

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**THALLES MARQUES DA CUNHA**

**ANÁLISE DA TOXICIDADE AGUDA DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

**CRICIÚMA, JUNHO DE 2011.**

THALLES MARQUES DA CUNHA

**ANÁLISE DA TOXICIDADE AGUDA DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

**CRICIÚMA, JUNHO DE 2011.**

THALLES MARQUES DA CUNHA

**ANÁLISE DA TOXICIDADE AGUDA DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

**Orientador:** Prof. MSc.Claudio Ricken

**CRICIÚMA, JUNHO DE 2011.**

THALLES MARQUES DA CUNHA

**ANÁLISE DA TOXICIDADE AGUDA DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para a obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com linha de pesquisa em Avaliação de Impacto Ambiental.

Criciúma, 30 de Junho de 2011.

**BANCA EXAMINADORA**

-----  
Prof. M. Sc. Claudio Ricken – (UNESC) – Orientador

-----  
Prof<sup>a</sup>. M. Sc. Jacira Silvano – (IPAT)

-----  
Eng. Ambiental Morgana Levati Valvassori

Aos meus familiares, com muito carinho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Danilo e Regina, que me deram à vida e que me ensinaram a ser uma pessoa com caráter e dignidade.

Agradeço, ainda, aos meus irmãos Tatiana e Philipe, que sempre me incentivaram e, de maneira especial, a minha segunda "mãe" Dorinha. Como também aos demais familiares, meus avós e avôs, tios e tias, primos e primas.

Agradeço, ainda, aos meus colegas de curso pelo carinhoso tempo. Em que convivemos e aos felizes momentos que compartilhamos na Universidade, que espero nos momentos depois dela também, acho que seria injusto citar nomes, pois ia acabar esquecendo alguém.

A todos os professores do Curso de pelo envolvimento nesses anos de estudo e os profissionais do IPAT, em especial a minha co-orientadora Prof<sup>a</sup>. M. Sc. Jacira Silvano. A todos vocês fica a minha admiração e eterna gratidão.

**“Na natureza nada se cria nada se perde tudo se transforma”.**

**(Lavoisier)**

## RESUMO

A atividade construção e demolição no sul de Santa Catarina trouxeram benefícios econômicos e oferta de emprego para a região em geral. Entretanto, essa atividade acarretou impactos ao meio ambiente, por causa do grande volume gerado de resíduos, descartes incorretos de poluentes tóxicos e a criação de Bota-fora, que com passar do tempo, acaba virando um lixão a céu aberto. Este trabalho teve como objetivo realizar a análise toxicidade aguda do extrato solubilizado do Resíduo da Construção Civil por meio de testes com *Daphnia magna* em observância a portaria FATMA 017/02, que estabelece os limites de toxicidade. Os resultados demonstraram a não toxicidade do RSCD.

**Palavras-chave:** RCC, Bota-fora, Amostragem, Extrato Solubilizado, Toxicidade Aguda, FTd, *Daphnia magna*.



## LISTA DE ABREVIATURAS

**ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas

**CETESB** – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo

**CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente

**FATMA** - Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina

**FT** - fator de toxicidade

**IPAT** – Instituto de Pesquisa Ambientais e Tecnológicas

**NBR** – Norma Brasileira Regulamentada

**RCC** - Resíduo da Construção Civil

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classificação dos resíduos segundo sua origem, destacando os Resíduos Sólidos da Construção e Demolição (RSCD) que é outra denominação de RCC.	18
Figura 2: Alguns Componentes do RCC.	21
Figura 3: Fontes de RCCD ou RCC.	22
Figura 4: Outros tipos de resíduos.	26
Figura 5: lâmpadas fluorescentes descartadas junto com RCC.	28
Figura 6: Materiais que constituem a lâmpada fluorescente.	28
Figura 7: Tabela – Pontos de amostragem recomendados	32
Figura 8: <i>Daphnia magna</i>	39
Figura 9: Ponto de Coleta número 01.	46
Figura 10: Ponto de Coleta número 02.	47
Figura 11: Ponto de Coleta número 03.	48
Figura 12: Trado.	49
Figura 13: Trado utilizado na amostragem.	49
Figura 14: Recipientes das amostras.	50
Figura 15: Coleta em monte ou pilha.	50
Figura 16: Coleta das amostras nas pilhas.	51
Figura 17: Coleta das amostras usando os equipamentos de proteção.	52
Figura 18: Descontaminação do trado.	52
Figura 19: Colocação do trado no ponto de amostragem.	53
Figura 20: Transferência da amostra para frasco.	53
Figura 21: Limpeza do trato.	54
Figura 22: Peneiração das amostras.	54
Figura 23: Determinação da umidade das amostras.	55
Figura 24: Mistura da amostra com água destilada.	55
Figura 25: Armazenamento dos frascos e amostras depois de 7 dias antes da filtração.	56
Figura 26: Filtração das amostras.	56
Figura 27: Laboratório de Ecotoxicologia - IPAT.	58
Figura 28: Realização do Pré-teste.	59

Figura 29: Determinações do Pré-teste.	59
Figura 30: Separação de organismos para o teste definitivo.	60
Figura 31: Preparação das diluições do teste definitivo.	60
Figura 32: Adição de <i>Daphnia</i> nas diluições do teste definitivo.	61
Figura 33: Armazenamento das diluições do teste definitivo.	61
Figura 34: Determinação do numero de organismos imóveis do teste definitivo.	62
Figura 35: Os Limites Máximos de Toxicidade Aguda para os microcrustáceos - <i>Daphnia magna</i> segundo Tabela I da portaria N° 017/02 – FATMA de 2002.	67

**LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1: Os componentes de tintas e solventes.	27
QUADRO 2: Resumo dos requisitos para o ensaio de toxicidade aguda.	44
QUADRO 3: Amostra Número 01 x Possíveis Constituinte Tóxicos.	65
QUADRO 4: Amostra Número 02 x Possíveis Constituinte Tóxicos.	65
QUADRO 5: Amostra Número 03 x Possíveis Constituinte Tóxicos.	66

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Exemplo da determinação do FTd	44
Tabela 2: Número de indivíduos imobilizados no pré-teste com <i>Daphnia magna</i> nos Pontos de Coleta 01, 02 e 03.	63
Tabela 3: Resultados dos Testes de Toxicidade Aguda no Extrato Solubilizado no Ponto de Coleta 01.	63
Tabela 4: Resultados dos Testes de Toxicidade Aguda no Extrato Solubilizado no Ponto de Coleta 02.	64
Tabela 5: Resultados dos Testes de Toxicidade Aguda no Extrato Solubilizado no Ponto de Coleta 03.	64

## Sumário

<b>1.INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>18</b>
3.1 RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
3.1.1 <i>Classificação</i>	19
3.1.2 <i>Características e Composição</i>	20
3.1.3 <i>A Geração de RCC</i>	22
3.1.4 <i>Coleta, Transporte e Disposição Final</i>	23
3.1.5 <i>Reciclagem e Usina de Reciclagem</i>	23
3.1.6 <i>Impactos Ambientais Relacionados aos RCC</i>	25
3.1.7 <i>Toxicidade do RCC</i>	27
3.2 AMOSTRAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS	29
3.2.1 <i>Definições</i>	29
3.2.2 <i>Preparação para Amostragem</i>	30
3.2.3 <i>Objetivo da amostragem</i>	30
3.2.4 <i>Pré-caracterização do resíduo</i>	30
3.2.5 <i>Plano de Amostragem</i>	30
3.2.6 <i>Seleção do Amostrador</i>	31
3.2.7 <i>Seleção recipiente da amostra</i>	31
3.2.8 <i>Seleção ponto de amostragem</i>	31
3.2.9 <i>Número de amostras</i>	32
3.2.10 <i>Definição do volume de amostras</i>	32
3.2.11 <i>Identificação e Ficha de Coleta</i>	33
3.2.12 <i>Procedimentos de Amostragem</i>	33
3.2.13 <i>Segurança</i>	34
3.2.14 <i>Procedimentos para utilização do trado</i>	35
3.2.15 <i>Preservação e tempo de armazenagem de amostras</i>	36
3.3 SOLUBILIZAÇÃO DE RESÍDUOS	36
3.3.1 <i>Objetivo</i>	36
3.3.2 <i>Aparelhagem</i>	36
3.3.3 <i>Reagentes e materiais</i>	37
3.3.4 <i>Amostragem de campo</i>	37
3.3.5 <i>Procedimentos de Solubilização</i>	37
3.3.6 <i>Interpretação dos dados</i>	38
3.4 TOXICIDADE AGUDA – MÉTODO DE ENSAIO COM DAPHNIA MAGNA	38
3.4.1 <i>Daphnia magna</i>	39

3.4.2	<i>Definições</i>	40
3.4.3	<i>Lavagem de material</i>	41
3.4.4	<i>Água de diluição</i>	41
3.4.5	<i>Organismos-teste</i>	41
3.4.6	<i>Método de Ensaio</i>	41
3.4.7	<i>Procedimentos</i>	42
3.4.8	<i>Expressão dos Resultados</i>	44
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>46</b>
4.1	AMOSTRAGEM DO RCC	46
4.1.1	<i>Amostrador</i>	48
4.1.2	<i>Recipiente da amostra</i>	49
4.1.3	<i>Ponto de amostragem</i>	50
4.1.4	<i>Número de amostras</i>	51
4.1.5	<i>Volume de amostras</i>	51
4.1.6	<i>Equipamentos de Proteção Individual</i>	51
4.1.7	<i>Coleta das Amostras</i>	52
4.1.8	<i>Preservação e tempo de armazenagem de amostras</i>	54
4.2	SOLUBILIZAÇÃO DO RCC	54
4.2.1	<i>Relatório dos dados</i>	57
4.3	ENSAIOS DE TOXICIDADE	57
4.3.1	<i>Ensaio preliminar</i>	58
4.3.2	<i>Ensaio definitivo</i>	60
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>63</b>
5.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS COM BASE NA PORTARIA DA FATMA	66
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>68</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>69</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O impacto ambiental tem ações sobre os mais diversos meios como ar, água e o solo. Os Resíduos da Construção Civil produzidos em todos os centros urbanos, ao longo do tempo, vem gerando grande preocupação a população em geral, por causa da sua grande produção, como também a coleta e transporte, mas principalmente sobre sua destinação final, como exigir a intensificação da fiscalização dos órgãos públicos sobre as não conformidades legais e a necessidade de utilizar as mais diversas ferramentas, como a reciclagem, visando de diminuição do volume, sendo uma solução alternativa.

Na classificação do resíduo, a NBR 10.004:2004 define as periculosidades dele ao meio ambiente e à saúde pública e indica a destinação adequada para este. Para a aplicação desta norma, é necessário consultar as NBR sobre solubilização, sobre amostragem de resíduos e sobre Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade Aguda.

As ações voltadas para identificações de contaminantes não se limitam apenas as análises físicas e químicas, outras ferramentas como bioensaios de toxicidade são uma alternativa na observação do comportamento e indicação das condições de um resíduo em determinado meio.

Portando, neste trabalho será utilizada a metodologia de amostragem de resíduos sólidos, como também, do extrato solubilizado de resíduos sólidos. E no final, a metodologia de Análise de Toxicidade Aguda do Extrato Solubilizado de Resíduos da Construção Civil, empregando como bioindicador o microcrustáceo *Daphnia magna*, para definir se o RCC pode ser tóxico ou não ao meio ambiente.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

- Analisar a Toxicidade Aguda do Resíduo da Construção Civil.

### **2.2 Objetivos específicos**

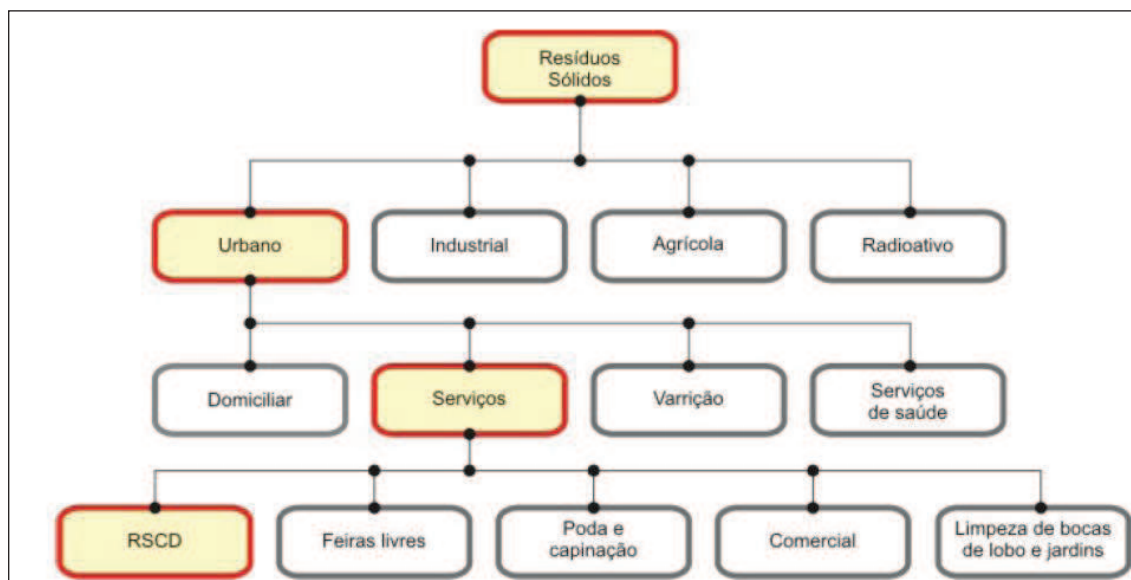
- ✓ Identificar os resíduos mais comuns em construção e demolição;
- ✓ Obsevar a presença no Resíduo da Construção Civil de tintas e vernizes.
- ✓ Avaliar o índice de toxicidade em Resíduo da Construção Civil;
- ✓ Verificar se outros resíduos estão sendo descartados e/ou depositados junto com o RCC.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Resíduo da Construção Civil

Pode-se definir resíduos sólidos como qualquer matéria no estado sólido ou semi-sólido, que resultam das atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (ABNT, 2004a), conforme Figura 1:

**Figura 1: Classificação dos resíduos segundo sua origem, destacando os Resíduos Sólidos da Construção e Demolição (RSCD) que é outra denominação de RCC.**



Fonte: INOJOSA, 2010.

Para efeito da Resolução 307/2002 do CONAMA, são adotadas as seguintes definições sobre Resíduos da construção civil:

**I - Resíduos da construção civil:** são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (Brasil, 2002).

Já a Lei Nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos diz que “resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2010).

