

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL  
DO BAIRRO CAMPECHE / FLORIANÓPOLIS-SC**

Mark Jacobowitz Rae

Orientador: Armando Borges Castilho Junior

2010/02

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**MARK JACOBOWITZ RAE**

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL DO  
BAIRRO CAMPECHE / FLORIANÓPOLIS-SC**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador  
Prof. Dr. Armando Borges Castilho Junior

FLORIANÓPOLIS, (SC)  
DEZEMBRO/2010

Rae, Mark Jacobowitz

Aplicação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para um condomínio residencial do bairro Campeche / Florianópolis-SC.

Mark Jacobowitz Rae – Florianópolis, 2010. 50f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Título em inglês: Application of a Solid Wastes Management Plan for a residencial condo in Campeche / Florianópolis - SC

**1. Solid Wastes. 2. Management Plan. 3. Sustainability.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS PARA UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL DO BAIRRO CAMPECHE /  
FLORIANÓPOLIS-SC.

MARK JACOBOWITZ RAE

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos  
requisitos para Conclusão do Curso de Graduação em  
Engenharia Sanitária e Ambiental – TCC II


BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Jr.  
(Orientador)



Eng.º Flavia Vieira Guimarães Orofino  
(Membro da Banca)



Eng.º Kahl Graeff Salim  
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)  
FEVEREIRO, 2011

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha família, em especial aos meus pais, que sempre me apoiaram e me proporcionaram subsídios para seguir na vida.

Aos meus avós que sempre me deram muito carinho e suporte.

Ao professor Armando, que me orientou durante os estudos do trabalho.

À amiga e co-orientadora Flavia, com quem obtive a chance de estagiar por dois anos e mergulhar nos resíduos sólidos. Agradeço principalmente a sua enorme capacidade de ensinar e cobrar resultados de seus companheiros de trabalho.

À equipe de seguranças do condomínio onde moro que, nos momentos de caracterização física dos resíduos, estavam sempre dispostos a ajudar no que podiam.

Aos amigos que me acompanharam durante o curso, proporcionando momentos de felicidades e me confortando nos momentos de dificuldades.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização do trabalho, especialmente os moradores do condomínio, que sempre aprovaram meu estudo.

## **RESUMO**

Este trabalho visa efetuar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em um condomínio residencial localizado no bairro do Campeche em Florianópolis – SC. É fato que a maioria das atividades humanas acabam por gerar algum tipo de resíduo que, muitas vezes, não recebe o tratamento adequado por falta de gerenciamento correto. Por este motivo, muitas empresas e grandes geradores de resíduos estão optando por uma nova visão mais sustentável, que tem por finalidade reduzir a geração de resíduos e garantir que os mesmos recebam um tratamento e destino final mais sustentável e adequado. É neste âmbito que o presente projeto tem como objetivo a implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS em um condomínio residencial com capacidade para 75 residências em Florianópolis, capital de Santa Catarina. A metodologia aplicada foi dividida em três etapas, sendo elas a elaboração de um diagnóstico, um prognóstico e, por fim, a proposição de soluções. Durante o estudo percebeu-se que muitos dos problemas de gerenciamento dos resíduos sólido no condomínio se davam por falta de informação ou sensibilização para a pré-segregação dos diferentes materiais no processo interno de manejo dos mesmos. Outro fator observado foi o elevado teor de resíduos orgânicos, o que indica a viabilidade de implantação de um pátio de compostagem. Com o estudo será possível embasar e sensibilizar os moradores do local com relação aos resíduos gerados em suas atividades rotineiras, bem como das atividades de manutenção do condomínio, e garantir maior sustentabilidade ao processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos, Plano de Gerenciamento, Condomínio residencial.

## **ABSTRACT**

This study has as its objective to introduce a Solid Wastes Management Plan (SWMP) in a residential condominium located in Campeche / Forianópolis – SC. It is a fact that people inevitably generate some kind of waste that is not dealt with properly and ends up being wrongly treated and dumped where it should not be. This is the result of ineffective management. Because of this type of situation, many factories and generators of waste are now trying to introduce a new and more sustainable system of waste management to decrease the generation of solid waste thereby ensuring that it is properly treated and finally disposed of in an appropriate manner. With this in mind, the present study is aimed at producing a new SWMP in a residential condominium with potential space for 75 houses. The methodology applied in this study was : diagnosis, prognosis and proposals. The study shows that one of the problems was that there was inadequate information and instructions for the residents on the way they should segregate their different types of waste. Furthermore, it was found that a lot of organic waste was being produced and could be better managed by the residents who would be instructed to direct it to a designated compost heap within the condominium. When this plan and related instructions are ready and introduced, it will become part of the residents normal routine activities (including repair work) thus making the SWMP process more effective and sustainable.

**KEY-WORDS:** Solid Wastes, Management Plan, Residential Condo.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVOS	16
2.1.	OBJETIVO GERAL	16
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1.	RESÍDUOS SÓLIDOS / LIXO	17
3.1.1.	Domiciliar	19
3.1.2.	Comercial	20
3.1.3.	Público	20
3.1.4.	Serviços de Saúde e Hospitalar	21
3.1.5.	Portos, Aeroportos e Terminais Rodoviários e Ferroviários	21
3.1.6.	Industrial	22
3.1.7.	Agrícola	22
3.1.8.	Entulho	23
3.2.	TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	24
3.2.1.	Disposição a Céu Aberto (Lixões)	27
3.2.2.	Aterro Controlado	28
3.2.3.	Incineração	28
3.2.4.	Aterro Sanitário	30
3.2.5.	Coleta seletiva e reciclagem	30
3.3.	ALTERNATIVAS PARA OS RESÍDUOS ORGÂNICOS	34
3.3.1.	Compostagem	36
3.3.2.	Biodigestores	43
3.4.	EDUCAÇÃO AMBIENTAL	48
3.5.	PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	50
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	58
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	58
4.2.	PROCEDIMENTOS DE COLETA E MANUSEIO DE DADOS	59
4.2.1.	Diagnóstico	60
4.2.2.	Prognóstico	65
4.2.3.	Proposições	66
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	68
5.1.	RESULTADOS	68
5.1.1.	Diagnóstico	68



5.1.2.	Prognóstico	86
5.1.3.	PROPOSIÇÕES DE SOLUÇÕES	90
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	94
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de Vida do Carbono.....	35
Figura 2 - Localização do condomínio.....	58
Figura 3 - Layout do condomínio.....	59
Figura 4 - Materiais e método de coleta de dados .....	62
Figura 5 - Contentores da coleta convencional e seletiva .....	80
Figura 6 - Trator e reboque para coleta interna .....	81
Figura 7 - Galpão para guardar ferramentas e o trator .....	82
Figura 8 - Fluxograma da coleta dos resíduos .....	83
Figura 9 - Fluxograma do novo gerenciamento dos resíduos .....	92

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1 - Estudo sócio-econômico .....	68
Tabela 2 -Caracterização dos Resíduos Sólidos .....	69
Tabela 3 - Percentual dos diferentes materiais .....	70
Tabela 4 - Gastos e rateio do condomínio .....	84
Tabela 5 - Prognóstico dos resíduos no condomínio .....	87

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1 - Planta do Condomínio.....	99
ANEXO 2 - Questionário Sócio-Econômico .....	101
ANEXO 3 - Planilha de dados para caracterização da Coleta Convencional .....	106
ANEXO 4 - Planilha de dados para caracterização da Coleta Seletiva .....	108
ANEXO 5 - Dados relevantes do questionário sócio-econômico .....	110

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, a falta de medidas mitigatórias às ações humanas extrativistas, que visam à exploração ilimitada dos recursos naturais da Terra, sem nenhum controle eficaz dos efluentes gerados gera um passivo ambiental de imenso impacto no ecossistema global. O alto nível de exploração dos recursos naturais está associado ao aumento desenfreado do consumo de produtos industrializados e, conseqüentemente, ao alto nível de industrialização mundial para suprir esta demanda. Por sua vez, o acelerado avanço tecnológico e crescimento populacional, acompanhado de intensa urbanização, faz com que o planeta se depare com sérios problemas ambientais provenientes da má gestão dos resíduos líquidos, gasosos e sólidos gerados nos processos.

Dentre estes fatores de grande impacto, a questão dos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, está entre um dos problemas mais polêmicos da humanidade. Atualmente constata-se que na maioria dos países, principalmente nos desenvolvidos e / ou em via de desenvolvimento, a problemática envolvendo os resíduos sólidos vem se agravando acentuadamente. Segundo Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE (2010) são gerados todo ano, no mundo, de dois a três bilhões de toneladas de resíduos sólidos, os quais acabam, na maioria das vezes, não recebendo seu tratamento e / ou destino adequado.

Se no mundo, a realidade dos resíduos sólidos é esta apresentada, no Brasil não é diferente. Neste país de vasto território e grande população, sendo esta projetada em 193.252.604 habitantes para o ano de 2010 (IBGE, 2008), são coletados 228.413 toneladas de

resíduos por dia, sendo que apenas 40,5% deste quantitativo recebem tratamento e disposição adequada (IBGE, 2000). Dos RSU produzidos a nível nacional, um percentual médio de 50% (percentagem em peso) é de matéria orgânica putrescível (CEMPRE, 2010).

No caso do município de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, a população estimada para o ano de 2010, segundo IBGE (2010), é de 421.203 habitantes. No município, se produz, em média, 463 toneladas de RSU por dia, dos quais cerca de 5% são resíduos com capacidade de reciclagem / reutilização (valor este que engloba a fração orgânica) e o resto, sem outra opção, é encaminhado para seu destino final em aterro sanitário (COMCAP, 2010). Segundo estudo de caracterização física dos RSUs de Florianópolis, realizada em 2002, a fração de resíduos orgânicos putrescíveis é de 47%, valor este que justifica a adoção de novas tecnologias para seu tratamento, visando minimizar a quantidade de material que segue para o aterro sanitário e, conseqüentemente, reduzir os gastos, gerar subprodutos rentáveis com ganhos ambientais (COMCAP, 2010).

Acredita-se que somente cerca de 20% dos resíduos gerados pela população não apresentam possibilidade de serem reutilizados, reciclados ou tratados, tendo como único destino os destinos finais convencionais. Com base nas informações citadas anteriormente, é comum encontrarmos empreendimentos cada vez mais alertas para estas questões e que se mobilizam para criar mecanismos e planos de gerenciamento de seus resíduos, a fim de tentar garantir maior sustentabilidade, qualidade de operação e respaldo ao seu nome e / ou produtos. É neste mesmo âmbito que o governo federal regulamentou a

Política Nacional de Saneamento, a qual engloba a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que por sua vez, torna obrigatório a implantação de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS para grandes geradores.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste estudo é elaborar um Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos – PGRS de um condomínio residencial localizado no bairro do Campeche em Florianópolis – SC.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar um diagnóstico da situação atual de gerenciamento dos resíduos sólidos no condomínio
- Elaborar um prognóstico da situação esperada para o futuro do gerenciamento dos resíduos sólidos do condomínio, uma vez que todas as residências estiverem construídas e seus proprietários as habitando;
- Embasar um programa de educação ambiental para tentar sensibilizar os moradores com as questões ambientalmente sustentáveis;
- Reduzir a carga de lixo a ser destinada ao aterro sanitário via coleta convencional da Prefeitura Municipal – PM;
- Educar os moradores para uma melhor segregação e futura destinação mais adequada de seus resíduos seletivos (recicláveis e reutilizáveis);
- Justificar a criação de um pátio de compostagem com uma horta para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos gerados nas residências.



### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS / LIXO

Segundo a NBR 10.004 – Resíduos Sólidos - Classificação, de 1997, da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que dispõem sobre a sua classificação, a denominação de Resíduo Sólido tem origem na palavra resíduos do latim e significa o que sobra de determinadas substâncias. A palavra sólido é incorporada para diferenciá-lo de líquidos e gases. Conforme a Norma classifica, Resíduos Sólidos caracterizam-se como:

*“Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água que exijam para isso soluções técnicas economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.”*

Conforme a versão atualizada em 2004 da NBR 10.004 da ABNT, a classificação dos resíduos é:

- Resíduos Classe I – Perigosos;
- Resíduos Classe II – Não Perigosos, sendo que esta classe se subdivide em:
  - Classe II A – Não Inertes;
  - Resíduos Classe II B – Inertes.

Os resíduos classificados como perigosos são aqueles que apresentarem pelo menos uma das características a seguir: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e / ou patogenicidade (ABNT - NBR 10.004, 2004).

A mesma Norma caracteriza como resíduo não inerte aqueles que não se enquadram em resíduo Classe I – Perigosos ou resíduos Classe II B – Inertes. Os resíduos Classe II A – Não Inertes podem ter as seguintes propriedades: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidades em água.

Para os resíduos Classe II B – Inertes, a NBR 10.004 preconiza como sendo qualquer resíduos, que quando amostrado de uma forma representativa, segunda ABNT – NBR 10.007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, á temperatura ambiente, conforme ABNT – NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores ao padrão de potabilidade da água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme ANEXO da presente na mesma.

Conforme informa RECILOTECA (2010), chamamos de lixo, tudo aquilo que não nos serve mais e jogamos fora. Os dicionários de língua portuguesa definem a palavra como sendo: coisas inúteis, imprestáveis, velhas, sem valor; aquilo que se varre para tornar limpa uma casa ou uma cidade; entulho; qualquer material produzido pelo homem que perde a utilidade e é descartado.

