outros ácidos
Clorato de potássio	ácido sulfúrico e outros ácidos

Relatório de Incompatibilidade

Reagentes	Incompatível com:
Peróxidos	metais pesados, substâncias oxidáveis, carvão ativado, amoníaco, aminas, hidrazina, metais alcalinos
Peróxido de sódio	substâncias oxidáveis como metanol, etanol, ácido acético glacial, anidrido acético, benzaldeído, bissulfito de carbono, glicerol
Potássio	etilacetato, etilenoglicol, metilacetato, furfural, tetracloreto de carbono, dióxido de carbono, água
Prata	acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico, compostos de amônio
Sódio	tetracloreto de carbono, dióxido de carbono, água

Relatório de Incompatibilidade

Reagentes

Incompatível com:

Sulfeto de hidrogênio

ácido nítrico fumegante, gases oxidantes

Resíduos

Relatório - Segregação

Resíduo 1	Resíduo 2	A mistura provoca:
Bases cáusticas	Ácidos minerais	Geração de calor
Hidrocarbonetos aromáticos	Ácidos minerais	Geração de calor e Fogo
Hidrocarbonetos aromáticos	Bases cáusticas	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Orgânicos halogenados	Ácidos minerais	Geração de calor, Fogo e Gás tóxico
Orgânicos halogenados	Bases cáusticas	Geração de calor e Gás inflamável
Orgânicos halogenados	Hidrocarbonetos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Metais	Ácidos minerais	Gás inflamável, Geração de calor e Fogo
Metais	Bases cáusticas	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Metais	Hidrocarbonetos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Metais	Orgânicos	Geração de calor e Fogo
Metais tóxicos	Ácidos minerais	Solubilização de toxinas

Resíduos

Relatório - Segregação

Resíduo 1	Resíduo 2	A mistura provoca:
Metais tóxicos	Bases cáusticas	Solubilização de toxinas
Metais tóxicos	Hidrocarbonetos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Metais tóxicos	Orgânicos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Metais tóxicos	Metais	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Hidrocarbonetos alifáticos saturados	Ácidos minerais	Geração de calor e Fogo
Hidrocarbonetos alifáticos saturados	Bases cáusticas	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Hidrocarbonetos alifáticos saturados	Hidrocarbonetos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Hidrocarbonetos alifáticos saturados	Orgânicos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Hidrocarbonetos alifáticos saturados	Metais	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Hidrocarbonetos alifáticos saturados	Metais tóxicos	Não dispõe de dados de

Resíduos

Relatório - Segregação

Resíduo 1	Resíduo 2	A mistura provoca:
		segregação destes resíduos
Fenóis e cresóis	Ácidos minerais	Geração de calor e Fogo
Fenóis e cresóis	Bases cáusticas	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Fenóis e cresóis	Hidrocarbonetos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Fenóis e cresóis	Orgânicos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Fenóis e cresóis	Metais	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Fenóis e cresóis	Metais tóxicos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Fenóis e cresóis	Hidrocarbonetos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Agentes oxidantes fortes	Ácidos minerais	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Agentes oxidantes fortes	Bases cáusticas	Geração de calor

Resíduos

Relatório - Segregação

Resíduo 1	Resíduo 2	A mistura provoca:
Agentes oxidantes fortes	Hidrocarbonetos	Geração de calor e Fogo
Agentes oxidantes fortes	Orgânicos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Agentes oxidantes fortes	Metais	Geração de calor e Fogo
Agentes oxidantes fortes	Metais tóxicos	Geração de calor
Agentes oxidantes fortes	Hidrocarbonetos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Agentes oxidantes fortes	Fenóis e cresóis	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Agentes redutores fortes	Ácidos minerais	Geração de calor, Fogo e Gás tóxico
Agentes redutores fortes	Bases cáusticas	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Agentes redutores fortes	Hidrocarbonetos	Geração de calor e Gás tóxico
Agentes redutores fortes	Orgânicos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos

Resíduos

Relatório - Segregação

Resíduo 1	Resíduo 2	A mistura provoca:
Agentes redutores fortes	Metais	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Agentes redutores fortes	Metais tóxicos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Agentes redutores fortes	Hidrocarbonetos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Agentes redutores fortes	Fenóis e cresóis	Geração de calor e Gás inflamável
Agentes redutores fortes	Agentes oxidantes	Geração de calor, Fogo e Explosivo
Água e soluções aquosas	Ácidos minerais	Geração de calor
Água e soluções aquosas	Bases cáusticas	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Água e soluções aquosas	Hidrocarbonetos	Geração de calor e Explosivo
Água e soluções aquosas	Orgânicos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Água e soluções aquosas	Metais	Solubilização de toxinas

Resíduos

Relatório - Segregação

Resíduo 1	Resíduo 2	A mistura provoca:
Água e soluções aquosas	Metais tóxicos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Água e soluções aquosas	Hidrocarbonetos	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Água e soluções aquosas	Fenóis e cresóis	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Água e soluções aquosas	Agentes oxidantes	Não dispõe de dados de segregação destes resíduos
Água e soluções aquosas	Agentes redutores	Gás inflamável e Gás tóxico
Substâncias que reagem com água	Ácidos minerais	Extremamente reativo
Substâncias que reagem com água	Bases cáusticas	Extremamente reativo
Substâncias que reagem com água	Hidrocarbonetos	Extremamente reativo
Substâncias que reagem com água	Orgânicos	Extremamente reativo
Substâncias que	Metais	Extremamente reativo

Resíduos**Relatório - Segregação**

Resíduo 1	Resíduo 2	A mistura provoca:
reagem com água		
Substâncias que reagem com água	Metais tóxicos	Extremamente reativo
Substâncias que reagem com água	Hidrocarbonetos	Extremamente reativo
Substâncias que reagem com água	Fenóis e cresóis	Extremamente reativo
Substâncias que reagem com água	Agentes oxidantes	Extremamente reativo
Substâncias que reagem com água	Água e soluções	Extremamente reativo