MARQUES NETO (2005, p. 23) define RCC como: “todo rejeito de material utilizado na execução de etapas de obras da construção civil. Podem ser provenientes de construção novas, reformas, reparos, restauração, demolições e obras de infraestrutura”.

### 3.1.1 Classificação

A classificação dos resíduos e normas complementares foi padronizada a nível nacional pela ABNT:

- NBR 10.004:2004– Resíduos sólidos – Classificação;
- NBR 10.005:2004 – Lixiviação de resíduos – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos;
- NBR 10.006:2004 – Solubilização de resíduos – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos;
- NBR 10.007:2004 – Amostragem de resíduos – Procedimento.

Nesta Norma, **NBR 10004:2004** – Resíduos sólidos são definidos na seguinte classificação:

- Resíduo classe I – perigosos;
- Resíduo classe II A – não perigoso (não-inertes);
- Resíduo classe II B – não perigoso (inertes).

De acordo com NETO (2005, p.24) “A NBR 10004:1998 coloca os resíduos da construção civil na Classe III – Inertes -...”.

A Resolução CONAMA 307/2002 também estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão de resíduos, classificando em quatro diferentes classes:

**I - Classe A** - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

**II - Classe B** - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; (Alterada pela Resolução CONAMA 431/2011)

**III - Classe C** - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

**IV - Classe D** - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros (Brasil, 2002).

### 3.1.2 Características e Composição

O RCC, conhecido vulgarmente por entulho, possui características muito peculiares, pois é produzido por um setor com enorme gama de técnicas e metodologias de produção, como também, controle de qualidade do processo produtivo (MARQUES NETO, 2005).

Muitos aspectos interferem nas características e composição dos RCC, segundo INOJOSA (2010):

- ✓ Tipo de obra (exemplo: construção ou reforma);
- ✓ Nível de desenvolvimento técnico da indústria local;
- ✓ Qualidade e nível de treinamento da equipe de funcionários;
- ✓ Técnicas de construção e demolição empregadas;
- ✓ Programas de qualidade e redução de perdas empregadas;
- ✓ Processos de reciclagem e reutilização utilizados nos canteiros de obras;
  
- ✓ Disponibilidade de materiais na região;
- ✓ Desenvolvimento econômico local;
- ✓ Panorama político;
- ✓ Condições topográficas;
- ✓ Métodos utilizados para coleta, processo e local da amostragem.

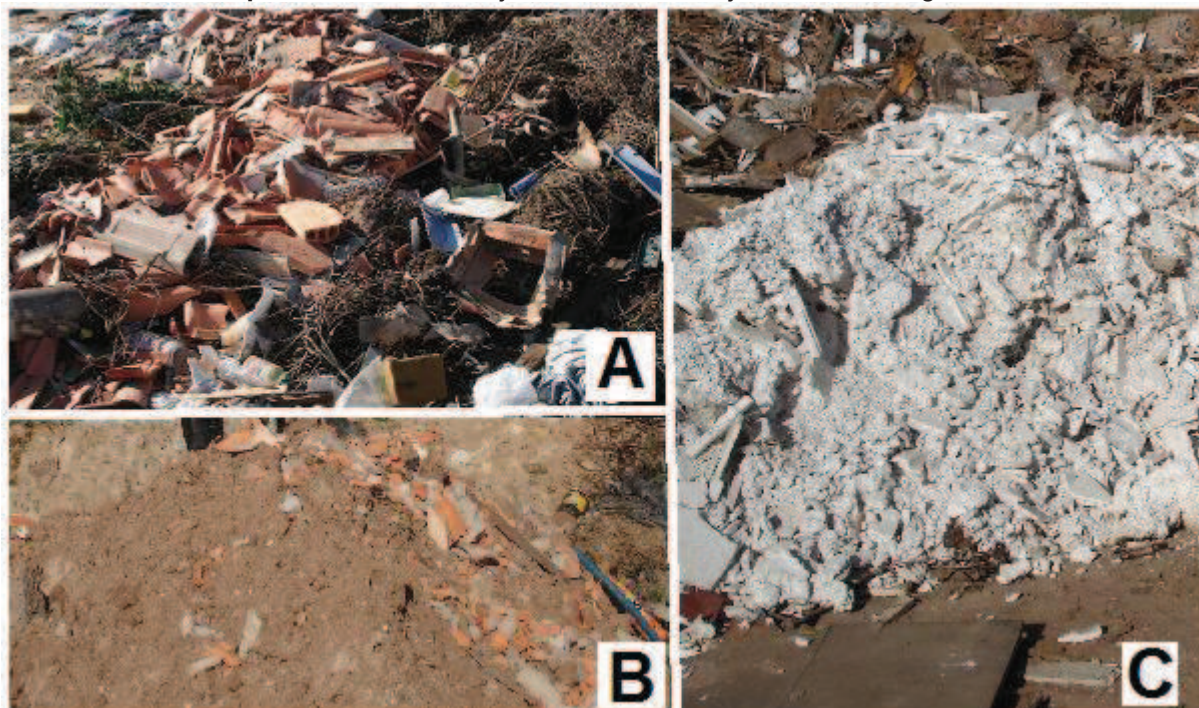
A composição do RCC é muito variada conforme definido pelas normas e os autores sobre a temática, abaixo alguns componentes presentes segundo MARQUES NETO (2005):

- Argamassas;
- Tijolos;
- Telhas, lajotas, materiais cerâmicos;

- Concreto;
- Blocos de concreto;
- Ladrilhos de concreto;
- Rochas;
- Cimento-amianto;
- Areia;
- Solo, poeira e lama;
- Asfalto;
- Gesso;
- Metais;
- Madeiras;
- Papeis/matérias orgânicas;
- Outros.

**Figura 2: Alguns Componentes do RCC.**

**Seqüência:** A – telhas, tijolos e outros, B - tijolos e solo, C - gesso.

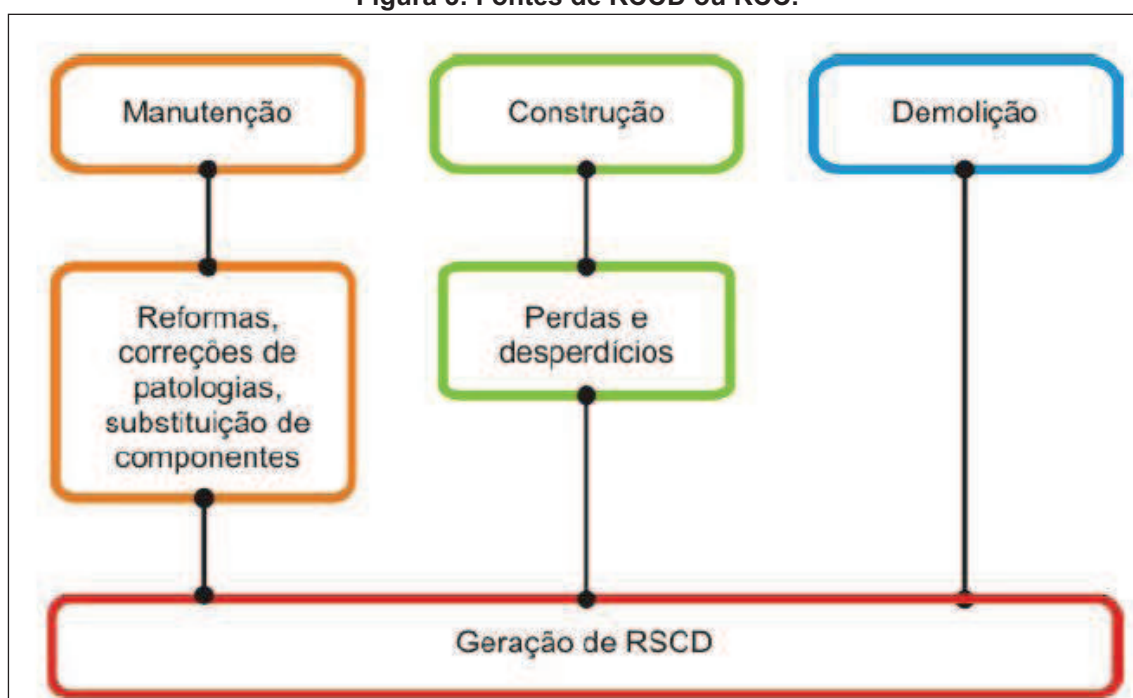


### 3.1.3 A Geração de RCC

A geração de RCC *per capita* no país é estimada em 500 kg/hab.ano e Sua participação na massa total de RSU (Resíduo Solido Urbano) pode chegar a 70% em algumas cidades (MARQUES NETO, 2005).

O RSCD possui, basicamente, três fontes de geração típicas: manutenção, construção e demolição, conforme figura 3:

Figura 3: Fontes de RCCD ou RCC.



Fonte: INOJOSA, 2010.

Alguns fatores que podem provocar perdas nas etapas de manutenção, construção e demolição (MARQUES NETO, 2005; INOJOSA, 2010)

- Falhas ou omissões na elaboração dos projetos (descaso e improvisação);
- Má qualidade dos materiais (redução de custo);
- Acondicionamento impróprio dos materiais de construção (descaso e improvisação);
- Má qualificação da equipe de funcionários (falta de treinamento);
- Falta de técnicas e equipamentos adequados (improvisação);
- Má administração do canteiro de obras (descaso);
- Falta de acompanhamento técnico (descaso e redução de custo);



- Carência de informações e garantias em relação aos produtos e serviços do setor (redução de custo);

- Falta de cultura de reutilização e reciclagem (descaso, falta de treinamento e conscientização).

#### 3.1.4 Coleta, Transporte e Disposição Final

A coleta e o transporte do RCC, de acordo com as exigências legais são de responsabilidade dos geradores e sua retirada não deve afetar a limpeza urbana. Sendo comum, os geradores contratam empresas especializadas para realizarem a coleta, o transporte e a disposição final do RCC (MARQUES NETO, 2005; INOJOSA, 2010).

Compete aos governos municipais administrar o manejo do RCC, a fim de evitar o descarte em áreas não regulamentadas, destinando áreas apropriadas a este, a fiscalização e controle das atividades de coleta, transporte e destinação (MARQUES NETO, 2005; INOJOSA, 2010).

#### 3.1.5 Reciclagem e Usina de Reciclagem

A reciclagem de RSCD apresenta vantagens econômicas e ambientais, e tem recebido grande incentivo pela legislação federal, estadual e municipal. É um dos instrumentos propostos pela Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010 – que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Permitir que o RCC retorne à cadeia produtiva tem obviamente uma série de benefícios econômicos, sociais e ambientais, por exemplo ((MARQUES NETO, 2005; INOJOSA, 2010):

- Economia na aquisição de matéria prima (substituição de materiais convencionais por RCC);

- Decréscimo da poluição gerada pela RCC em lugares inadequados (enchentes e assoreamentos dos corpos d'água).

- Extensão da vida útil dos aterros, com a redução da geração de RCC;

- Redução do uso de recursos naturais e preservação das reservas dos recursos;

- Geração de recursos, sendo uma alternativa para mineradores, já que cada vez mais estão sujeitas as restrições ambientais;
- Redução do consumo de energia e de geração de CO<sub>2</sub> na produção e no transporte de materiais;

Em relação à substituição da disposição irregular (bota-fora) pela reciclagem, apresenta vantagens econômicas enorme para administração municipal, uma vez que o custo com o descarte irregular, correção da deposição com aterramento e controle de doença pode girar em torno de U\$ 10/m<sup>3</sup> para as prefeituras, já o custo para reciclagem corresponde a 25% desse valor (MARQUES NETO, 2005).

A reciclagem de RCC acarreta também vantagens sociais pela utilização de materiais reciclados em programas sociais de habitação popular e de infraestrutura urbana, como também a criação de empregos diretos e indiretos (CARANEIRO *et al.*, 2001 apud MARQUES NETO 2005).

Segundo MARQUES NETO (2005) as principais aplicações de RCC reciclados são:

✓ Uso em pavimentação - menor utilização de tecnologia e com menor custo operacional; utilização de todos os componentes minerais do RCC, sem necessidade de separação; economia de energia na moagem do RCC; maior utilização de RSCD de pequenas obras e demolições;

✓ Utilização como agregado para concreto – substituição dos agregados convencionais pelo os provenientes do RCC com a possibilidade de melhoria do desempenho do concreto pelo baixo consumo de cimento;

✓ Utilização como agregado para argamassas - para assentamento de tijolos e blocos ou/e em revestimentos internos e externos, já que há a redução dos custos de transporte, do consumo de cimento e cal e o ganho de resistência a compressão do material reciclado em relação a argamassas comum.

A tecnologia de reciclagem de RCC consiste em uma seqüência de operações que não interferem nas qualidades químicas dos materiais, apenas físicas, devendo levar em consideração o uso que se pretende dar ao agregado reciclado. As operações, geralmente, realizadas nas usinas são: redução de tamanho, separação de tamanho, concentração e auxiliares (MARQUES NETO, 2005).



### 3.1.6 Impactos Ambientais Relacionados aos RCC

Embora o RCC seja classificado como inerte pela norma (NBR 10.004/1987) ao meio ambiente é prejudicial ao meio ambiente, se torna prejudicial em razão da grande quantidade produzida, gerando enorme demanda por novas áreas para sua destinação. Outros problemas relacionados ao RCC são a destinação em locais irregulares, devido à falta de fiscalização e controle das administrações municipais das atividades de coleta e transporte, aos altos custos operacionais das empresas coletoras e para os usuários, a falta de incentivos à triagem e ao beneficiamento (reciclagem), e a falta de mercados para captação dos mesmos (MARQUES NETO, 2005).

Ocorre que na etapa de coleta e transporte, geralmente são agregados aos RCC outros tipos de resíduos, como materiais volumosos (sofás, armários etc), materiais de poda de árvores e jardim (muitas exóticas a flora e fauna da região), embalagens (papelão) e outros rejeitos diversos (isopor, eletrônico, informática, etc). Isto decorre, devido o fato que o sistema de coleta adotado em nosso país é realizado, prioritariamente, por caçambas abertas, que permitem aos habitantes o descarte de todo o tipo de materiais, até alguns que não são recolhidos pela coleta regular de lixo domiciliar, exemplo: lâmpadas e pilhas, e outros que até são recolhidos, alguns são considerados lixo doméstico, exemplo: fezes de animais domésticos, recolhidos pelos donos em saco plástico durante o passeio pelas ruas (INOJOSA, 2010).