Segundo CEMPRE (2010), existem várias formas de se classificar o lixo, como por exemplo:

- Por sua natureza física: seco e molhado;
- Por sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica;
- Pelos riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos, não inertes e inertes.

Outra forma de se classificar o lixo, segundo CEMPRE (2010) seria quanto a sua origem, podendo ser:

### **3.1.1. Domiciliar**

Aquele originado na vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (casca de frutas, verduras, sobras, etc.), produtos

deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Contém, ainda, alguns resíduos que podem ser tóxicos.

### **3.1.2. Comercial**

Aquele originado nos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, tais como supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares, restaurantes, etc.

O lixo destes locais tem grande quantidade de papel, plásticos, embalagens diversas e resíduos de asseio dos funcionários, tais como papel-toalha, papel higiênico, etc.

### **3.1.3. Público**

Aquele originado de serviços de:

- Limpeza pública urbana, incluindo-se todos resíduos de varrição das vias públicas; limpeza de praias; limpeza de galerias, córregos e terrenos; restos de podas de árvores; corpos de animais, etc.;
- Limpeza de áreas de feiras livres, constituído por restos vegetais diversos, embalagens, etc.

### **3.1.4. Serviços de Saúde e Hospitalar**

Constituem os resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, oriundos de locais como: hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde etc. Trata-se de agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, órgãos e tecidos removidos, meios de culturas e animais usados em testes, sangue coagulado, luvas descartáveis, remédios com prazo de validade vencido, instrumentos de resina sintética, filmes fotográficos de raio X etc.

Os resíduos assépticos destes locais, constituídos por papéis, restos de preparação de alimentos, resíduos de limpezas gerais (pós, cinzas etc.) e outros materiais, desde coletados segregadamente e não entrem em contato direto com pacientes ou com os resíduos sépticos anteriormente descritos, são semelhantes aos resíduos domiciliares.

### **3.1.5. Portos, Aeroportos e Terminais Rodoviários e Ferroviários**

Constituem os resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, produzidos nos portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários. Basicamente, constituem-se de materiais de higiene, asseio pessoal e restos de alimentos, os quais podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados e países.

Também neste caso, os resíduos assépticos destes locais, desde que coletados segregadamente e não entrem em contato direto com os resíduos sépticos anteriormente descritos, são semelhantes aos resíduos domiciliares.

### **3.1.6. Industrial**

Aquele originado nas atividades dos diversos ramos da indústria, tais como metalúrgica, química, petroquímica, papelreira, alimentícia etc.

O lixo industrial é bastante variado, podendo ser representado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, borrachas, metais escórias, vidros e cerâmicas etc. Nesta categoria, inclui-se a grande maioria do lixo considerado tóxico (Classe I).

### **3.1.7. Agrícola**

Constituem os resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária. Incluem embalagens de fertilizantes e de defensivos agrícolas, rações, restos de colheita etc.

Em várias regiões do mundo, estes resíduos já constituem uma preocupação crescente, destacando-se as enormes quantidades de esterco animal geradas nas fazendas de pecuária intensiva.

As embalagens de agroquímicos, geralmente altamente tóxicos, têm sido alvo de legislação específica quanto aos cuidados na sua destinação final. A tendência mundial, neste particular, é para co-responsabilização da indústria fabricante nesta tarefa.

### **3.1.8. Entulho**

Resíduos da construção civil, composto por materiais de demolições, restos de obras, solos de escavações diversas etc. O entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento, porém, geralmente contém uma vasta gama de materiais que podem lhe conferir toxicidade, com destaque para s restos de tintas e de solventes, peças de amianto e metais diversos, cujos componentes podem ser remobilizados caso o material não seja disposto adequadamente.

Neste estudo, resíduo sólido ou simplesmente “lixo” é todo material sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta.

As características dos resíduos sólidos urbanos podem variar conforme sua origem, sendo assim, as mudanças nas características pode ser percebida até nos resíduos provenientes de diferentes bairros de uma mesma cidade. Estas diferenças são notadas principalmente em função de fatores como: atividade dominante (industrial, comercial, turística, agrícola etc.), hábitos e costumes da população, variações sazonais, condições climáticas, nível educacional, poder aquisitivo da população etc.

Na avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos, é de suma importância o conhecimento das características físicas e químicas do lixo, assim como suas tendências futuras, pois tais parâmetros podem indicar qual tratamento e / ou destino final será o mais adequado para assimilar a carga gerada, segundo ZANTA & FERREIRA (2003), citado por BÜTTENBENDER (2004). As características mais relevantes em questões de resíduos sólidos são: geração per capita, peso específico e aparente, umidade, poder calorífico, parâmetros químicos, composição, os componentes potencialmente perigosos presentes nos mesmos e, por fim, os aspectos epidemiológicos e ambientais relacionados aos mesmos (BÜTTENBENDER, 2004).

### **3.2. TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

A adoção formal por parte da ONU do conceito de desenvolvimento sustentável parte da criação em 1972 da Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento (WCED) que em 1987 publicou um relatório intitulado "Nosso futuro comum", também conhecido como o relatório Brundtland. Esse relatório indicou a pobreza nos países do sul e o consumismo extremo dos países do norte como as causas fundamentais da insustentabilidade do desenvolvimento e das crises ambientais.

A partir da elaboração do relatório pela ONU, a comissão recomendou a convocação de uma conferência para discussão dos temas e foi assim que surgiu a Agenda 21, iniciada em 23 de dezembro de



1989 com a aprovação em assembléia extraordinária das Nações Unidas de uma conferência sobre o meio ambiente e o desenvolvimento, como recomendado pelo relatório Brundtland. A conferência teve por finalidade a elaboração de esboços do programa, que, como todos os acordos dos estados-membros da ONU, sofreram um complexo processo de revisão, consulta e negociação, culminando com a segunda Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro em junho de 1992, foi elaborado o documento denominado por "Agenda 21". Este documento, que foi assinado por mais de 170 países, visa promover um novo padrão de desenvolvimento que concilie equilíbrio ambiental com justiça social e desenvolvimento econômico. Com relação aos resíduos sólidos, os capítulos 20 e 21 do referido documento, estabeleceram recomendações quanto ao uso, deveres e gerenciamento a serem adotados. O capítulo 20 trata do manejo ambientalmente saudável dos resíduos perigosos e aborda pontos como, por exemplo:

- Prevenção da geração de resíduos perigosos e a reabilitação dos locais contaminados sendo que ambos exigem conhecimentos, pessoal qualificado, instalações, recursos financeiros e capacidades técnicas e científicas;
- Recuperação de resíduos perigosos para convertê-los em matérias úteis. Como consequência, torna-se importante à

implementação ou modificação de tecnologias existentes e o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam uma menor produção de resíduos (desenvolvimento de tecnologias limpas);

- Estabelecimento de programas de informação e conscientização públicos sobre as questões relativas aos resíduos perigosos;
- Fortalecimento da capacidade nacional para detectar e reprimir qualquer tentativa ilícita de introduzir resíduos perigosos no território de qualquer Estado, em violação da legislação nacional e dos instrumentos jurídicos internacionais pertinentes.

No capítulo 21 são tratados o manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos, discutindo de forma ampla as seguintes áreas relacionadas com os resíduos:

- Redução ao mínimo dos resíduos;
- Aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambientalmente saudáveis dos resíduos;
- Promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos;
- Ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos.

Neste capítulo ainda consta que como as quatro áreas de programas estão correlacionadas e se apóiam mutuamente, devem estar integradas a fim de constituir uma estrutura ampla e ambientalmente saudável para o manejo dos resíduos sólidos municipais. A combinação de atividades e a importância que se dá a cada uma dessas quatro áreas variarão segundo as condições sócio-econômicas e físicas locais, taxas de produção de resíduos e a composição destes. Dentro do proposto na Agenda 21 e o que vem sendo feito atualmente com relação ao tratamento final dos resíduos sólidos, podemos verificar as seguintes práticas:

### **3.2.1. Disposição a Céu Aberto (Lixões)**

Esta forma de disposição final consiste em uma forma inadequada de manejo de resíduos sólidos, onde os resíduos são jogados sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Os lixões são ainda uma das principais destinos dos resíduos urbanos na maioria dos países (CEMPRE, 2010). Contudo, observa-se que está havendo uma diminuição do uso desta alternativa no Brasil (IBGE -PNSB, 2000) devido, entre outros fatores, às restrições impostas pela legislação e pelas instituições controladoras de poluição, frente o grande impacto que os lixões causam ao meio ambiente. Entre os diversos problemas gerados pelos lixões há a geração de grande quantidade de gases e líquidos altamente contaminados e com maus odores, o “chorume”, a partir da matéria orgânica putrefata e

objetivamente, o lixo pode constituir-se num problema sanitário quando proporciona a proliferação de moscas responsáveis pela transmissão vetorial de diversas patologias como diarreia infecciosa, amebíase, helmintoses etc, servindo também como criadouro e esconderijo de baratas e ratos, estes transmissores da leptospirose (AGROSOFT, 2008).

### **3.2.2. Aterro Controlado**

Esta é uma técnica de disposição de resíduos sólidos municipais no solo sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os diminuindo os impactos ambientais (CEMPRE, 2010). Por utilizar métodos e engenharia para o confinamento dos resíduos através da colocação de uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Esta tecnologia não dispõe de impermeabilização de base nem de sistemas de tratamento do lixiviado que percola ou do biogás gerado, fazendo que ocorram passivos ambientais. Os transtornos gerados acabam sendo os mesmos de um lixão e, juntos, se encontram como sendo 82% das utilizações como solução adotada pelos municípios (IBGE -PNSB, 2000).

### **3.2.3. Incineração**

Os resíduos sólidos municipais (RSM) e de serviço de saúde (RSS), classificado segundo normas da ABNT - NBR 10.004/97 e NBR 12.808/93 -, podem ser tratados termicamente antes de destiná-los aos aterros (CEMPRE, 2010).

Os tratamentos térmicos podem ser classificados como sendo de alta ou de baixa temperatura. Os tratamentos a alta temperatura normalmente ocorrem a temperaturas acima de 500°C e objetivam, principalmente, a destruição ou remoção da fração orgânica presente no resíduo, com redução significativa da sua massa (70%) e volume (90%), bem como a sua assepsia. A energia contida nos resíduos, nestes processos, pode ser parcialmente aproveitada, podendo gerar energia elétrica, água quente e vapor, ou combustíveis alternativos, auxiliando na redução do custo operacional do próprio tratamento. Os tratamentos a baixas temperaturas ocorrem a temperaturas em torno de 100 °C e visam, principalmente, a assepsia do resíduo sólido, razão pela qual são empregados para o tratamento de RSS (CEMPRE, 2010).

Uma questão importante é que existe uma série de problemas associados à operação dos incineradores, principalmente com relação à poluição atmosférica proveniente dos gases gerados na combustão do resíduo sólido. Para se alcançar uma incineração realizada de forma segura em termos ambientais, somente é possível com a instalação de sistemas de tratamento de gases (CEMPRE, 2010).

### **3.2.4. Aterro Sanitário**

A norma NBR 8.419, de 1992, da ABNT, define aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos como sendo a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios da engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

Os aterros sanitários também são embasados em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, o que permite um confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública (CEMPRE, 2010).

No entanto, se mal projetado, um aterro pode causar um impacto ambiental através dos efluentes gerados, caso estes não recebam tratamento adequado.

Alguns países já apresentam restrições ao aterro de resíduos com teores de materiais orgânicos elevados (CEMPRE, 2010).

### **3.2.5. Coleta seletiva e reciclagem**

A coleta seletiva de lixo é um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e “orgânicos”, previamente separados na fonte geradora. Estes materiais

são vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros (CEMPRE, 2010).

Segundo ENGENHEER (1998), citado por BENETTI (2000), nos Estados Unidos o surgimento da coleta seletiva se deu no início deste século. Já na Europa o início oficial da mesma se deu na Itália, em 1941, em razão das dificuldades oriundas da 2ª Guerra Mundial. Na Austrália, a coleta seletiva foi iniciada em 1990, por iniciativa governamental e opera com considerável eficiência.

Segundo ENGENHEER (1998), citado por BENETTI (2000), no Japão são atingidos altos índices de participação social na coleta seletiva. O trabalho teve início nas escolas e abrange o cotidiano da população, desde os prédios comerciais, residenciais e até os supermercados e locais de lazer. Na China, em um processo que teve início em 1950, os moradores separam o lixo em suas residências e os transportam até pontos de coleta, localizados nas imediações, onde trocam os resíduos por dinheiro.

No Brasil, o processo ocorreu mais tardiamente, visto que a primeira experiência documentada de coleta seletiva foi implantada em Niterói – RJ, no Bairro São Francisco, em 1996 (ENGENHEER, 1998 *apud* BENETTI, 2000).

A segregação dos materiais encontrados no lixo tem como finalidade principal a reciclagem de seus componentes, quando possível. A reciclagem é o resultado de uma série de atividades, pelas quais o material que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados,

coletados, segregados e processados para serem usados como matéria-prima, na manufatura de novos produtos (CEMPRE, 2010).

Segundo CEMPRE (2010), a reciclagem traz vários benefícios, tais como:

- Diminuição da quantidade de lixo a ser destinada ao tratamento convencional;
- Preservação dos recursos naturais;
- Economia de energia;
- Diminuição de impactos ambientais;
- Novos negócios;
- Geração de empregos diretos e indiretos.