Apêndice C – Relatório com Informações sobre os Fatores de Periculosidade de vários Resíduos Sólidos

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
1 - Butanol	1 - O bioacumulação da substância na cadeia alimentar de organismos aquáticos e terrestres não é comum.	<p>1 - O 1-butanol é transportado para a atmosfera, das superfícies de solos e águas, via volatilização.</p> <p>2 - A substância, rapidamente solúvel em água, é removida da atmosfera para o solo e água por deposição úmida.</p> <p>3 - Alcoóis tais como 1-butanol pode ser adsorvido nas superfícies de barro e a lixiviação pode ser retardada em alguns solos.</p>	<p>1 - Tem baixa toxicidade aguda para organismos aquáticos; os valores de toxicidade são maiores do que 100 mg/L.</p> <p>2 - A DL50 oral em ratos, de 0.79 a 4.36 g/kg e os resultados de estudos crônicos em laboratórios animais, sugerem que a substância não é agudamente tóxica para animais terrestres anenios que esteja presente em altas concentrações.</p> <p>3 - O limite máximo recomendado é de 100 ppm de ar.</p>	<p>1 - O principal caminho de degradação para o 1-butanol na atmosfera é provavelmente a reação com radicais hidroxilas produzidos fotoquimicamente.</p> <p>2 - A remoção física do 1-butanol da temperatura por deposição úmida é outro possível mecanismo de remoção.</p> <p>3 - Por ser rapidamente solubilizado em água, espera-se que o 1-butanol tenha pouca mobilidade no solo e possa lixiviar para o interior do lençol freático. Entretanto, a biodegradação concorrente pode reduzir a lixiviação.</p> <p>4 - A biodegradação é o processo de destino mais comum em água para o 1-butanol.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
1,1 - Bifenil (fenilbenzeno)	<p>1 - O bifenil tem um moderado potencial para bioacumular-se em organismos vivos. O coeficiente de partição octanol / água de 4.1 sugere que o bifenil tem uma afinidade para lipídeos.</p> <p>2 - Plantas e animais podem estocar uma pequena quantidade de bifenil.</p>	<p>1 - Por ser um sólido que se liga ao solo, o bifenil em geral não movimenta-se através da terra penetrando no lençol freático.</p> <p>2 - Volatilização e adsorção são importantes no transporte do bifenil em água.</p> <p>3 - Um estudo demonstrou que 50 % do bifenil aplicado a lodos ativados permanecem em água como um resíduo não extraído.</p>	<p>1 - O bifenil é altamente tóxico para organismos aquáticos; os valores de toxicidade aguda encontrados foram < 1mg/L.</p> <p>2 - Testes realizados em golfinhos resultaram em uma baixa toxicidade crônica para o bifenil. O valor de toxicidade foi de 275 micrograma / L. Valores maiores do que 100 microgramas / L são indicativos de baixa toxicidade.</p> <p>3 - Estudos experimentais com animais terrestres revelaram uma baixa toxicidade aguda e de baixa a moderada toxicidade crônica.</p>	<p>1 - O bifenil dissolve pouco quando misturado com água, ele liga-se aos materiais sólidos presentes na água.</p> <p>2 - No ar, reage com radicais hidroxilas e sofre fotólise.</p> <p>3 - Os produtos da fotodegradação do bifenil são: 2- e 4- nitrobifenil. O bifenil também reage lentamente com o ozônio.</p> <p>4 - A biodegradação do bifenil por microorganismos aquáticos ocorre via hidroxilação aromática para o 2-, 3-, e 4- hidroxibifenil, com posterior hidroxilação a 2,3- dihidroxibifenil.</p> <p>4 - Trabalhadores expostos a fumaça de bifenil por curtos períodos de tempo tem experimentado náusea, vômito, irritação dos olhos e trato respiratório, e bronquite.</p> <p>5 - A exposição limite recomendada é de 0.2 ppm de ar durante um período médio de 8 h.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
1,2,4 - Triclorobenzen (TCB)	1 - Espera-se que o TCB bioacumule-se em organismos aquáticos. que contenham de 1 - 2% de compostos orgânicos, mas a lixiviação para o interior de rios subterrâneos pode ocorrer a partir de solos profundos.	1 - É fortemente adsorvido por solos que contenham de 1 - 2% de compostos orgânicos, mas a lixiviação para o interior de rios subterrâneos pode ocorrer a partir de solos profundos.	1 - Altamente tóxico para organismos aquáticos, bioconcentra-se nos tecidos dos mesmos. 2 - Baseado em estudos de laboratórios, onde obteve-se para ratos e camundongos DL50 de 756 mg/kg e 766 mg/kg, respectivamente, não espera-se que o TCB seja tóxico para animais terrestres nos níveis encontrados no ambiente.	1 - Na atmosfera, reage com os radicais hidroxila produzidos fotoquimicamente. 2 - Degrada-se lentamente em solos aeróbicos. Geralmente, espera-se que o TCB persista adsorvido ao solo. 3 - A biodegradação do TCB em água não é considerável. 4 - O metabolismo do TCB é mediado por oxidação microsomal para formar clorofenóis os quais são conjugados a glutalione, ác. glucurônico ou sulfato.