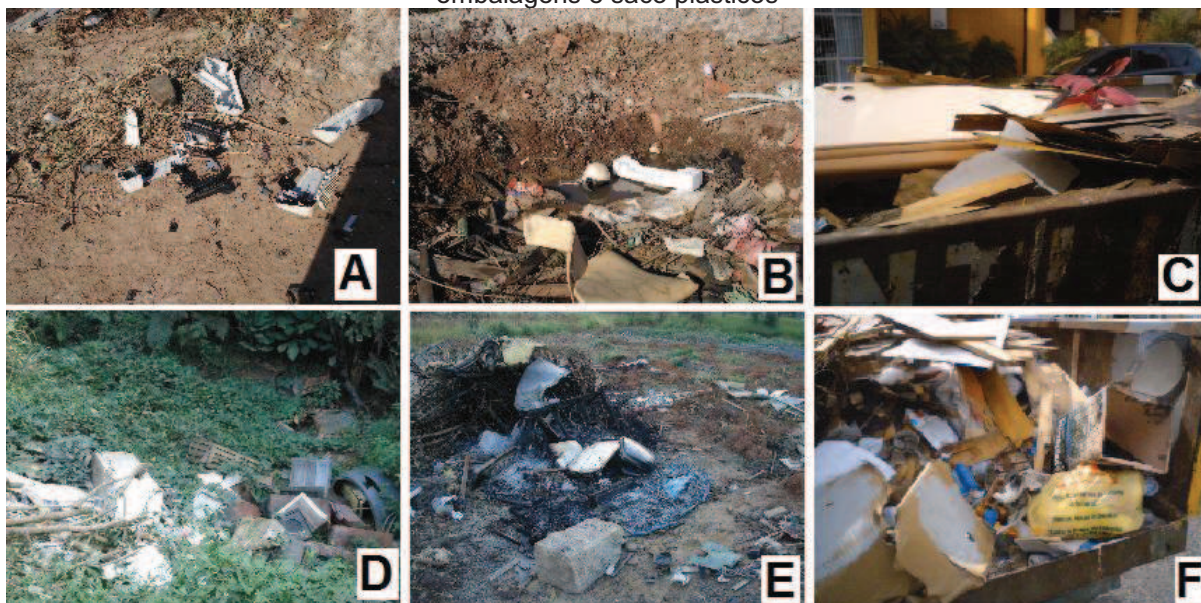
O descarte clandestino (bota-fora) ocorre em áreas de várzea, rios, córregos, taludes, terrenos desocupados, áreas verdes e até mesmo em propriedades particulares como base para futura construção, levando à contaminação do solo e da água devido à presença de produtos como solventes, tintas, lâmpadas fluorescentes e outros. A deposição irregular está também associada ao pré-aterramento de áreas inadequadas, contribuindo para o agravamento de problemas urbano como enchentes e alagamentos. (PINTO, 1999 apud MARQUES NETO, 2005).

A deposição constante desses materiais nestes locais pode levar a população a pensar que tal fato é normal e que sua existência é um cenário comum em todas as cidades, incentivando também a deposição de outros tipos de resíduos

(Figura 04), como resíduos volumosos, industriais e domiciliares. Dando origem a lixões a céu aberto, tornando-se local propício à proliferação de vetores de doenças e outras espécies desagradáveis ao ambiente urbano, como também a contaminação dos solos, dos corpos hídricos, da atmosférica (MARQUES NETO, 2005).

**Figura 4: Outros tipos de resíduos.**

**Seqüência:** A – eletrônico, B – capacete e isopor, C –, plantas D - móveis, E - móveis queimados, F – embalagens e saco plásticos



As condições do ambiente ao age sobre estes materiais, nas caçambas abertas e nos bota-fora, através da água (chuva acida), da umidade, dos raios solares, brisas e ventos. Os principais fenômenos e reações existentes na relação materiais/ambiente são de acordo com NAVARRO (2001):

✓ Oxidação - pode se entender como a reação do oxigênio atmosférico com o material formando óxidos estáveis.

✓ Corrosão - os materiais, principalmente os metais, podem ser parcialmente dissolvidos em ambientes aquosos ou úmidos, que torna-se mais intenso em ambientes próximos aos mares e oceanos pelo alto teor de sal existente na atmosfera nestes locais.

✓ Degradação dos polímeros pelos raios ultravioletas – Além de serem atacados pelo oxigênio atmosférico, os polímeros, em sua maioria, sofrem drástica ação dos raios ultravioletas.

A solução para deduzir estes problemas ambientais, dos bota-foras, seria a remoção dos RCC desses locais, estes custos podem chegar aos seguintes

valores por tonelada: por exemplo, em São Paulo – R\$36,00/t e Recife – R\$25,00/t (PINTO 1999 apud INOJOSA, 2010).

### 3.1.7 Toxicidade do RCC

Os resíduos perigosos oriundos do RCC, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, podem ser agentes tóxicos nocivos ao meio ambiente, devido os componentes neles presentes, principalmente tintas e solventes. O quadro, abaixo, mostra os principais componentes de tintas e solventes (TEVES, 2001):

**QUADRO 1: Os componentes de tintas e solventes.**

<b><u>RESINAS E SEUS COMPONENTES</u></b>	Pigmentos azóico laqueados
Resinas poliésteres	Pigmentos azo-benzimidazonas
Resinas celulósicas	Pigmentos perilenos
Resinas hidrocarbônicas	Pigmentos ftalocianinas
Resinas de borracha clorada	
Resinas silicônicas	<b><u>ADITIVOS</u></b>
Resinas epoxídicas e amínicas	Etilenoglicol
Resinas poliuretânicas	Hidroquinona
Resinas acrílicas e vinílicas	Compostos carbamatos
	Compostos ftalatos
<b><u>METAIS PESADOS</u></b>	Dietilato (DEP)
Cádmio	Dibutilftalato (DBP)
Chumbo	Fosfato de Tricresila
Crômio	
Manganês	<b><u>SOLVENTES</u></b>
Merúrio	Solventes hidrocarbonetos alifáticos
Zinco	Solventes hidrocarbonetos aromáticos
	Solventes oxigenados
<b><u>PIGMENTOS ORGÂNICOS</u></b>	Nitroparafinas
Pigmentos monoazóicos	Solventes clorados

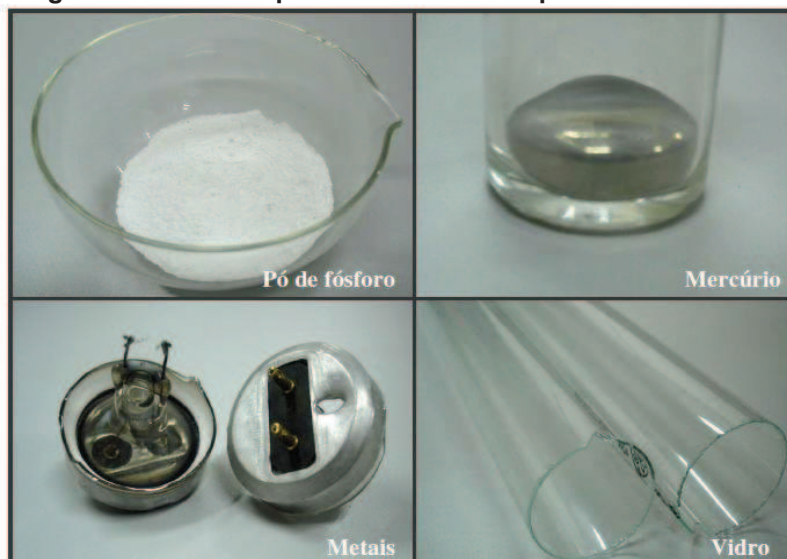
Como também, aqueles RCC contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. Ao mesmo tempo, há o RCC contaminado por outros tipos de resíduos, principalmente, as lâmpadas fluorescentes que são geralmente descartadas junto com ele, conforme figura abaixo:

**Figura 5: lâmpadas fluorescentes descartadas junto com RCC.**



A existência de mercúrio na composição nestas lâmpadas a pós-consumo faz com que elas sejam classificadas como 'Resíduo Perigoso de fontes não específicas – Classe I – sob código F044, conforme a NBR 10004:2004 da ABNT. Aproximadamente em cada 1.000 lâmpadas destas tem: 6 kg de pó de fósforo, 18 kg de terminais de alumínio, pinos de cobre, eletrodos etc, 8000 mg de mercúrio e 260 kg de vidro (COMEM, 2008).

**Figura 6: Materiais que constituem a lâmpada fluorescente.**



Fonte: COMEM, 2008.



## 3.2 Amostragem de Resíduos Sólidos

Segundo BYRNES apud CETESB (1999), diversos compartimentos ambientais podem ser amostrados na investigação de uma área possivelmente contaminada, são citados: os solos, os sedimentos, as rochas, aterros, águas subterrâneas, águas superficiais, águas da zona não saturada (solução do solo), gás do solo, ar ambiente (interno e externo). Como também, amostrados resíduos (em pilhas ou contêiner), efluentes, partes das edificações (paredes, pisos, tintas), poeira, animais e vegetação.

A ABNT NBR 10.007:2004, **Amostragem de Resíduos Sólidos**, traz as exigências necessárias para a operação de amostragem de resíduos, no qual serão mantidas as características do resíduo.

### 3.2.1 Definições

Abaixo estão, para efeito da norma NBR 10.007:2004, algumas definições importantes na amostragem de resíduos sólidos:

- ✓ **Amostrador:** Equipamento ou aparelho utilizado para coleta de amostras;
- ✓ **Amostra simples:** Parcela do resíduo a ser estudada, obtida através de um processo de amostragem único ponto e profundidade;
- ✓ **Amostra composta:** Soma de parcelas individuais do resíduo a ser estudada, obtidas em pontos, profundidades e/ou instantes diferentes, através dos processos de amostragem. Estas parcelas devem ser misturadas de forma a se obter uma amostra homogênea;
- ✓ **Amostra homogênea:** Amostra obtida pela melhor mistura possível das alíquotas dos resíduos;
- ✓ **Pilha ou monte:** Qualquer acúmulo de resíduo não contido, que não apresente escoamento superficial;
- ✓ **Técnico de amostragem:** Profissional técnico responsável pela execução da coleta de amostra.

### 3.2.2 Preparação para Amostragem

Antes de se retirar as amostras, nos pontos escolhidos, devem ser estabelecidas às linhas básicas, como definir o plano de amostragem: objetivo da amostragem, número e tipo de amostras, amostradores, local de amostragem, frascos e preservação da amostra (ABNT, 2004c).

### 3.2.3 Objetivo da amostragem

Coletar uma quantidade representativa de resíduo, visando determinar suas características quanto à toxicidade destas amostras (ABNT, 2004c).

### 3.2.4 Pré-caracterização do resíduo

A pré-caracterização de um resíduo será feita através de levantamento dos processos que lhe deram origem. As informações serão obtidas pela referência bibliográfica e visita *in loco*, nos quais irá determinar volume aproximado, estado físico, constituintes principais, temperatura, etc (ABNT, 2004c).

Tais informações permitirão ao técnico de amostragem a definição do tipo de amostrador mais adequado, dos parâmetros que serão estudados ou analisados, do número de amostras e do seu volume, do tipo de frasco de coleta e do método de preservação que deve ser utilizado (ABNT, 2004c).

### 3.2.5 Plano de Amostragem

De acordo com a norma (ABNT, 2004c) o plano de amostragem deve ser:

“estabelecido antes de se coletar qualquer amostra, ser consistente com o objetivo da amostragem e com a pré-caracterização do resíduo, e deve incluir: avaliação do local, forma de armazenamento, pontos de amostragem, tipos de amostradores, número de amostras a serem coletadas, seus volumes, seus tipos (simples ou compostos), número e tipo dos frascos de coleta, métodos de preservação e tempo de armazenagem, assim como os tipos de equipamentos de proteção a serem utilizados durante a coleta.”

Recomenda-se que não seja aplicada uma forma única de definição para o plano de amostragem, já que ocorre uma grande variabilidade de tipos de áreas

suspeitas de contaminação que necessitam ser investigadas. Pois envolve diferentes tipos de fontes de contaminação, contaminantes, vias de transporte e receptores ou bens a proteger (CETESB, 1999).

### 3.2.6 Seleção do Amostrador

Os resíduos podem ser encontrados sob várias formas, tais como: misturas, líquidos multifásicos, lodos e sólidos. As misturas líquidas e lodos podem variar em sua viscosidade, reatividade, corrosividade, volatilidade, inflamabilidade, etc. Já os sólidos podem variar desde pós ou grãos até grandes pedaços. Embora, seja comum encontrar os resíduos em pilhas ou recipientes nas mais diferentes formas e tamanhos (ABNT, 2004c).

### 3.2.7 Seleção recipiente da amostra

Deve ser considerada na escolha do frasco de amostragem sua compatibilidade do material do frasco e da sua tampa com os resíduos, como também a resistência, volume e facilidade de manuseio do mesmo (ABNT, 2004c).

### 3.2.8 Seleção ponto de amostragem

O ponto de amostragem é o local onde será coletada a amostra, no presente trabalho foram às pilhas de RCC escolhidas nos bota-foras, já que, nos bota-fora, se encontram quase todos os tipos de RCC, alguns deles contaminados por outros resíduos. Como também, a facilidade de retirada das amostras pelo livre acesso nos locais.

A **figura 07** apresenta os pontos de amostragem recomendados pela NBR 10.007:2004 em função dos tipos e formas dos recipientes:

Figura 7: Tabela – Pontos de amostragem recomendados

Tipo de recipiente	Ponto de amostragem
Tambor ou contêiner com abertura na parte superior	Retirar a amostra através da abertura superior
Barris ou recipientes similares	Retirar as amostras pela parte superior dos barris, barrilhetes de fibras e similares Coletar as amostras de toda a seção vertical, em pontos opostos e em diagonal, passando pelo centro do recipiente (ver figura A.1)
Sacos e similares	Retirar as amostras pela parte superior, evitando fazer furos adicionais por onde o material possa vaziar Coletar as amostras de toda a seção vertical, em pontos opostos e em diagonal, passando pelo centro do recipiente (ver figura A.1)
Caminhões-tanque e similares	Retirar as amostras através da abertura superior do tanque. Se for necessário, retirar a amostra de sedimentos através da válvula de purga Se o tanque for compartimentado, retirar as amostras de todos os compartimentos
Lagoas e tanques abertos	Dividir a área superficial em uma rede quadriculada imaginária. De cada quadricula, retirar as amostras de maneira que as variações do perfil sejam representadas
Montes ou pilhas de resíduos <sup>1, 2)</sup>	Retirar as amostras de pelo menos três seções (do topo, do meio e da base). Em cada seção, devem ser coletadas quatro alíquotas, equidistantes. O amostrador deve penetrar obliquamente nos montes ou pilhas (ver figura A.1)
Tanque e/ou contêiner de armazenagem	Retirar a amostra através de abertura própria. Para tanques e/ou contêiner com profundidades superiores a 1,5 m, retirar as amostras de maneira que as variações do perfil sejam representadas
Leitos de secagem, lagoas secas ou solo contaminado	Dividir a superfície em uma rede quadriculada imaginária. De cada quadricula retirar uma amostra representativa da área contaminada
<sup>1)</sup> Sempre que possível, proceder ao espalhamento do monte ou pilha, efetuando a coleta de amostra por quarteramento. <sup>2)</sup> Deve-se proceder ao desmonte da pilha ou do monte, caso o amostrador não esteja adequado às condições e dimensões para a coleta de amostra. NOTA: O número de quadriculas é determinado pelo número desejado de amostras a serem coletadas, as quais, quando combinadas, dão uma amostra representativa dos resíduos.	