Para o bom funcionamento da gestão de um sistema que incorpora a coleta seletiva é importante verificar os esquemas pelos quais possa haver o escoamento desses materiais (venda e / ou doação), antes de decidir se vai haver o estimular ou a implantação da segregação de materiais, visando a sua reciclagem. A análise do mercado de recicláveis, principalmente da região, ditará quais os produtos do lixo que poderão ser reciclados industrialmente (CEMPRE, 2010).



Quando um gestor de resíduos sólidos urbanos opta por um programa de reciclagem, tem de tomar decisões estratégicas em relação à forma de separação do lixo nas diferentes fontes geradoras dos resíduos e eventualmente a tecnologia a ser adotada na triagem e tratamento e destinação final.

A ABNT, via NBR 13.463 de 1995, regulamenta a coleta de resíduos sólidos urbanos. Existem alguns tipos de sistema de coleta, que são apresentados a seguir:

- Coleta seletiva porta – a – porta: semelhante ao procedimento clássico de coleta convencional de lixo, porém com algumas variações que caracterizam a coleta seletiva. Os veículos coletores percorrem as residências em dias e horários previamente definidos;
- Coleta por postos de entrega voluntária: são locais previamente definidos e dimensionados para o recebimento voluntário dos sólidos urbanos;
- Postos de recebimento e troca: são locais onde ocorre o recebimento de materiais recicláveis e se pode realizar a troca dos mesmos por outros produtos, tais como alimentos etc.;
- Catadores: consiste na coleta realizada por catadores ambulantes que percorrem os centros urbanos coletando os materiais recicláveis.

### 3.3. ALTERNATIVAS PARA OS RESÍDUOS ORGÂNICOS

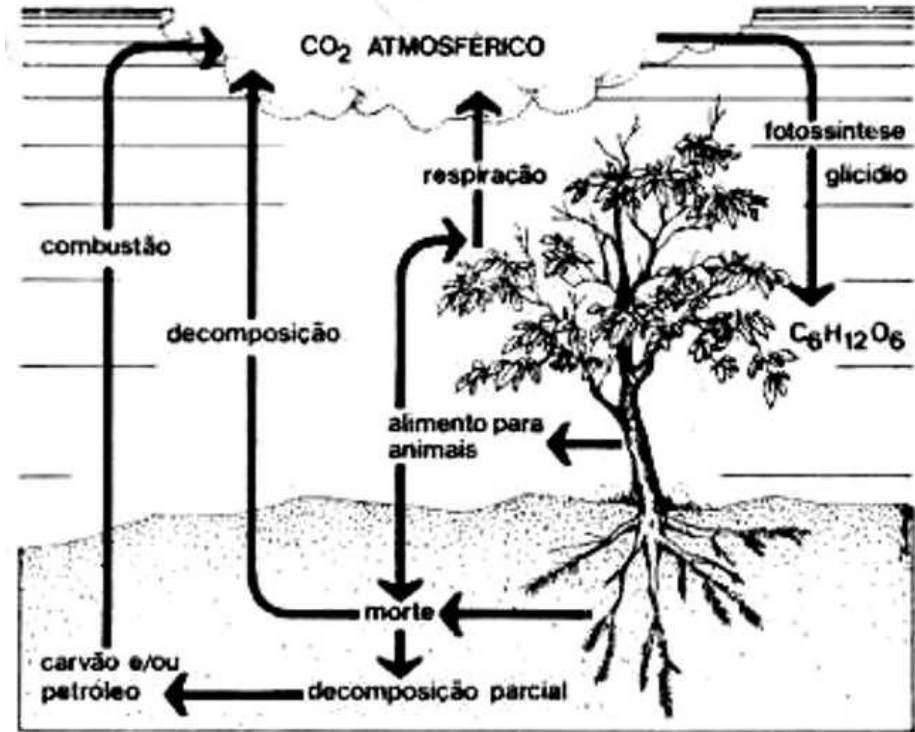
Segundo normas ABNT, que apresentam a definição de matéria orgânica, como é o caso da NBR 13.591, de 1996, estas são substâncias complexas biodegradáveis de origem animal ou vegetal.

Matéria orgânica, sob o ponto de vista químico, é toda substância que apresenta em sua composição o carbono tetravalente, tendo suas quatro ligações completadas por hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre ou outros elementos. Como todas as substâncias orgânicas possuem obrigatoriamente o elemento carbono, a própria Química Orgânica foi chamada “química do carbono” (KIEHL, 1985).

Na natureza são encontrados três reinos, mineral, vegetal e animal; entendendo como matéria orgânica as substâncias que provêm dos reinos que possuem órgãos, o animal e o vegetal (KIEHL, 1985).

O mesmo autor ainda cita que somente as bactérias autotróficas e as plantas clorofiladas são capazes de sintetizar a matéria orgânica a partir de elementos minerais e dos compostos simples. Pelo processo da fotossíntese, utilizando energia solar, gás carbônico, água, amido e açúcar, as plantas podem sintetizar os mais diversos compostos como as proteínas, a celulose e outras substâncias encontradas nos tecidos vegetais. As plantas alimentam os animais, enquanto que o homem e os animais carnívoros e onívoros se alimentam de plantas e de determinados animais, os restos orgânicos, vegetais e animais, retornando ao solo serão transformados em nutrientes os quais assimilados pelas plantas, completam o ciclo de vida como demonstra a figura a seguir (KIEHL, 1985).

Figura 1 - Ciclo de Vida do Carbono



Para decomposição da matéria orgânica, visando à estabilização de seus nutrientes, o que permite a absorção dos mesmos pelas plantas, a matéria pode passar por dois processos distintos de biodigestão pelos microorganismos: a decomposição via biodigestão anaeróbia ou aeróbia.

Tendo em vista a possibilidade de se decompor a matéria orgânica via processos biológicos, novas tecnologias que viabilizam

esses processos de biodigestão foram estudadas e, com isso, surgiram duas soluções mais limpas de tratamento para os resíduos sólidos orgânicos: a compostagem e o sistema de biodigestor.

### **3.3.1. Compostagem**

A compostagem é praticada desde a História antiga, porém até recentemente, de forma empírica. Gregos, romanos, e povos orientais já sabiam que resíduos orgânicos podiam ser retornados ao solo, contribuindo para sua fertilidade. No entanto, só a partir de 1.920, com Albert Howard, é que o processo passou a ser pesquisado cientificamente e realizado de forma racional. Nas décadas seguintes, muitos trabalhos científicos lançaram as bases para o desenvolvimento desta técnica, que hoje pode ser utilizada em escala industrial (FERNANDES *et al.*,1999).

A compostagem pode ser definida como um processo biológico de oxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO<sub>2</sub>, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável com características totalmente distintas daquelas encontradas no material pré-tratamento. Na prática, isto significa que a partir de resíduos orgânicos com características desagradáveis (odor, aspecto, contaminação por microrganismos patogênicos...), o processo transforma estes resíduos em composto, que é um insumo agrícola, de odor agradável, fácil de manipular e livre de microrganismos patogênicos (FERNANDES *et al.*,1999).

Segundo NBR 13.591, de 1996, da ABNT, que dispõem sobre a Compostagem, este é um processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação.

Como coloca CEMPRE (2010), a compostagem é a decomposição aeróbia da matéria orgânica que ocorre por ação de agentes biológicos microbianos na presença de oxigênio e, portanto, adequadas para levar à formação de um produto de boa qualidade.

A mesma fonte cita ainda que o processo de compostagem pode ocorrer por dois métodos:

- Método natural: a fração orgânica do lixo é levada para um pátio e disposta em pilhas de formato variável. A aceleração necessária para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica é conseguida por revolvimentos periódicos, com auxílio de equipamentos apropriados. O tempo para que o processo se complete varia de três a quatro meses;
- Método acelerado: a aeração é forçada por tubulações perfuradas, sobre as quais se colocam as pilhas de matéria, ou em reatores, dentro dos quais são colocados os resíduos, avançando em sentido contrário ao da corrente de ar. Posteriormente, são dispostos em pilhas, como no método

natural. O tempo de residência no reator é de cerca de quatro dias e o tempo total da compostagem acelerada varia de dois a três meses.

Os microrganismos necessitam de carbono, como fonte de energia, e de nitrogênio para síntese de proteínas. É por esta razão que a relação carbono / nitrogênio (C/N) é o fator que melhor caracteriza o equilíbrio dos substratos. Constatase que ela pode variar de 20/1 a 70/1 de acordo com a maior ou menor biodegradabilidade do substrato. Tanto a falta de nitrogênio quanto a falta de carbono limita a atividade microbiológica. Independentemente da relação C/N inicial, no final da compostagem a relação C/N converge para um mesmo valor, entre 10 e 20, devido às perdas maiores de carbono que de nitrogênio, no desenvolvimento do processo (FERNANDES *et al.*,1999).

O processo de compostagem aeróbia tem início a temperaturas ambientes, mas à medida que a ação microbiana, principalmente daqueles que realizam a fermentação ácida, se intensifica, as temperaturas se elevam e o pH torna-se mais baixo, período esse caracterizado como fase mesófila e que é favorável à retenção de amônia. A queda no pH é sensível, ficando em um valor que varia de 5,5 a 6,0, e é devida à produção dos ácidos orgânicos (CEMPRE, 2010; FERNANDES *et al.*,1999).

A passagem à fase termófila, que fica em torno de 45°C, é acompanhada de rápida elevação do pH, que se explica pela hidrólise das proteínas e liberação de amônia. O ideal é controlar a temperatura

entre 55 e 65 °C, pois esta é a faixa que permite a máxima intensidade de atividade microbiológica. Um método eficaz de controle da temperatura é via controle da aeração, uma vez que esta pode ser usada para dissipação do calor. Nesta fase, normalmente o pH se mantém alcalino (variando entre 7,5 e 9,0). De qualquer forma, e principalmente se a relação C/N da mistura for conveniente, o pH geralmente não é um fator crítico da compostagem, embora um composto orgânico de boa qualidade deva apresentar pH de no mínimo 6,0. Quanto à temperatura, sabe-se que a matéria orgânica é consumida nas duas fases da compostagem, porém é durante a fase termófila que as temperaturas se elevam a ponto de eliminar os microorganismos patogênicos (CEMPRE, 2010; FERNANDES *et al.*,1999).

Como aponta a ABES, a água é fundamental para a vida microbiana e, com isso, o parâmetro de umidade também deve ser levado em consideração no processo de compostagem. No composto, o teor ótimo de umidade, de modo geral, situa-se entre 50 e 60%. O ajuste da umidade requer uma criteriosa mistura de componentes ou adição de água (FERNANDES *et al.*,1999).

Na prática se verifica que o teor de umidade depende também da eficácia da aeração e das características físicas dos resíduos, tais como a estrutura e a porosidade. Porém, como há perdas de água devido à aeração, em geral, o teor de umidade do composto tende a diminuir ao longo do processo (FERNANDES *et al.*,1999).

Por ser caracterizada como um processo aeróbio, o fornecimento de ar é vital à atividade microbiana e torna a aeração uma

necessidade, pois os microrganismos aeróbios requerem O<sub>2</sub> para oxidar a matéria orgânica. Durante a compostagem, a demanda por O<sub>2</sub> pode ser bastante elevada e a falta deste elemento pode se tornar em fator limitante para a atividade microbiana e prolongar o ciclo de compostagem. A aeração também influi na velocidade de oxidação do material orgânico e na diminuição da emissão de odores, pois quando há falta de aeração o sistema pode se tornar anaeróbico. Seja qual for a tecnologia utilizada, a aeração da mistura é fundamental no período inicial da compostagem, na fase de degradação rápida, onde a atividade microbiana é intensa. Na fase seguinte, a maturação, a atividade microbiana é pouco intensa, logo a necessidade de aeração é bem menor (FERNANDES *et al.*,1999).

Outro indicativo do estágio de maturação do composto orgânico é o grau de decomposição ou de degradação do material submetido ao processo de compostagem. Para avaliação do grau de decomposição, indicadores como cor, odor e umidade, que indicam o aspecto do material, são bem observados. Assim, a cor final é preta e o odor, inicialmente acre, passa para o de terra mofada e a umidade reduzida (CEMPRE, 2010).

Os termos “semi-curado” ou tecnicamente bioestabilizado e “curado” ou humificado, apresentam os dois principais graus de decomposição do material submetido ao processo de compostagem. O primeiro indica que o composto já pode ser empregado como fertilizantes sem causar danos às plantas. O segundo indica que está completamente degradado e estabilizado, com qualidade apropriada (CEMPRE, 2010).



Análises em laboratório também permitem a avaliação do grau de maturidade do produto por determinação de carbono total e oxidável na amostra, assim como nitrogênio total e amoniacal. Com estes dados, é possível estimar a relação carbono e nitrogênio, uma vez que para valores iguais ou inferiores a 18/1, há a indicação que o composto esta “semi-curado” e valores inferiores a 12/1, de que esta “curado” (CEMPRE, 2010).

Se todas as condições satisfatórias forem obedecidas, o tempo necessário para a compostagem natural é de 60 a 90 dias para atingir a bioestabilização e mais 90 ou 120 para a humificação. A compostagem acelerada leva de 45 a 60 dias para “semi-cura” e de 60 a 90 dias para “cura” completa ou humificação (CEMPRE, 2010).

Kiehl (1985), classifica o processo de compostagem da seguinte forma:

- Quanto à biologia, separando em:
  - Processo aeróbio: atuam microorganismos que necessitam de oxigênio para sua sobrevivência e desenvolvimento;
  - Processo anaeróbio: atuam microorganismos fermentadores que sobrevivem na ausência de oxigênio.