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
1,4 - Dioxano	<p>1 - O 1,4 - dioxano não bioacumula-se em peixes.</p> <p>2 - Plantas e animais não acumulam o 1,4 - dioxano.</p>	<p>1 - Pode evaporar de solos secos expostos ao ar.</p> <p>2 - Por ser um líquido que não se liga bem ao solo, ele lixivia rapidamente até atingir o lençol freático.</p>	<p>1 - Tem baixa toxicidade para organismos aquáticos; os valores de toxicidade são maiores de 100 mg/L.</p> <p>2 - Com uma DL50 oral de 5,2 g/kg para ratos não espera-se que o 1,4-dioxano tenha apresente toxicidade aguda nos níveis encontrados no ambiente.</p>	<p>1 - No ar sofre degradação moderadamente rápida com os radicais hidroxilas fotoquimicamente produzidos.</p> <p>2 - A volatilização do 1,4 - dioxano é em geral lenta contudo a volatilização de solos secos é rápida.</p> <p>3 - Não espera-se que a substância sofra biodegradação.</p> <p>4 - O limite de exposição máximo recomendado é de 100 ppm de ar para um tempo médio de 8 h.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Acetaldeído	1 - Baixa capacidade de bioacumulação ou bioconcentração no ecossistema.	1 - A volatilização da substância da superfície do solo ou água para a atmosfera é grande. 2 - Em animais causa efeitos neuroológicos como depressão do sistema nervoso central e degeneração neural.	1 - Moderada toxicidade aguda para organismos aquáticos; os valores de toxicidade aguda estão na faixa de >1mg/L a 100mg/L. 2 - Em animais causa efeitos neuroológicos como depressão do sistema nervoso central e degeneração neural.	1 - No ar reage com OH, NO3, oxigênio simples, e NO2. O produto desta reação (com OH) inclui peroxiacetileno(PAN), metilnitrito, metilnitrito, e ác. nítrico. 2 - No solo volatilizar-se-á rapidamente ou lixiviaria para dentro da terra, ou sofrerá degradação biológica. 3 - O acetaldeído não é adsorvido por barro que contém montmorillonite. Se descartado na água é rapidamente biodegradado ou volatilizado.

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Acetonitrila	<p>1 - Não espera-se que a bioacumulação da acetonitrila seja significativa.</p> <p>2 - Em geral plantas e animais não estocam acetonitrila.</p>	<p>1 - Evapora da superfície da água e da terra quando exposto ao sol.</p> <p>2 - Dissolve-se completamente quando misturado com água.</p> <p>3 - A remoção ocorre primariamente por volatilização e lixiviação para o interior do lençol freático.</p>	<p>1 - Baixa toxicidade aguda para organismos aquáticos; os valores de toxicidade são maiores do que 100 mg/L.</p> <p>2 - Baseada nos valores encontrados para DL50 oral em ratos que varia de 2.46 a 6.5 g/kg, e de uma CL50 de 2828 ppm para coelhos e 16000 ppm para ratos, conclui-se que a acetonitrila não é letal nos níveis normalmente encontrados no ambiente.</p> <p>3 - O limite máximo recomendado é de 40 ppm.</p>	<p>1 - Ocorre degradação pela reação com radicais hidroxilas e ozônio.</p> <p>2 - A acetonitrila é removida do solo por degradação microbiológica.</p> <p>3 - A acetonitrila é removida da água por biodegradação, com decomposição ocorrendo cinco vezes mais rápida quando com microorganismos aclimatizados.</p> <p>4 - A acetonitrila é metabolizada no corpo para cianeto e tiocianato de hidrogênio ; essas substâncias parecem ser as responsáveis pelos efeitos nocivos provocados pela acetonitrila.</p> <p>4 - A acetonitrila é irritante para a pele, olhos, e trato respiratório. Em doses muito altas a morte pode ocorrer rapidamente por falha respiratória. Baixas doses causam sintomas típicos de envenenamento por cianeto tais como: salivação, náusea, vômito, confusão, hiperpnéia, dispnéia, pulso rápido, inconsciência, e convulsões.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Ácido acrílico	<p>1 - Não espera-se significante bioconcentração do ácido acrílico nos ecossistemas.</p> <p>2 - Pode ser removido da atmosfera pela água da chuva.</p> <p>3 - Se descartado no solo lixiviaria para a superfícies das águas subterrâneas.</p>	<p>1 - Baseando-se em sua solubilidade em água e pressão de vapor, será difícil a volatilização do mesmo da água.</p> <p>2 - É considerado como um composto orgânico volátil (VOC)</p>	<p>1 - O ácido acrílico possui moderada toxicidade aguda frente a organismos aquáticos; o valor de toxicidade encontra-se entre >1mg/L e 100mg/L. Devido a degradação do mesmo no ambiente e sua moderada toxicidade aguda, não espera-se que seja tóxico, nos níveis normalmente encontrado no ambiente, aos organismos aquáticos e animais terrestres.</p> <p>2 - É considerado como um composto orgânico volátil (VOC)</p>	<p>1 - No ar reage com o ozônio produzindo o ácido gioxílico e o ácido fórmico. A polimerização do monômero do ácido acrílico ocorre na presença de oxigênio.</p> <p>2 - A lixiviação para a superfície das águas subterrâneas é a maior rota de remoção do ácido acrílico do solo devido a sua alta solubilidade em água e baixa pressão de vapor. Estudos indicam que o ácido acrílico pode ser degradado biologicamente.</p> <p>3 - O ácido acrílico é removido da água mediante degradação microbiológica, e reações química e fotoquímica. Dentro as bactérias capazes de degradar o ácido acrílico encontram-se <i>Rhodococcus sp.</i> e <i>Arthobacter sp.</i>.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Acrilamida	1 - A bicacumulação de acrilamida não é esperada. Em geral plantas e animais não a estocam .	1 - Devido a sua baixa pressão de vapor a substância não volatiliza da água para a atmosfera.	1 - Acrilamida tem baixa toxicidade aguda para organismos aquáticos; os valores de toxicidade são geralmente maiores do que 100 mg/L.	1 - Na atmosfera, reage com radicais hidroxilas produzidos fotoquimicamente.
		2 - As suas propriedades físicas e químicas indicam que pouca acrilamida existirá na fase vapor.	2 - Baseado na faixa das DL50 em ratos, 159 a 300 mg/kg, não espera-se que a acrilamida seja agudamente tóxica para animais terrestres nos níveis normalmente encontrados no meio ambiente. Contudo, longo tempo de exposição a resíduos de acrilamida em água, pode aumentar a incidência de tumores e diminuição da fertilidade em machos, isto foi verificado em estudos realizados com ratos.	2 - A biodegradação é a maior rota de remoção de acrilamida de solos. Em solos aeróbicos degrada-se de 74 - 94% do emsimo em 14 dias. Em solos anaeróbicos a degradação varia de 64 - 89% em 14 dias.
		3 - A acrilamida lixivia rapidamente para o interior de lençóis freáticos oriunda do solo.	3 - O limite máximo permitido é 0,3 mg/m ³ para um tempo médio de 8h.	3 - A biodegradação é também a maior rota de remoção de acrilamida da água. A aclimatação de microorganismos aumenta grandemente a taxa de biodegradação.
			4 - No homem os efeitos da acrilamida variam de sonolência a incoordenação, alucinações, e confusão.	4 - No homem os efeitos da acrilamida variam de sonolência a incoordenação, alucinações, e confusão.
			5 - Contato direto com acrilamida dissolvida irrita a pele e em pó irrita o sistema respiratório.	5 - Exposições repetidas a acrilamida pode causar câncer em homens e animais.