Fonte: ABNT, 2004c.

### 3.2.9 Número de amostras

Para obtenção da concentração média do resíduo, deve-se então ser coletada uma ou mais amostra compostas para cada procedimento de amostragem nos presentes casos (ABNT, 2004c).

### 3.2.10 Definição do volume de amostras

Durante a fase de planejamento devem-se estabelecer quais as análises e ensaios que serão realizados e qual será o volume de amostras necessário. É imprescindível obter volumes que permitam a realização de contraprovas, caso seja necessário (ABNT, 2004c).



### 3.2.11 Identificação e Ficha de Coleta

Toda amostra deve ser identificada imediatamente após a coleta, conforme define a norma ABNT NBR 10.007:200, como também, toda amostra deve possuir uma ficha de coleta que permita a sua identificação para realização dos ensaios pretendidos. Para que não haja erro ou fraude tanto no procedimento de amostragem e/ou análise das amostras.

A mesma norma (ABNT, 2004c) define que a ficha de coleta deve conter no mínimo os seguintes dados:

- a) nome do técnico de amostragem;
- b) data e hora da coleta;
- c) identificação da origem do resíduo;
- d) identificação de quem receberá os resultados;
- e) número da amostra;
- f) descrição do local da coleta;
- g) determinações efetuadas em campo;
- h) determinações a serem efetuadas no laboratório;
- i) observações.

**Nota:** Segue em anexo as fichas de coletas scaneadas.

### 3.2.12 Procedimentos de Amostragem

A ABNT (2004c) apresenta alguns exemplos de acondicionamento de resíduos:

- ✓ Amostragem em tambores;
- ✓ Amostragem em caminhão tanque;
- ✓ Amostragem em frascos ou sacos contendo pó ou resíduos granulados;
- ✓ Amostragem em lagoas de resíduos;
- ✓ Amostragem em leitos de secagem, lagoas de evaporação secas, lagoas secas e solos contaminados;
- ✓ Amostragem em montes ou pilhas de resíduos;
- ✓ Amostragem em tanques de estocagem;

- ✓ Amostragem de resíduos sólidos heterogêneos.

Cada acondicionamento tem procedimento de coleta e equipamento apropriado e definido pela NBR 10.007:2004.

### 3.2.13 Segurança

Em relação à segurança, o técnico de amostragem, deve agir com precaução e cuidado, já que ele deve estar atento para as características do resíduo, tais como: corrosividade, inflamabilidade, explosividade, toxicidade, carcinogenicidade, radioatividade, patogenicidade, etc, e ainda com o risco de liberação de gases extremamente venenosos ou causar alergias. Toda informação existente sobre o local e o tipo de resíduo é útil na decisão sobre as precauções de segurança e na definição do equipamento de proteção a ser utilizado (ABNT, 2004c).

As seguintes práticas e regras de segurança devem ser seguidas sempre que for realizada uma amostragem, ABNT (2004c)

- a) cada amostra deve ser tratada e manuseada como se fosse extremamente perigosa e os procedimentos devem minimizar o risco de exposição do pessoal envolvido;
- b) se for necessário o manuseio específico da amostra, o laboratório deve ser alertado;
- c) equipamento de proteção deve ser utilizado durante o manuseio de substâncias para preservação de amostras.

Os equipamentos de proteção que podem ser usados no procedimento de amostragem:

- Jaleco: Usado em todos os tipos de procedimentos, e apresentar as seguintes características: manga longa com elástico no punho, comprimento mínimo na altura dos joelhos, abertura frontal e ser de tecido preferencialmente de algodão;
- Luvas: Para coleta, manuseio e acondicionamento de materiais, de nitrílica, utilizada para proteção das mãos e punhos do empregado contra agentes químicos e biológicos;

- Óculos de Proteção: Usado no processo de furo do trado, tem a finalidade de proteção dos olhos contra impactos mecânicos, partículas volantes e raios ultravioletas, já que foi uma situação que houve risco de salpicos de material contaminado e pedras, e ainda quebras de vidraria (copo, lâmpadas) e outros objetos;

- Bota de borracha (cano longo): Usado no todo procedimento de amostragem, a finalidade para proteção dos pés e pernas contra umidade, derrapagens e agentes químicos agressivos.

**Nota:** Não é necessária a utilização da máscara de proteção na amostragem, já que os locais de amostragem são lugares ao ar livre e com grande movimentação do ar.

#### 3.2.14 Procedimentos para utilização do trado

Proceder da seguinte maneira (ABNT, 2004c):

- a) verificar se o trado está descontaminado e/ou estéril;
- b) usar os equipamentos de proteção individual adequados e executar os procedimentos de amostragem;
- c) selecionar a broca adequada;
- d) colocar o trado sobre o ponto de amostragem;
- e) cravar até a profundidade de amostragem desejada;
- f) retirar o trado e transferir a amostra coletada para um frasco de amostragem;
- g) transferir a amostra para um frasco de amostragem com o auxílio de uma espátula;
- h) preservar a amostra, se necessário;
- i) tampar o frasco de amostragem, identificá-lo, preencher a ficha de coleta e enviar a amostra para o laboratório;
- j) limpar o trado e embalá-la em saco plástico

**NOTA:** Antes e após do uso, os recipientes e amostradores devem ser descontaminados conforme pré-requisitos da tecnologia a ser aplicada. (ABNT, 2004c).

### 3.2.15 Preservação e tempo de armazenagem de amostras

As amostras de resíduos sólidos ou pastosos devem ser preservadas e armazenadas de acordo com a tabela A.1 da norma ABNT NBR 10.007 (ABNT, 2004c).

## **3.3 Solubilização de Resíduos**

A Norma que aborda este assunto é a NBR 10006 – Solubilização de resíduos, onde impõem condições para que se possam diferenciar os resíduos da classe II A e II B, no presente estudo a análise da toxicidade aguda do resíduo. A amostra submetida à análise foi coletada conforme as condições citadas na NBR 10.007 (ABNT, 2004b).

### 3.3.1 Objetivo

A obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, visando realizar a análise da toxicidade aguda dos resíduos coletados na amostragem.

**Nota:** A NBR 10.006:2004 não se aplicam em resíduos no se encontram no estado líquido.

### 3.3.2 Aparelhagem

A norma NBR 10.006:2004 definem quais aparelhagens devem-se utilizar:

a) agitador que possa evitar a estratificação da amostra por ocasião da agitação; submeter todas as partículas da amostra ao contato com a água e garantir a agitação homogênea durante o seu período de funcionamento;

b) aparelho de filtração que permita a separação de todas as partículas de diâmetro igual ou superior a 0,45  $\mu\text{m}$ ;

c) estufa de circulação de ar forçado e exaustão ou estufa a vácuo;

d) medidor de pH;

e) balança com resolução de  $\pm 0,01$  g.

### 3.3.3 Reagentes e materiais

Já como reagente e materiais devem-se utilizar, segundo NBR 10.006:2004, são:

- a) água destilada e/ou deionizada, isenta de orgânicos;
- b) frasco de 1.500 mL;
- c) membrana filtrante com 0,45 µm de porosidade;
- d) filme de PVC;
- e) peneira com abertura de 9,5 mm.

### 3.3.4 Amostragem de campo

A amostragem deve ser procedida conforme ABNT NBR 10.007:2004 e descrita nos sub-capítulos anteriores.

### 3.3.5 Procedimentos de Solubilização

O procedimento deve ser realizado conforme o descrito em 4.1 a 4.9 ABNT NBR 10.006:2004.

1. Secar amostra a temperatura de até 42°C, utilizando uma estufa com circulação forçada de ar e exaustão ou estufa a vácuo, e determinar a percentagem de umidade.

2. Colocar uma amostra representativa de 250 g (base seca) do resíduo em frasco de 1 500 mL.

**Nota:** A operação deve ser realizada em **duplicata**.

**Nota:** Pode-se utilizar o resíduo não seco, desde que ele represente 250 g de material seco; para isto, fazer compensação de massa e volume.

**Nota:** Se a amostra passar em peneira de malha 9,5 mm, ela estará pronta para a etapa de extração; caso contrário, ela deve ser triturada.

3. Adicionar o volume necessário de água destilada, deionizada e isenta de orgânicos para completar 1 000 mL, se a amostra não foi submetida ao processo de secagem, e agitar a amostra em baixa velocidade por cinco (5) minutos.

4. Cobrir o frasco com filme de PVC e deixou em repouso por 7 dias, em temperatura até 25°C.

5. Filtrar a solução com aparelho de filtração com membrana filtrante com 0,45 µm de porosidade, após os 7 dias de repouso.
6. Definir o filtrado obtido como sendo o extrato solubilizado.
7. Determinar o pH após a obtenção do extrato solubilizado.
8. Retirar alíquotas e foram preservadas de acordo com os parâmetros da análise de toxicidade aguda, conforme estabelecido no Standard methods for the examination of water and wastewater USEPA - SW 846 - Test methods for evaluating solid waste; Physical/Chemical methods.

### 3.3.6 Interpretação dos dados

Os dados obtidos no procedimento devem constar em um laudo ou relatório emitido pelo laboratório, com as seguintes informações:

- a) teor de umidade, em porcentagem;
- b) pH medido no extrato solubilizado.

**NOTA:** Eventuais observações referentes a este procedimento devem constar também no relatório.

Para efeito de classificação de resíduos, comparar os dados obtidos com aqueles constantes no anexo G da ABNT NBR 10004:2004 (ABNT, 2004b).

## **3.4 Toxicidade aguda – Método de Ensaio com *Daphnia magna***

Os impactos ambientais tem ações sobre os mais diversos meio, ar, água e até mesmo o solo. Mediante a crescente preocupação com o meio ambiente, assim como a intensificação da fiscalização que vem ocorrendo sobre as não conformidades legais, faz-se necessário o uso das mais diversas ferramentas para a determinação e identificação com precisão das ações e efeitos dos poluentes nesses meios.

Assim as ações voltadas às identificações das contaminações do solo, não se limitam apenas aos estudos e análises físico-químicas, outras ferramentas como bioensaios de toxicidade são um ferramenta alternativa na observação do comportamento e indicação das condições de um poluente em um determinado meio aquático. Sendo que no trabalho a seguir será apresentado um das metodologias de

análise da toxicidade aguda de extrato solubilizado de resíduos sólidos e usado o organismo bioindicador “*Daphnia magna*”.

#### 3.4.1 *Daphnia magna*

O microcrustáceo *Daphnia magna* é conhecido popularmente como pulga d’água, está classificado taxonomicamente no filo Arthropoda, subfilo Crustacea, classe Branchiopoda, ordem Diplostraca e família Daphnidae (RUPPERT; BARNES, 1996).

O organismo mede de 5 a 6 mm de comprimento (figura 08), é encontrado em lagos, represas, rios e planícies inundadas. Sua população é composta basicamente de fêmeas, uma vez que se reproduz por parternogênese (KNIE; LOPES, 2004).

**Figura 8: *Daphnia magna***



**Fonte:** QWIKI.

Este organismo planctônico de água doce é indicado pela ABNT (1993), para análise da toxicidade aguda de efluentes líquidos, exercendo um papel importante na comunidade zooplancônica, pois compõem um elo entre os níveis tróficos inferiores e superiores da cadeia alimentar de um ecossistema (AZEVEDO; CHASIN, 2003).

A *Daphnia magna* é utilizada internacionalmente pois é padronizada pelos órgãos e institutos ambientais de diversos países. Além disto, é amplamente indicada por apresentar características significativas como abundância em meio

aquático e sensibilidade a substâncias tóxicas. Seu manejo e cultivo, frente a condições favoráveis em laboratório, são fáceis uma vez que apresenta um ciclo de vida curto e um padrão reprodutivo assexuado. Então, seu genótipo padrão garante uma uniformidade no resultado do ensaio (KNIE, LOPES, 2004).

### 3.4.2 Definições

Para efeitos neste trabalho, aplicam-se as seguintes definições definida pela ABNT NBR 12713:2004:

- **Água de diluição:** água utilizada para preparar as soluções-estoque e as soluções-teste;
- **Amostra:** volume ou massa definidos, retirados de efluentes, águas continentais superficiais ou subterrâneas ou de substâncias químicas solúveis ou dispersas em água;
- **Controle:** Conjunto de organismos-teste exposto somente à água de diluição, para avaliar as condições de ensaio;
- **Fator de diluição:** número de vezes que a amostra é diluída;
- **Fator de toxicidade (FT):** menor diluição da amostra na qual não se observa efeito deletério sobre os organismos-teste;
- **Organismo-teste:** organismo utilizado na realização do ensaio de toxicidade;
- **Organismo imóvel:** organismo incapaz de nadar na coluna d'água durante um período de até 15 segundos após leve agitação do Becker. Também é considerado organismo imóvel aquele flutuante na superfície, mesmo que apresente movimento.
- **Solução-teste:** amostra diluída ou sem diluição, na qual são expostos os organismos-teste;
- **Toxicidade aguda:** efeito deletério causado pela amostra na mobilidade dos organismos-teste, em um período de 48 horas de exposição.



### 3.4.3 Lavagem de material

Todo o material utilizado, tanto para ensaio e no cultivo dos organismos, deve ser lavado com solução de ácido nítrico 10% ou ácido clorídrico 10%, água de torneira e água deionizada. Já a vidraria utilizada para amostras deve ser lavada com detergente neutro, água de torneira, solução de ácido nítrico 10% ou ácido clorídrico 10%, água de torneira e água deionizada, ou máquina para lavagem de vidraria (ABNT, 2004d).

### 3.4.4 Água de diluição

A água de diluição utilizada no ensaio com *Daphnia magna* deve ser preparada conforme a tabela B.4 da NBR 12713/2004.