- Quanto à temperatura:
  - Criofílico: temperatura a baixo de 35°C;
  - Mesofílico: temperatura entre os 40° e 55°C;
  - Termófilo: temperatura entre 55° e 70°C.
  
- Quanto ao ambiente:
  - Aberto: o processo é realizado a céu aberto, em pátio ou caixa de maturação e o tempo de compostagem pode durar até 180 dias, dependendo das condições ambientais;
  - Fechado: a compostagem é feita através de dispositivos especiais , tais como digestores, bioestabilizadores, torres, células de fermentação, tanques e silos, com revolvimentos periódicos.
  
- Quanto ao processamento:
  - Estático: consiste no processo de compostagem em que o material disposto recebe apenas revolvimentos periódicos;

- Dinâmico: também chamado de processo acelerado, consiste na adoção de medidas, como adição de enzimas, injeção de ar e aquecimento, para o melhor rendimento do processo.

### **3.3.2. Biodigestores**

A primeira instalação operacional destinada a produzir gás combustível a partir dos resíduos orgânicos só surgiu na segunda metade do século XIX, embora o biogás já fosse conhecido desde há muito tempo. Já em 1776, o pesquisador italiano Alessandro Volta descobriu que o gás metano já existia incorporado ao chamado "gás dos pântanos", como resultado da decomposição de restos vegetais em ambientes confinados.

Em 1806, na Inglaterra, Humphrey Davy identificou um gás rico em carbono e dióxido de carbono, resultante da decomposição de dejetos animais em lugares úmidos. Tudo indica que, apenas em 1857, em Bombaim, Índia, foi construída a primeira instalação operacional destinada a produzir gás combustível, para um hospital de hansenianos. Nessa mesma época, pesquisadores como Fisher e Schrader, na Alemanha e Grayon, na França, entre outros, estabeleceram as bases teóricas e experimentais da biodigestão anaeróbia. Posteriormente, e, 1890, Donald Cameron projetou uma fossa séptica para a cidade de Exeter, Inglaterra, sendo o gás produzido utilizado para iluminação pública. Uma importante contribuição para o tratamento anaeróbio de

esgotos residenciais foi feita por Karl Imhoff, na Alemanha, que, por volta de 1920, desenvolveu um tanque biodigestor, o tanque Imhoff, bastante difundido na época (NOGUEIRA, 1992).

A pesquisa e desenvolvimento de biodigestores teve muita evolução na Índia, onde, em 1939, o Instituto Indiano de Pesquisa Agrícola, em Kanpur, desenvolveu a primeira usina de gás de esterco. Segundo Nogueira (1992), o sucesso obtido animou os indianos a continuarem as pesquisas, formando o Gobar Gás Institute (1950). As pesquisas realizadas resultaram em grande difusão da metodologia de biodigestores como forma de tratar os dejetos animais, obter biogás e ainda conservar o efeito fertilizante do produto final, o composto. Foi esse trabalho pioneiro, realizado na região de Ajitmal (Norte da Índia), que permitiu a construção de quase meio milhão de unidades de biodigestão no interior daquele país.

A utilização do biogás, também conhecido como gobar gás (que em indiano significa gás de esterco), como fonte de energia motivou a China a adotar a tecnologia a partir de 1958, onde, até 1972, já haviam sido instalados 7,2 milhões de biodigestores na região do Rio Amarelo. Tal localização não é acidental, pois as condições climáticas da região a tornam propícias para a produção de biogás. A partir da crise energética deflagrada em 1973, a utilização de biodigestores passou a ser uma opção adotada tanto por países ricos como países de Terceiro Mundo (NOGUEIRA, 1992).

Os biodigestores são compostos, basicamente, de uma câmara fechada na qual a carga orgânica é fermentada anaerobicamente, isto é,

sem a presença de ar. Como resultado desta fermentação ocorre a liberação de biogás e a produção de biofertilizante. Como definiu Barrera (1993), citado por GASPAR (2003), “*o biodigestor, como toda grande idéia, é genial por sua simplicidade*”.

A biodigestão se dá devido à ação digestiva das bactérias metanogênicas, que realizam a decomposição anaeróbia da matéria orgânica, e o biogás é o produto composto, principalmente, por gás Carbônico (CO<sub>2</sub>) e Metano (CH<sub>4</sub>), embora apresente traços de Nitrogênio (N), Hidrogênio (H) e gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S). Segundo Seixas (1980), a decomposição anaeróbica desenvolve-se ao longo de três fases distintas:

- Período de hidrólise: ocorre a liberação, pelas bactérias, no meio anaeróbico, de enzimas extracelulares, que causam a hidrólise das partículas orgânicas, transformando as moléculas em moléculas menores e solúveis ao meio;
- Período de acidulação: nesta fase as bactérias produtoras de ácidos degradam moléculas de proteínas, gorduras e carboidratos em ácidos orgânicos (como ácido láctico e butílico), álcool, como o etanol, e gases, como amônia, hidrogênio e dióxido de carbono, entre outros;
- Período de metanogênese: fase em que as bactérias metanogênicas agem sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono, transformando-os em álcool (metanol).

O processo de digestão anaeróbia requer uma perfeita interação entre as bactérias fermentativas e as metanogênicas. Como o grupo das bactérias metanogênicas é o mais sensível às variações ambientais, deve-se operar o digestor anaeróbio visando à manutenção das condições ideais para estas bactérias. Seixas (1980) ressalta que, para a produção de biogás ser satisfatória, os critérios essenciais de sustentação de vida dos microorganismos anaeróbios devem ser atendidos, como a impermeabilidade do meio metagênico ao contato com o ar atmosférico, temperatura adequada, quantidade suficiente de nutrientes orgânicos, ausência de substâncias tóxicas aos organismos anaeróbicos, teor de água adequado e o pH.

A temperatura é um dos fatores ambientais mais importantes para o crescimento microbiano e, conseqüentemente, para a produção de gás. A biodigestão anaeróbia tem sido observada entre 0°C e 97°C. As faixas de temperaturas que são consideradas ótimas para o processo, sendo que para a fase mesófila (20 a 45°C), os valores ótimos encontram-se entre 30 e 35°C e para a fase termófila (45 a 70°C) os valores ótimos situam-se entre 50 e 55°C (NOGUEIRA, 1992; CHERNICHARO, 1997).

A maioria dos digestores anaeróbios têm operado dentro da faixa mesófila de 30 a 35°C. Esta é considerada a faixa de temperatura que combina as melhores condições para o crescimento das bactérias mesofílicas e para a produção de metano, com o menor tempo de retenção da matéria orgânica (NOGUEIRA, 1992).

Outro fator importante é que os processos de conversão anaeróbia desenvolvem-se melhor quando próximos de um pH neutro. Em geral, as bactérias acidogênicas têm maior tolerância a valores baixos de pH do que as bactérias metanogênicas. Enquanto as bactérias produtoras de ácido podem ainda encontrar-se bastante ativas para valores abaixo de 4,5, a ação das bactérias metanogênicas pode ser inibida por completo para valores de pH abaixo de 6,0 (CHERNICHARO, 1997).

A água também influencia no processo de biodigestão, sendo que tanto o excesso, quanto a falta da mesma são prejudiciais. O teor de água pode variar em função dos diferentes resíduos utilizados como matéria prima do processo.

Por fim, os microorganismos também necessitam de macro nutrientes fundamentais, tais como: carbono, nitrogênio, fósforo, hidrogênio e enxofre. O nitrogênio é um elemento essencial para a síntese de proteínas e sua necessidade nutricional pode ser avaliada através da relação carbono / nitrogênio, que deve situar-se em uma faixa de 20/1 e 30/1 (NOGUEIRA, 1992). A alta relação destes fatores indica o rápido consumo de nitrogênio ao longo do processo, o que resulta na baixa produção de biogás (REICHERT *et al.*, 2005).

A presença de compostos orgânicos e inorgânicos, com potencial tóxico ou efeitos inibitórios sobre o processo de digestão anaeróbio, devem ser evitados sendo importante o controle dos mesmos. A mistura no interior do biodigestor também deve ser mantida, tendo em

vista manter o resíduo fresco em contato com microorganismos presentes na massa já digerida.

### **3.4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Para o bom funcionamento da gestão de resíduos sólidos e da implantação de um sistema de coleta seletiva, este deve vir acompanhado de um amplo trabalho de educação ambiental para sensibilização social, e assim, maior mobilização por parte dos mesmos.

No Brasil, a educação ambiental não é somente uma proposta de ensino, mas sim uma Lei que foi sancionada pelo Presidente da República Fernando Henrique Cardoso em 27 de abril de 1999. A Lei Nº. 9.795/99 foi proposta pelo Deputado Federal Fábio Feldmann e reconhece a Educação Ambiental como um componente urgente, essencial e permanente em todo o processo educativo do país.

A política Nacional de Educação Ambiental é uma proposta programática de promoção da educação ambiental em todos os setores da sociedade. Diferente de outras Leis, não estabelece regras ou sanções, mas estabelece responsabilidades e obrigações na busca de construir valores sociais e atitudes voltadas à conservação da natureza com o objetivo de sensibilizar e capacitar as pessoas para uma vida mais sustentável.

Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental, Lei Nº. 9.795/99, Art. 1º e Art. 2º, entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem



valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente; bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e à sustentabilidade. As atividades vinculadas à Política Nacional de Educação Ambiental devem ser desenvolvidas na educação em geral e na educação escolar, por meio das seguintes linhas de atuação inter-relacionadas:

- I. Capacitação de recursos humanos;
- II. Desenvolvimento de estudos, pesquisas e experimentações;
- III. Produção e divulgação de material educativo;
- IV. Acompanhamento e avaliação.

Por fim, segundo Art. 77 do Decreto nº 7.404 de 2010, que regulamenta a Lei nº 12.305 de 2010, a educação ambiental na gestão dos resíduos sólidos é parte integrante da Política Nacional de Resíduos Sólidos e tem como objetivo o aprimoramento do conhecimento, dos valores, dos comportamentos e do estilo de vida relacionados com a gestão e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

Para a implantação adequada e eficaz de programas e planos de educação ambiental, é importante dominar as diretrizes da Lei, bem como os instrumentos adequados de implantação. Com este domínio é possível ter claro como e com o que / quem realizar os planos e programas.

### **3.5. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS é um instrumento da Política nacional de resíduos Sólidos e constitui uma parte integrante dos sistemas de gestão ambiental, baseado nos princípios da não geração e da minimização da geração de resíduos, que aponta e descreve as ações relativas ao seu manejo, contemplando os aspectos referentes à minimização na geração, segregação, acondicionamento, identificação, coleta e transporte interno, armazenamento temporário, tratamento interno, armazenamento externo, coleta e transporte externo, tratamento externo e disposição final.

O PGRS deve ser elaborado pelo gerador dos resíduos e submetido à análise do órgão ambiental para aprovação.

Segundo os artigos nº 13, 14, 20 e 21, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305 de 2010, estabelece que:

- Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

#### **I. Quanto à origem:**

a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) 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;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

## II. Quanto à periculosidade:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

c) Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

- São planos de resíduos sólidos:
  - III. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos;
  - IV. Os planos estaduais de resíduos sólidos;
  - V. Os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;
  - VI. Os planos intermunicipais de resíduos sólidos;
  - VII. Os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; e
  - VIII. Os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.
  
- Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:
  - IX. Os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do art. 13;
  - X. Os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:
    - a) gerem resíduos perigosos;
    - b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou

volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;

- XI. As empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;
  - XII. Os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” do inciso I do art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;
  - XIII. Os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa.
  - XIV. Parágrafo único. Observado o disposto no Capítulo IV deste Título, serão estabelecidas por regulamento exigências específicas relativas ao plano de gerenciamento de resíduos perigosos.
- O plano de gerenciamento de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:
    - XV. Descrição do empreendimento ou atividade;

- XVI. Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- XVII. Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:
- a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;
  - b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;
- XVIII. Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- XIX. Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentadas;
- XX. Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;
- XXI. Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;

XXII. Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

XXIII. Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.

Os artigos 56, 58 e 59 do Decreto 7.404 de 2010, que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispõem que:

- Os responsáveis pelo plano de gerenciamento de resíduos sólidos deverão disponibilizar ao órgão municipal competente, ao órgão licenciador do SISNAMA e às demais autoridades competentes, com periodicidade anual, informações completas e atualizadas sobre a implementação e a operacionalização do plano sob sua responsabilidade, consoante as regras estabelecidas pelo órgão coordenador do Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, por meio eletrônico.
- O plano de gerenciamento de resíduos sólidos dos empreendimentos listados no art. 20 da Lei nº 12.305, de 2010, poderá prever a participação de cooperativas ou de associações de catadores de materiais recicláveis no gerenciamento dos resíduos sólidos recicláveis ou reutilizáveis, quando:



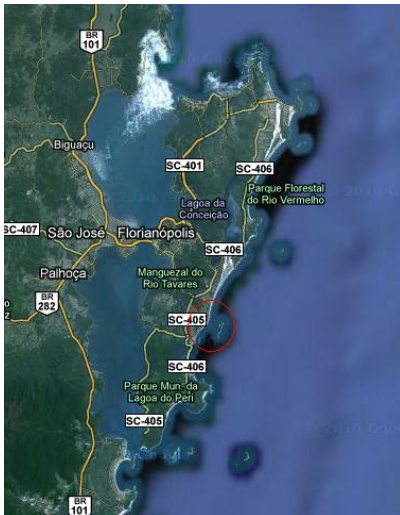
- I. Houver cooperativas ou associações de catadores capazes técnica e operacionalmente de realizar o gerenciamento dos resíduos sólidos;
  - II. Utilização de cooperativas e associações de catadores no gerenciamento dos resíduos sólidos for economicamente viável; e
  - III. Não houver conflito com a segurança operacional do empreendimento.
- 
- No atendimento ao previsto no art. 58, o plano de gerenciamento de resíduos sólidos deverá especificar as atividades atribuídas às cooperativas e associações, considerando o conteúdo mínimo previsto no art. 21 da Lei nº 12.305, de 2010.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

A área de estudo corresponde a um condomínio residencial localizado no bairro do Campeche no município de Florianópolis com área total de 62.822,9 m<sup>2</sup>, dos quais 31.960,2 m<sup>2</sup> foram divididas em 75 lotes de cerca de 430 m<sup>2</sup> cada. O resto da área do empreendimento é de uso comum, compreendendo as vias internas onde transitam os veículos, as quadras poliesportivas com quiosques de churrasco ao lado e áreas verdes com um parque, um lago e canteiros. Seguem algumas **Figuras** esquemáticas do condomínio, bem como fotos de satélite com sua localização.