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Acrilonitrila	<p>1 - O potencial da acrilonitrila de bioacumular-se em organismos aquáticos é baixo.</p> <p>2 - Em geral plantas e animais não acumulam acrilonitrila.</p>	<p>1 - Se descartada no ar, acrilonitrila em geral permanecerá por bastante tempo .</p> <p>2 - A remoção de quantidades significativas de acrilonitrila da atmosfera por deposição seca e úmida é improvável.</p> <p>3 - Em água, a volatilização é um mecanismo de transporte potencial para a acrilonitrila, mas provavelmente ocorre lentamente.</p> <p>4 - Em solos a acrilonitrila é volátil e não adsorve fortemente.</p>	<p>1 - A acrilonitrila é moderadamente tóxico para a maioria das espécies aquáticas expostas.</p> <p>2 - O valor de DL50 de 93 mg/kg para ratos sugere que a mesma não deve ser agudamente tóxica para animais terrestres a menos que esteja presente em concentrações de moderada a alta.</p> <p>3 - Numa câmara de fumaça poluente , 5,3 %/ h de acrilonitrila desaparecem. Para uma reação de primeira ordem, isso é equivalente a uma meia-vida de 13 horas. Os produtos da reação foram formaldeído e compostos do tipo PAN (peroxiacetonitrila).</p> <p>4 - O limite de exposição máximo permitido é de 2 ppm de ar num tempo médio de 8 h.</p>	<p>1 - Se descartado na atmosfera, acrilonitrila degradar-se-á pela reação com oxigênio atômico e radicais hidroxilas.</p> <p>2 - A evaporação ocorre com frequência em solos.</p> <p>3 - Dados limitados indicam que a acrilonitrila é passível de sofrer biodegradação sob condições anaeróbicas, mas somente em baixas concentrações; altas concentrações pode ser inibitória para alguns anaeróbios.</p> <p>3 - A biodegradabilidade da acrilonitrila em água sugere que alguma biodegradação pode ocorrer em solo.</p> <p>5 - Sintomas de envenenamento por acrilonitrila podem ser sentidos rapidamente após exposição ou após níveis de acumulação no corpo de produtos provenientes da quebra da acrilonitrila, como Cianida .</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Álcool metílico	1 - Não espera-se que ocorra bioacumulação do metanol em organismos aquáticos.	1 - A miscibilidade do metanol em água e o baixo valor encontrado para o KOC (ver propriedades), indicam que o mesmo apresenta grande mobilidade no solo.	1 - Tem baixa toxicidade aguda para organismos aquáticos; as concentrações, consideradas letais são bem maiores do que 100mg/L. 2 - Não há dados a respeito da toxicidade em organismos terrestres.	1 - No ar, reage com radicais hidroxilas produzidos fotoquimicamente, para formar formaldeído. 2 - A biodegradação é a maior rota de remoção do metanol do solo. Várias espécies de <i>methylobacterium</i> e <i>methyomonas</i> oriundas do solo são capazes de utilizar o metanol como sua única fonte de carbono. 3 - O metanol reage com o díóxido de nitrogênio em atmosferas poluídas para produzir nitrito de metila.