### 3.4.5 Organismos-teste

Os organismos-testes utilizados no ensaio devem atender aos seguintes requisitos: *Daphnia magna* – ser jovem entre 2 horas a 26 horas de idade, obtidos a partir de fêmea com idade entre 10 e 60 dias (ABNT, 2004d).

### 3.4.6 Método de Ensaio

O método consiste na exposição de organismos testes da espécie *Daphnia magna* a várias diluições da amostra por um período de 48 horas (ABNT, 2004d).

### **Reagentes**

Os reagentes usados na realização do ensaio devem ser de grau analítico p.a (ABNT, 2004d).

## **Materiais**

São usados os seguintes materiais na execução do ensaio (ABNT, 2004d):

- a) Balança analítica;
- b) Balão volumétrico;
- c) Frasco de coleta;
- d) Medidor de pH;
- e) Pipeta graduada;
- f) Pipeta volumétrica;
- g) Proveta;
- h) Recipiente-teste de vidro (geralmente becker);
- i) Termômetro.

## **Preparação e preservação das amostras**

Para a preparação da amostra deve ser utilizados materiais na coleta e armazenamento que não interfira no resultado do ensaio, sendo recomendável o levantamento prévio das características físicas, químicas e toxicologias da amostra.

O ensaio deve ser realizado o mais rápido possível, não excedendo 12 horas após a coleta da amostra. Na impossibilidade do início do ensaio em 12 horas, a amostra deve ser mantida resfriada em temperatura inferiores a 10°C, sem congelamento, desde que o ensaio seja iniciado em até 48 horas (ABNTd, 2004).

**NOTA:** “A manipulação das amostras deve ser efetuadas em local com temperatura ambiente entre 10°C e 30°C”(ABNT, 2004d, pag.4).

### 3.4.7 Procedimentos

#### **Solução-teste**

As Soluções-testes consistem na amostra não diluída e uma série diluições preparadas em balões volumétricos ou em provetas e transferidas para os recipientes-teste. Elas devem ser preparadas no momento da execução do ensaio, utilizando as definidas proporções de amostra e água de diluição. Também devem

estar em temperatura do ensaio no momento da transferência dos organismos-testes (ABNT, 2004d).

### **Ensaio preliminar**

Pode ser realizado antes do ensaio definitivo para estabelecer um intervalo de soluções-teste a ser utilizado no ensaio. Devem ser utilizados pelos menos cinco (5) organismos-teste para cada diluição da amostra com o tempo de exposição de até 48 horas. Ao final deste ensaio, é definida a menor solução-teste que causa a imobilidade a 100% dos organismos e a maior solução-teste na qual não se observa imobilidade (ABNT, 2004d).

### **Ensaio definitivo**

Conhecidas as informações da amostra ou o intervalo de concentração estabelecido no ensaio preliminar, preparar um serie de soluções-teste intermediarias de razão de diluição de 1,2 a 2. Também preparar um controle com mesmo numero de replicatas das soluções-teste, somente com água de diluição e os organismos-teste (ABNT, 2004d).

Devem ser adicionada em cada diluição e controle no mínimo 20 organismos-teste, distribuídos em pelo menos duas replicatas. Ao transferir os organismos para as soluções-teste deve ter o cuidado de liberar o organismo próximo da superfície da solução, para evitar a entrada de ar sob carapaça dele e sua conseqüente flutuação (ABNT, 2004d).

Este ensaio deve ser mantido em temperatura de 18°C a 22°C por um período de 48 horas, em ambiente escuro ou com fotoperíodo de 16 horas de luz difusa, sem alimentação dos organismos, como também, os recipientes-teste devem ser cobertos (ABNT, 2004d).

Abaixo, quadro com o resumo dos requisitos para ensaio de toxicidade aguda com *Daphnia magna* que será aplicada neste trabalho elaborada com base na tabela 4 da NRB 12.713:2004:

**QUADRO 2: Resumo dos requisitos para o ensaio de toxicidade aguda.**

<b>Requisitos</b>	<b>Espécie - <i>Daphnia magna</i></b>
Tipo de ensaio	Estático: 48 horas
Idade do organismo-tese	2 horas a 26 horas
Água de diluição	Água reconstituída
Volume mínimo da solução-teste por organismo	2 mL
Número mínimo de replicatas por diluição	Duas
Número mínimo de organismos-teste por diluição	20
Alimentação	Nenhuma
Temperatura	18°C a 22°C
Fotoperíodo	Escuro ou 16 horas de luz
Efeito observado	Imobilidade
Expressão dos resultados	FT ou tóxico e não tóxico

#### 3.4.8 Expressão dos Resultados

Podem ser expresso em CE(I)50, em fator de toxicidade (FT) ou de forma qualitativa referenciando o tempo de exposição do ensaio. Eles são considerados validos se, após o termino do período de ensaio, a porcentagem dos organismos imóveis no controle não exceder 10% (ABNT, 2004d).

#### **Determinação do fator de toxicidade (FT)**

O FT deve ser determinado através de observação direta da mobilidade dos organismos-teste na serie de solução-teste, não sendo calculado estatisticamente. Ele representa o menor valor de diluição da amostra na qual não se observa imobilidade maior que 10% nos organismos. Seu resultado deve ser expresso por um número inteiro (ABNT, 2004d).

**Tabela 1: Exemplo da determinação do FTd**

Fator de Diluição	Nº de Daphnias imóveis 48 h		Imóveis %
	Recipiente A	Recipiente B	
Controle	0	0	0
1	10	10	100
2	8	9	85
4	6	6	60
8	4	3	35
16	1	0	5
32	0	0	0

No Exemplo da tabela acima, o FT é 16, já que corresponde a diluição de fator 16. No qual foi à menor da serie, onde não se observou imobilidade maior de 10% das daphnias (KNIE; LOPES, 2004).

### **Relatório**

O relatório de ensaio deve ter, no mínimo, as seguintes informações, conforme a ABNT NBR 12.713:004:

- a) Referência do método e da espécie utilizadas;
- b) Todos dos dados necessários para identificar a amostra;
- c) Data e hora da coleta da amostra e do início do ensaio;
- d) Dados biológicos (porcentagem do efeito nas soluções-teste), físicos e químicos referentes ao ensaio.
- e) Resultado do ensaio com intervalo de confiança de 95% e método estatístico ou expresso em FT ou de forma qualitativa;
- f) Qualquer comportamento anormal dos organismos-teste no ensaio.
- g) Modificações introduzidas e eventuais ocorrências durante a realização do ensaio.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Amostragem do RCC

Neste trabalho foi adotado o método de amostragem em montes ou pilhas de resíduos no caso dos bota-foras. Abaixo a descrição dos locais de coleta e composição, observação *in loco*, forma de disposição dos resíduos e possíveis contaminantes tóxicos presentes:

**Ponto de Coleta número 01** – Bota-fora, Rod. Otávio Dassoler – Linha Batista, coordenadas (UTM): X – 669594 / Y – 6828109, próximo ao Siso's Hall, área total aproximada de 1500 m<sup>2</sup>, uns dos maiores bota-fora da cidade, por isto tua escolha.

O RCC encontra-se disposto sobre o solo em forma de pilhas, havendo presença de outros resíduos. Contudo foram escolhidas três pilhas de RCC para amostragem, uma composta de gesso; outra composta de tijolos, cimentos contaminada por lâmpada fluorescente; e a ultima composta de asfalto e telha de amianto contaminado por óleos (Figura 09).

**Figura 9: Ponto de Coleta número 01.**

**Seqüência:** A - RCC contaminada com óleo e telha de amianto, B - RCC junto com lâmpadas fluorescentes.



➤ **Código de identificação:** F044 – **resíduo perigoso:** lâmpada com vapor de mercúrio após uso – **característica de periculosidade:** tóxico (ABNT, 2004a).

➤ **Código de identificação:** F041 – **resíduo perigoso:** pós e fibras de amianto, constituinte perigos amianto – **característica de periculosidade:** tóxico (ABNT, 2004a).



➤ **Código de identificação:** F130 – **resíduo perigoso:** Óleo lubrificante usado ou contaminado – **característica de periculosidade:** tóxico (ABNT, 2004a).

**Ponto de Coleta número 02** – Bota-fora, Rua Quintino Dal Pont – São Simão, coordenadas (UTM): X – 659627 / Y – 6829483, atrás do Morro da TV, área total aproximada de 250 m<sup>2</sup>, é uma área de Preservação Permanente, já que tem declividade superior a 45 graus e por isto tua escolha.

O RCC se encontra disposto sobre o solo em forma de pilhas. A abaixo do solo há presença de outros resíduos. Contudo foram escolhidas três pilhas de RCC para amostragem, uma composta de tijolos e cimentos, outra composta de tijolos, cimentos contaminados por tintas e solventes; e a ultima composta inicialmente por tijolos, contudo após 20 cm de furo, foi encontrado lodo de cores azul, verde e rosa provavelmente de lavanderia (Figura 10).

**Figura 10: Ponto de Coleta número 02.**

**Seqüência:** A - local onde se encontro o lodo industrial, B - eletrodomésticos e móveis, C – foto geral do bota-fora.



➤ **Código de identificação:** F017 – **resíduo perigoso:** Resíduos e lodos de tinta proveniente da pintura industrial – **constituintes perigos:** cádmio, cromo, chumbo, cianeto, tolueno, tetracloroetileno – **característica de periculosidade:** tóxico (ABNT, 2004a).

➤ **Código de identificação:** - **resíduo perigoso:** Tintas e Solventes - **constituintes perigos:** os metais pesados (cádmio, chumbo, cromo, manganês, mercúrio), pigmentos orgânicos (fosfato de tricresila), solventes - **característica de periculosidade:** tóxico (ABNT, 2004a).

**Ponto de Coleta número 03** – Bota-fora, Rua 308 – Rio Maina, coordenadas (UTM): X – 654832/ Y – 6827473, área total aproximada de 1250 m<sup>2</sup>, era um bota-fora em cima de rejeito de carvão, contudo o bota-fora foi maquiado, ou

seja, aterram os RCC junto com rejeito e colocou uma camada de terra por cima, mesmo depois desta maquiagem o local ainda é utilizado para descarte de RSCD e outros materiais, por isto sua escolha.

O RCC se encontra armazenados abaixo do solo, embora haja pilhas de solo, RCC e de outros resíduos (Figura 11). Foram escolhidas três pilhas de RCC com solo e outro resíduos (solo e rejeito piritoso) para amostragem.

**Figura 11: Ponto de Coleta número 03.**

**Seqüência:** A e B fotos do bota-fora atualmente, C e D fotos do bota-fora tira um mês antes da coleta.



Fonte: PICOLLO, 2011.

#### 4.1.1 Amostrador

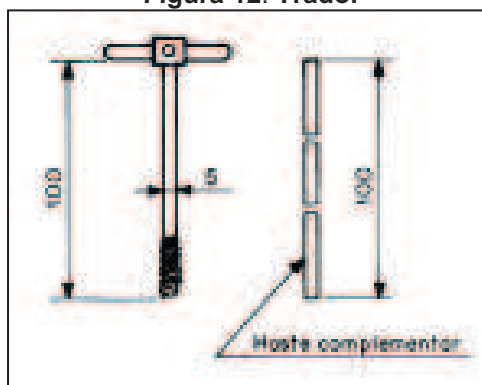
A NBR 10.007/2004 na tabela A.3 apresenta os amostradores recomendados para cada tipo de resíduo, sendo escolhido o trado para amostragem, já que os resíduos sólidos se encontram em tanques rasos (caçamba) e no solo, a mais de 20 cm de profundidade (bota-foras). E ainda ser mais resistente que os demais amostradores e sendo o único que se encontra disponível para realização do procedimento.



O anexo B, da norma acima, descreve que o amostrador trado (Figura 12 e 13) é utilizado para a obtenção de amostras de resíduos, embora seja normalmente utilizado em sondagens de solo. Seu acionamento pode ser manual ou mecânico, e a preservação ou destruição do perfil do material a ser amostrado depende do tipo de broca utilizada (ABNT, 2004c).

Um trado é mostrado na figura abaixo:

**Figura 12: Trado.**



Fonte: ABNT, 2004c.

**Figura 13: Trado utilizado na amostragem.**



Fonte: PICOLO, 2011.

#### 4.1.2 Recipiente da amostra

Em geral deve ser utilizados frascos de polietileno descartáveis, contudo no presente caso poderá haver nos resíduos traços de solventes, nestes casos deve que ser utilizado frasco de vidro âmbar (Figura 14) como recipiente da amostra, conforme determina a norma NBR 10.007:2004.

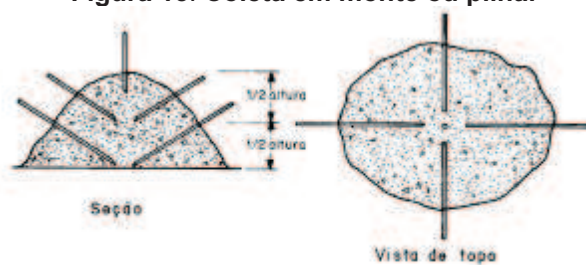
**Figura 14: Recipientes das amostras.**



#### 4.1.3 Ponto de amostragem

✓ No caso dos bota-foras: Foram retiradas as amostras em três seções do topo, do meio e da base( Figura 15 e 16). Na seção do meio e da base, foram coletadas quatro alíquotas, eqüidistantes (Figura 15). Onde o amostrador (trado) penetrou obliquamente nas pilhas, conforme figura abaixo.

**Figura 15: Coleta em monte ou pilha.**



Detalhe da coleta em monte ou pilha (Seção e vista de topo)

Fonte: ABNT, 2004c.

**Figura 16: Coleta das amostras nas pilhas.**  
**Seqüência:** A – Retira da seção do topo, B - do meio, C - da base.



Fonte: PICOLLO, 2011.

#### 4.1.4 Número de amostras

Para obtenção da concentração média do resíduo, foram então coletadas três (3) amostras compostas para cada procedimento de amostragem. No caso dos bota-foras, retiradas uma amostra composta de três (3) pilhas escolhidas pelo técnico de amostragem, quais apresentavam estar menos tempo no local da coleta e ser constituída de RCC.

Após escolha, foram coletadas nove (9) parcelas em cada pilha acima, conforme figura 1, quatro (4) na base, quatro (4) no meio e uma (1) no topo.

#### 4.1.5 Volume de amostras

Com base na norma, determinou-se que volume da amostra: seria volume ocupado pelo resíduo amostrado e homogeneizado num frasco de vidro âmbar de (2) litros, facilitando a armazenamento do mesmo e locomoção.