Figura 2 - Localização do condomínio



**Figura 3 - Layout do condomínio**



As residências do condomínio são atendidas com eletricidade , rede pública de distribuição de água para consumo, bem como pelo serviço publico de coletas de lixo convencional e seletivo. A coleta de esgoto no bairro do Campeche ainda esta em via de implantação e, sendo assim, as residências do condomínio devem apresentar seu próprio sistema de tratamento de efluentes, compostos por tanque séptico, filtro anaeróbio, clorador e sumidouro.

#### **4.2. PROCEDIMENTOS DE COLETA E MANUSEIO DE DADOS**

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos será elaborado em três fases distintas:



#### **4.2.1. Diagnóstico**

Nesta fase foi feito um trabalho de pesquisa e levantamento de dados que analisados constituíram o diagnóstico da situação atual do condomínio e dos serviços de limpeza no estabelecimento. Para sua concretização foram abordados os aspectos legais, estrutura administrativa, estrutura operacional, aspectos sociais, educação ambiental e estrutura financeira.

#### **Caracterização dos Resíduos**

Para caracterização dos resíduos gerados no condomínio, foram gerados dados de geração "per capita" de lixo (kg / habitante . dia), obtida através de processos consistentes de amostragem com pesagens dos diferentes resíduos gerados (recicláveis, orgânicos e rejeitos) em duas semanas distintas, além de um levantamento sócio-econômico para levantar a população atual do condomínio e outros dados relevantes.

Foram escolhidas duas semanas para serem realizadas as amostragens e caracterização dos resíduos gerados no condomínio. Optou-se por se realizar a caracterização no período de uma semana, tendo em vista que a coleta regular realizada pela empresa responsável ocorre três vezes por semana, no caso da coleta convencional, e uma vez por semana, para coleta seletiva. Desta forma foi possível abranger todo resíduo gerado e disposto para coleta, dando maior credibilidade aos resultados.

Outra questão, foi a opção de se realizar a caracterização em uma semana pré-temporada e outra durante a temporada, tendo em vista verificar se a sazonalidade interfere na geração interna de resíduos.

A partir desta decisão, as caracterizações foram realizadas nos dias de coleta oferecidos pela empresa de coleta do município e o processo se baseou na triagem dos resíduos acondicionados nos sacos plásticos recolhidos porta-a-porta pelo zelador, para então, ser feita a pesagem dos diferentes resíduos com utilização de uma balança normal e as anotações com auxílio do segurança do condomínio.

A partir dos valores gerados de percentual em massa e das observações feitas no dia de caracterização, foram elaboradas planilhas

de cálculo para se gerar os resultados esperados. A **figura 4** apresenta o processo de pesagem dos resíduos, bem como a balança utilizada.

**Figura 4 - Materiais e método de coleta de dados (pesagem e balança utilizada)**



Através do mesmo levantamento, foi possível apresentar a composição física percentual (média) dos diversos tipos de resíduos sólidos (papel, papelão, plástico, matéria orgânica, metais, alumínio, vidro, outros), além do percentual de distribuição dos resíduos sólidos urbanos por classes (especiais - hospitalares, resíduos volumosos, etc. -, entulhos da construção civil, domiciliares e comerciais).

### **Aspectos Legais**

Foram levantadas e analisadas todas as disposições legais existentes com relação ao gerenciamento de resíduos sólidos, as quais o condomínio e as pessoas físicas, que ali tem sua residência, devem seguir e cumprir.

## **Estrutura Administrativa**

Identificação da estrutura organizacional atual dos serviços de limpeza e respectivos recursos humanos.

## **Estrutura Operacional**

Nesta etapa levantou-se os seguintes dados:

- Serviços prestados pela coleta regular (lixo domiciliar, comercial, de saúde e outros que houver), informando a frequência, regularidade, turnos, veículos e equipamentos utilizados;
- Serviços de varrição, capina e limpeza;
- Serviços de coleta especial (caçambas estacionárias, entulho de obras e outros que houver);
- Infra-estrutura física instalada para prestação de serviço de limpeza, informando a relação e localização de prédios administrativos, oficinas de manutenção com indicação da área construída, estrutura funcional interna, estado de conservação e características construtivas principais;
- Quantitativo incluindo ano de fabricação e estado de conservação dentre outras informações, da frota própria e contratada utilizada para prestação de cada tipo de serviço executado, inclusive veículos e máquinas auxiliares

(automóveis e utilitários, pás carregadeiras, etc), com frotas efetivamente em uso, caso a caso.

## **Estrutura Financeira**

### Remuneração e Custeio

Levantamento da estrutura de receita e despesas do condomínio, informando a remuneração e forma de recolhimento por fonte de recursos; As despesas deverão ser levantadas por finalidade, discriminando objeto dos gastos e destinatário de repasse (repasse de recursos a terceiros para pagamento de pessoal, manutenção de equipamentos, dentre outras despesas relativas à limpeza urbana).

### Investimentos

Levantamento dos investimentos feitos na ampliação da infraestrutura instalada, tanto no que diz respeito a edificações quanto à frota de veículos e máquinas;

### Controle de Custos

Levantamento dos procedimentos relativos ao controle de custos, à fiscalização e às medições, dentre outros.



## **Educação Ambiental**

Levantamento sobre a situação dos programas ou ações de educação ambiental em desenvolvimento.

### **Propostas Existentes**

Levantamento das propostas e projetos existentes ou em elaboração, relativos à limpeza interna.

#### **4.2.2. Prognóstico**

Com base nos levantamentos realizados e nas propostas existentes se antecipou a tendência de configuração futura do sistema de gerenciamento dos resíduos no horizonte do Plano.

Este prognóstico tem por objetivo apontar os problemas futuros que decorrerão da manutenção da situação atual, guardando uma estreita relação com as proposições que serão apresentadas na terceira fase deste trabalho. Tais proposições constituem, portanto, na indicação de ações que irão impedir a efetivação do quadro antecipado do prognóstico.

São abordadas, dentre outras, questões relativas à redução no volume de rejeitos a serem destinados á coleta convencional e, conseqüentemente, ao aterro sanitário, aumentando assim sua vida útil. Neste mesmo âmbito, são abordadas questões relativas ao aumento na

segregação de materiais aptos á reciclagem, bem como o tratamento alternativo dos resíduos orgânicos.

### **4.2.3. Proposições**

Nesta fase são indicados a classificação e o tratamento a ser dado a cada tipo de resíduo e dos serviços a serem prestados; a definição do grupo gestor, seu formato institucional e sua estrutura orgânica (estratégia de implantação do sistema).

São apresentadas propostas de soluções plausíveis e viáveis que possam efetivamente contribuir para o equacionamento das questões que atualmente desafiam o gerenciamento dos resíduos, considerando os seguintes pressupostos:

- Os estudos deverão ser, na medida do possível, articulados com outros trabalhos em desenvolvimento;
- Os resíduos sólidos domiciliares e especiais deverão ser preferencialmente coletados em separado, e ter destinação final diferenciada;
- O tratamento dos resíduos deverá privilegiar soluções voltadas para a minimização dos rejeitos gerados, visando ampliar a vida útil do aterro sanitário;

- As proposições deverão considerar a organização territorial e o zoneamento do condomínio;
- As limitações da capacidade de investimento deverão ser consideradas quando da elaboração das propostas e da formulação de programas de implantação, principalmente com relação à manutenção e operação dos tratamentos.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. RESULTADOS

#### 5.1.1. Diagnóstico

##### Caracterização dos Resíduos

A partir dos estudos conduzidos de caracterização dos resíduos gerados no condomínio residencial Recanto da Liberdade III, foi possível se determinar alguns dados para conclusão do presente estudo.

Atualmente o condomínio apresenta 17 residências já habitadas e, apesar da pouca contribuição por parte dos moradores em responder o questionário sócio econômico, foi possível obter alguns dados que permitiram se chegar a um valor médio de moradores por residência, bem como outras informações. A **Tabela 1** a seguir apresenta alguns dos dados obtidos.

**Tabela 1 - Estudo sócio-econômico**

CARACTERIZAÇÃO SÓCIO ECONÔMICA DO CONDOMÍNIO			
NUMERO DE RESPOSTAS	QUANTIDADE MÉDIA DE BANHEIROS	QUANTIDADE MÉDIA DE MORADORES	RENDIMENTO MESNAL MÉDIO POR RESIDÊNCIA
5	4	4	R\$ 7.250,00

As **tabelas 2 e 3**, bem como os **gráficos 1 e 2** a seguir apresentam os resultados obtidos a partir da caracterização física dos resíduos.

Tabela 2 -Caracterização dos Resíduos Sólidos

CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS								
MÉDIA DE RESIDENTES POR MORADIA	NÚMERO DE RESIDÊNCIAS HABITADAS	TOTAL DE MORADORES DO CONDOMÍNIO		TOTAL DE R.S GERADOS POR DIA	GERAÇÃO DIÁRIA PER CAPITA	MÉDIA DE CONTENTORES POR SEMANA	VOLUME DOS CONTENTORES	PESO ESPECÍFICO
habitantes		habitantes		kg / dia	kg / hab.dia	unidades	m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
4	17	68	REJEITOS	31,19	0,459	6	0,2	198,48
			COLETA SELETIVA	6,24	0,092	4	0,2	62,35
			ORGÂNICO	11,54	0,170			
			TOTAL	48,963	0,72	9,00	0,40	260,8318182

**Tabela 3 - Percentual dos diferentes materiais**

<b>PERCENTUAL MÉDIO DE CADA TIPO DE MATERIAL NAS DIFERENTES COLETAS</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>COLETA CONVENCIONAL</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>COLETA SELETIVA</b>
REJEITOS	35,23%	10,65%	REJEITOS
ORGÂNICO	36,99%	13,40%	JORNAL
JARDIM	6,73%	33,11%	PAPEL MISTO
PLÁSTICO	1,28%	3,72%	PAPELÃO
ALUMÍNIO	0,34%	4,79%	TETRA PAK
METAIS	0,13%	4,01%	ALUMÍNIO
PAPELÃO	1,48%	6,24%	METAIS
PAPEL	3,56%	19,82%	VIDRO
VIDRO	1,12%	0,01%	ISOPOR
TETRA PAK	0,26%	4,24%	DIVERSOS
ISOPOR	0,03%		
DIVERSOS	12,83%		

Gráfico 1 – Percentual médio, em massa, da distribuição dos materiais na coleta convencional