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Anidrido Ftálico	<p>1 - Não espera-se bioacumulação em organismos aquáticos.</p> <p>2 - Não é comumente estocado em plantas e animais terrestres.</p>	<p>1 - A rápida hidrólise do anidrido ftálico que ocorre em meio aquoso, evitaria qualquer transporte significativo no ambiente aquático.</p> <p>2 - Tem baixo potencial para sedimentar ou adsorver em partículas.</p> <p>3 - Não ocorrem lixiviação e volatilização significativas.</p>	<p>1 - Estudos com ácido ftálico, o produto da hidrólise do anidrido ftálico, sugere que a substância é tóxica para organismos aquáticos soniente quando presente no meio em concentrações que variem de média a alta.</p> <p>2 - Estudos experimentais sugerem que anidrido ftálico tem baixa toxicidade aguda para animais terrestres. Os valores de DL50 de 800 a 1600mg/kg para ratos e 2210mg/kg para camundongos confirmam isto.</p> <p>3 - Toxicidade aguda e crônica para plantas terrestres é baixa.</p>	<p>1 - Reage com água e com a maioria dos solos para formar ácido ftálico.</p> <p>2 - Dissolve quando misturado com água e devido a sua reatividade com a mesma desmembra-se em outras substâncias menores antes de chegar ao lençol freático.</p> <p>3 - A hidrólise e a biodegradação são os dois processos que podem degradar significativamente o anidrido ftálico em água.</p> <p>4 - O limite de exposição permitida é de 2 ppm(ar) durante 8h.</p> <p>5 - Os trabalhadores expostos desenvolveram reações alérgicas, tais como asma e bronquite.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Anilina	<p>1 - Não espera-se que a anilina bioacumule-se significativamente em organismos aquáticos; entretanto ela é absorvida e metabolizada por peixes.</p> <p>2 - A rota metabólica primária para a anilina mostrou-se involver em várias espécies a hidroxilação do anel formando 4-aminoenol e 2-aminoenol, e N-hidroxilação formando fenilhidroxilamina.</p> <p>3 - Plantas e animais normalmente não comportam-se como estocadores de anilina.</p>	<p>1 - A anilina em solução é adsorvida fortemente em matéria orgânica coloidal, a qual aumenta sua solubilidade e movimentação para o interior do lençol freático.</p> <p>2 - É adsorvida moderadamente para matéria orgânica presente no solo.</p> <p>3 - Embora seja rapidamente degradada na atmosfera, a anilina pode ser depositada no solo por deposição seca e úmida, e por adsorção sobre partículas de aerossóis.</p>	<p>1 - Testes na indústria confirmaram que a anilina é altamente tóxica para a vida aquática.</p> <p>2 - Valores de DL50 oral de 440 mg/kg (machos) e 1072 mg /kg foram relatados para ratos, e uma DL50 oral de 841 mg/ kg para camundongo.</p> <p>3 - Um valor de inalação para CL50 de 950 mg/ m³ (250 ppm) por 4h foi relatado para ratos.</p> <p>4 - Uma DL50 dérmica de 1320 mg/ kg foi relatada para porcos guinéu.</p> <p>5 - Respirar largas quantidades de anilina por períodos curtos de tempo diminui a habilidade de oxigenação do sangue.</p>	<p>1 - A anilina reage com qualquer radical livre produzido pela luz solar na atmosfera.</p> <p>2 - A anilina age como um lixeiro de radicais na atmosfera e inibe a formação de névoa fotoquímica de poluentes.</p> <p>3 - Os fotoproductos formados da anilina na atmosfera incluem N-metilanilina, N,N-dimetilanilina, isômeros da hidroxianilina, e fenóis.</p> <p>4 - Um grande número de microorganismos no solo podem usar a anilina como única fonte de carbono e nitrogênio.</p> <p>5 - Produtos aparentemente formados da oxidação incluem azobenzeno, azoxibenzeno, phenazina, formanilida, e acetanilida.</p> <p>6 - Considera-se que a fotodegradação da anilina na superfície de solos também seja um importante processo de remoção ambiental. A combinação desses processos eventualmente resulta na degradação da anilina a CO₂.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Butiraldeído (Butanal)	<p>1 - Tem baixo potencial de bioacumulação em organismos aquáticos.</p> <p>2 - Não é comum plantas e animais estocarem butanal.</p>	<p>1 - Evapora, quando exposto ao ar, da superfície de solos e de água.</p> <p>2 - Na atmosfera , o butiraldeído existirá principalmente na fase vapor com uma pequena fração adsorvida a partículados. Sua remoção do ar pode ocorrer via deposição úmida.</p>	<p>1 - Moderadamente tóxico para espécies aquáticas. Os valores de toxicidade variam na faixa de > 1mg/L para 100 mg/L.</p> <p>2 - Os valores de DL50 oral de 2,5 a 5,9 g/kg em laboratório para ratos sugere que a substância é agudamente tóxica para animais terrestres em altas concentrações.</p> <p>3 - Repetidas exposições a uma grande quantidade de butiraldeído pode afetar o estômago.</p> <p>3 - Se descartado no solo , o butanal ou será lixiviado através do solo ou evaporará da superfície do solo.</p>	<p>1 - O butanal descartado na atmosfera é removido primeiramente pela reação com os radicais hidroxilos produzidos fotoquimicamente. O butanal também sofre fotólise direta.</p> <p>2 - Em água os principais processos que ocorrem com o butanal são volatilização e a biodegradação.</p> <p>3 - O butanal é passível de sofrer biodegradação aeróbica e anaeróbica.</p> <p>4 - Evaporação, lixiviação, e biodegradação são os principais processos que ocorrem com o butanal no solo.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migration para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Ciclohexano	<p>1 - Possui um potencial limitado para bioacumular-se na cadeia alimentar aquática.</p> <p>2 - Possui um moderado potencial de adsorção ao solo.</p> <p>3 - É levemente solúvel em água (55 ppm), e tem potencial para lixivar do solo até os aquíferos existentes.</p>	<p>1 - Evapora da superfície da água e do solo quando estas são expostas ao ar.</p> <p>2 - Os mesmos teste indicaram que o ciclohexano possui baixa toxicidade para animais terrestres.</p> <p>3 - Informações limitadas indicam que o mesmo pode ter potencial para contribuir para a formação de névoa poluente.</p>	<p>1 - Teste de toxidez aguda indicaram que o ciclohexano é moderadamente tóxico para organismos aquáticos.</p> <p>2 - Os mesmos teste indicaram que o ciclohexano possui baixa toxicidade para animais terrestres.</p> <p>3 - Informações limitadas indicam que o mesmo pode ter potencial para contribuir para a formação de névoa poluente.</p>	<p>1 - Na atmosfera, degrada-se pela reação com radicais hidroxilas produzidos fotoquimicamente. Uma estimativa da taxa de reação para esta reação é de 0.795×10^{-11} cm³/moleculas.s. Os produtos da reação são nitroto de ciclohexila, e compostos carbonilicos não identificados.</p> <p>2 - Volatilização e lixiviação são os mecanismos primários de remoção do ciclohexano do solo. O ciclohexano é resistente à biodegradação sob muitas condições, a menos que outros hidrocarbonetos degradáveis, tais como óleo e gasolina, estejam presentes.</p> <p>3 - A volatilização é o mecanismo primário de remoção do ciclohexano da água.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Cloreto de Metileno (Diclorometan)	<p>1 - A biodistribuição do diclorometano na cadeia alimentar aquática e terrestre não é comum.</p> <p>2 - Plantas e animais não estoçam comumente diclorometano.</p>	<p>1 - Diclorometano evapora quando exposto ao ar e dissolve quando misturado com água.</p> <p>2 - Pelo fato de ser um líquido que não se liga ao solo, o diclorometano pode ser lixiviado através da terra atingindo o lençol freático.</p>	<p>1 - O diclorometano tem baixa toxicidade aguda para organismos aquáticos; concentrações letais são geralmente maiores do que 100 mg/L.