#### 4.1.6 Equipamentos de Proteção Individual

Em seguida os equipamentos de proteção que foram usados no procedimento de amostragem:

- Jaleco;
- Luvas;

- Óculos de Proteção;
- Bota de borracha (cano longo).

**Figura 17: Coleta das amostras usando os equipamentos de proteção.**



Fonte: PICOLLO, 2011.

#### 4.1.7 Coleta das Amostras

No procedimento da coleta das amostras, foram utilizados os equipamentos de proteção individuais adequados. Em seguida, foi verificado se o trado está descontaminado e/ou estéril, limpando-o com água deionizada (Figura 18).

**Figura 18: Descontaminação do trado.**



Fonte: PICOLLO, 2011.



Foi colocado o trado sobre os pontos de amostragem (Figura 19).

**Figura 19: Colocação do trado no ponto de amostragem.**



Fonte: PICOLLO, 2011.

Depois, cravado o trado até a profundidade desejada e retirado. E transferido a amostra coletada para um frasco vidro âmbar (Figura 20).

**Figura 20: Transferência da amostra para frasco.**



Fonte: PICOLLO, 2011.

Logo após cada coleta, foi tampado o frasco de amostragem, identificado, preenchido a ficha de coleta e enviado a amostra para o laboratório. Depois disto, foi limpo o trado e embalado em saco plástico (Figura 21).

**Figura 21: Limpeza do trato.**



Fonte: PICOLLO, 2011.

#### 4.1.8 Preservação e tempo de armazenagem de amostras

O método de preservação das amostras foi a refrigeração a 4 °C, com tempo máximo de armazenagem de 24 horas, para obtenção do extrato solubilizado do resíduos sólidos.

#### **4.2 Solubilização do RCC**

O procedimento foi realizado conforme o descrito no sub-capítulo 3.3, a amostra foi passada na peneira de malha 9,5 mm, antes da etapa de extração para determinar a umidade (Figura 22).

**Figura 22: Peneiração das amostras.**

**Seqüência:** A – peneira de malha 9,5 mm, B – peneiração da amostra, C – amostra peneirada.



Em seguida, secou aproximadamente um grama das amostras, na temperatura de 42°C, por 24 horas, utilizando uma estufa com circulação forçada de ar e exaustão, e determinou a percentagem de umidade (Figura 23).



**Figura 23: Determinação da umidade das amostras.**

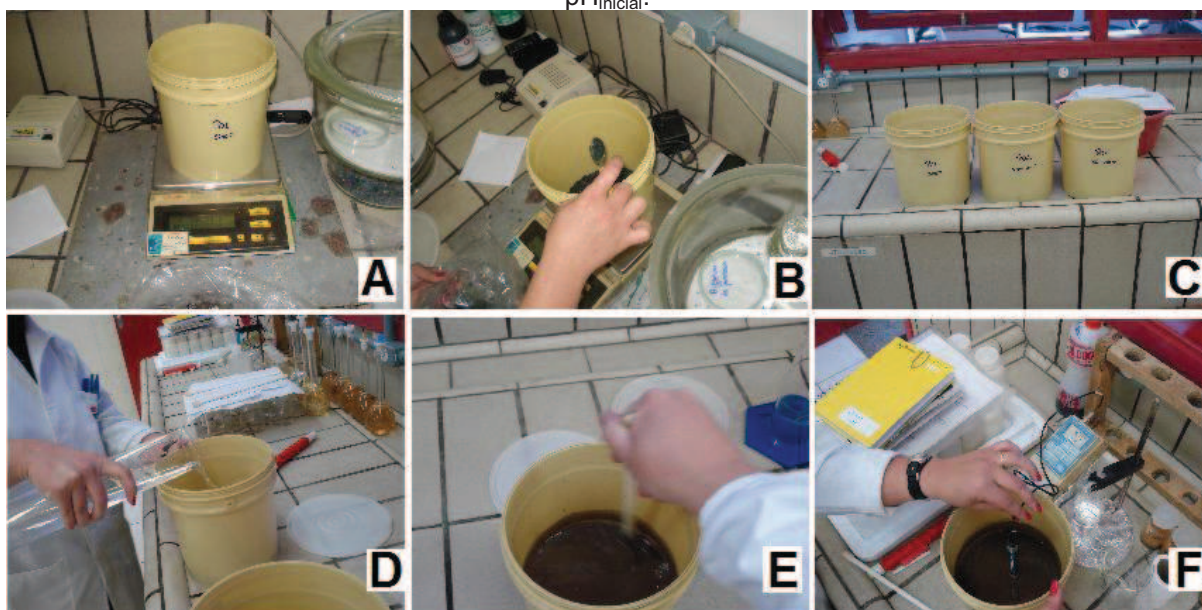
**Seqüência:** A e B pesagem da amostra, C – estufa a 42°C, D - placas em duplicatas das amostras, E – dessecador para transporte das placas, F – pesagem da amostra seca.



A seguir, foi colocada uma amostra representativa de 250 g (base seca) do resíduo em um frasco e adicionado o volume necessário de água destilada para completar 1.000 mL, já que a amostra toda não foi submetida ao processo de secagem, e agitada a amostra em baixa velocidade por cinco (5) minutos e determinado  $\text{pH}_{\text{inicial}}$  (Figura 24).

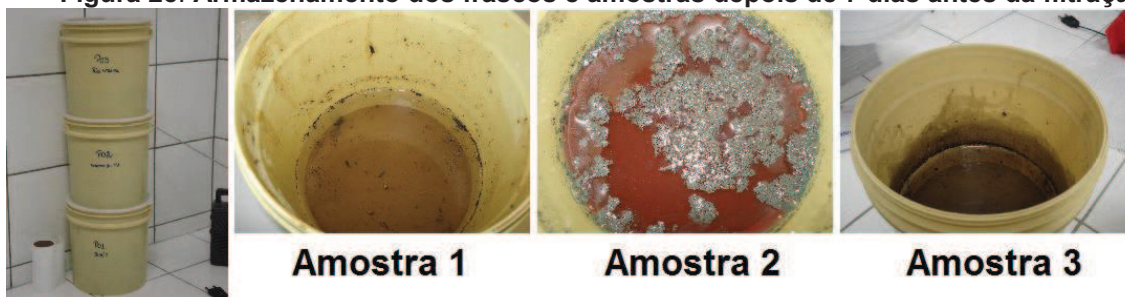
**Figura 24: Mistura da amostra com água destilada.**

**Seqüência:** A,B,C pesagem da amostra, D - adição de água destilada, E – mistura e F - medição de  $\text{pH}_{\text{inicial}}$ .



Coberto os frascos com tampa e deixado em repouso por 7 dias, em temperatura até 25°C (Figura 25).

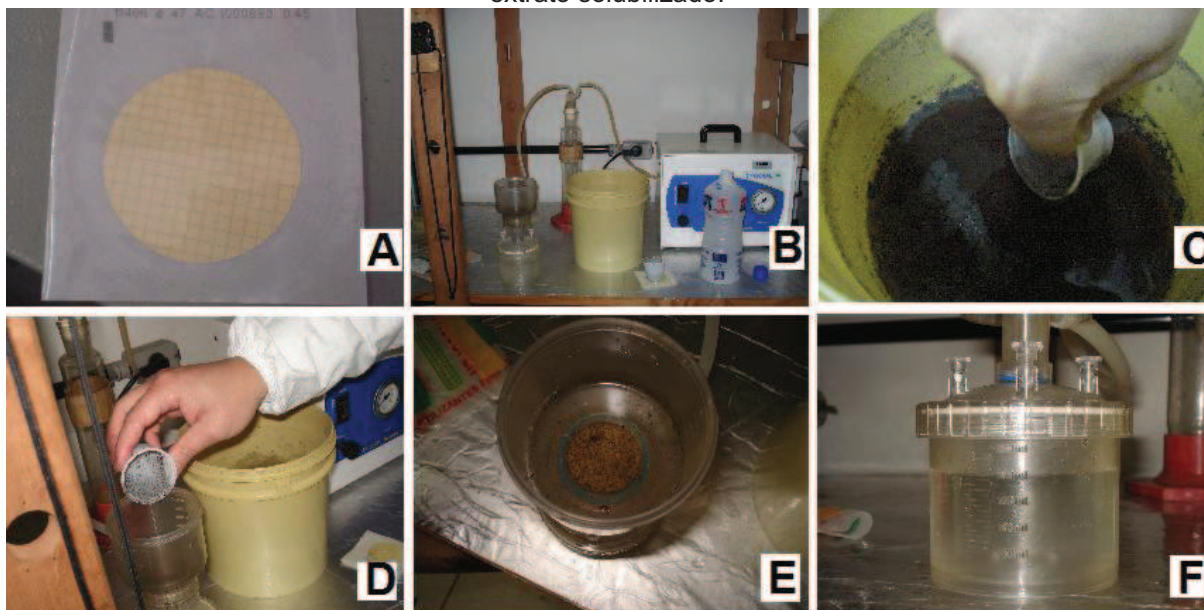
**Figura 25: Armazenamento dos frascos e amostras depois de 7 dias antes da filtração.**



Filtradas as soluções com aparelho de filtração com membrana filtrante com 0,45 µm de porosidade. E definido o filtrado obtido como sendo o extrato solubilizado e determinando pH<sub>final</sub> (Figura 26).

**Figura 26: Filtração das amostras.**

**Seqüência de fotos:** A - membrana 0,45 µm, B - aparelho de filtração, C - retira da solução para filtração, D - colocação da amostra no aparelho com a membrana, E - solução sendo filtrada, F - extrato solubilizado.



Retirada as alíquotas e preservadas de acordo com os parâmetros da análise de toxicidade aguda.



#### 4.2.1 Relatório dos dados

Os dados obtidos no procedimento foram:

a) teor de umidade, em porcentagem;

Amostra 01:  $U = 18,02 \%$ ;

Amostra 02:  $U = 27,65\%$ ;

Amostra 03:  $U = 16,91\%$ .

b) pH medido no extrato solubilizado.

Amostra 01:  $\text{pH}_{\text{inicial}} = 6,02$ ;  $\text{pH}_{\text{final}} = 6,38$ ;

Amostra 02:  $\text{pH}_{\text{inicial}} = 7,42$ ;  $\text{pH}_{\text{final}} = 6,86$ ;

Amostra 03:  $\text{pH}_{\text{inicial}} = 6,42$ ;  $\text{pH}_{\text{final}} = 6,64$ .

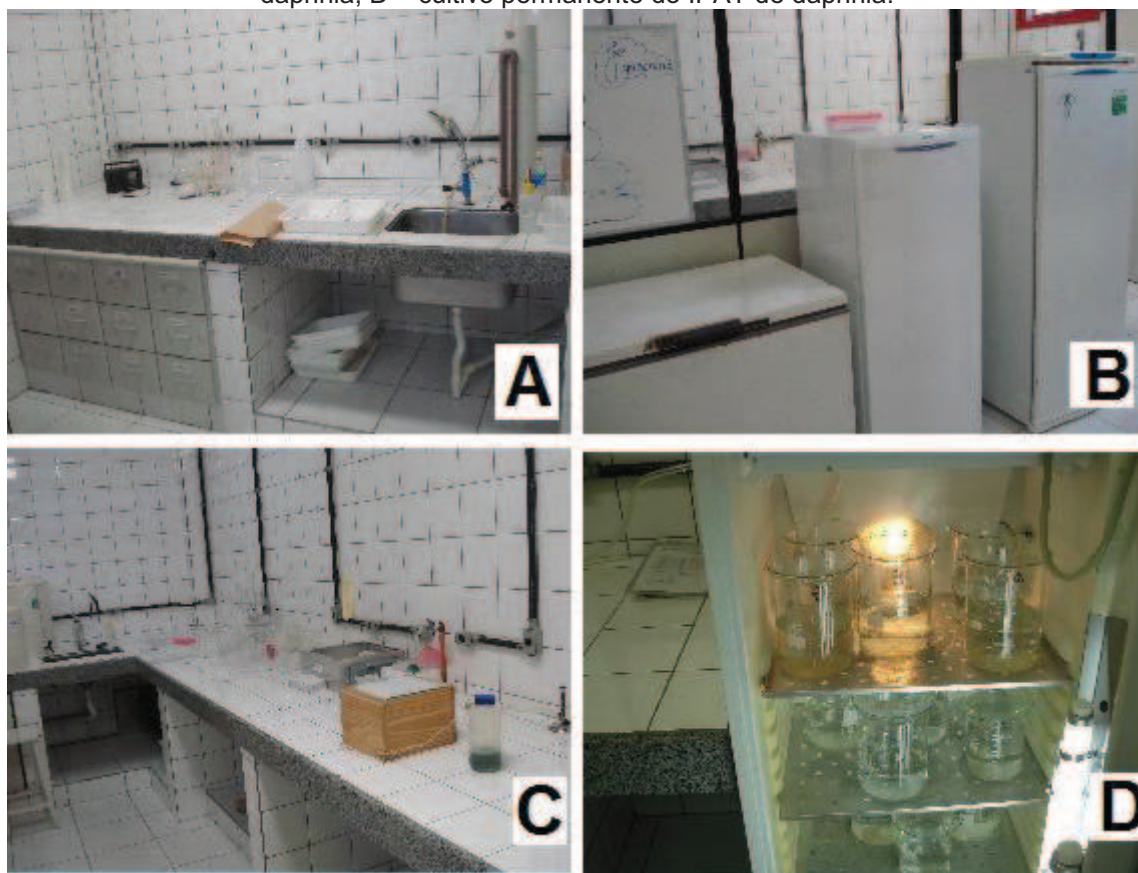
#### **4.3. Ensaio de Toxicidade**

Os ensaios de toxicidade foram realizados pelo IPAT-Laboratório de Ecotoxicologia (Figura 27). Para os procedimentos de ensaio, preliminar e definitivo, teve-se a disposição pipetas automáticas e demais equipamentos necessários ao ensaio, já descrito em subcapítulos anteriores.

Para este ensaio de toxicidade com *Daphnia magna*, o laboratório conta com cultivo permanente deste bioindicador em condições controladas, com estufas, com e sem fotoperíodo, conforme determinado pelas normas.

**Figura 27: Laboratório de Ecotoxicologia - IPAT.**

**Seqüência:** A – bancada para preparação de solução, B - equipamentos. C- bancada manuseio das daphnia, D – cultivo permanente do IPAT de daphnia.