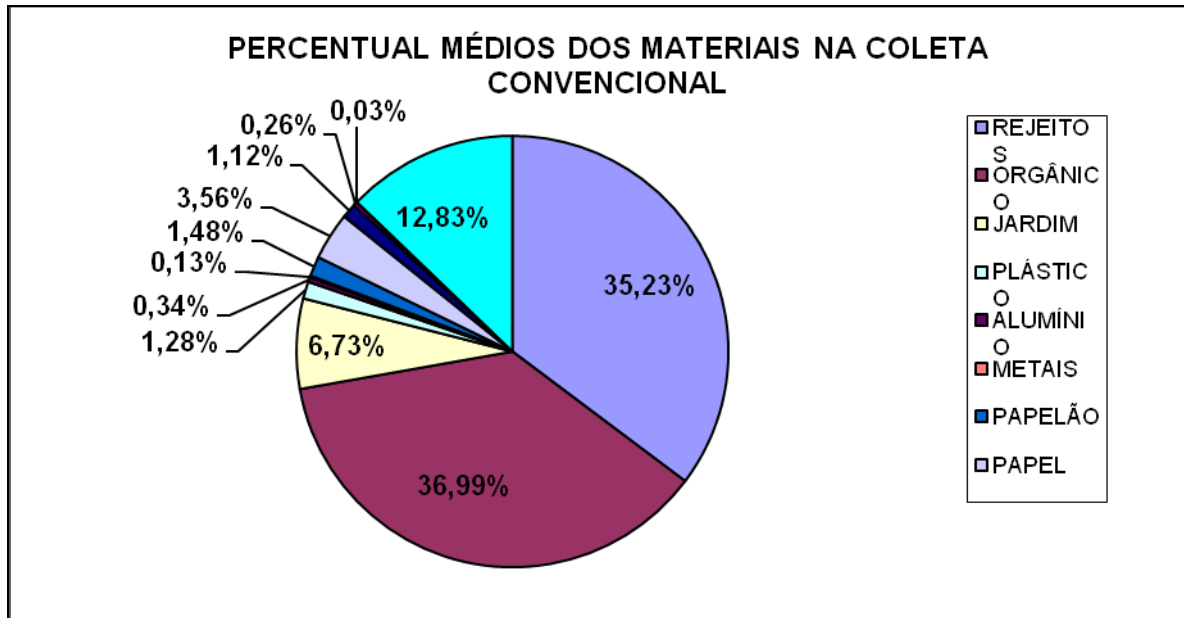
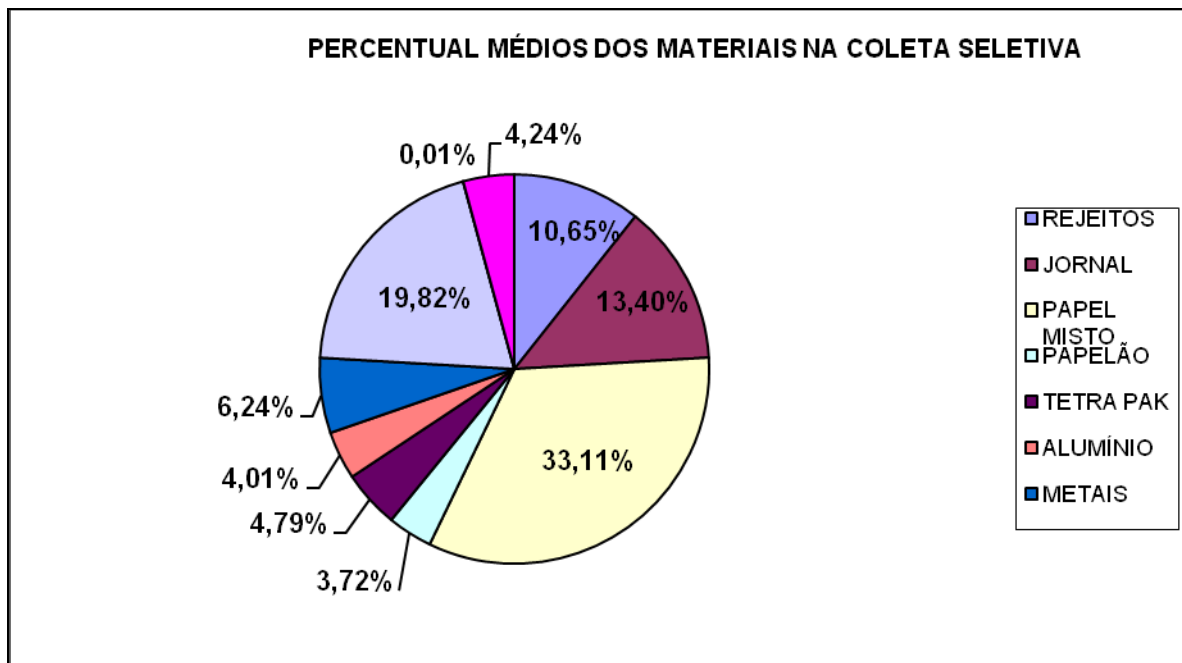


Gráfico 2 – Percentual médio, em massa, da distribuição dos materiais na coleta seletiva





Com relação aos resíduos sólidos, em especial os Classe II – A, foi observado ao longo da caracterização que existe uma grande mistura de plásticos e outros materiais (aptos de reciclagem – PET, PP, outros) nos resíduos sendo apresentados para a coleta convencional, que tem com destino final os aterros sanitários. Muitas vezes recipientes cheios de materiais recicláveis eram dispostos de forma incorreta e no dia da coleta convencional, o que inviabiliza todos os esforços prévios de segregação dos mesmos. A partir destes fatos, foi suposto que os possíveis motivos destes enganos poderiam ser:

- Falta de sensibilização quanto à maneira correta de segregação e disposição dos resíduos recicláveis;
- Desinformação dos moradores quanto aos dias corretos de coleta de cada tipo de resíduo (rejeitos e recicláveis);
- Desinformação do responsável pela coleta interna do condomínio quanto à apresentação dos diferentes resíduos (rejeitos e recicláveis) porta-a-porta.

Como a caracterização física dos resíduos foi realizada em duas semanas distintas, se observou algumas mudanças no comportamento dos moradores quanto os seus resíduos neste mesmo período. Segue alguns exemplos:

- Redução na quantidade de materiais recicláveis sendo descartados junto aos resíduos da coleta convencional;
- Melhor segregação e condicionamento dos materiais da coleta seletiva.

Os resíduos Classe II – B (INERTES), em sua grande maioria, são utilizados para o aterramento dos próprios loteamentos, enquanto que os restos de madeira da obra são destinados a uma empresa que beneficia a mesma, transformando em produtos como cavacos e materiais para jardim. Caso o entulho se encontre em má qualidade, ou sobra ao final da obra, cada residência encaminha seu próprio resíduo, utilizando na maioria dos casos as empresas de papa entulho. Poucos resíduos de construção civil foram encontrados em meio aos resíduos convencionais destinados à coleta pública e, conseqüentemente, ao aterro sanitário. A análise permitiu verificar que boa parte destes resíduos poderiam ser reciclados, o que indica a necessidade de uma sensibilização dos operários de obras com relação aos seus resíduos.

Por fim, quanto aos resíduos Classe I (PERIGOSOS), estes apresentaram valores percentuais extremamente baixos, tendo sido observados pequenos casos esporádicos ao longo da caracterização, porém que podem ser preocupantes, uma vez que foram encontrados em meio aos resíduos destinados à coleta convencional e, conseqüentemente, aos aterros sanitários podendo gerar grandes

passivos ambientais de contaminação de lençóis freáticos e corpos d'água.

### **Aspectos Legais**

Segundo artigo 13 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305 de 2010, os resíduos gerados no condomínio, com exceção dos Classe II –B (Inertes), são considerados resíduos domiciliares e não determinam a obrigatoriedade de execução de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, porém, a partir do presente trabalho e em virtude da vontade dos moradores do local, o condomínio residencial terá a possibilidade, voluntária, de sua implantação.

Por se tratar de um condomínio residencial, o mesmo não apresenta nenhuma regulamentação interna específica para a questão dos resíduos sólidos. As únicas legislações obedecidas, no caso, são as federais, estaduais e municipais.

A Prefeitura Municipal de Florianópolis implantou o sistema de coleta seletiva na cidade há anos e, em virtude disto, somente no ano de 2010, sancionou a Lei Complementar Nº 398 de 2010 (Política Municipal de Coleta Seletiva), que considera coleta seletiva o recolhimento diferenciado de materiais potencialmente recicláveis já previamente separados nas fontes geradoras, realizado por administrações municipais, grupos de catadores e outros por meio de sistemas de coleta especial, sendo o objetivo da coleta seletiva o de

encaminhar esses materiais para reciclagem, compostagem, reuso, tratamento e outros destinos alternativos. A mesma Lei ainda caracteriza os materiais recicláveis como sendo:

- papéis;
- vidros;
- plásticos;
- metais;
- matéria orgânica;
- entulho e resíduos volumosos;e
- outros materiais passíveis de retorno ao seu ciclo produtivo, ou que por sua natureza requeiram destinação final específica.

A Lei Complementar Nº 113 de 2003, que dispõe sobre a forma de apresentação dos resíduos sólidos para coleta realizada pela Prefeitura Municipal de Florianópolis, em seu artigo 2º, determina que os depósitos de lixo devam ter dimensão adequadas à produção da edificação cujo cálculo, em metros cúbicos, obedecerá, em média, a seguinte fórmula única:

- $V = P \times (2,20) / 130$

Onde,  $V$  = Volume útil do depósito ( $m^3$ )

$P$  = População usuária da edificação

Sabendo que a população atual é de cerca de 72 moradores, o volume útil do depósito deveria ser de  $1,22 m^3$ , sendo o volume atual apresentado estimado em  $1,6 m^3$ . Atualmente, pelos cálculos, o número atual de contentores seria suficiente, porém pelas observações realizadas, faltam contentores para acondicionar os resíduos da coleta seletiva, uma vez que estes muitas vezes ficam expostos ao lado de fora dos contentores por já ter sido esgotada a capacidade dos mesmos.

Outro aspecto relevante é que, por se tratar de um condomínio formado por um conjunto habitacional com mais de uma residência familiar, ou seja, multi-familiar, a Lei, em seu artigo 3º e inciso II, determina que a apresentação do lixo à coleta deva ser feita unicamente em contentores de polietileno de alta densidade, com tampa, com capacidade de 80 (oitenta) a 360 (trezentos e sessenta) litros, de duas rodas, que seguem a norma de fabricação ANSI (American National Standart Institute) número Z245.60-Tipo B (Sistema Americano), e que possibilite sua coleta através de caminhões dotados de elevadores hidráulicos.

Os contentores de que trata o inciso II do art. 3º desta Lei deverão obedecer às seguintes cores:

- Para contentores de uso residencial:
  - Cor laranja - rejeitos;
  - Cor azul claro - lixo reciclável seco;
  - Cor cinza - lixo reciclável orgânico.

A mesma Lei, em seu artigo 7º, ainda dispõe sobre o tempo de permanência dos contentores nos logradouros públicos, que deverá ser de até duas horas antes da coleta e duas horas depois nos locais onde o serviço de coleta é realizado no período diurno, e, nos locais onde o serviço de coleta se realiza após as 18 horas, os contentores deverão ser retirados até as 7 horas do dia seguinte.

Por fim, o Decreto 7.404 de 2010 torna obrigatória a apresentação adequada dos materiais para coleta seletiva, quando esta existir no município, e o Decreto 6.514 de 2008 prevê as infrações relativas à poluição e outras infrações ambientais, bem como apresenta os valores de multas aplicadas a quem não cumpre seus deveres perante o meio ambiente na gestão de seus resíduos. O valor da multa pode variar de R\$ 500,00 a R\$ 50.000,00.

### **Estrutura Administrativa**

A estrutura administrativa do condomínio consiste basicamente na eleição de um síndico, bem como seu respectivo vice, que se torna

responsável por todas as atividades permitidas no condomínio, bem como a gestão sócio-econômica do patrimônio, monetário e estrutural, do mesmo.

Reuniões periódicas dos moradores para discutir as questões internas do condomínios são realizadas e registradas, uma vez que são nestes momentos que decisões importantes são tomadas, e também é feita uma segunda eleição para nomear um gerente de obras internas, que fica responsável por analisar e aprovar, em caso coerente, as novas edificações a serem construídas.

Durantes estas reuniões foi possível apresentar a proposta do presente trabalho, permitindo aos moradores se iterarem no assunto, bem como participarem do processo de diagnóstico do gerenciamento dos resíduos gerados no condomínio. Ao final deste trabalho, em uma nova reunião, serão apresentados os resultados aos mesmos.

### **Estrutura Operacional**

O condomínio dispõe de um zelador que é responsável por atividades rotineiras de coleta interna dos resíduos nos dias corretos, manutenção de algumas estruturas internas, limpeza e jardinagem das áreas verdes. Quando a vegetação dos lotes se encontra demasiado grande, uma empresa especializada em capina e roçagem é contratada para prestar o serviço.

Após a coleta interna realizada pelo zelador, o mesmo apresenta os contentores na rua para coleta regular de lixo no município, que é

realizada pela prefeitura, via empresa de economia mista. A empresa atende a rua do condomínio com coleta convencional (rejeitos) e seletiva (recicláveis).

A coleta convencional atende o bairro 3 vezes por semana (terça-feira, quinta-feira e sábado), a partir das 19:00 horas, e é realizada através de caminhão compactador com elevador mecânico para içar os contentores. A coleta seletiva, por sua vez, ocorre apenas uma vez por semana (sextas-feiras), a partir das 08:00 horas, com a utilização de um caminhão baú com capacidade para 28 a 30m<sup>3</sup>. Ao fim da coleta, o segurança, que também realiza a função de porteiro, realiza a retirada dos contentores e os devolve aos locais corretos para cada tipo de coleta. A **Figura 5**, a seguir, mostram os contentores em seus respectivos locais, bem como a localização do galpão no condomínio.

**Figura 5 - Contentores da coleta convencional e seletiva**





Como mencionado anteriormente, a coleta de resíduos Classe II-B, quando necessárias, são realizadas por empresas terceirizadas que são acionadas pelos próprios moradores.

Para coleta interna dos resíduos e corte de grama das áreas verdes, o condomínio adquiriu um trator especial e com um esquema de reboque atrás para melhorar e aperfeiçoar as atividades, bem como ferramentas adequadas de jardinagem. A garagem do trator fica localizada em um pequeno galpão de madeira com cerca de 25 m<sup>2</sup>, construído aos fundos do condomínio. Os equipamentos se encontram em ótimas condições em função de seu pouco tempo de uso, além da manutenção freqüente e limpeza que são realizadas ao fim de todo dia de coleta.