</p> <p>2 - A DL50 oral em ratos , 2100 mg/kg sugere que o mesmo não será agudamente tóxico para animais terrestres a menos que esteja presente em altas concentrações no ambiente.</p> <p>3 - A maioria do diclorometano presente na camada mais baixa da atmosfera será removido por reação com radicais hidroxílicas.</p> <p>4 - O limite de exposição permissível (OSHA) é de 25 ppm.</p> <p>5 - Estudos demonstram que exposições repetidas ao diclorometano causam danos aos rins e pulmões, e câncer em animais que respiram ar ou bebem água contaminada com esta substância. Exposições repetidas ao diclorometano podem igualmente causar câncer em humanos.</p>	<p>1 - O principal caminho de degradação para o diclorometano na atmosfera é a reação com radicais hidroxílicas produzidas fotoquimicamente. O tempo de vida estimado para o diclorometano na atmosfera é de 130 dias.</p> <p>2 - Na superfície de solos, a volatilização para o ar é um importante processo de destino para o diclorometano. A biodegradação do diclorometano pode ocorrer na sussuperfície dos solos; entretanto, a biodegradação não é provavelmente um caminho de degradação significativo no sistema solo-lençol freático.</p> <p>3 - Na superfície aquática o tempo de meia vida para a volatilidade foi de 21 minutos.</p> <p>4 - As reações no ar, embora sejam lentas, tendem a eliminar o diclorometano antes que o mesmo reaja na parte mais alta da atmosfera em quantidades suficientes para prejudicar a camada de ozônio.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Cloro	1 - Não possui potencial para bioacumular-se nos ecossistemas	<p>1 - Ocorre vaporização significante do cloro molecular, presente na água, para a atmosfera, em pH baixo e concentração alta, mas em pH neutro e</p> <p>2 - Concentração baixa essa vaporização é insignificante.</p>	<p>1 - Tem alta toxicidade aguda para organismos aquáticos; muitos valores de toxicidade são menores do que 1mg/L.</p> <p>2 - O cloro é fitotóxico mas é também essencial ao crescimento das plantas. Estudos experimentais indicam que em altas concentrações o gás cloro é nocivo aos animais terrestres. Plantas e animais não são normalmente estocadores de cloro.</p>	<p>1 - Pode reagir com os componentes do solo para formar cloreto; dependendo da sua solubilidade em água, esses cloreto são facilmente lavados do solo.</p> <p>2 - O cloro sofre, rapidamente, hidrólise na água. Em esgotos com pH > 6, ocorre hidrólise completa com a formação de ácido hipocloroso e íon cloreto. O cloro livre reage rapidamente com substâncias orgânicas, tais como brometos e mais lentamente com o material orgânico presente em águas naturais. Essas reações produzem cloreto, oxidantes orgânicos, organoclorados (incluindo trihalometanos), oxigênio, nitrogênio, cloratos, bromatos e organobromo.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Clorobenzeno	<p>1 - Pequeno potencial de bioconcentração.</p> <p>2 - A estocagem de clorobenzeno por plantas e animais é incomum.</p>	<p>1 - Evapora quando exposto ao ar.</p> <p>2 - Dissolve-se lentamente quando misturado com água.</p> <p>3 - Pode ser adsorvido na superfície de sedimentos orgânicos.</p> <p>4 - Biodegrada-se lentamente.</p>	<p>1 - O clorobenzeno é moderadamente tóxico para organismos aquáticos com valores de toxicidade na faixa entre >1 mg/L a 100 mg/L.</p> <p>2 - Os valores de toxicidade para ratos de laboratórios são DL50 400 a 1600 mg/kg e inalação CL50 12 ppm por 30 minutos.</p> <p>3 - O limite máximo de exposição recomendado é de 75 ppm de ar num tempo médio de 8 h.</p>	<p>1 - O mecanismo predominante de remoção de clorobenzeno da atmosfera é a reação do mesmo com radicais hidroxilas gerados fotoquimicamente.</p> <p>2 - O produto oriundo da fotólise do clorobenzeno é o monoclorobifenila.</p> <p>3 - Os principais processos que ocorrem com o clorobenzeno na água são vaporização e biodegradação.</p> <p>4 - Contato com clorobenzeno líquido ou na fase vapor pode irritar a pele, os olhos, e a garganta. Exposição a grandes quantidades de clorobenzeno pode causar efeitos adversos no sistema nervoso, incluindo inconsciência. Esses efeitos cessam quando a exposição acaba.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Dissulfeto de Carbono	<p>1 - A bioacumulação na maioria dos organismos é limitada pelo metabolismo e rápida excreção do dissulfeto de carbono.</p> <p>2 - Plantas e animais geralmente não estocam dissulfeto de carbono.</p> <p>3 - É altamente móvel e pode ser lixiviado do solo para a água.</p> <p>4 - A alta pressão de vapor e a baixa solubilidade do dissulfeto de carbono assegura uma rápida passagem das superfícies das águas para a atmosfera.</p>	<p>1 - Evapora quando exposto ao ar e dissolve quando misturado com água.</p> <p>2 - Não espera-se que o dissulfeto de carbono seja retido por adsorção em solos ricos em material orgânico.</p>	<p>1 - Tem moderada toxicidade aguda para organismos aquáticos; os valores de toxicidade aguda variam entre > 1mg/L a 100 mg/L.</p> <p>2 - A DL50 oral em ratos, 3188 mg/kg, sugere que a substância não será agudamente tóxica para animais terrestres a menos que esteja presente em altas concentrações.</p> <p>3 - O limite de exposição máximo recomendado é de 20 ppm de ar num tempo médio de 8h ou de 30 ppm como um valor teto (TWA).</p> <p>4 - Os efeitos variam de tonturas e dores de cabeça, a turvamento da visão e agitação, a convulsões, coma e morte. Os vapores também irrita o nariz e garganta. Contato direto do líquido com a pele causa queimaduras. O dissulfeto de carbono também pode prejudicar severamente os olhos.</p>	<p>1 - Os principais caminhos de degradação para o dissulfeto na atmosfera são oxidação e hidroxilação.</p> <p>2 - Na superfície do solo, a volatilização é o principal processo de destino do dissulfeto de carbono.</p> <p>3 - O dissulfeto é tóxico para as bactérias e é por isso usado para a desinfecção de solos.</p> <p>4 - A volatilização em água também é considerável. Sob condições alcalinas, sofre hidrólise lentamente com um tempo de meia vida de 1.1 ano em pH 9.</p> <p>5 - A biodegradação não ocorre em uma extensão significativa.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Metacrilato de metila	<p>1 - Não ocorrerá bioconcentração do mesmo em organismos aquáticos.</p> <p>2 - Com base no valor apresentado para pressão de vapor e constante da lei de Henry, a volatilização de meios aquosos, mostra-se como um mecanismo de transporte significativo para o metacrilato de metila.</p>	<p>1 - Dada a sua solubilidade em água, espera-se alguma remoção do mesmo através da dissolução nas gotas da chuva.</p> <p>2 - O metaorilato de metila é agudamente tóxico para animais terrestres apenas quando presente em concentrações muito altas.</p>	<p>1 - O metacrilato de metila é tóxico para peixes e golfinhos e inibe a multiplicação celular em microorganismos quando em altas concentrações. Os valores de toxicidade para organismos aquáticos são maiores do que 100mg/l.</p> <p>2 - O metaorilato de metila é agudamente tóxico para animais terrestres apenas quando presente em concentrações muito altas.</p> <p>3 - A remoção do metacrilato de metila mediante adsorção do mesmo por material particulado, existente em meio aquático, não é significativa.</p>	<p>1 - As maiores rotas de remoção do metacrilato de metila no ar são reações com NOX e fotólise direta.</p> <p>2 - Experimentos conduzidos sob condições de tratamento biológicos sugeriram que a biodegradação do metacrilato de metila pode ser significante em ambiente aquático. Também é possível de sofrer fotólise em ambientes aquáticos.</p> <p>3 - Também pode sofrer biodegradação no solo.