#### 4.3.1 Ensaio preliminar

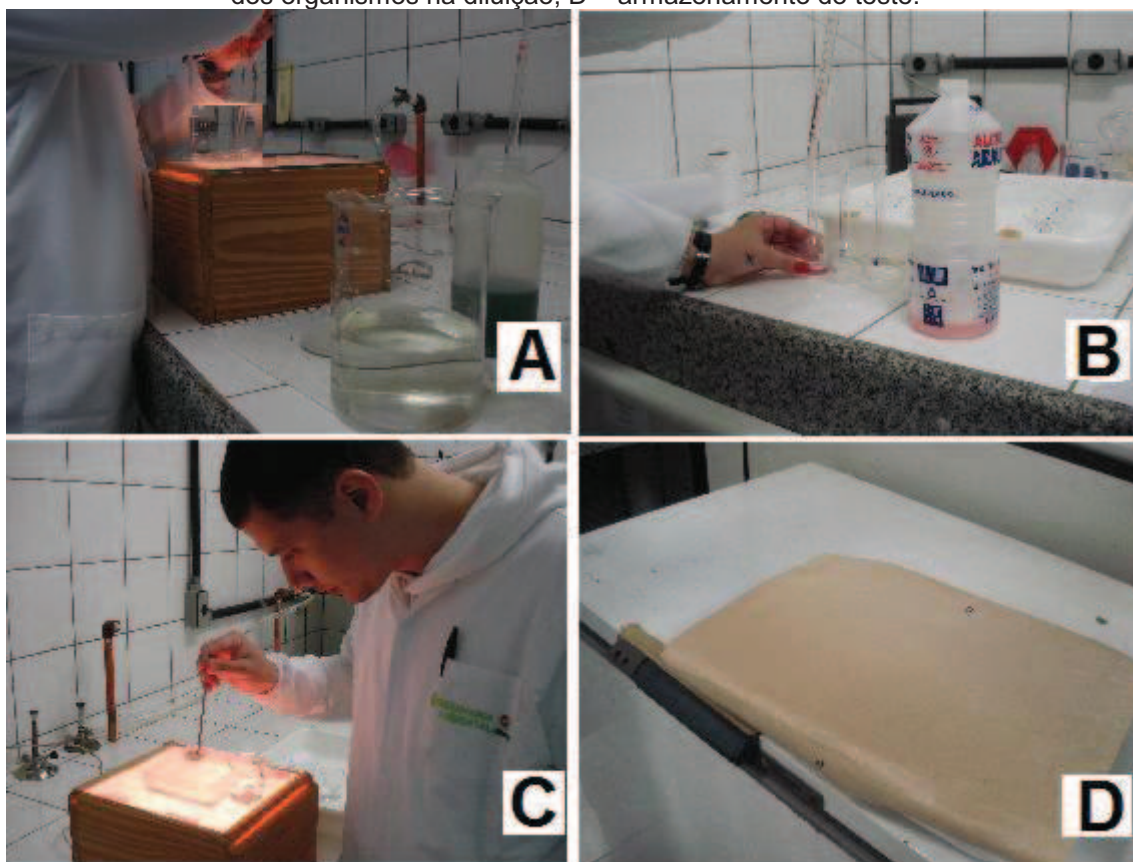
Foi realizado um ensaio preliminar antes do definitivo para estabelecer um intervalo de soluções-teste a ser utilizado no ensaio, já que não tinha muitas informações sobre amostra.

Foram utilizados dez (10) organismos-teste para cada das 5 diluição da amostra escolhidas (diluições: 1,3,6,8 e 16), com o tempo de exposição de 24 horas.

O ensaio foi realizado conforme o descrito a seguir: Separados os organismos testes com idade entre 2 horas a 26 horas; Preparadas as soluções-teste, com volume de 50 mL para cada diluição no balão volumétrico e posteriormente transferidas cada solução-teste para um becker de 50 mL; Adicionados os organismos-teste, no total de 10, por cada recipiente-teste; Coberto os recipiente-teste com papel e deixou por 24 horas, no escuro, sem alimentação, em temperatura entre 18°C a 22°C (Figura 28);

**Figura 28: Realização do Pré-teste.**

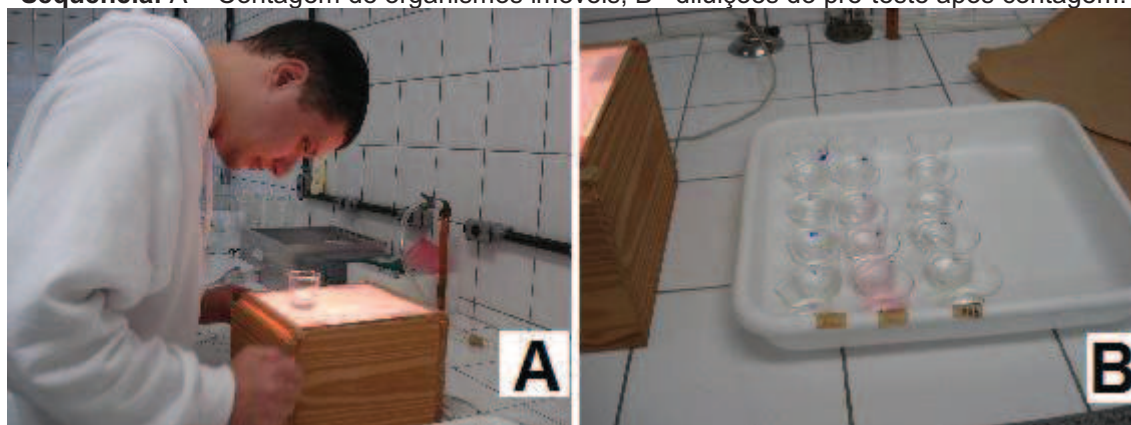
**Seqüência das Fotos:** A – separação das *Daphnia magna*, B – preparação das diluições, C – adição dos organismos na diluição, D – armazenamento do teste.



Determinado o número de organismos imóveis para cada recipiente-teste (Figura 29);

**Figura 29: Determinações do Pré-teste.**

**Seqüência:** A – Contagem de organismos imóveis, B– diluições do pré-teste após contagem.



Ao final do ensaio, analisado os dados foi definido a menor solução-teste (fator diluição-1) e a maior solução-teste (fator diluição-16), como base a mobilidade e imobilidade dos organismos.

#### 4.3.2 Ensaio definitivo

Já no ensaio definitivo, também, foram utilizados dez (10) organismos-teste para cada uma das diluições da amostra escolhidas em duplicata, contudo com o tempo de exposição de 48 horas.

O ensaio foi realizado conforme o descrito a seguir: Separado os organismos testes com idade entre 2 horas a 26 horas;

**Figura 30: Separação de organismos para o teste definitivo.**



Preparado as soluções-teste, com volume de 50 mL para cada diluição no balão volumétrico e depois a solução-teste e divididas em duas réplicas de 25 mL, posteriormente transferidas cada solução-teste para um becker de 50 mL(Figura 31);

**Figura 31: Preparação das diluições do teste definitivo.**



Adicionado os organismos-teste, no total de 10, por cada recipiente-teste (Figura 32);



**Figura 32: Adição de Daphnia nas diluições do teste definitivo.**



Foi coberto os recipiente-teste com papel e deixado por 48 horas, no escuro, sem alimentação, em temperatura entre 18°C a 22°C (Figura 33);

**Figura 33: Armazenamento das diluições do teste definitivo.**



Determinado o número de organismos imóveis para cada recipiente-teste (Figura 34);

Figura 34: Determinação do número de organismos imóveis do teste definitivo.



Ao final do ensaio, analisados os dados e determinados o FTs da amostras, através de observação direta da mobilidade dos organismos-teste na serie de solução-teste, no qual representa o menor valor de diluição da amostra na qual não se observa imobilidade maior que 10% nos organismos. E com estes dados, o Laboratório de ECOTOXICOLOGIA – IPAT foi emitido um relatório de análise de toxicidade aguda com *Daphnia magna* para as três amostras, os quais estão em anexo.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os testes de toxicidade foram aplicados no extrato solubilizado das três amostras de RCC, para esse experimento foram utilizados a *Daphnia magna*, o qual se caracteriza como um microcrustáceo indicado pela ABNT NBR 12.713:2004, como um organismo que pode ser usado para análise de toxicidade aguda em extratos solubilizados (NBR 10.004/2004).

Na tabela 2, apresenta-se os dados do ensaio preliminar antes do definitivo para estabelecer um intervalo de soluções-teste.

**Tabela 2: Número de indivíduos imobilizados no pré-teste com *Daphnia magna* nos Pontos de Coleta 01, 02 e 03.**

Concentração da solução-teste (%)	Número de Organismo Imóvel		
	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03
0	0	0	0
1	0	0	0
3	0	0	0
6	0	0	0
8	0	0	0
16	0	0	0

No experimento como *Daphnia magna*, foram realizadas duas replicas das quais se obteve o número de organismos imóveis referentes para cada diluição, sendo essa representada nas tabelas que segue para cada amostra (Tabelas 03,04 e 05).

**Tabela 3: Resultados dos Testes de Toxicidade Aguda no Extrato Solubilizado no Ponto de Coleta 01.**

Concentração da solução-teste (%)	Número de Organismo Imóvel	
	Recipiente A	Recipiente B
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
6	0	0
8	0	0
12	0	0
16	0	0

Tabela 4: Resultados dos Testes de Toxicidade Aguda no Extrato Solubilizado no Ponto de Coleta 02.

Concentração da solução-teste (%)	Número de Organismo Imóvel	
	Recipiente A	Recipiente B
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
6	0	0
8	0	0
12	0	0
16	0	0

Tabela 5: Resultados dos Testes de Toxicidade Aguda no Extrato Solubilizado no Ponto de Coleta 03.

Concentração da solução-teste (%)	Número de Organismo Imóvel	
	Recipiente A	Recipiente B
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
6	0	0
8	0	0
12	0	0
16	0	0

O menor valor de diluição da amostra na qual não se observa mais que 10% dos organismos imóveis representam o Fator de Toxicidade. Este o resultado de toxicidade, dado em FT, se apresentar valor maior que 1 a amostra apresenta toxicidade aguda, entretanto se este valor for igual a 1 a amostra não é tóxica, pois não precisou ser diluída para não ocorrer efeito tóxico aos organismos.

De acordo com os relatórios de análise, realizada pelo IPAT, todas as amostras não apresentaram toxicidade aguda para as *Daphnia magna*, já que apresentaram resultados do FT igual a 1, ou seja, na diluição fator 1 (sem diluição) não apresentou nenhum Organismo Imóvel, conforme laudos em anexo.

Nos locais de coleta e na observação *in loco*, houve presença de contaminantes possivelmente tóxicos, conformes quadros (03,04 e 05) a seguir:



**QUADRO 3: Amostra Número 01 x Possíveis Constituinte Tóxicos.**

<b>Amostra Número 01</b> – Ponto de Coleta: Bota-fora, Rod. Otávio Dassoler – Linha Batista, coordenadas (UTM): X – 669594 / Y – 6828109.	<b>Resíduo Observado <i>in loco</i></b>	<b>Possíveis Constituinte Tóxicos</b>	<b>Característica Tóxica</b>	<b>Observações</b>
	Telhas Amianto	Amianto	Sim	Presença de telhas do material (amianto)
	Óleo Lubrificante		Sim	Descarte incorreto do óleo.
	Resíduos Domésticos	Diversos	Podem ser Tóxico	Presenças de roupas, sacos plásticos, capacete de moto, etc.
	Resíduos Eletrônicos	Elementos químicos tóxicos e metais pesados	Sim	Presenças de Televisão e impressoras.
	Lâmpadas Fluorescentes	Metais pesados	Sim	

**QUADRO 4: Amostra Número 02 x Possíveis Constituinte Tóxicos.**

<b>Amostra número 02</b> – Ponto de Coleta: Bota-fora, Rua Quintino Dal Pont – São Simão, coordenadas (UTM): X – 659627 / Y – 6829483.	<b>Resíduo Observado <i>in loco</i></b>	<b>Possíveis Constituinte Tóxicos</b>	<b>Característica Tóxica</b>	<b>Observações</b>
	Resíduos e lodos de tinta proveniente da pintura industrial	Cádmio, cromo, chumbo, cianeto, tolueno, tetracloroetileno	Sim	Presença contatada durante a coleta.
	Tintas e Solventes	Metais pesados, pigmentos orgânicos e solventes	Sim	Descarte incorreto do RSCD.
	Resíduos Eletrônicos	Elementos químicos tóxicos e metais pesados	Sim	Presenças de Televisão e impressoras.
	Resíduos Domésticos	Diversos	Podem ser Tóxico	Presenças de roupas, sacos plásticos, móveis, etc.

**QUADRO 5: Amostra Número 03 x Possíveis Constituinte Tóxicos.**

<b>Amostra número 03</b> – Ponto de Coleta: – Bota-fora, Rua 308 – Rio Maina, coordenadas (UTM): X – 654832/ Y – 6827473.	<b>Resíduo Observado <i>in loco</i></b>	<b>Possíveis Constituinte Tóxicos</b>	<b>Característica Tóxica</b>	<b>Observações</b>
	Rejeito Piritoso	Ferro e enxofre (drenagem ácida)	Sim	O local é um depósito de rejeito piritoso de carvão mineral.
	Resíduos Eletrônicos	Elementos químicos tóxicos e metais pesados	Sim	Presença de Televisão.
	Resíduos Domésticos (queimados)	Diversos	Podem ser Tóxico	Presenças de roupas, sacos plásticos, móveis, etc.

Contudo esta possível toxicidade não foi mostrada nos testes de toxicidade aguda, realizado pelo IPAT. Ocorre que estes resíduos se encontravam expostos ao meio ambiente, ou seja, a chuva, aos ventos e a luz ultravioletas. Provavelmente, os constituintes tóxicos deles, foram transportados pelas águas das chuvas para os corpos hídricos ou para lençol freático (metais pesados, amianto, ferro e outros); e/ou vaporizado para atmosfera, já que muitos alguns constituintes das tintas e solventes que são voláteis a determinadas temperaturas.

Ocorreu também que o pH das amostras foi neutro, conforme subcapítulo 4.2.1. No caso da amostra 03, certamente houve uma neutralização do RCC, já que ele entrou em contato com rejeitos piritosos (pH ácido) e solo (pH neutro).

### 5.1 Análise dos Resultados com base na portaria da FATMA

Observando a portaria da FATMA N° 17/02, a qual estabelece os limites máximos de toxicidade aguda para efluentes de diferentes origens e dá outras providências. Na tabela 1 cita a origem dos efluentes, categoria da atividade, subcategoria da atividade e limites máximos de Toxicidade Aguda para *Daphnia magna*. Analisando o RCC a origem da atividade se encaixa em Resíduos Urbanos, contudo a subcategoria da atividade é serviços - construção e demolição, conforme figura 01 do primeiro capítulo do presente trabalho.