**Figura 6 - Trator e reboque para coleta interna**

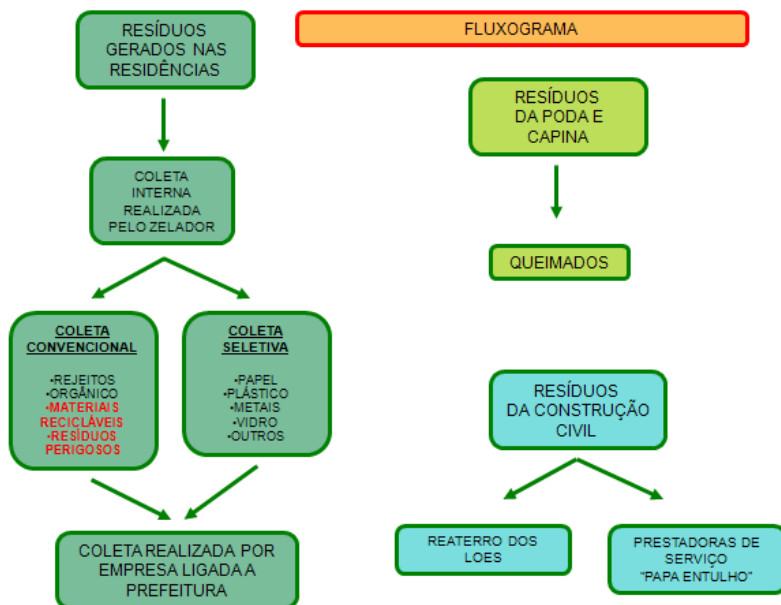


**Figura 7 - Galpão para guardar ferramentas e o trator**



Segue o **Fluxograma** de gerenciamento dos resíduos sólidos realizado no condomínio.

**Figura 8 - Fluxograma da coleta dos resíduos**



## **Estrutura Financeira**

A receita interna do condomínio se constitui da taxa de condomínio, que é paga pelos moradores e varia em função das despesas do próprio condomínio.

As despesas, por sua vez, são os gastos fixos para manutenção do condomínio e que foram calculados através de uma estimativa criada pelas primeiras administrações do condomínio. As principais despesas por ordem de valores são: vigilância, energia elétrica e água, que são debitados em conta e depois repassados aos proprietários de lotes,

pagamento de salários e encargos ao zelador, salário mínimo ao síndico e materiais para manutenção e limpeza do condomínio.

**Tabela 4 - Gastos e rateio do condomínio**

<b>ESTRUTURA FINANCEIRA - GASTOS INTERNOS DO CONDOMÍNIO</b>		
<b>DESPESA</b>	<b>CUSTO</b>	<b>RATEADO</b>
<b>Material de limpeza</b>	R\$ 90,00	R\$ 1,23
<b>Vigilância</b>	R\$ 10.500,00	R\$ 143,80
<b>Energia elétrica</b>	R\$ 1.005,00	R\$ 13,76
<b>Telefone</b>	R\$ 35,00	R\$ 0,48
<b>Matéria de expediente</b>	R\$ 38,00	R\$ 0,52
<b>Tarifas bancárias</b>	R\$ 205,00	R\$ 2,81
<b>Salário zelador</b>	R\$ 890,00	R\$ 12,19
<b>Vale transporte para o zelador</b>	R\$ 120,00	R\$ 1,64
<b>Manutenção geral</b>	R\$ 250,00	R\$ 3,42
<b>Correios</b>	R\$ 59,00	R\$ 0,81
<b>Cesta Básica</b>	R\$ 35,00	R\$ 0,48
<b>Combustível trator</b>	R\$ 196,00	R\$ 2,68
<b>Encargos sociais</b>	R\$ 395,00	R\$ 5,41
<b>Honorário da empresa de contabilidade</b>	R\$ 510,00	R\$ 6,98
<b>Honorário do síndico</b>	R\$ 510,00	R\$ 6,98
<b>Total</b>	<b>R\$ 14.838,00</b>	<b>R\$ 203,19</b>

De tempos em tempos, o síndico contrata um prestador de serviço para fazer a roçagem dos lotes, que depois é cobrado nos boletos enviados aos condôminos. Todos os gastos constam nos boletos que são

gerados por uma empresa de contabilidade contratada e, geralmente, todos os meses a variação é mínima.

Os gastos com infra-estrutura, por sua vez, foram executados pela empresa que constituiu o condomínio e são compreendidos como sendo: pavimentação interna, drenagem, rede de água, energia elétrica, portaria, jardinagem, lago (açude), etc.

Todo o controle de gastos é feito pelo síndico, com supervisão do conselho fiscal, e aberto para todos os proprietários de lotes assim que o escritório de contabilidade contabilize as despesas e receitas.

### **Educação Ambiental**

No atual momento, não é realizada nenhuma atividade de educação ambiental dos moradores conforme o Decreto 7.404 de 2010 determina, o que indica a necessidade de sua implantação, tendo em vista a melhor gestão dos resíduos sólidos gerados no condomínio.

### **Propostas Existentes**

Não há nenhuma proposta, se não a do presente trabalho, para melhor gestão dos resíduos sólidos gerados no condomínio. Porém, em favor do presente estudo, os moradores se mostraram favoráveis a implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, bem como se dispuseram a colaborar.

### **5.1.2. Prognóstico**

A partir da caracterização dos resíduos sólidos gerados no condomínio, foi possível se estimar a geração, em peso, dos diferentes tipos de resíduos, tendo como situação futura, o momento em que todas as residências estiverem concluídas e habitadas pelos seus proprietários.

A **Tabela 5** a seguir apresentam os resultados obtidos para esta situação.

Tabela 5 - Prognóstico dos resíduos no condomínio

SITUAÇÃO FUTURA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO CONDOMÍNIO									
MÉDIA DE RESIDENTES POR MORADIA	NÚMERO DE RESIDÊNCIAS HABITADAS	TOTAL DE MORADORES DO CONDOMÍNIO		GERAÇÃO DIÁRIA PER CAPITA	TOTAL DE R.S GERADOS POR DIA	PESO ESPECÍFICO	VOLUME GERADO	VOLUME DOS CONTENTORES	MÉDIA DE CONTENTORES POR SEMANA
habitantes		habitantes		kg / hab.dia	kg / dia	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> / dia	m <sup>3</sup>	unidades
4	75	300	REJEITOS	0,459	137,60	198,48	0,69	0,2	24
			COLETA SELETIVA	0,092	27,51	62,35	0,44	0,2	15
			ORGÂNICO	0,170	50,90				
			TOTAL	0,720	216,01	260,83	1,13	0,4	40

É possível observar que com a conclusão e habitação de todas as residências, somando 75 ao todo, a geração de “lixo” no condomínio também dará um salto e indica a possibilidade de alguns problemas tais como a alta geração de resíduos orgânicos, grandes geradores de passivos ambientais nos aterros sanitários pela geração do “chorume” que percola e lava os outros resíduos contaminantes. Outra questão é a alta geração de resíduos a serem destinados à coleta convencional e, conseqüentemente, aos aterros sanitários, indicando a necessidade de se sensibilizar os moradores para tentarmos reduzir, ao máximo, este peso / volume e futuramente assegurar, no mínimo, um vida útil maior destes aterros.

Outra observação feita alerta para a questão do número de contentores a serem utilizados pelo condomínio. Segundo estudos realizados pela Prefeitura, para alteração da Lei Complementar Nº 113/2003, o cálculo do número de contentores necessário para grandes geradores (condomínio) passaria a ser:

$$V = \frac{P * p * K}{D} * 1000 \quad ( I )$$

**D**

Onde: P – população usuária da edificação.

p – produção per capita.



D – densidade

V – volume útil do depósito em litros.

K – maior intervalo entre coletas.

Seletiva: 1 vez/semana -  $K = 6$

2 vezes/semana -  $K = 3$

Comum: 3 vezes/semana -  $K = 2$

6 vezes/semana -  $K = 1$

Obedecendo então a esta fórmula, o número de contentores necessários para atender à coleta convencional (3 vezes por semana) passaria a ser de 1,4 m<sup>3</sup> e a da coleta seletiva (1 vez por semana) passaria para 2,65 m<sup>3</sup>. A partir da relação da atual (real) necessidade de contentores para coleta e o cálculo feito com base na futura geração de resíduos no condomínio, seriam necessários 24 contentores por semana (8 contentores a cada 2 dias – coleta realizada 3 vezes por semana) para coleta convencional e 15 contentores por semana (coleta realizada uma vez por semana) para coleta seletiva. Estes valores, se convertidos em volume, são equivalentes a 1,4 m<sup>3</sup> e 3,1 m<sup>3</sup> respectivamente, o que mostra que os valores estariam em legalidade com a Lei.

### **5.1.3. PROPOSIÇÕES DE SOLUÇÕES**

Como foram observadas falhas no sistema atual de gerenciamento dos resíduos sólidos do condomínio, algumas pequenas mudanças poderiam ser adotadas de imediato na tentativa de viabilizar a correta destinação dos diferentes resíduos.

Conforme apresentado na caracterização, alguns dos problemas de destinação dos resíduos se davam por questões operativas dentro do condomínio. As falhas se davam, supostamente, ou por falha do zelador que realiza a coleta interna dos resíduos de forma integrada e, por algum descuido, apresentava materiais recicláveis à coleta convencional, ou por falta de informação dos moradores que apresentavam materiais recicláveis no dia da coleta convencional.

Uma solução simples e viável seria a aquisição, por parte dos moradores, de sacos de lixo em cores diferenciadas. Desta forma, seria possível que os mesmo apresentassem seus rejeitos (coleta convencional) e resíduos recicláveis (coleta seletiva) de forma diferenciada à coleta interna, viabilizando ao zelador, saber qual resíduos deve ser apresentado nos dias diferentes de coleta municipal.

Outras medidas seriam:

#### **Educação Ambiental**

Como metodologia de educação ambiental, foi criado um projeto que visa sensibilizar os moradores do condomínio, para que estes passem a contribuir de forma mais sustentável para o gerenciamento de resíduos sólidos gerados por eles próprios e nas

atividades de manutenção das casas e condomínio. Através da educação ambiental, o projeto enfocará os conceitos necessários para a valorização e correta segregação / destinação dos três principais tipos de resíduos sólidos urbanos: os resíduos seletivos, orgânicos e rejeitos.

O projeto aborda, como base, os conceitos operativos das questões ambientais através de pedagogias construtivistas que possibilitem uma cognição efetiva para o religare dos moradores com a questão envolvida.

Na metodologia seriam utilizados os dados de levantamento da população, produção de resíduos sólidos de origem comum, reciclável, orgânico, necessitando aprofundar no estudo de geração de pilhas e baterias.

Em paralelo, seria realizada uma capacitação, cujo modelo cognitivo é o PEDS – Planejamento Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável e a pedagogia do amor, cujos objetivos são a capacitação dos moradores do condomínio em agir de maneira sustentável, no âmbito de reduzir a quantidade de resíduos a serem encaminhados ao aterro sanitário, além da adequação do condomínio para tal projeto. Tal modelo conta com a utilização de dinâmicas de grupo para a construção de conceitos operativos como plantio de árvores e a criação de um pátio de compostagem.

## **Compostagem e Horta**

Para dar tratamento e destino final mais adequado aos resíduos orgânicos, se propõe a criação de um pátio de compostagem nos fundos do condomínio que absorvesse toda carga gerada pelos moradores, incluindo resíduos de poda e roçagem do condomínio. Com isto, seria possível reduzir a quantidade de resíduos encaminhados pra destinação final em aterro sanitário, além de gerar produtos úteis aos moradores e estrutura do condomínio, como é o exemplo do composto (húmus ou terra preta), que pode vir a ser utilizado na horta e no jardim das residências.

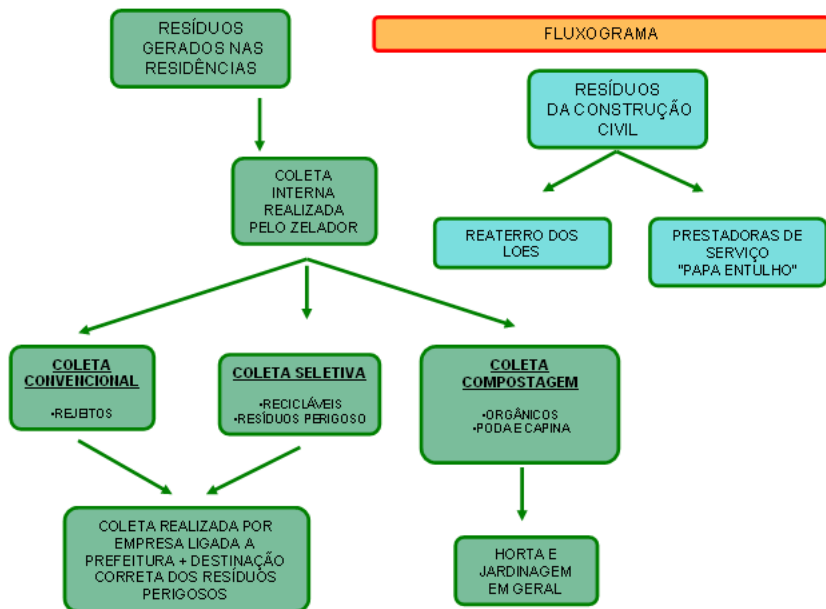
Pretende-se estipular um ou mais dias de coleta orgânica no condomínio e, para que isto ocorra, seria feita a contratação de um funcionário, para que este seja instruído e gerencie o processo de compostagem que consiste em estruturar as leiras e carregar-las com o material orgânico recolhido. Cada residência terá que ter seu próprio contentor de resíduos orgânicos (bombonas de 50 litros), que deverá ser vedado para não atrair vetores.

Outra sugestão é a criação de uma horta orgânica que gere produtos alimentícios para os moradores e que absorva uma fração do composto gerado.

## **Estrutura Operacional**

O **Fluxograma** a seguir apresenta o esquema de gerenciamento dos resíduos sólidos sugerido para ser implantado no condomínio.