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Metiletilcetona	<p>1 - Não é esperado que o mesmo bioconcentre-s e em peixes ou organismos aquáticos; a bioconcentra-se em peixes em geral é muito baixa.</p> <p>2 - Plantas e animais não costumam estocar metiletilcetona.</p>	<p>1 - Metiletilcetona evapora quando exposto ao ar e dissolve quando misturado com água.</p> <p>2 - Pelo fato de não se ligar bem ao solo, pode por lixiviação atingir o lençol freático.</p> <p>3 - A metiletilcetona não se adsorve significativamente a sólidos suspensos, e volatilizar-se-á para a atmosfera da superfícies aquáticas.</p>	<p>1 - A toxicidade da metiletilcetona em organismos aquáticos é baixa. Os valores de toxicidade são maiores do que 100 mg/L.</p> <p>2 - Os relatos encontrados para ratos e coelhos sugerem que a toxicidade do metiletilcetona frente a esses animais é baixa e nenhum efeito adverso foi encontrado a nível ambiental.</p> <p>3 - O limite de exposição permisível (OSHA) é de 200 ppm de ar para um tempo médio de 8h.</p> <p>4 - Contato direto e prolongado com a metiletilcetona irrita a pele e prejudica os olhos.</p>	<p>1 - O principal caminho de degradação para o metiletilcetona na atmosfera é a reação com radicais hidroxilas produzidos fotoquimicamente, produzindo primariamente acetaldeído.</p> <p>2 - Através de estudos em câmaras de fumaça poluente mostrou-se reativo.</p> <p>3 - Em solos secos ou úmidos, o metiletilcetona volatilizar-se-á para o ar e poderá sofrer fotólise na superfície do solo.</p> <p>4 - Em água a biodegradação aeróbica completa demora cerca de 5 a 10 dias seguida de iniciação com lodo ou superfícies de águas poluídas. Longos tempos foram requerida para águas marinhas.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Metilclorofórmio (1,1,1-Tricloroetano)	<p>1 - Não espera-se que o metilclorofórmio bioconcentre-se significativamente em organismos aquáticos.</p> <p>2 - Não é comumente estocado em plantas e animais.</p>	<p>1 - Volatiliza rapidamente para a atmosfera, a partir da água e do solo.</p> <p>2 - Uma vez na atmosfera, o mesmo é transportado a longas distâncias, mas pode ser removido da atmosfera pela chuva ou neve.</p>	<p>1 - Os valores de CL50 e CE50 para metilclorofórmio em organismos aquáticos varia de aproximadamente 30 até 130 mg/L.</p> <p>2 - O metilclorofórmio tem toxicidade aguda moderada para organismos aquáticos; os valores de toxicidade variam de >1mg/L a 100mg/L.</p> <p>3 - Devido a alta volatilidade é incomum o acúmulo até concentrações tóxicas nos solos e superfícies de águas.</p>	<p>1 - Evapora-se quando exposto ao ar e dissolve-se quando misturado com água.</p> <p>2 - Uma vez no ar desmembra-se lentamente em outras substâncias de estruturas menores.</p> <p>3 - A evaporação e lixiviação são as maiores formas de remoção do metilclorofórmio do solo.</p> <p>4 - Pode por lixiviação atingir o lençol freático.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Metilisobutilcetona	1 - Não espera-se que ocorra bioconcentração da substância em organismos aquáticos.	<p>1 - Não se prevê adsorção a solos ricos em matéria orgânica; entretanto, espera-se que seja móvel no solo e passível de ser lixiviados de aterros.</p> <p>2 - Os altos valores de pressão de vapor e constante da lei de Henry, indicam que o mesmo volatilizar-se-á de solos secos e úmidos.</p>	<p>1 - A toxicidade em organismos aquáticos é baixa; os valores de toxicidade são maiores do que 100mg/L.</p> <p>2 - Tem baixa toxicidade com roedores terrestre por via oral ou por inalação.</p> <p>3 - Estudos demonstraram que a névoa que se desprende da metilisobutilcetona reage moderadamente com óxidos de nitrogênio produzindo acetona, peroxiacetilnitrato, e nitrato de metila.</p> <p>3 - Quando descartados na água, não será adsorvido significativamente pelos sólidos suspensos, e então volatilizará para a atmosfera.</p>	<p>1 - O principal caminho de degradação, na atmosfera, é a reação com radicais hidroxilos produzidos fotoquimicamente.</p> <p>2 - Em solos secos ou molhados, pode sofrer volatilização e fotólise na superfície do solo. É também altamente móvel e pode ser lixiviado do solo para a água, além de ser suscetível à degradação aeróbica por mistura de microorganismos.</p> <p>3 - Na água sofre volatilização. Alguns relatos apontam que o mesmo sofre, em meio aquoso, uma biodegradação aeróbica. Não espera-se que sofra hidrólise ou que ocorra a adosção da metilisobutilcetona a sedimentos ou matéria orgânica suspensa.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Nitrobenzeno	<p>1 - Não espera-se que o nitrobenzeno bioacumule-se significativamente em organismos aquáticos.</p> <p>2 - Pode bioconcentrar-se em plantas terrestres.</p>	<p>1 - Volatizar-se-á de solos e superfícies de água, e é passível de biodegradação.</p> <p>2 - A adsorção em sedimentos e a bioconcentração não são significativas em água.</p> <p>3 - O nitrobenzeno pode lixivar através do solo e é considerado ter mobilidade intermediária.</p>	<p>1 - O nitrobenzeno é moderadamente tóxico para a vida aquática. Vários relatos de CL₅₀ em 96h estão na faixa de > 1mg/L a 100mg/L. Informações de toxicidade relatados para ratos, camundongos, e coelhos sugerem que nenhum efeito agudo será visto nos níveis de concentração ambiental encontrada.</p> <p>2 - O limite permissível para exposição é de 1 ppm (ar) em 8h.</p> <p>3 - O nitrobenzeno entra no corpo quando respira-se ar contaminado ou consome-se alimentos ou água contaminada com o mesmo. Ele também é absorvido através do contato com a pele.</p>	<p>1 - Aparentemente sofre fotólise direta na atmosfera. Os fotoproductos formados do nitrobenzeno na atmosfera inclui o- e p-nitrofenóis, e benzenonitroso. Fenol foi encontrado como um produto de fotodegradação do nitrobenzeno na ausência do oxigênio.</p> <p>2 - Altas concentrações de nitrobenzeno têm-se mostrado tóxico para microorganismos.</p> <p>3 - Em solução é passível de biodegradação e fotodegradação; pequenas quantidades também adsorve nos sedimentos ou volatilizam das superfícies das águas.</p> <p>4 - Pode causar câncer.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Tetracloreto de carbono	1 - Não espera-se que ocorra bioacumulação em organismos aquáticos.	<p>1 - Volatiliza rapidamente para a atmosfera da água e do solo como predito pela constante da lei de Henry (ver Propriedade).</p> <p>2 - A adsorção e descarte do solo depende do conteúdo orgânico da matéria, temperatura, saturação, e salinidade. O topo dos solos insaturados apresentam uma adsorção de 97% do total de tetracloreto de carbono presente, entretanto, em solos saturados profundos, 26% do tetracloreto de carbono lixivia até as águas subterrâneas.</p>	<p>1 - Tem moderada toxicidade aquada para organismos aquáticos; os valores de toxicidade encontram-se, geralmente na faixa entre > 1mg/L e 100mg/L.</p> <p>2 - Não há dados a respeito da toxicidade para organismos terrestres.</p>	<p>1 - No ar, o tetracloreto de carbono é degradado na atmosfera pela reação com radicais hidroxilas produzidos fotoquimicamente; Fosgênio e cloroacetilcloroeto são os principais produtos da degradação do mesmo.</p> <p>2 - No solo, aproximadamente 2,2% do tetracloreto de carbono presente no topo de solos insaturados serão volatilizados, em solos saturados 26% lixiviaria para as águas subterrâneas. Uma quantidade substancial será adsorvida pelo solo, como é comprovado pelo seu alto valor de KOC (ver Propriedades), indicando uma persistência de meses a anos.</p> <p>3 - A volatilização para a atmosfera é a maior rota de remoção da água. A altas temperaturas ocorre hidrólise lentamente.</p>