Já na figura abaixo, pode-se observar que a norma estabelece limites para Resíduos urbanos, contudo para subcategoria de efluente de Aterro Sanitário:

**Figura 35: Os Limites Máximos de Toxicidade Aguda para os microcrustáceos - *Daphnia magna* segundo Tabela I da portaria N° 017/02 – FATMA de 2002.**

Origem dos Efluentes		Limites Máximos de Toxicidade Aguda para <i>Daphnia magna</i>	Limites Máximos de Toxicidade Aguda para <i>Vibrio fisheri</i>
Origem dos efluentes Categoria da atividade	Subcategoria da atividade		
		FDd	FDbl
Resíduos urbanos	Efluentes de Aterros Sanitários	8	16

FDd - Fator de Diluição para *Daphnia magna*.

FDbl - Fator de Diluição para *Vibrio fisheri*.

FD = 1 – amostra bruta não tóxica.

**Fonte:** FATMA, 2002.

Tendo em vista o art. 2° desta no §4° que se refere à determinação em laboratório, através de teste de toxicidade até não se observar mais efeitos agudos nos indivíduos e, cita as atividades não listadas na tabela I estabelecendo os limites máximos de toxicidade aguda para *Daphnia magna*: FTd 8 (12,5%) respectivamente. As amostras de RSCD analisadas no presente trabalho se encontram abaixo do Limite Máximos definido pela Portaria, já que é uma amostra bruta não tóxica, de acordo a portaria, visto que o FT delas é igual a 1.

## 7 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos nas análises de toxicidade aguda dos extratos solubilizados de resíduos sólidos de construção e demolição, pode-se concluir que as amostras coletadas estão de acordo com o previsto pela Portaria 17 de 2002 da FATMA, no parâmetro analisado (FTd), já que na exposição dos organismos teste (*Daphnia magna*) não houve nenhuma mortalidade, mesmo em concentração de fator 1.

As amostras de RCC, do presente trabalho, visualmente, possuíam características tóxicas, com presença de tinta, solventes e óleo, e a contaminação deles por outros resíduos, exemplo: lâmpada fluorescente, lodo industrial, telha de amianto e rejeito piritosos, esta toxicidade “aparente” não foi comprovada pelas análises realizadas no presente trabalho.

Contudo, tal resultado não descarta a toxicidade em RSCD, uma vez que o trabalho foi uma pequena amostragem, considerando o volume gerado de RCC na cidade de Criciúma, que segundo LOCKS (2009) é de 119,3 ton/dia, e seus bota-foras, de acordo com PICOLLO (2011), passa de 90 pontos determinado somente no primeiro semestre do ano de 2011.

Deste modo, sugere-se novos testes de toxicidade com *Daphnia magna*, conjuntamente com *Eisenia foetida* (minhoca) e com bulbos de *Allium sp* (cebola), nos RCC de bota-foras, caçambas e aterros autorizados, principalmente no RCC que será usado para reciclagem ou reutilização. E se possível testes individuais para cada classe de RCC definido pela CONAMA 307/2002.

Importante frisar a necessidade de maior fiscalização dos órgãos públicos e ambientais em relação à coleta, transporte e destinação final do RCC, para que não haja criação de novos bota-foras, juntamente com medidas emergenciais corretivas dos bota-foras já existentes.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Classificação de Resíduos. Rio de Janeiro: 2004a. p. 71.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006**: Solubilização de Resíduos - Procedimento. Rio de Janeiro: 2004b. p. 03.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: Amostragem de Resíduos - Procedimento. Rio de Janeiro: 2004c. p. 21.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12713**: Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade Aguda – Método de Ensaio com daphnia spp (Cladocera, Crustácea). Rio de Janeiro: 2004d. p. 17.

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. da. **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Carlos: Rima, 2003. 340p.

BERTOLETTI, E.; NIPPER, M. G.; MAGALHÃES, N. P. **A precisão de testes de toxicidade com Daphnia**. Ambiente, v. 6, n. 1, 1992. p. 55-59

BRASIL. **LEI Nº 12.305**, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso: 30 de abr.2011.

BRASIL. **Resolução CONAMA RESOLUÇÃO Nº 307**, DE 5 DE JULHO DE 2002 . Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso: 30 abr.2011.

CETESB, Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico. **Investigação confirmatória**: Projeto CETESB – GTZ. São Paulo : CETESB, 199. 13 p. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas\\_contaminadas/anexos/download/6000.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas_contaminadas/anexos/download/6000.pdf)>. Acesso em: 20 abr.2011.

CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA. Quinto. 2008 – Salvador. **Logística Reversa de Pós-Consumo do Setor de Lâmpadas Fluorescentes**. 18 a 22 de agosto de 2008 – Salvador – Bahia - Brasil Disponível em: <<http://portal.anhemi.br/publique/media/artigo-conem2008.pdfml>>. Acesso: 30 abr.2011.

INOJOSA, Fernanda Cunha Pirillo. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição**: a Resolução CONAMA 307/2002 no Distrito Federal Brasília, 2010 225 p.:il.Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <<http://www.unbcds.pro.br/publicacoes/FernandaInojosa.pdf>>. Acesso: 10 jun.2011.

KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. **Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações.** Florianópolis: FATMA, 2004. 288 p.

LOCKS, Alexandra. **Propostas de medidas de gestão de resíduos de construção civil e demolição em empresa construtora de edifícios** : Estudo de caso Residencial Baviera - Criciúma - SC. 2009. 109 f. TCC (Curso de Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009 Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000040/000040DB.pdf>>. Acesso: 10 jun.2011.

NAVARRO, Rômulo Feitosa. **Materiais e ambiente.** João Pessoa: Universitária, 2001. 180 p.

MARQUES NETO, José da Costa. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil.** São Carlos, SP: RiMA, 2005. 152 p.

PICOLLO, Mario André. Criciúma - SC. **Geomapeamento de Botas-fora de Criciúma-SC.** TCC (Curso de Engenharia Ambiental) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados.** 6ª ed. São Paulo: Roca, 1996. 1029p.

SANTA CATARINA. **Portaria FATMA nº17**, de 18 de abril de 2002. Estabelece os Limites Máximo de Toxicidade Aguda para efluentes de diferentes origens e da outras providências. Florianópolis: FATMA, 2002.

TEVES, Maria Lucila Ujvari de. **Lixo urbano: contaminação por resíduos de tintas e vernizes.** São Paulo: FUNDACENTRO, 2001. 124 p.

## ANEXOS

## ANEXO 1 - Fichas de Coletas do dia 30/05/2011 das amostras.

## FICHA DE COLETA

- a) Nome do Técnico de Amostragem: Thalles Marques da Cunha
- b) Data: 30/05/11; Horas: 14:30
- c) Identificação da Origem do Resíduo: Lixivia (RSCD)
- d) Quem Receberá os resultados: IPAT
- e) Número de Amostra: 01
- f) Descrição do Local de Coleta: Rota para Rod. Utopia  
Lassol - Linha Batista, 1500 m<sup>2</sup>.
- g) Determinações efetuadas em Campo: a escolha da pilha
- h) Determinações efetuadas em Laboratório: a amostra para  
determinar a umidade de secar  
24 horas
- i) Observações: Condição do tempo boa, com sol



## FICHA DE COLETA


- a) Nome do Técnico de Amostragem: Thalles Marques de  
Carvalho
- b) Data: 30/05/11; Horas: 15:30
- c) Identificação da Origem do Resíduo: livreria (ASCO)
- d) Quem Receberá os resultados: IPAT
- e) Número de Amostra: 02
- f) Descrição do Local de Coleta: Bota-foro, rua quintina  
del Int, 250 m
- g) Determinações efetuadas em Campo: a escolhas das  
pilhas
- h) Determinações efetuadas em Laboratório: a maioria deter-  
minar a umidade deve ficar 24 horas
- i) Observações: Tempo com sol durante a coleta
-

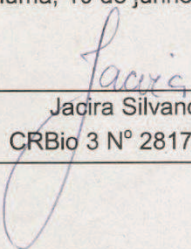


## FICHA DE COLETA

- a) Nome do Técnico de Amostragem: Thalles M. da Cunha
- b) Data: 1/1; Horas: 16:30
- c) Identificação da Origem do Resíduo: diversal (RSCD)
- d) Quem Receberá os resultados: IPAT
- e) Número de Amostra: 03
- f) Descrição do Local de Coleta: Botão-fora → Rua 308,  
Rio Pequeno, 1250 m<sup>2</sup>
- g) Determinações efetuadas em Campo: atenuamento do ~~res~~  
lito-foro e escolha do ponto para a coleta.
- h) Determinações efetuadas em Laboratório: também 24 horas  
na estufa para umidade
- i) Observações: Bom condições de tempo, sol.

## ANEXO 2 - Relatórios de toxicidade aguda das amostras, realizados pelo IPAT.


**Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC**  
**Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT**  
**Laboratório de ECOTOXICOLOGIA**

RELATÓRIO DE ANÁLISE Nº 170/2011						
Data da coleta: 30/05/2011	Data da entrada: 30/05/2011	Período de execução do teste: 08 a 10/06/2011				
Empresa:	Thalles Marques da Cunha					
Atividade:	Pesquisa (Resíduos Urbanos)					
Endereço:	Rua Constante Casagrande, nº 207, ap. 302 – Comerciário, Criciúma – SC.					
Interessado:	Cliente					
Descrição da amostra:	P01 - Solubilizado					
Ponto de coleta:	Bota-fora, Rodovia Otávio Dassoler – Linha Batista Coordenadas: UTM: X – 669594 / Y – 6828109					
Coletores:	Interessado					
Conservação e transporte:	Em frascos de polietileno e refrigerada.					
Amostragem:	Simplex					
Nº amostra:	01					
Obs:						
<p>Resultados do teste de toxicidade aguda com <i>Daphnia magna</i> em FT:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">FT</th> <th style="width: 90%;">Limite portaria 017/02 – Fundação do Meio Ambiente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> </tbody> </table> <p>FT = 1 Amostra bruta não tóxica</p> <p>Fator de Toxicidade (FT): representa a primeira de uma série de diluições de uma amostra na qual não mais se observa efeito tóxico agudo aos organismos-teste, nas condições prescritas pela portaria Nº 017 – FATMA de 18/04/2002.</p> <p>Metodologia de análise ABNT NBR 12713 (<i>Daphnia</i>).</p> <p>Metodologia de análise ABNT NBR 10004 (Solubilizado).</p> <p style="text-align: center;">Criciúma, 10 de junho de 2011.</p> <p style="text-align: center;">             Jacira Silvano            CRBio 3 Nº 28171-03         </p>			FT	Limite portaria 017/02 – Fundação do Meio Ambiente	1	8
FT	Limite portaria 017/02 – Fundação do Meio Ambiente					
1	8					





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de ECOTOXICOLOGIA

RELATÓRIO DE ANÁLISE N° 171/2011

<b>Data da coleta:</b> 30/05/2011	<b>Data da entrada:</b> 30/05/2011	<b>Período de execução do teste:</b> 08 a 10/06/2011
<b>Empresa:</b>	Thalles Marques da Cunha	
<b>Atividade:</b>	Pesquisa (Resíduos Urbanos)	
<b>Endereço:</b>	Rua Constante Casagrande, nº 207, ap. 302 – Comercário, Criciúma – SC.	
<b>Interessado:</b>	Cliente	
<b>Descrição da amostra:</b>	P02 - Solubilizado	
<b>Ponto de coleta:</b>	Bota-fora, Rua Quintino Dal Pont – São Simão Coordenadas: UTM: X – 659627 / Y – 6829483	
<b>Coletores:</b>	Interessado	
<b>Conservação e transporte:</b>	Em frascos de polietileno e refrigerada.	
<b>Amostragem:</b>	Simples	
<b>N° amostra:</b>	02	
<b>Obs:</b>		

Resultados do teste de toxicidade aguda com *Daphnia magna* em FT:

FT	Limite portaria 017/02 – Fundação do Meio Ambiente
1	8

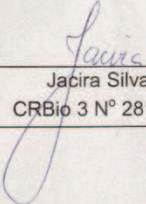
FT = 1 Amostra bruta não tóxica

Fator de Toxicidade (FT): representa a primeira de uma série de diluições de uma amostra na qual não mais se observa efeito tóxico agudo aos organismos-teste, nas condições prescritas pela portaria N° 017 – FATMA de 18/04/2002.

Metodologia de análise ABNT NBR 12713 (Daphnia).

Metodologia de análise ABNT NBR 10004 (Solubilizado).

Criciúma, 10 de junho de 2011.

  
 Jacira Silvano

CRBio 3 N° 28171-03





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de ECOTOXICOLOGIA

RELATÓRIO DE ANÁLISE N° 172/2011

<b>Data da coleta:</b> 30/05/2011	<b>Data da entrada:</b> 30/05/2011	<b>Período de execução do teste:</b> 08 a 10/06/2011
<b>Empresa:</b>	Thalles Marques da Cunha	
<b>Atividade:</b>	Pesquisa (Resíduos Urbanos)	
<b>Endereço:</b>	Rua Constante Casagrande, nº 207, ap. 302 – Comercário, Criciúma – SC.	
<b>Interessado:</b>	Cliente	
<b>Descrição da amostra:</b>	P03 - Solubilizado	
<b>Ponto de coleta:</b>	Bota-fora, Rua 308 – Rio Maina Coordenadas: UTM: X – 654832 / Y – 6827473	
<b>Coletores:</b>	Interessado	
<b>Conservação e transporte:</b>	Em frascos de polietileno e refrigerada.	
<b>Amostragem:</b>	Simples	
<b>N° amostra:</b>	03	
<b>Obs:</b>		

Resultados do teste de toxicidade aguda com *Daphnia magna* em FT:

FT	Limite portaria 017/02 – Fundação do Meio Ambiente
1	8

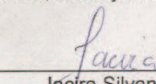
FT = 1 Amostra bruta não tóxica

Fator de Toxicidade (FT): representa a primeira de uma série de diluições de uma amostra na qual não mais se observa efeito tóxico agudo aos organismos-teste, nas condições prescritas pela portaria N° 017 – FATMA de 18/04/2002.

Metodologia de análise ABNT NBR 12713 (Daphnia).

Metodologia de análise ABNT NBR 10004 (Solubilizado).

Criciúma, 10 de junho de 2011.

  
 Jacira Silvano  
 CRBio 3 N° 28171-03