**Figura 9 - Fluxograma do novo gerenciamento dos resíduos**



## **6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

O estudo permitiu concluir que a falta de sensibilização ou informação constituem um fator importante necessário à boa gestão dos resíduos sólidos dentro do condomínio. A aplicação do projeto de educação ambiental permitiria uma melhor contribuição por parte dos moradores, uma vez que estes passariam a selecionar previamente, condicionar e apresentar seu resíduos adequadamente, para que um funcionário fizesse a coleta em dias específicos para os resíduos diferentes.

Outra possibilidade gerada a partir da educação ambiental seria a criação do pátio de compostagem que contaria com a contribuição correta dos resíduos sólidos orgânicos gerados nas residências e demais atividades.

Serão necessários realizar estudos e projetos mais aprofundados dos temas, a fim de garantir a melhor abordagem pedagógica dos moradores, bem como a melhor tecnologia aplicável de compostagem de resíduos orgânicos e horta.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROSOFT. [www.agosoft.org.br](http://www.agosoft.org.br). **Resíduos Sólidos**. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Apresentação de projeto de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. NBR 8.419. São Paulo 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Resíduos Sólidos – Classificação**. NBR 10.004. São Paulo 1997 a. 63p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Solubilização de Resíduos – Procedimento**. NBR 10.006. São Paulo 1997 c. 2p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Amostragem de Resíduos - Procedimento**. NBR 10.007. São Paulo 1997 d. 25p

BENETTI, M. **Modelo metodológico para formulação e implantação de programa de coleta seletiva em municípios de pequeno porte**. Florianópolis. 2000. Dissertação. Programa de Pós – Graduação em Engenharia Ambiental. Departamento De Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina.

BÜTTENBENDER, S. E. E. **Avaliação da Compostagem da Fração Orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos Provenientes da Coleta Seletiva Realizada no Município de Angelina**. Florianópolis – SC, 2004. Dissertação de mestrado. . Programa de Pós – Graduação em Engenharia Ambiental. Departamento De Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina.

CAMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS, 2003. **Lei complementar número 113 que dispõe sobre a forma de apresentação dos resíduos sólidos em Florianópolis**.

CAMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS, 2003. **Lei complementar número 398 que institui a Política Municipal de Coleta Seletiva**.

CHERNICHARO, C.A.L. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Reatores Anaeróbios**, 1a ed. Belo Horizonte, UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 5, 246 p., 1997.

CHERNICHARO, C.A.L.; VAN HANDEL, A.C; AISSE, M.M.; CAVALCANTI, P.F.F. **Reatores anaeróbios de manta de lodo**. In: PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Coordenação: José Roberto Campos. 1. ed., cap. 7, p. 155-198. Rio de Janeiro, RJ, 1999.

COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL. Flóriaópolis – SC. COMCAP, 2010.

COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL. **Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Urbanos de Flóriaópolis – SC**. COMCAP, 2002.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. CEMPRE. São Paulo, 2010.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, **Pesquisa CICLOSOFT**, 2008.

FERNANDES, F. **Manual prático de compostagem de biossólidos**. Londrina. PROSAB.1999.

IBGE, **Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores Sociais**. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Editora Agrícola CERRES. São Paulo. 1985.

NOGUEIRA, L.A.H. **Biodigestão: a alternativa energética**. 1a ed., São Paulo: Nobel, 1992. 93 p.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2008. **Decreto número 6.514 que dispõe das infrações e sanções administrativas ao meio ambiente**.



PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2010. **Decreto número 7.404 que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010)**

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2010. **Lei número 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.**

PROSAB - **Programa de Pesquisa em Saneamento Básico.** Manual prático de compostagem de biossólidos. Rio de Janeiro, ABES, 1999

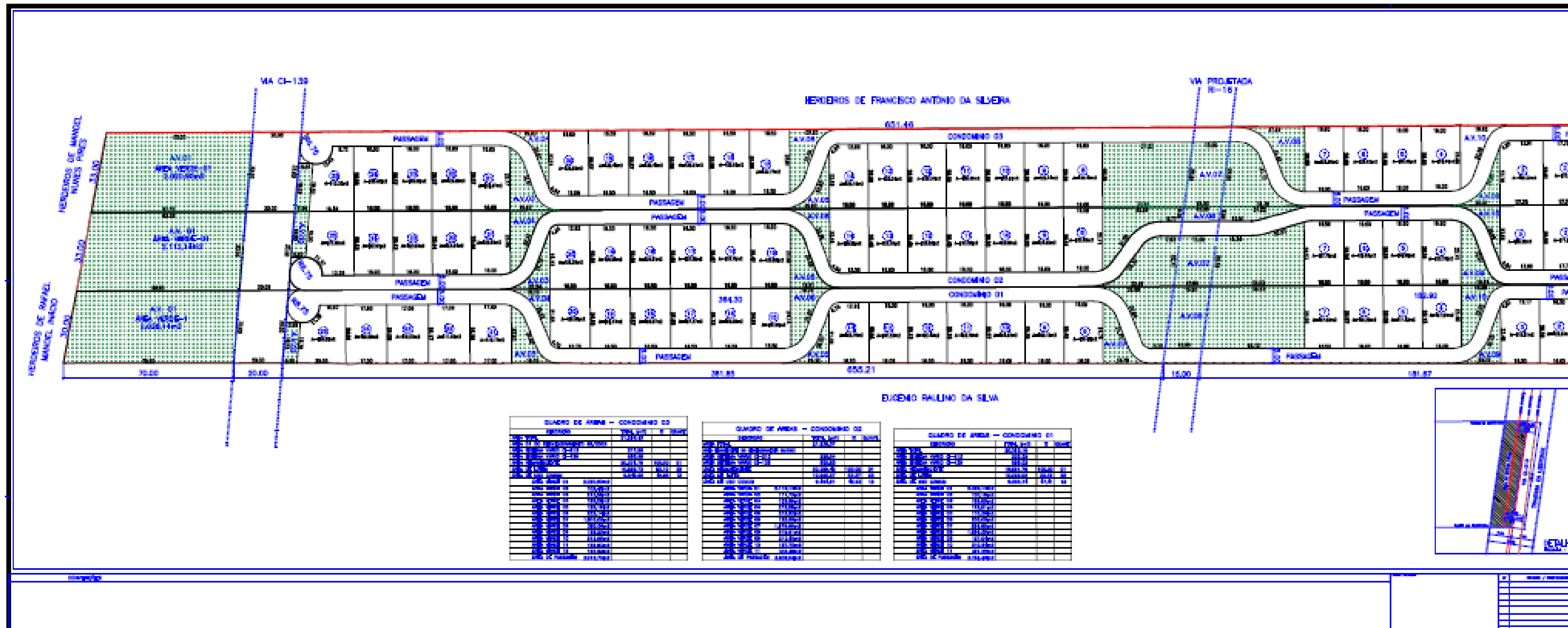
REIS, M. F. P. **Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos. Florianópolis - SC. 2005. Dissertação.** Programa de Pós – Graduação em Engenharia Ambiental. Departamento De Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina.

REICHERT, G.A. E SILVEIRA, D.A. 2005. **Estudo de viabilidade da digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos com geração de energia.** In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005, Campo Grande, Brasil. Artigos Técnicos, ABES.

SEIXAS, Jorge *et al.* **Construção e funcionamento de biodigestores.** Brasília: EMBRAPA - DID, 1980. EMBRAPA-CPAC. Circular técnica, 4.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1 - Planta do Condomínio**



**QUADRO DE ÁREAS - CONDOMÍNIO 03**

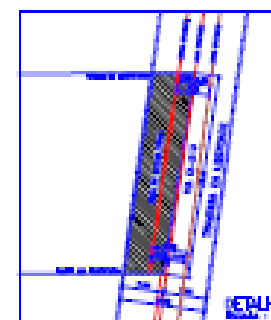
DESCRIÇÃO	ÁREA (m²)	%	TOTAL
ÁREA DE PAVIMENTAÇÃO	1348,21	45,25	2969,72
ÁREA DE ÁRVORES	1621,51	54,75	2969,72
<b>TOTAL</b>	<b>2969,72</b>	<b>100,00</b>	<b>2969,72</b>

**QUADRO DE ÁREAS - CONDOMÍNIO 02**

DESCRIÇÃO	ÁREA (m²)	%	TOTAL
ÁREA DE PAVIMENTAÇÃO	1348,21	45,25	2969,72
ÁREA DE ÁRVORES	1621,51	54,75	2969,72
<b>TOTAL</b>	<b>2969,72</b>	<b>100,00</b>	<b>2969,72</b>

**QUADRO DE ÁREAS - CONDOMÍNIO 01**

DESCRIÇÃO	ÁREA (m²)	%	TOTAL
ÁREA DE PAVIMENTAÇÃO	1348,21	45,25	2969,72
ÁREA DE ÁRVORES	1621,51	54,75	2969,72
<b>TOTAL</b>	<b>2969,72</b>	<b>100,00</b>	<b>2969,72</b>



## **ANEXO 2 - Questionário Sócio-Econômico**











### **ANEXO 3 - Planilha de dados para caracterização da Coleta Convencional**

DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO CONDOMÍNIO RESIDENCIAL - COLETA CONVENCIONAL																		
SEMANA	DIA SEMANA	DIA MÊS	AUXILIO	REJEITOS	ORGÂNICO	JARDIM	PLÁSTICO	ALUMÍNIO	METAIS	PAPELÃO	PAPEL	VIDRO	TETRA PAK	ISOPOR	DIVERSOS	TOTAL	NÚMERO DE CONTENTORES	
			Nome:															
1	Terça	30/11/2010	Pedro - Porteiro	2,60	25,00	22,30	3,20	1,70	0,30	0,70	3,50	2,10	0,20	0,00	1,30	62,90	2	1.O tóxi
TOTAL SEMANA 2				2,60	25,00	22,30	3,20	1,70	0,30	0,70	3,50	2,10	0,20	0,00	1,30	62,90	2	
2	Terça	7/12/2010	Damaris - Vizinha	30,70	44,60	0,00	2,80	0,10	0,30	4,00	0,60	2,60	0,40	0,10	27,80	114,00	3	1.O org
2	Quinta	9/12/2010	Jorge - Porteiro	2,60	20,30	22,60	0,50	0,90	0,10	0,00	11,40	0,60	0,20	0,00	14,60	73,80	2	1.N qua reje
2	Sábado	11/12/2010	Sozinho	5,44	13,63	6,81	0,99	0,41	0,11	0,71	2,35	0,80	0,12	0,02	6,62	38,00	1	1.Fe des
TOTAL SEMANA 2				38,74	78,53	29,41	4,29	1,41	0,51	4,71	14,35	4,00	0,72	0,12	49,02	225,80	6	
3	Terça	25/1/2011	Sozinho	40,5	30	0	0,4	0,05	0	0,2	0	0,3	0,1	0,02	4,2	75,77	2	1

## **ANEXO 4 - Planilha de dados para caracterização da Coleta Seletiva**

DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO CONDOMÍNIO RESIDENCIAL - COLETA SELETIVA																
SEMANA	DIA SEMANA	DIA MÊS	AUXILIO	REJEITOS	JORNAL	PAPEL MISTO	PAPELÃO	TETRA PAK	ALUMÍNIO	METAIS	VIDRO	ISOPOR	DIVERSOS	TOTAL	NÚMERO DE CONTENTORES	OBSERVAÇÃO
			Nome:													
2	Quinta	9/12/2010	Jorge - Porteiro	5,00	8,60	10,40	1,60	2,00	1,30	2,70	8,40	0,00	1,30	41,30	3	1. Na pesagem dos plásticos, se estima que 15% eram garrafas PET;
3	Quinta	27/1/2011	Sozinho	4,3	3,1	18,5	1,65	2,18	2,2	2,75	8,9	0,01	2,4	45,99	4	1. Materiais mais limpos e dispostos de melhor forma;
TOTAL				9,30	11,70	28,90	3,25	4,18	3,50	5,45	17,30	0,01	3,70	87,29	7	
MÉDIA				4,65	5,85	14,45	1,63	2,09	1,75	2,73	8,65	0,01	1,85	43,65	4	

## **ANEXO 5 - Dados relevantes do questionário sócio-econômico**

**CARACTERIZAÇÃO SÓCIO ECONÔMICA DO CONDOMÍNIO**

<b>NÚMERO</b>	<b>NÚMERO DA RESIDÊNCIA</b>	<b>SITUAÇÃO DO IMÓVEL</b>	<b>NÚMERO DE BANHEIROS (c/chuveiro e vaso sanitário)</b>	<b>LOCAL DE LANÇAMENTO DO ESGOTO</b>	<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>	<b>DESTINO DOS RESÍDUOS</b>	<b>NÚMERO DE MORADORES</b>	<b>RENDIMENTO MENSAL EM R\$</b>
1	315	Próprio	4	Fossa Séptica	Rede Geral de distribuição (CASAN)	Coleta realizada pela PMF	4	R\$ 3.000,00
2	303	Próprio	5	Fossa Séptica	Rede Geral de distribuição (CASAN)	Coleta realizada pela PMF	5	R\$ 6.000,00
3	214	Próprio - financiado	2	Fossa Séptica	Rede Geral de distribuição (CASAN)	Coleta realizada pela PMF	4	R\$ 10.000,00
4	319	Próprio	5	Fossa Séptica	Rede Geral de distribuição (CASAN)	Coleta realizada pela PMF	4	Não Informado
5	305	Próprio	3	Fossa Séptica	Rede Geral de distribuição (CASAN)	Coleta realizada pela PMF	3	R\$ 10.000,00
<b>SOMA</b>								
<b>5</b>	<b>MÉDIA</b>		<b>4</b>				<b>4</b>	<b>R\$ 7.250,00</b>