Relatório dos Fatores de Periculosidade

Substância	Bioacumulação	Migração para o meio	Toxicidade	Transform./Persistência
Tolueno	<p>1 - A bioacumulação é limitada em muitos organismos pelo metabolismo do tolueno em compostos mais polares que tem maior solubilidade em água e uma baixa afinidade por lipídeos.</p> <p>2 - Bioacumulação na cadeia alimentar é predita ser baixa.</p>	<p>1 - A maior parte do tolueno evapora-se para a atmosfera oriundo da água e do solo.</p> <p>2 - A adsorção e retardada em solo rico em material orgânico.</p>	<p>1 - Toxicidade aguda moderada para organismos aquáticos; os valores de toxicidade variam de >10mg/L a 100mg/L.</p> <p>2 - A DL50 em ratos, de 5.3 a 5.9 mg/kg, sugere que a substância não será agudamente tóxica para animais terrestres a menos que esteja presente em altas concentrações.</p> <p>3 - A exposição limite permissível (OSHA) é de 200 ppm de ar em 8h.</p>	<p>1 - O principal caminho de degradação na atmosfera é a reação com radicais hidroxilas produzidos fotoquimicamente. Também é oxidado por reações com NO₂, oxigênio, e ozônio, mas esses caminhos de degradação não são tão eficientes.</p> <p>2 - Na superfície do solo, a volatilização para o ar é considerável.</p> <p>3 - A degradação também ocorre em lençóis freáticos e em águas salgadas a uma taxa reduzida.</p> <p>4 - Afeta a saúde humana provocando perda muscular, memória e diminuição da capacidade mental.</p> <p>5 - Exposições repetidas afetam: rins, pulmões e sistema nervoso de animais. Em altas concentrações provoca dores de cabeça, intoxicação e morte.</p>